

N° 1827

ASSEMBLÉE NATIONALE

Neuvième Législature

N° 148

SÉNAT

1990-1991

PREMIERE SESSION ORDINAIRE DE 1990-1991

OFFICE PARLEMENTAIRE D'EVALUATION  
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

**RAPPORT**

SUR LES APPLICATIONS DES BIOTECHNOLOGIES  
À L'AGRICULTURE  
ET À L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE.

par M. Daniel CHEVALLIER, Député

TOME II

ANNEXES

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale

par M. JEAN-YVES LE DÉAUT,

*Président de l'Office,*

Annexe au procès-verbal de la séance  
du 12 décembre 1990

Déposé sur le Bureau du Sénat

par M. Jean FAURE

*Vice-président de l'Office*

Annexe au procès-verbal de la séance  
du 12 décembre 1990

## TABLE DES MATIERES

---

Pages

### AVANT-PROPOS

1. Les conséquences économiques de l'essor des  
biotechnologies par Mme Chantal Ducos  
et M. Pierre-Benoît Joly ..... 7
  
2. La propriété de l'activité inventive en matière  
de biotechnologie
  - A - La protection de l'innovation en matière  
de biotechnologie appliquée à l'agriculture  
par Mme Marie-Angèle Hermitte ..... 115
  
  - B - L'organisation de la protection juridique  
de la création de nouvelles races animales  
par M. Jean-Christophe Galloux ..... 291
  
  - C - La protection des variétés végétales ..... 371
    - a - l'interdiction de la double protection  
par M. Nicolas Marin ..... 371
  
    - b - le privilège du fermier  
par M. Nicolas Marin ..... 393
  
3. L'évaluation des conséquences pour l'environnement  
des applications des biotechnologies à l'agriculture

et à l'industrie agro-alimentaire .....	425
A - Les risques présentés pour l'environnement par les animaux transgéniques par M. Louis-Marie Houdebine .....	425
B - Les risques présentés pour l'environnement par les plantes transgéniques par M. Alain Deshayes	439
4. Diversité des ressources génétiques et agro-alimentaire par Mme Christine Nouaille .....	479

## AVANT-PROPOS

Dans l'esprit de ce rapport qui se veut avant tout informatif et préparatoire aux débats qui auront lieu au Parlement sur les biotechnologies, j'ai commandé des expertises sur les thèmes qui m'ont paru les plus importants : les conséquences économiques de l'essor des biotechnologies, les problèmes de la brevetabilité du vivant, les risques pour l'environnement de la dissémination d'organismes génétiquement modifiés et la question de la diversité génétique.

Je remercie ici les auteurs de ces expertises qui ont fait un travail remarquable dans un laps de temps très court.

*Le volume de ces rapports est très important, les opinions émises par leurs acteurs sont parfois très tranchées et n'engagent qu'eux-mêmes. J'ai cependant estimé qu'ils devaient tous être publiés intégralement afin que chacun puisse, dans la perspective des prochains débats, y trouver ample matière à réflexion.*

**LES CONSEQUENCES ECONOMIQUES DE L'ESSOR  
DES BIOTECHNOLOGIES**

par

**Chantal DUCOS, ingénieur en agriculture, docteur en économie**

et

**Pierre-Benoît JOLY, chargé de recherche à l'Institut national de la recherche  
agronomique de Grenoble, responsable du Groupe de recherche sur les activités de  
recherche et de développement (G.R.R.D.)**

## SOMMAIRE

---

	Pages
<b>INTRODUCTION</b>	
<b>Première partie. Le contexte : compétitivité des industries agro-alimentaires et potentiel de recherche et développement</b> .....	15
<b>I - La compétitivité de l'agro-alimentaire</b> .....	17
<b>A - Un commerce extérieur excédentaire, mais un profil de spécialisation dénotant une position de pays intermédiaire</b> .....	18
<b>B - L'hypothèse de la taille des unités économiques</b> .....	19
1 - Les groupes agro-alimentaires sous-dimensionnés .....	19
2 - L'analyse au niveau des entreprises .....	20
<b>C - Les enseignements de l'étude économique menée au niveau des entreprises</b> .....	21
1 - Des performances favorables malgré des gains de productivité faibles .....	22
2 - Des dynamiques industrielles différenciées .....	22
3 - La place du secteur coopératif .....	23
4 - La nécessaire prise en compte de la dynamique industrielle	24
<b>II - L'industrie agro-alimentaire souffre-telle d'une insuffisance dans la recherche ?</b> .....	27
<b>A - L'effort de recherche et de développement dans la sphère agro-alimentaire</b> .....	27
1 - La faiblesse de la recherche agro-alimentaire symbole du retard de la France dans les technologies du quotidien ? .....	27
2 - Recherche française et recherches étrangères dans	

les industries agro-alimentaires : quelques éléments de comparaison .....	29
3 - La recherche de l'industrie alimentaire française : quelques traits quantitatifs .....	30
<b>B - La nature de la recherche et le dynamisme de l'innovation dans les industries agro-alimentaires .....</b>	<b>31</b>
1 - Du rôle central de l'innovation-produit aux contraintes liées à la demande .....	32
2 - L'enjeu actuel de la recherche dans les industries agro-alimentaires : le mariage entre tradition et modernité .....	34
3 - Le rôle des pouvoirs publics : le programme Aliment 2000 et les programmes européens .....	37
<b>Deuxième partie. Les biotechnologies : un facteur décisif pour le développement des industries agro-alimentaires à moyen et long terme .....</b>	<b>41</b>
<b>I - L'impact des biotechnologies dans les industries agro-alimentaires .....</b>	<b>43</b>
<b>A - Un secteur privilégié pour l'application des         biotechnologies .....</b>	<b>43</b>
1 - Importance économique et stratégique des applications biotechnologiques .....	44
2 - Identification des impacts .....	46
<b>B - Les principaux produits et applications à court et moyen terme ..</b>	<b>48</b>
1 - La matière première agricole .....	48
2 - Les auxiliaires technologiques et alimentaires .....	50
<b>C - Un impact technologique très différencié selon les         filères .....</b>	<b>54</b>
1 - L'industrie du lait .....	55

2 - L'industrie du travail du grain .....	55
3 - L'industrie du sucre .....	56
4 - L'industrie de la brasserie et du vin .....	57
5 - L'industrie de la conserverie .....	57
<b>II - Du prêt-à-porter alimentaire à l'alimentation sur mesure :</b> les biotechnologies comme facteur de changement structurel dans les industries agro-alimentaires .....	59
<b>A - Les produits à haut contenu en information : plantes sur</b> <b>mesure et auxiliaires technologiques .....</b>	60
1 - La création de plantes sur mesure .....	61
2 - La révolution silencieuse dans les auxiliaires agro-alimentaires .....	64
<b>B - Les principaux acteurs et les positions concurrentielles .....</b>	66
1 - Les semenciers français produiront-ils des plantes sur mesure ? .....	67
2 - Les groupes industriels fournisseurs d'enzymes, ferments et additifs divers .....	70
3 - Un tissu de nouvelles sociétés de technologie spécialisées .....	73
<b>CONCLUSION : Les facteurs de développement des</b> biotechnologies alimentaires .....	75
<b>A - Favoriser la diffusion des biotechnologies dans les</b> industries agro-alimentaires .....	76
<b>B - Favoriser l'acceptation des biotechnologies par la société .....</b>	80
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	83
<b>ANNEXES .....</b>	85



## INTRODUCTION

Le développement des biotechnologies dans l'agro-alimentaire est caractérisé par un comportement schizophrénique qui se manifeste par un divorce profond entre le verbe et la réalité.

Si ces nouvelles technologies sont aussi importantes qu'on veut bien le dire, pourquoi y consacre-t-on aussi peu de moyens ?

On est donc conduit à se demander si, au fond, la société française (le grand public, les décideurs de l'administration ou de l'industrie), est convaincue que les applications agricoles et alimentaires ont un quelconque intérêt.

D'où la question qui oriente ce rapport : doit-on développer les biotechnologies agro-alimentaires ?

La réponse est largement positive, qu'on se situe du point de vue de l'importance actuelle et future de l'agro-alimentaire pour l'économie française ou de celui de la contribution de ces nouvelles techniques au développement de ces activités à moyen et long terme.

Alors que l'INSEE prévoit un nouvel excédent record de la balance agro-alimentaire pour l'année 1990, il peut paraître quelque peu déplacé de s'intéresser au dynamisme de ces activités. Pourtant, l'analyse du contexte réalisée en première partie révèle que, derrière une bonne santé apparente, les industries agro-alimentaires (IAA) montrent divers signes de faiblesse :

les produits les moins élaborés constituent nos points forts en matière d'exportation. Les nouvelles règles du commerce international qui sont actuellement négociées dans le cadre du GATT remettront en cause une telle position ;

malgré des performances convenables, les IAA se caractérisent par des gains de productivité très faibles. Encore faut-il souligner que ceux-ci s'expliquent essentiellement par des transferts de techniques, très peu par une capacité interne d'innovation. Cette faiblesse qui s'exprime notamment par la place marginale de la recherche industrielle constitue un très lourd handicap pour le moyen et long terme.

Quelle sera la place des biotechnologies dans les IAA ? Même si un retard apparent des applications entraîne une certaine déception des milieux industriels, on peut rester convaincu que les biotechnologies préparent une véritable révolution silencieuse pour les IAA. Cette affirmation est confirmée par l'analyse de la deuxième partie qui est consacrée au repérage des points d'impact et des modalités de développement des biotechnologies alimentaires. Parmi celles-ci, une place essentielle doit être accordée aux "Produits à Haut Contenu Informationnel".

(PHCI) : semences, ferments, enzymes... qui seront demain aux IAA ce que les circuits intégrés sont aujourd'hui à la machine à commande numérique. L'industrie française bénéficie d'une position concurrentielle forte dans ces domaines grâce à la qualité de sa recherche publique et à l'intérêt de groupes industriels disposant d'un fort potentiel de recherche dans le vivant. Cependant, le développement des PHCI ne pourra se faire qu'avec une participation active des industries utilisatrices.

Le problème de la faible capacité d'innovation des IAA et de la faiblesse des aides publiques reste donc entier.

Convaincus de l'importance du développement des biotechnologies alimentaires, que peut-on faire ?

Un premier élément de réponse consiste à envisager les différentes actions permettant de mieux utiliser les moyens disponibles.

Cependant, selon l'expression bien connue, on peut faire une mauvaise politique avec des moyens mais on ne peut pas faire une bonne politique sans moyens. Ce qui est en cause, c'est alors la faible confiance du public vis-à-vis des biotechnologies. La communication peut certes contribuer à rénover leur image. Cependant, nous croyons plus volontiers à des mesures concrètes permettant d'inscrire les biotechnologies dans une optique de développement durable.

**PREMIERE PARTIE**

**LE CONTEXTE : COMPETITIVITE DES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES ET  
POTENTIEL DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT**

I

## LA COMPETITIVITE DE L'AGRO-ALIMENTAIRE

Par sa contribution essentielle au commerce extérieur de la France, l'agro-alimentaire a joué un rôle déterminant dans l'absorption des chocs de la crise économique et dans la résorption des déséquilibres qui permet progressivement de renouer avec la croissance.

Pourtant, avec la nouvelle donne du commerce international et les mutations technologiques, ce secteur est confronté aujourd'hui à un véritable défi qui sera d'autant plus difficile à dépasser que, depuis de nombreuses années, une série de points faibles se sont accumulés :

. la balance du commerce agro-alimentaire est largement excédentaire. Cependant, nos points forts concernent surtout des productions de masse à faible valeur ajoutée qui sont très dépendantes de subventions à l'exportation. Compte-tenu d'une compétition croissante sur le marché des matières premières et de la tournure que prennent les négociations de l'"Uruguay Round", un tel positionnement n'augure pas d'une évolution favorable à la compétitivité ;

. la difficulté des produits de spécialité et des marques françaises à percer à l'étranger s'explique pour partie par une très faible représentation des groupes agro-alimentaires français parmi les premiers mondiaux. Là où les grands groupes atteignent la masse critique (boissons alcoolisées), les avantages liés à une forte tradition peuvent être valorisés sous la forme d'une forte compétitivité ;

. la compétitivité d'une industrie s'explique par son dynamisme technique, économique et commercial qui est lié pour partie à l'évolution de la productivité. De ce point de vue les performances financières tout à fait convenables des IAA qui sont systématiquement supérieures à celles de l'ensemble de l'industrie sont quelque peu trompeuses car elles ont tendance à masquer des gains de productivité faibles. Par contre, les gains de productivité de l'agriculture sont tout à fait remarquables. Mais on sait que, compte-tenu de ses modalités actuelles de développement, cette activité génère des coûts externes importants, qu'il s'agisse des effets sur l'environnement ou des coûts sociaux. Dans les toutes prochaines années, il est fort probable que ces deux secteurs doivent infléchir leur modèle technique pour s'adapter à de nouvelles contraintes ;

. parmi celles-ci, l'anticipation de nouvelles tendances dans les attentes des consommateurs jouera un rôle déterminant dans la conquête de nouveaux marchés.

C'est dans ce contexte économique qu'il faut essayer d'analyser les enjeux actuels des biotechnologies. Il convient donc, dans un premier temps, de rappeler les points permettant de caractériser à la fois la compétitivité" actuelle de l'agro-alimentaire et sa dynamique économique.

**A. Un commerce extérieur excédentaire mais un profil de spécialisation dénotant une position de pays intermédiaire.**

Depuis le début des années 1980, le secteur agro-alimentaire français dégage un très fort excédent commercial qui s'établit en 1989 à 51 milliards de francs (contre 15,9 milliards en 1980 et -0,4 milliard en 1970)<sup>(1)</sup> Avec le second rang mondial des exportateurs de produits agro-alimentaires, la France est loin derrière les Etats-Unis et devance de peu les Pays-Bas.

Cette performance est assez remarquable lorsqu'on considère l'inexorable tendance à la baisse du poids de l'agro-alimentaire dans l'économie française : les IAA représentent actuellement 3,5 % du PIB, l'agriculture 3,9 % (contre 11,9 % en 1960),

Cependant, avec un solde de 24,5 milliards de francs, les produits agricoles bruts (y compris le sucre) représentent pratiquement la moitié de cet excédent. La moitié des céréales produites parmi lesquelles 60 % du blé part vers les marchés d'exportation ; 40 % du beurre et 55 % du sucre sont exportés.

Avec un excédent de 31 milliards de francs, les boissons constituent l'un des principaux points forts de la France. Par contre, les produits de base des IAA sont déficitaires (-8 milliards) et les produits élaborés ne doivent un léger excédent qu'à la performance des produits laitiers conditionnés dégageant un solde positif de plus de 7 milliards de francs.

Ainsi, en dehors des secteurs des boissons alcoolisées et des fromages, les exportations de produits agricoles et alimentaires sont constituées de produits peu différenciés et à faible valeur ajoutée (céréales, poudre de lait, beurre, sucre, farine, malt, viande congelée). Ces caractéristiques confèrent à la France une position de pays intermédiaire. Dans la conjoncture actuelle, cette position est très fragile.

On sait que ces produits font l'objet d'une vive concurrence au plan international. Le niveau élevé des exportations françaises est subordonné aux politiques de soutien à l'exportation menées par Bruxelles. Or ce sont actuellement des mesures vivement dénoncées par les Etats-Unis, le Canada et le groupe des Cairns dans les négociations du GATT. Sous l'hypothèse fort probable d'une réforme drastique des politiques de soutien à l'agriculture qui entrerait en vigueur

(1). Si les prévisions de l'INSEE pour 1990 se confirment, l'agro-alimentaire aura doublé son excédent commercial en trois ans : 30 milliards en 1987, 51 en 1989 et plus de 60 en 1990.

dans un horizon de 10 ans, ces secteurs auront les plus grandes difficultés à maintenir leur activité au niveau actuel.

Il faut d'ores et déjà penser à des possibilités de remplacement qui ne peuvent venir que d'une amélioration de notre position pour les produits élaborés. A cet égard, la baisse de la part des produits de marque dans nos exportations ne laisse pas d'inquiéter. Selon le CACEPA, "la part des produits de marque dans l'excédent de la balance des IAA qui était deux fois supérieure à celle des produits sans marque en 1970 s'est amenuisée pour ne plus représenter que 45 % en 1984 et 33 % en 1986" (2)

Comme le note J. Nefussi, "l'excédent est plus le résultat de la puissance de l'agriculture française que de la compétitivité propre des industries alimentaires".

Parmi les causes évoquées pour expliquer cette faible compétitivité, l'hypothèse de la taille des groupes est celle qui revient le plus souvent. C'est donc elle que nous analyserons en premier lieu.

## B. L'hypothèse de la taille des unités économiques

### 1. Les groupes agro-alimentaires sous-dimensionnés

L'hypothèse de la taille est d'autant plus séduisante qu'elle associe des explications faisant intervenir des concepts en vogue (la taille critique pour affronter la concurrence internationale) et une observation indéniable ; la sous-représentation des groupes français dans le peloton de tête de l'agro-alimentaire mondial.

Bien qu'à ce niveau de généralité tout classement ait une part d'arbitraire (3), le résultat est indéniable : le premier français, BSN, se classe seulement au 20ème rang mondial (166° dans le classement des 500). Les autres poids lourds français, Sources Perrier, LVMH, Pernod-Ricard se situent au-delà du 50° rang. Rien n'entame donc la suprématie des firmes américaines si ce n'est les classements de tête d'Unilever et Nestlé, l'excellent comportement des groupes anglais et la croissance fulgurante de Ferruzzi. (voir tableau 1)

(2). CACEPA (1988) Handicaps et clés pour la compétitivité spécifique aux industries alimentaires dans la perspective de 1993 (cité par Nefussi - 1989)

(3). Le classement a été réalisé à partir de la liste des 500 premiers groupes mondiaux établie par la revue Fortune. Le critère du chiffre d'affaire consolidé est critiquable car : (1) il n'est que faiblement corrélié avec la valeur ajoutée qui est le véritable indicateur du poids de l'entreprise ; (2) pour des groupes diversifiés, il faudrait prendre en compte exclusivement l'activité agro-alimentaire (un exemple : Fortune classe Procter & Gamble dans le secteur "Savons et Cosmétiques"). Le classement publié par Agro-data permet de corriger certains biais : il ne change rien quant à l'analyse générale.

L'avantage compétitif des groupes multinationaux tiendrait à la possibilité d'amortir certaines dépenses indivisibles et génériques, par exemple une partie des frais de recherche et développement (R et D) et des frais de marketing. Un mauvais dimensionnement des groupes expliquerait donc le faible investissement de l'industrie française dans la R et D qui s'élève à 1 milliard de francs, soit moins que Nestlé seul et à peine plus que General Foods. Nous reviendrons sur ce point de façon détaillée.

Cependant, un tel argument ne résiste pas longtemps à l'analyse. Les marchés de l'agro-alimentaire sont encore largement segmentés, qu'il s'agisse des groupes de produits ou des habitudes alimentaires. Dans son étude sur l'agro-alimentaire, le groupe de stratégies industrielles du Commissariat Général au Plan a par exemple estimé que moins de 20 % des produits alimentaires seraient réellement européens à l'horizon 1993. Du fait de cette forte segmentation, les groupes alimentaires ont une organisation multidivisionnelle qui privilégie la recherche de synergie par ligne de produits. A ce niveau, l'effet de taille joue essentiellement pour l'accès aux disponibilités financières qui a permis dans la période de turbulence des années 1980 de réaliser des offres publiques d'achat (OPA) de grande envergure.<sup>4</sup>

En tout état de cause, si elle apporte en soi un éclairage intéressant, l'analyse conduite au niveau des groupes privilégie la logique financière. Elle est incapable d'expliquer la logique industrielle qui se situe au coeur de l'analyse de l'évolution de la compétitivité.

## 2. L'analyse au niveau des entreprises

La France compte 4040 entreprises de plus de 10 salariés spécialisées dans l'agro-alimentaire. Près de 70 % d'entre elles ont moins de 50 salariés. Elles emploient 19 % des effectifs salariés, réalisent 17 % des ventes mais seulement 12 % des exportations.

A l'autre extrémité, 3 % des entreprises ont plus de 500 salariés. Elles emploient 38 % des effectifs, réalisent 39 % des ventes et 46 % des exportations.

La différence sensible du taux d'exportation sur les ventes observée entre les deux groupes (12 % pour le premier contre 17 % pour le second) plaide largement pour une politique favorisant la concentration des entreprises.

Cependant, le problème n'est évidemment pas si simple. Le palmarès des PMI exportatrices ne manque pas de contre-exemples de cette règle générale. Par ailleurs, les petites entreprises sont concentrées dans les secteurs artisanaux qui

(4). On pense notamment aux grandes opérations de 1985 : rachat de Nabisco Brands par R.J. Reynolds pour 5 milliards \$, de General Foods par Philip Morris pour 5,7 milliards et de Carnation par Nestlé pour 2,9 milliards.

ont une faible propension à exporter. Il est donc nécessaire de distinguer entre les différents facteurs explicatifs.

Analysé par secteur, l'effet de taille joue de façon très différenciée. L'étude menée par le Commissariat Général au Plan situe la dimension critique des firmes des secteurs des produits laitiers, viandes, volailles, produits carnés et préparations à 1 milliard de francs. Pour les fruits et légumes transformés, ce critère est fixé à 500 millions de francs. Dans le premier groupe de secteurs, plus du tiers des entreprises européennes satisfaisant ce critère sont françaises. Cependant, dans la perspective du marché unique, les entreprises de produits carnés, de volailles, de l'industrie charcutière, les plats cuisinés et les légumes transformés ont des dimensions trop faibles.<sup>(5)</sup>

Cependant, plus que les secteurs, les sous-secteurs constituent des entités cohérentes sur le plan industriel. A ce niveau, on peut tester correctement l'hypothèse de la taille : quelle est l'importance des économies d'échelle, quelle est la taille optimale des entreprises, les entreprises françaises sont-elles bien dimensionnées ?

Cette et Szpiro ont essayé de répondre à ces questions en analysant 9 sous-secteurs des IAA (voir le tableau 6). Leur travail fait apparaître plusieurs traits tout à fait intéressants :

- la dimension optimale des entreprises est très variable selon les sous-secteurs : c'est une unité de 1 à 6 employés pour la champagnisation contre 2500 à 4000 pour l'industrie laitière ;

- de ce fait, il ne faut bien entendu pas associer petites entreprises et mauvais dimensionnement. Les secteurs pour lesquels le dimensionnement est particulièrement défavorable sont l'abatage du bétail (où dominent les petites entreprises), la meunerie, la biscuiterie, l'alimentation animale et la distillation ;

- les calculs globaux réalisés au niveau de la branche montrent que, dans l'ensemble, mis à part le secteur viande, le dimensionnement des entreprises des IAA est plutôt favorable. (voir le tableau 2).

Globalement, ce n'est pas dans un dimensionnement inadéquat qu'il faut rechercher les causes d'une mauvaise efficacité productive des IAA. C'est plutôt le profil de spécialisation qui est en cause.

## C. Les enseignements de l'étude économique menée au niveau des entreprises

### 1. Des performances favorables malgré des gains de productivité faibles

(5). Notons que ce secteur connaît des restructurations profondes, le rachat de Saupiquet par Bonduelle constituant une des étapes importantes. Il ne resterait plus que "8 intervenants principaux alors que 185 conservateurs se partageaient ce marché en 1985" (Le Monde, 8 août 1990.)



Les analyses menées au niveau de la branche agro-alimentaire font apparaître une situation quelque peu paradoxale. Depuis 1970, la rentabilité économique des IAA les place en meilleure position que l'industrie alors que les gains de productivité y sont plus faibles. (cf. tableau 2). En fin de période, l'évolution favorable de la productivité globale concerne surtout les industries de la viande et du lait (gains de productivité de près de 4 % contre 2 % pour les autres IAA) (voir le tableau 3).

Cette situation s'explique pour partie par l'importance des transferts de surplus qui s'exprime par une dégradation des prix des produits agricoles. Entre 1977 et 1987, les gains de productivité de l'agriculture ont créé un surplus de 107 milliards de francs qui bénéficie principalement aux clients c'est-à-dire les IAA et les consommateurs. Les IAA peuvent donc maintenir une bonne rémunération des capitaux sans compenser la baisse de leurs prix de vente par des gains de productivité.

Cependant, les analyses menées au niveau de la branche masquent une très forte hétérogénéité des activités qui la composent.

## 2. Des dynamiques industrielles différenciées

Pour saisir la diversité de ces activités, on peut tout d'abord utiliser la nomenclature des activités et des produits (NAP) à un niveau intermédiaire (le niveau 100). Cette nomenclature permet de mesurer l'importance relative des grandes filières :

- en terme de valeur ajoutée, cinq filières ont une importance équivalente : la viande, le lait, le travail du grain, les boissons et alcools et les produits alimentaires divers ;

- deux activités ont une importance plus marginale, la fabrication de conserves et la boulangerie pâtisserie. (voir le tableau 4).

Cependant, ces grandes filières sont encore très hétérogènes du point de vue des processus industriels et des produits. Le "Travail du grain" (41) regroupe à la fois la "biscuiterie, biscotterie" (3902) et l'"alimentation animale" (3908). Il convient donc de descendre au niveau NAP 600 qui compte 39 sous-secteurs dans la branche IAA. Compte-tenu du nombre de sous-secteurs, il est préférable d'utiliser une typologie simple regroupant les sous-secteurs en fonction de critères économiques significatifs.

La société Unigrain a élaboré une typologie qui s'avère particulièrement pertinente lorsqu'on s'intéresse au degré d'élaboration des produits. Celle-ci comprend quatre groupes (voir le tableau 5):

- le groupe 1: produits alimentaires de base qui comprend toutes les industries de première transformation des produits agricoles : abattage, meunerie, industrie des produits laitiers, huile et corps gras bruts et alimentation animale. Il

s'agit d'activités qui dégagent une très faible valeur ajoutée, qui emploient une main-d'œuvre nombreuse, et qui génèrent très peu de profit.

- le groupe 2: produits alimentaires de base très industrialisés. Ce sont des industries à forte intensité capitaliste où l'effet de taille joue un rôle important et qui fournissent généralement des produits intermédiaires utilisés dans d'autres industries. Il s'agit des sous-secteurs suivants : malterie, semoulerie, sucrerie, produits amylacés.

- le groupe 3: produits alimentaires élaborés. Ce groupe fournit essentiellement des produits destinés à la consommation finale. Les sous-secteurs qui le composent ont un taux de valeur ajoutée et une rentabilité très proches des moyennes de l'agro-alimentaire : crèmes glacées, conserveries, plats cuisinés, panification industrielle, biscuiterie, pâtes alimentaires, chocolateries, confiserie, huiles et corps gras raffinés.

- le groupe 4: produits alimentaires d'accompagnement. Ce groupe bénéficie des meilleures performances d'exploitation et se caractérise par une faible dépendance vis-à-vis des achats en matières premières agricoles et une activité marketing généralement très développée. Il comprend les sous-secteurs suivants : café, thé, chicorée, épices ; sauces et condiments ; aliments diététiques et pour enfants : entremets et petits déjeuners ; bouillons et potages ; boissons et alcools.

En terme d'importance économique, les produits élaborés (groupes 3 et 4) représentent à peu près la moitié du secteur contre seulement le tiers des ventes mais 60 % du résultat et 84 % des dépenses de publicité. Ces secteurs sont largement dominés par les groupes agro-alimentaires les plus importants et se caractérisent par des niveaux de concentration élevée.

Sur le plan de l'organisation industrielle, le groupe 2 diffère nettement du groupe 1 puisqu'il se caractérise par une forte présence de capitaux privés et une concentration élevée (au niveau des secteurs en NAP 600, la part des quatre premiers est généralement supérieure à 80 %).

### 3. La place du secteur coopératif

Les coopératives agricoles représentent 20 % de la valeur ajoutée des IAA. Leur poids est particulièrement important dans le groupe 1 ("produits alimentaires de base"): elles représentent par exemple 42 % de la valeur ajoutée de l'industrie laitière (cf. tableau 5). On doit également rappeler le rôle essentiel (plus de 60 % de l'activité) qu'elles jouent dans les activités d'approvisionnement en produits nécessaires à l'agriculture et de stockage et de commercialisation des céréales (voir le tableau 6).

Les coopératives ont une position particulière puisqu'elles se situent systématiquement dans des activités à faible valeur ajoutée et qu'elles jouent souvent un rôle d'accompagnement social de l'agriculture (services fournis aux petits agriculteurs marginalisés, développement d'activités de diversification, vulgarisation agricole,...). Compte-tenu de cette position, il faudra analyser quels sont les impacts des biotechnologies sur leurs activités.

#### 4. La nécessaire prise en compte de la dynamique industrielle

En dépit de leurs apports indéniables, les approches statistiques de l'efficacité laissent dans l'ombre les aspects qui sont essentiels dans l'analyse réalisée dans ce rapport :

- l'analyse statique de l'efficacité des entreprises passe nécessairement à côté des problèmes de capacité d'innovation. Quand on mesure l'efficacité statique (productivité, performance) on suppose qu'on peut, pour chaque exercice, affecter l'ensemble des facteurs utilisés à la création de richesse dans cette même période. Lorsqu'on s'intéresse à des facteurs de compétitivité tels que le marketing, l'image de marque, la création de nouvelles lignes de produits, la recherche et développement, le décalage entre la date de l'investissement et celle de la création de richesses est tout à fait évident. Or, il y a tout lieu de penser qu'avec une nette augmentation de la place de l'innovation, technologique ou non, le décalage croissant entre la date des investissements immatériels et leur valorisation limite la pertinence des résultats ;

- pour l'analyse de la compétitivité, il est de plus en plus nécessaire de prendre en compte les modalités des relations entre la firme et son environnement. La relation entre la firme et son environnement joue un rôle connu lorsqu'il s'agit de flux de matières ou de ressources matérielles (en particulier les ressources humaines) qui déterminent sa localisation. Avec le développement des différentes formes de partenariat, ce sont des aspects essentiels de la stratégie de longue période qui sont concernés : l'accès à des sources de technologie lorsqu'il s'agit d'accords de R & D, le transfert de processus de production et l'utilisation de marques dans le cas de licences, de transfert de processus de production et l'utilisation de marques dans le cas de licences, de franchises ou de création de filiales communes, ... sans oublier les relations de sous-traitance qui donnent l'accès à des possibilités de production. Toutes choses égales par ailleurs, la qualité des relations entre l'entreprise et l'environnement ainsi que la qualité de l'environnement lui-même jouent un rôle déterminant dans l'explication de la compétitivité. Pour reprendre une expression commune, il ne peut pas y avoir de "membre sain sur un corps malade". De tous temps, compte tenu des spécificités de l'agriculture, les relations non marchandes (contrats de sous-traitance, franchise, accords de R& D,...) ont joué un rôle important dans le secteur agro-alimentaire. Ce rôle devrait s'accroître notamment avec l'enjeu croissant de l'innovation dans ce secteur. Le Rapport du Commissariat Général au Plan abonde dans ce sens

lorsqu'il estime que "l'industrie agro-alimentaire française manque de pôles de développement et de fédérateurs".

Ainsi, l'évolution que l'on observe depuis quelques décennies conduit à réviser de façon radicale l'image des processus de production : (1) la part de la fabrication dans la valeur finale des produits devrait s'affaiblir progressivement au profit de la R & D, du marketing, de la distribution et de la publicité ; (2) la fabrication est de plus en plus répartie par le producteur principal entre de nombreux co-traitants (cf. rapport Riboud).

Non seulement ces deux facteurs introduisent des restrictions dans l'utilisation des résultats mais en outre, si on considère qu'il s'agit là de tendances de fond de l'évolution du système industriel, ils remettent en cause les bases de l'analyse en terme de dimensions. Ce ne sont plus seulement des forces de frottement qui troublent l'observation, c'est de plus en plus l'objet central de l'analyse.

II

## L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE SOUFFRE-T-ELLE D'UNE INSUFFISANCE DANS LA RECHERCHE ?

Concernant la faiblesse des efforts des IAA, le rapport du Conseil Economique et Social sur l'état de la recherche en France donne le ton :

"Les IAA sont la lanterne rouge des industries françaises en matière de recherche, elles y consacrent 0,78 % de la valeur ajoutée contre 2,8 % pour le reste de l'industrie. L'industrie agro-alimentaire fait 6 milliards de francs de publicité par an et 1 milliard de francs de recherche, soit moins que Nestlé seul et à peine plus que General Foods".

Une telle situation ne laisse pas d'inquiéter lorsqu'on se situe dans une perspective d'impact des biotechnologies qui sont très intensives en connaissances scientifiques et techniques. A priori, une solide expérience dans la recherche industrielle constituera l'une des clefs de succès dans ces technologies émergentes.

Pour dépasser ces constats et ces préoccupations largement partagés, il convient d'élargir la question pour analyser les rapports des IAA et du progrès technique et, plus globalement les modalités des innovations.

Dans un premier temps, nous resituons l'effort des IAA dans l'ensemble du système de recherche français.

Nous adoptons ensuite une analyse en terme de trajectoire technologique qui a le mérite de resituer l'effort de R&D dans la dynamique technologique de l'industrie.

Ainsi pourrions-nous dépasser la constatation d'un faible effort de R & D des IAA en comparaison à l'ensemble de l'industrie pour essayer de répondre aux questions suivantes :

- l'agro-alimentaire a-t-il souffert d'un faible investissement dans la recherche ?

- compte-tenu des perspectives d'application des biotechnologies, une telle faiblesse constitue-t-elle un handicap important ?

### A. L'effort de recherche et développement dans la sphère agro-alimentaire

1. La faiblesse de la recherche agro-alimentaire : symbole du retard de la France dans les technologies du quotidien ?

En France, les dépenses internes de recherche et développement (DIRD) s'établissent à un niveau de 120 milliards de francs. Plus de la moitié (57 %) de la

DIRD est financée sur fonds publics mais, compte-tenu de l'aide publique à la R & D, les entreprises réalisent 59 % des recherches.

La comparaison de cet effort à celui de nos principaux concurrents fait apparaître un retard important, de l'ordre de 25 milliards de francs, essentiellement imputable à la faiblesse de la recherche industrielle (1).

L'effort de R & D est très inégalement réparti puisque cinq secteurs qui ne représentent que 25 % de la valeur ajoutée industrielle absorbent deux tiers des dépenses : l'électronique (22 %), l'aéronautique (18 %), la chimie (10 %), l'automobile (10 %), la pharmacie (6%). Le financement public de la R & D ne fait qu'accroître cette concentration puisque les deux premiers secteurs (électronique et aéronautique) bénéficient de 83 % des subventions publiques.

Alors que les IAA représentent 17 % de la valeur ajoutée de l'industrie française, elles bénéficient seulement de 1,4 % de la R & D industrielle, soit un budget de 1175 millions de Francs en 1987 (2).

Les IAA ont à pâtir de la faiblesse de ce que les experts de l'intergroupe "recherche et technologie" du Xème Plan, qualifient de technologies du quotidien : modélisation et automatisation des procédés, contrôle en continu, gestion des stocks, matériaux, assemblage, dialogue homme-machine, sociologie de l'innovation dans l'entreprise et biotechnologies. Le développement de ces technologies diffusantes qui sont essentielles à la productivité d'une grande partie de l'industrie est délaissé au profit des grands programmes technologiques. Or, on peut estimer que ces programmes n'ont que de faibles retombées sur les technologies du quotidien : les techniques qui y sont développées ont souvent un coût trop important pour la grande majorité des secteurs industriels. Yves Farge, Président de l'Intergroupe Recherche du Xè Plan exprimait récemment dans un article du journal "Le Monde" du 01/08/1990 une vive inquiétude face à l'évolution actuelle de la politique technologique à la française qui consiste, sous la pression de différents groupes de pression à augmenter la part des grands programmes dans les domaines du spatial, de l'aéronautique et de l'électronique : Hermès (35 milliards de francs), Spot 4 (2 milliards de francs), Super Concorde, Airbus 330 et 340, télévision à haute définition...

Historiquement, la France a toujours excellé dans des projets de type colbertiste où l'Etat joue un rôle central. Diverses analyses ont montré les limites de la politique de l'arsenal qui sous-tend ces projets et la nécessité de favoriser les technologies diffusantes. Un rééquilibrage au profit des "technologies du quotidien" aurait probablement le mérite de renforcer la recherche industrielle. C'est du moins ce que tendent à montrer les expériences allemandes et japonaises qui ont orienté l'aide publique vers les technologies génériques et les P.M.I.

(1). Des analyses récentes ont pu rejeter l'hypothèse d'une explication de la faiblesse de la R&D par une moindre propension de l'industrie française à l'investissement R&D. Cette faiblesse tient à la structure de notre économie : part de l'industrie manufacturière dans le PIB et représentation des industries de haute technologie.

(2). Les données sur la R&D proviennent de l'enquête entreprise du MRT de 1989. Les résultats de 1987 sont les derniers disponibles.

Ainsi, différents facteurs militent en faveur d'un accroissement du soutien public à la R&D dans les IAA. D'après les statistiques du MRT, la part des recherches industrielles financées par des fonds publics est seulement de 3 % contre 20 % en moyenne pour l'ensemble de l'industrie. Encore faut-il ne pas s'arrêter à cette donnée partielle et repérer l'ensemble des aides publiques à la R&D.

## 2. Recherches françaises et recherches étrangères dans les industries agro-alimentaires : quelques éléments de comparaison

La faiblesse de la R&D alimentaire française ressort à l'évidence quand on la compare à celle de nos principaux concurrents internationaux.

Avec un chiffre d'affaires de 170 milliards de francs, le groupe Nestlé investit dans la R&D 1 milliard de francs par an soit l'équivalent de l'ensemble des IAA françaises qui réalisent pour plus de 500 milliards de francs de ventes.

Trois indicateurs plus globaux confirment cette première impression :

- d'après les enquêtes de l'OCDE, quand l'industrie alimentaire française dépensait 100 francs en recherche, la RFA en dépensait 120, le Royaume-Uni 200, le Japon 500 et les Etats-Unis 760 ;

- la faiblesse de la recherche industrielle n'est pas compensée par la recherche publique : en additionnant les dépenses publiques et les dépenses privées, l'intensité de la recherche est de 0,28 % du chiffre d'affaires de la branche (0,11 % pour la recherche publique, 0,17 % pour la recherche privée) contre en moyenne 0,4 % pour l'ensemble des pays de l'OCDE (3)

- cette faiblesse de la recherche se manifeste par une forte dépendance technologique : en 1984, le déficit de la balance des brevets et redevances et de la coopération technique s'élevait à 342 millions de francs. D'après le rapport Cointat, le taux de couverture des dépenses par les recettes de brevets n'était que de 11,9 % pour les industries alimentaires contre 48,7 % pour l'ensemble des activités de la France.

Pour expliquer ce retard, on est donc conduit à analyser les principales caractéristiques de la recherche des industries alimentaires françaises, en commençant par les aspects quantitatifs.

3 En 1985, les dépenses de recherche et développement s'élevaient à 1405,5 millions de francs dont :

- 544,5 millions de francs pour la recherche publique (les 2/3 sont réalisées par l'INRA) ;
- 822 millions de francs dans les entreprises ;
- 39 millions de francs dans les centres techniques

(Source: rapport Cointat de 1985).

### 3. La recherche de l'industrie alimentaire française : quelques traits quantitatifs

En 1987, l'effort de recherche industrielle s'établit à 1175 millions de francs (dépenses interne et externe), soit 0,7 %<sup>4</sup> de la valeur ajoutée, contre 3,6 % pour l'ensemble de l'industrie mais 9,4 % pour la chimie ou 27,1 % pour la pharmacie.

Dans ce tableau fort sombre, on doit signaler un élément positif : la DIRDE ( Dépense interne de R & D des entreprises) des IAA fait plus que doubler entre 1981 et 1987, passant de 435 à 1057 millions de francs (mesurée en francs courants). Cette évolution est plus rapide que celle de la valeur ajoutée des IAA (l'intensité passe de 0,44 % à 0,72 %) mais également sensiblement supérieure à celle de l'ensemble de la recherche industrielle, la part des IAA passant de 1,2 % à 1,5 % de la recherche totale.

D'après l'enquête du MRT, en 1987 seulement 3 % des entreprises des IAA (124 sur 4040) réalisaient en 1987 des travaux de R & D. Ensemble, elles représentent 20 % des effectifs et 30 % des ventes de la branche.

Avec un chiffre d'affaires supérieur à 1 milliard de francs et 893 employés, l'entreprise moyenne effectuant de la R&D est dix fois plus grande que celle qui n'en fait pas. Malgré cela, la recherche industrielle est beaucoup moins concentrée dans les IAA qu'elle ne l'est dans l'ensemble de l'industrie. Prenons l'exemple des grandes entreprises de plus de 2000 employés représentant moins de 10 % de l'effectif des entreprises, elles concentrent 67 % de la DIRD et 84 % des aides publiques dans l'industrie contre respectivement 36 % et 20 % dans les IAA.

Comme le confirme la lecture du tableau 7, le profil de répartition de la recherche selon la taille des entreprises est donc sensiblement différent de celui de l'ensemble de l'industrie.

Pour toutes les classes de taille, le budget R & D des entreprises des IAA est nettement inférieur à celui de l'ensemble de l'industrie. Cette observation est confirmée par la mesure de la part de la R & D dans le chiffre d'affaires des entreprises effectuant de la recherche : 0,75 % pour les IAA contre 4,5 % pour l'ensemble de l'industrie.

Sur la base de ces observations, il est possible de faire deux interprétations diamétralement opposées :

• Hypothèse 1: compte-tenu de la nature des recherches alimentaires, cette fonction est beaucoup plus facilement accessible à des entreprises de petite dimension car la masse critique d'une unité de recherche est faible ;

4. Cette faiblesse constitue pour partie un artifice statistique, la référence de la valeur ajoutée comprenant le secteur tabac et s'élève à 147 milliards de francs. En prenant comme référence la valeur ajoutée brute au coût des facteurs qui ressort de l'enquête EAE (97 milliards de francs), l'effort de R&D s'établit à plus de 1%.



• Hypothèse 2 : la faiblesse des budgets de R & D révèle en fait un caractère très appliqué des travaux ce qui amène à inclure dans ces budgets une part importante de tâches répétitives ne conduisant pas à l'innovation, par exemple les contrôles de qualité.

En première analyse, la répartition des dépenses intérieures par catégorie de recherche incite à rejeter la seconde hypothèse. En moyenne, les IAA consacrent plus de ressources à la recherche fondamentale et appliquée (respectivement 7,3 % et 37,2 % des dépenses intérieures) que l'ensemble de l'industrie (respectivement 3,7 % et 29,6 %).

Cependant, l'analyse technico-économique de la masse critique d'une unité de recherche conduit à privilégier la deuxième explication. Le rapport Cointat indique par exemple que, compte-tenu de la nature pluri-disciplinaire des recherches, une grande entreprise devrait disposer d'un département comprenant 5 à 10 cellules de chercheurs avec un effectif total de 20 à 40 personnes. Cela représente un budget R & D moyen de 15 à 30 millions de francs (contre 7 millions de francs actuellement), soit un chiffre d'affaires (C.A.) de 2 à 4 milliards en prenant comme hypothèse l'intensité actuelle de la R & D (0,75 % du C.A.).

Si on analyse avec plus d'attention, la part du lion attribuée par les IAA à la recherche fondamentale et appliquée, apparaît comme suspecte. Rappelons en effet que, toutes activités confondues, l'industrie française consacre 33 % de la DIRDE à la recherche contre seulement 22 % pour l'industrie américaine. La grande qualité qui apparaissait en première analyse (44,5 % de la DIRDE pour la recherche) pourrait en fait masquer un trop faible investissement dans le développement. Un rapide calcul montre en effet qu'en ramenant la part de la recherche à de justes proportions par une augmentation du développement, l'intensité de la DIRDE alimentaire serait équivalente à celle de nos concurrents. Tout se passe donc comme si les IAA acceptaient de sacrifier quelques ressources sur l'autel de la science sans pour autant aller jusqu'à prendre le risque de remettre en cause leurs routines par l'innovation en investissant dans le développement.

## B. Nature de la recherche et dynamique de l'innovation dans les industries agro-alimentaires

Une approche strictement quantitative de la R&D dans les IAA ne donne qu'une vision partielle qui ne parvient pas à éclairer dans son ensemble la question de la dynamique de l'innovation.

Pour donner une vision plus globale, il sera nécessaire d'explicitier les contraintes et opportunités spécifiques à la R&D dans le domaine alimentaire. Celles-ci sont liées d'une part à la nature de la demande et, d'autre part, à la nature des connaissances. L'enjeu de la R&D dans les IAA apparaît alors comme le mariage entre tradition et modernité, le renouvellement de techniques artisanales par un apport de connaissances scientifiques.

Cependant, il est bien évident que ni l'innovation ni le progrès technique ne sauraient être réduits aux applications des résultats de R&D. L'innovation correspond à une attitude d'initiative permanente des entreprises qui permet d'améliorer leur position dans un environnement changeant plutôt qu'à la simple utilisation d'une invention dans la sphère économique. Le progrès technique d'une industrie peut certes résulter de ses efforts de recherche mais ce n'est en aucun cas la seule source. Les travaux de Keith Pavitt sur les trajectoires technologiques identifient trois catégories de sources de technologies : les connaissances scientifiques et techniques, les rendements croissants et l'organisation de la production, le progrès technique incorporé dans les fournitures (équipements, consommations intermédiaires). Traditionnellement très peu lié aux connaissances scientifiques et techniques, le progrès technique des IAA s'est appuyé sur un tryptique composé de : l'amélioration incrémentale de savoir-faire artisanaux, le transfert inter-industriel (diffusion de procédés originaires d'autres secteurs), l'innovation-produit.

La connaissance de ces caractéristiques spécifiques permet de mieux apprécier les mesures contextuelles permettant de préparer les IAA à la révolution silencieuse des biotechnologies.

#### 1. Du rôle central de l'innovation produit aux contraintes liées à la demande

Souligner la fonction des produits alimentaires peut paraître trivial si ce n'est pour en dégager les contraintes qui s'exercent sur les processus d'innovation.

Sous la pression de l'évolution sociologique et de l'internationalisation de notre univers culturel, la fonction alimentaire s'est quelque peu éclatée, conduisant par exemple à réserver la gastronomie ou l'alimentation festive pour les week-end et le "prêt à porter alimentaire", économe, diététique, rapide.

De ce fait, le vecteur innovation-produit est une composante essentielle de la dynamique des IAA. Certes, on ne crée pas de nouvelles fonctions comme ce fut le cas avec les multiples applications des semi-conducteurs. Cependant, ces vingt dernières années ont vu le lancement de nouvelles gammes de produits dont la conception est totalement renouvelée : pensons bien sûr aux plats préparés mais également à la tendance plus récente à une adaptation plus fine des produits à une demande très segmentée: aliments exotiques, aliments diététiques, aliments pour sportifs, aliments pour enfants...

D'ailleurs, l'innovation produit constitue la priorité dans les axes de recherche développés dans les IAA. D'après les données du MRT, l'effort de R&D industriel est composé à 10 % par l'accroissement des connaissances de base, à 30 % par l'amélioration des procédés, à 60 % par l'innovation produit (qui passe de 1984 à 1987 de 52,9 % à 59,7 % des budgets de R & D). A ceci, on doit ajouter les efforts consacrés à l'innovation produit non technologique qui comprend les efforts de marketing pour une meilleure adaptation du produit à la demande, l'emballage... D'après une étude réalisée à la demande du Ministère de

l'Agriculture, les investissements dans "l'innovation produit non technologique" s'établissent à un montant de 1 milliard de francs, soit l'équivalent de l'innovation technologique !

Cependant, parce qu'elle renvoie aux rapports de l'homme à la nature et de l'homme à la mort, l'alimentation est une fonction très codifiée et hautement symbolique. En général, on ne se nourrit pas, on s'alimente. Cette caractéristique explique une forte résistance à la nouveauté dont l'explication n'est pas toujours rationnelle. A titre anecdotique, on peut penser aux huiles de colza avec acide érucique dont on n'a jamais pu démontrer le caractère cancérigène mais qui ont pourtant été délaissées par le consommateur suite à des campagnes d'information peu étayées.

Plus globalement, les contraintes de l'innovation liées à la demande renvoient à deux séries de facteurs (la règle des 4S de la stratégie des IAA) :

- Les facteurs visibles (service, saveur) : caractéristiques de texture, de saveur, de couleur, d'odeur qui font que le consommateur identifie clairement le plaisir ou le service apporté par le produit. Le progrès des processus d'analyse, de la réglementation et de l'étiquetage conduit à une augmentation du nombre de facteurs visibles : les produits allégés, les produits sans pesticides ou les produits sous label sont clairement identifiables par le consommateur ;

- les facteurs invisibles (santé, sécurité) qui ont un impact sur la santé et la sécurité du consommateur. Avec les accidents récents dûs aux salmonelles ou aux *listerias*, on a pu mesurer la sensibilité à ce facteur. La décision des Sources Perrier de retirer 3 millions de bouteilles des points de vente en raison d'un taux anormal de benzène (dont la FDA avait signalé l'absence de danger) montre également la grande prudence des entreprises dans ce domaine. Pour ce qui concerne le génie génétique, ces mouvements de panique, basés sur des éléments rationnels ou non font courir un risque très important : qu'il y ait un problème avec le premier produit alimentaire issu du génie génétique et la technique prendrait sûrement 10 ans de retard.

Les attentes et les craintes des consommateurs ne sont pas toujours rationnelles. Certaines innovations peuvent être bloquées par des réactions de rejet liées à un amalgame dans l'inconscient collectif du consommateur : la conservation par ionisation, l'utilisation de la somatotropine dans l'élevage laitier...

Comme l'indique le rapport Cointat, les facteurs invisibles supposent des moyens de recherche lourds, en nutrition, pathologie, toxicologie,... que seuls les grands organismes publics, c'est-à-dire l'Etat peuvent prendre en charge sur une durée suffisamment longue. Comme le montre la mauvaise foi de certains pays clients qui utilisent ce prétexte pour masquer des mesures protectionnistes, les critères de contrôle de qualité vont jouer un rôle essentiel pour la compétitivité de l'industrie alimentaire française. De plus en plus, il ne faudra pas seulement être sûr de la qualité d'un produit et de son innocuité, il faudra également être capable de la démontrer. De ce point de vue, on ne peut qu'approuver la création d'un

département de recherche à l'INRA qui, en collaboration avec l'INSERM, sera dédié à ces questions (le département NASA).

L'innovation produit dans les IAA doit également faire face à une autre contrainte, celle de la grande distribution qui, par son pouvoir de marché, exerce une pression très forte sur les entreprises alimentaires. Selon le rapport Cointat, le coût d'une innovation se répartit comme suit :

- coût du développement ( du brevet au pilote):5 millions de francs ;
- coût du passage à la production industrielle : 10 millions de francs ;
- coût du lancement commercial :

- référencement en grande distribution : 6 millions de francs sur 3 ans, soit 18 millions de francs ;

- budget publi- promotionnel : à l'échelle nationale environ 10 millions de francs par an, soit 30 millions de francs sur une période de 3 ans.

Au total, le coût direct du référencement est donc plus important que les coûts de R & D et d'industrialisation. Si on prend en compte l'investissement publi-promotionnel, il apparaît que les dépenses affectées à des activités d'innovation ne représentent que 25 % du coût du lancement d'un nouveau produit. Plus que l'accès à la technologie, ce sont souvent les charges commerciales qui constitueront un obstacle rédhibitoire pour l'innovation dans les PMI.

## 2. L'enjeu actuel de la recherche dans les industries agro-alimentaires : le mariage entre tradition et modernité

La plupart des activités actuelles des IAA ont une histoire longue de plusieurs millénaires. Les techniques de production sont donc basées sur un savoir-faire traditionnel, fruit d'une longue accumulation d'expérience et qui a le plus souvent précédé l'explication scientifique des processus physico-chimiques ou biologiques. Cette expérience est particulièrement riche dans un pays comme la France et elle peut s'appuyer sur des consommateurs avertis qui savent reconnaître la qualité au sein de la diversité. L'exemple du vin et du fromage sont des exemples assez parlants pour qu'on ne développe pas cette idée.

Plusieurs facteurs convergent aujourd'hui pour renouveler ces techniques traditionnelles de l'intérieur, en développant leur base de connaissances scientifiques et techniques :

1. les facteurs liés à la demande que nous avons largement abordé mais qu'on peut résumer par : la maîtrise de la qualité (au sens du couple santé/sécurité), la reproductibilité des processus et des produits, une meilleure adéquation des produits à la diversité des besoins ;

2. Les facteurs liés aux processus de transformation qui sont ceux d'une optimisation de la production : flexibilité, échelle, contrôle de la qualité en temps réel, possibilité de valorisation des co-produits, ... cette optimisation pourra être atteinte grâce à l'optimisation du procédé lui-même ou bien grâce à une meilleure adaptation des matières premières agricoles au procédé.

Comparons les technologies alimentaires à la physique nucléaire, à la chimie fine ou à l'électronique. Il apparaît à l'évidence que les connaissances scientifiques et techniques n'ont joué qu'un rôle marginal dans la dynamique technologique des IAA. On peut postuler que cette caractéristique tient au rôle central de la "matière vivante" comme source de matière première et comme élément essentiel de nombreux procédés de transformation (notamment les fermentations). Or, on peut souligner deux différences de fond de la matière vivante par rapport au domaine de l'inerte :

- l'inversion des relations entre l'objet et la connaissance ; dans l'inerte, l'objet est le plus souvent un "artefact", résultat d'un projet scientifique ou technique. Dans le vivant, l'objet complexe existe par lui-même et il a été façonné par des millénaires d'évolution ;

- le rôle essentiel de la variabilité qu'on peut observer à la fois dans l'espace et dans le temps. Cette variabilité est une des sources de richesse de la matière vivante. Elle est liée au caractère d'auto-organisation qui fait de la différence entre la "machine vivante" et la "machine artificielle" une différence de nature (1) Parce qu'elles interviennent directement au niveau de la matière vivante, de la représentation et de la connaissance que nous en avons, des possibilités de maîtrise déterministe de sa variabilité, les biotechnologies ne touchent pas seulement les IAA à la marge, améliorant certains rendements de quelques points. Elles véhiculent un potentiel de véritable révolution silencieuse des techniques et de l'organisation de ce secteur. Nous y reviendrons.

Malgré leur forte spécificité et le caractère tacite des connaissances de leurs techniques, les IAA ne se sont pas développées en cocon fermé. au contraire, elles bénéficient traditionnellement de transferts. inter-industriels de technologie. Ceux-ci proviennent de deux sources :

- les équipementiers qui améliorent les performances de leur matériel, ce qui permet aux IAA de gagner des points de productivité. A ce titre, on peut rappeler les résultats de Scherer qui a reconstruit une matrice de flux technologiques pour la R&D industrielle aux Etats-Unis (2). Il montre que pour 100 \$ de recherches effectuées par les IAA, 32\$ profitent directement au consommateur sous forme d'innovation produit. Par contre, les IAA captent 53 \$ provenant de la recherche d'autres secteurs pour l'amélioration de leurs équipements.

1. Comme l'indique E. Morin dès 1973, "l'être vivant est soumis à une logique de fonctionnement et de développement tout autre, une logique dans laquelle interviennent l'indétermination, le désordre, le hasard comme facteurs d'une organisation supérieure ou auto-organisation".

2. Les calculs sont réalisés pour l'année 1974. Ils ont donc une valeur essentiellement illustrative.

• Une source probablement plus importante mais difficilement quantifiable est l'adoption dans les IAA de procédés mis au point dans les autres industries. Le tableau 9 donne quelques exemples de ces transferts de technologie inter-industriels.

Même s'il y a encore beaucoup à attendre des transferts inter-industriels (1), les IAA ne peuvent plus se suffire de telles sources, ceci pour deux raisons essentielles :

1. La définition des produits et la gestion de la qualité nécessitent une intégration de l'approche scientifique et de l'approche traditionnelle ;

2. Les biotechnologies concernent le coeur de l'approche technologique des IAA. Les entreprises doivent être associées à la genèse des innovations qui seront "taillées sur mesure". Ceci est d'autant plus important que nos principaux concurrents industriels misent sur l'avance technologique pour améliorer leur productivité.

Ceci nous amène à définir les contraintes des processus de recherche dans les industries alimentaires. Elles sont de deux ordres.

Une première série de contraintes est liée au travail sur la matière vivante. Elle nécessite une bonne intégration entre recherche fondamentale et recherche appliquée. De plus en plus, c'est une meilleure connaissance des organismes vivants qui permettra de créer de nouveaux produits ou procédés de production : connaissance des voies métaboliques de synthèse biochimique, nutrition,... Cette interaction croissante entre connaissances scientifiques et techniques nécessite de développer un nouveau dialogue entre recherche et industrie.

Mais, d'autre part, la recherche industrielle est complexe car elle fait appel à de nombreux spécialistes nutritionnistes, biologistes, agronomes, vétérinaires, chimistes, physiciens et mécaniciens. On peut prendre pour exemple l'organisation du centre de recherche d'un grand groupe français qui comporte 7 départements rassemblant un effectif total de 70 personnes :

• l'agronomie qui vise à améliorer l'adaptation des matières premières agricoles aux besoins de la transformatoïn ;

• l'analyse physique et chimique qui permet une meilleure connaissance des matières premières ;

1. On doit notamment mentionner le programme "usine ultra-propre" lancé par le MRT et réunissant une dizaine d'entreprises des différentes branches des IAA. Il vise à transférer le système d'usine à double rideau d'air mis au point par le CEA pour son unité de traitement des déchets radio-actifs de La Hague. Avec ce système, on pense obtenir des produits à "zéro micro-organismes" d'où une garantie de non-toxicité et une augmentation de la durée de vie des produits. Ce programme représente un investissement de 80 millions de Francs dont 50 % financé par le MRT.

- la microbiologie (travail sur les ferments) qui vise à la fois une amélioration des procédés existants et la création de nouveaux produits ;
- la technologie (génie alimentaire) qui vise une optimisation des procédés sous contrainte de maintien de qualité ;
- l'analyse sensorielle et de formulation ;
- le conditionnement et les études industrielles ;
- la sécurité alimentaire.

Compte-tenu de son caractère pluri-disciplinaire, la masse critique d'un centre de recherche constitue comme nous l'avons souligné un obstacle rédhibitoire pour les PMI. Cet obstacle peut parfois être surmonté par le développement de recherches associatives qui peuvent par exemple être réalisées dans les centres techniques interprofessionnels comme ceux de l'ACTIA.

Cependant, l'expérience montre que, généralement, la recherche interne et la recherche externe ne sont pas substitutives mais qu'elles sont complémentaires. Dans un environnement où le stock de connaissances évolue rapidement, l'effort interne peut être décuplé par une amélioration de la capacité d'adoption des connaissances externes à l'entreprise.

De ce point de vue, on ne peut que souligner la faiblesse des dépenses externes comparées au budget total de recherche industrielle. d'après les résultats de l'enquête MRT fournis par le SESSI, la part des dépenses externes reste stable à un peu moins de 11 % (alors qu'elle est de 16,7 % pour l'ensemble de l'industrie en 1987). La décomposition des dépenses externes est elle-même défavorable : les dépenses réalisées dans le même groupe et à l'étranger représente les 3/4 de l'ensemble. Les dépenses réalisées hors de l'industrie (recherche publique, enseignement supérieur, organismes professionnels) représentent seulement 17 % contre 34 % pour l'ensemble de l'industrie.

Mais au-delà d'aspects strictement quantitatifs, on doit souligner la mauvaise intégration de la recherche à la stratégie industrielle. Du fait de son caractère marginal, celle-ci est rarement prise en compte au niveau des Directions Générales ou de la planification stratégique. Avec l'enjeu des biotechnologies, c'est donc pour partie l'organisation et la dynamique des entreprises qui est en cause.

### 3. Le rôle des pouvoirs publics : le programme Aliment 2000 et les programmes européens

En matière d'aide à la R&D, les pouvoirs publics disposent d'une palette d'instrument dont certains ont été analysés dans le rapport Cointat. Constatant la faiblesse de l'aide publique (environ 3 % de la DIRDE des IAA), ce rapport fait un certain nombre de propositions en terme de réforme du crédit d'impôt-recherche et

d'aides de l'ANVAR qu'il ne faudrait pas limiter à des entreprises dont l'effectif est inférieure à 2000 employés.

On doit souligner le rôle essentiel du programme "Aliment 2000" lancé à la fin de l'année 1985 conjointement par le Ministère de l'Agriculture et par le MRT

En 4 ans d'existence, ce programme a drainé plus de 810 millions de francs, soit chaque année l'équivalent de 20 % de la recherche industrielle. La part du financement public s'élève à 36 % soit un total de 290 millions de francs sur les 4 ans. Les organismes publics sont les premiers bénéficiaires de ces dépenses avec une attribution de 41 % des fonds (dont 15 % pour l'INRA). Le secteur privé récupère respectivement 29 % pour les entreprises et 20 % pour les Centres Techniques.

Si on peut formuler la critique d'une concentration des dépenses au sein des organismes publics (l'Etat dépensant moins que ce qu'il récupère), une large participation démontre un intérêt très soutenu de la part des industriels. Au total, 454 projets auront été menés dans le cadre d'"Aliment 2000". Ceci tient au rôle moteur des industriels dans la définition des axes de recherche. Le programme est présidé par un industriel.

"Aliment 2000" comportait quatre grands thèmes de recherche, les biotechnologies ayant bénéficié du financement le plus important avec 105 millions de francs, soit 36 % de l'ensemble (tableau 10). Les axes développés ont été les suivants :

- comportement des bactéries lactiques ;
- cultures mixtes ;
- génie enzymatique (utilisations en conditions industrielles des enzymes) ;
- maîtrise des fermentations ;
- production d'arômes, de colorants et de texturants.

Si le bilan de ce programme semble en première analyse largement positif, il conviendrait d'en faire un examen plus approfondi qui permettrait de voir comment favoriser l'implication des PMI et de prendre la mesure de l'impact sur la recherche publique. Ces objectifs n'entrent pas dans le cadre de ce rapport.

Ce programme a été reconduit en 1990 et porte actuellement le nom d'"Aliment 2002". Nous aborderons plus précisément son rôle pour le développement des biotechnologies dans la seconde partie.

Les programmes communautaires offrent également des financements importants pour les applications des biotechnologies aux IAA (cf. tableau 11). Mais de fait, ces programmes sont réservés à des entreprises disposant déjà d'un potentiel de R & D important. Mis à part les plus grandes d'entre elles, les



entreprises françaises y participent très peu. Dans ce contexte, "Aliment 2002" se justifie pleinement. Cependant, compte-tenu de l'importance des ressources disponibles au niveau communautaire, une action concertée des industriels et de l'administration devrait viser une plus grande participation des entreprises françaises.

## **DEUXIEME PARTIE**

**LES BIOTECHNOLOGIES : UN FACTEUR DÉCISIF POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES A MOYEN ET À LONG TERME**

I

L'IMPACT DES BIOTECHNOLOGIES  
DANS LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

Le développement des biotechnologies repose sur la maîtrise du vivant. Elles doivent être appréhendées comme un ensemble de connaissances et d'outils nouveaux qui reposent sur le génie génétique (transformation de l'information génétique des micro-organismes et des végétaux et animaux supérieurs), l'ingénierie des protéines (repérage, isolement et connaissances des propriétés spécifiques), le génie enzymatique (propriété des enzymes, sélection, activité catalytique...), ou fermentaire.

Compte tenu de l'objet même des industries agro-alimentaires, qui partent d'une matière première biologique pour arriver par un processus essentiellement biologique à un produit final destiné à l'alimentation humaine, on comprend l'importance potentielle de ces nouvelles technologies. Rappelons que de tous temps, les IAA ont utilisé des processus biologiques de transformation, la fermentation pour ne citer que celui là, et qui touche des secteurs aussi distincts que l'industrie du lait, le travail du grain, les conserves...

Ainsi, les industries agro-alimentaires sont perçues par nombre d'experts, comme le secteur industriel qui drainera à moyen terme la plus grosse part des innovations biotechnologiques. Cependant, malgré l'imminence prévue des applications, attendues dans certains cas depuis plus de 10 ans (sélection et utilisation de nouvelles enzymes), les biotechnologies ne sont encore, à quelques exceptions près, qu'un potentiel.

Compte tenu de l'extrême diversité, non seulement des innovations attendues mais également des industries concernées, nous présentons ici l'impact des biotechnologies selon trois grilles d'analyses distinctes.

En premier lieu, l'impact général sur les IAA en terme économique, stratégique et technologique. Dans un second et troisième point, nous identifions les principales applications attendues par type d'innovations et par industrie.

A. Un secteur privilégié pour l'application des biotechnologies

Le premier impact des biotechnologies sur les IAA réside sans aucun doute dans la progression de la connaissance de la matière vivante et des lois biologiques qui régissent son fonctionnement. Dans tous les domaines, microbiologie, enzymologie..., les frontières du savoir reculent. La progression des connaissances apporte notamment un éclairage très précieux sur les antagonismes

et les synergies entre deux micro-organismes en culture mixte, les propriétés des enzymes, la capacité à modifier l'information génétique.

Avec ces nouveaux outils, tous les stades des industries agro-alimentaires sont concernés :

- l'amélioration de la matière première agricole : soit pour garantir une sécurité de l'approvisionnement en quantités, qualité ou prix, soit pour une meilleure adaptation à la demande de l'industrie ;

- l'amélioration des processus de transformation, qui recouvre des aspects très divers : recherche de l'automatisation, contrôles de qualités et corrections en temps réel, recherche d'économies d'échelle et de flexibilité...

- le produit final : dans ses qualités visibles (nouveau produit, saveur, couleur...) et dans ses qualités invisibles (santé, sécurité, normes de toxicologie...)  
(Voir schéma 1)

## 1. Importance économique et stratégique des applications biotechnologiques

Selon le rapport Sautier, les IAA seraient à l'horizon des années 2000, le premier secteur d'application des biotechnologies avec 23 % des parts de marché (voir le tableau 12). Pour G. Pelsy, les IAA représentent 50 % de leur chiffre d'affaires potentiel. Au-delà de ces prévisions, on peut retenir que tous les experts s'accordent pour attribuer aux industries agro-alimentaires une part prépondérante des applications de ces nouvelles technologies. Ces prévisions contrastent cependant avec les réalisations actuelles. Elles reposent beaucoup plus sur un potentiel que sur une réalité, les applications au stade industriel étant encore très peu nombreuses. Elles se justifient par quelques innovations importantes mais surtout par la nature de ces industries qui sont fondamentalement liées au vivant.

### a. Impact économique

Compte tenu, d'une part de la diversité des industries et des applications, d'autre part de leur stade de développement, aujourd'hui pour la plupart à l'état de recherche, il serait illusoire de vouloir chiffrer précisément l'impact de ces technologies. Tout au plus peut-on donner quelques indications en terme d'ordre de grandeur sur les principaux produits identifiés.

Le tableau 14 met en évidence l'importance attendue de ces nouvelles technologies : à l'amont sur les semences (3, à 3,5 milliards de \$ sur un marché mondial actuel estimé à 12 milliards de \$) et au cours du processus de transformation, les additifs alimentaires (2 milliards de \$ sur un marché mondial actuel des arômes alimentaires 3 milliards de \$ avec un taux de croissance annuel estimé à 34 %) (voir le tableau 13).

La taille des principaux marchés français est relativement modeste : pour l'industrie du lait par exemple, qui est l'une des industries les plus fortement utilisatrices, le marché des auxiliaires laitiers représente 240 millions de francs pour un chiffre d'affaires global de l'industrie de 139 milliards de francs (soit 0,17 %) (voir le tableau 14). Cependant, une comparaison plus indicative serait celle de la part de la valeur ajoutée.

Nous verrons ultérieurement que l'impact économique sur les différentes filières sera à court et moyen terme très différencié.

Par ailleurs les recherches actuelles semblent pouvoir concourir de façon efficace aux deux grandes tendances de l'industrie :

- Importance croissante de l'innovation de produits, moteur économique important de la croissance dans les IAA.

Aux Etats-Unis par exemple, le nombre de produits nouveaux est passé de 431 en 1964 à 1428 en 1985. Cette innovation passe par la différenciation des produits pour une adéquation de plus en plus fine à la demande : ration individuelle ou alimentation pour collectivités, mais également adéquation nutritionnelle aux différentes catégories de consommateurs : sportifs, enfants, aliments diététiques... ;

- Recherche d'une industrialisation croissante.

Celle-ci passe par l'automatisation des processus et la recherche d'économies d'échelle, tout en respectant une qualité du produit fini analogue à celle du produit artisanal en terme de diversité, de goût et de saveur mais avec des impératifs de sécurité plus draconiens.

## b. Impact stratégique

En dépit de l'étroitesse apparente des marchés, il faut considérer que ces applications comportent un aspect stratégique évident.

Les innovations seront véhiculées par des produits à haut contenu informationnel et issus d'une activité de recherche importante. A terme, elles vont toucher tous les secteurs et tous les stades de la filière, sous forme d'innovations de produits ou de procédés.

A court terme les innovations n'auront pas d'impact structurel. Elles vont entraîner la modification des coefficients techniques qui sera corrigée par un ajustement dynamique sur le marché avec l'élasticité des prix. Mais à moyen et long terme, elles auront des impacts structurels qui vont se traduire par une nouvelle conception de certains produits, voire la réorganisation de certaines

filières, l'émergence de nouveaux métiers, la mise en place de nouvelles normes et règlements.

## 2. Identification des impacts

Les applications des biotechnologies vont concerner tous les stades des filières de production : de l'amont (biopesticides ou amélioration végétale) à l'aval (nouveaux produits alimentaires par exemple). Selon leurs conséquences sur la filière, ces innovations peuvent être classées en deux grands types : celles qui vont induire une amélioration du processus de transformation, et celles qui vont aboutir à une innovation de produit.

Selon l'angle sous lequel on se situe, on parlera d'innovations de produits ou de procédés. L'exemple des cyclodextrines est à ce titre très illustratif. Pour l'industrie des amylacées, il s'agit d'un nouveau produit aujourd'hui de spécialités mais qui à terme deviendra une production de masse. En revanche pour les industries utilisatrices, il s'agit soit d'une innovation de procédés dans la mesure où les cyclodextrines vont leur permettre d'améliorer de réaliser plus efficacement certaines opérations, soit une innovation de produits : c'est le cas de la production de beurre sans cholestérol par emprisonnement du cholestérol dans les molécules de cyclodextrines et lavage.

Dans les deux cas, l'innovation peut toucher soit la matière première agricole elle-même, soit le processus de transformation au niveau de l'outil biologique ou chimico-physique. (voir le tableau 15).

### a. Amélioration de la maîtrise du processus de production.

En 1987, l'effort consacré aux nouveaux procédés représentait 28,7 % des dépenses de RD des IAA françaises. La répartition des recherches varie considérablement selon les branches de l'industrie : pour le travail du grain, la recherche sur les nouveaux procédés ne représente que 22,8 % contre 39,4 % pour la fabrication de boissons et alcools. Globalement, la recherche sur les procédés vient donc en seconde position derrière la recherche de nouveaux produits. Cependant, nous verrons que parmi les sociétés de technologie françaises un très grand nombre se sont spécialisées sur ce type de recherche.

La maîtrise du processus de production recouvre des éléments extrêmement divers et relativement spécifiques à chaque industrie : homogénéité dans la qualité des produits obtenus, régularité dans le rendement, sécurité de l'approvisionnement en matières premières, perfectionnement des procédés de purification ou d'extraction... Trois priorités sont plus fréquemment avancées :

- l'optimisation du processus ;
- l'automatisation;

- le contrôle du produit en temps réel.

Selon les cas, l'objectif recherché sera atteint :

- soit par intervention d'un auxiliaire technologique (enzymes, bactéries, levures). Les industries de la panification, du lait, de la bière ou du travail du grain seront ici les premières concernées. En France, plusieurs sociétés de technologie se sont spécialisées sur l'amélioration par voie génétique des levures, enzymes... Citons notamment la société Chemunex qui est associée au programme européen ECLAIR, pour le contrôle complet de la production de bière.

- soit encore par l'amélioration des processus de production eux-mêmes. Les méthodes de contrôle et la correction du processus en temps réel constituent une voie d'accès importante à l'industrialisation et à l'automatisation de la chaîne. Notons que ce type d'application ne concerne pas seulement les biotechnologies mais également les méthodes d'analyse physique (chromatographie, spectroscopie, analyse par infrarouges, résonance magnétique nucléaire...). Il en va de même des procédés d'ultrafiltration ou de séparation/extraction par exemple. Dans ce domaine de nombreuses innovations sont à attendre du secteur pharmaceutique.

- soit enfin au niveau de la matière première, par une amélioration de la qualité, plus adaptée aux besoins de l'industrie, soit pour une plus grande indépendance vis-à-vis des contraintes de l'approvisionnement. La sélection en vue d'une amélioration de la matière première agricole peut concourir :

- soit à une plus grande indépendance vis-à-vis de l'approvisionnement : en terme de coût (recherche de substitut au beurre de cacao ou à la vanilline), de quantités (maîtrise des élevages de crustacés, ou culture d'algues) ou de qualité ;

- soit en terme de meilleure adaptation au processus industriel : on peut notamment citer l'exemple des variétés de tomate à plus faible teneur en matière sèche pour la production de concentré de tomate.

#### b. Innovation de produits

Objectif prioritaire des recherches du secteur privé, l'innovation produit concentre en 1987, 59,7 % des dépenses contre 52,9 % en 1984. Elle atteint jusqu'à 70 % du montant des recherches allouées par l'industrie du travail du grain.

Si l'innovation produit est l'objectif final, elle résulte généralement d'une nouvelle combinaison de processus, de matières premières et d'auxiliaires technologiques ou alimentaires.

L'innovation produit peut conduire soit à la différenciation ou à la création de nouveaux produits alimentaires soit à une création de produits non alimentaires.

### Valorisation alimentaire

La filière lait est un exemple particulièrement illustratif. Le lait est un produit qui contient plus de 1000 molécules différentes. Grâce aux procédés d'ultra et de microfiltration et grâce à de nouveaux ferments lactiques, il est désormais possible d'isoler des protéines constitutives très spécifiques présentant des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles exceptionnelles. Avec l'ingénierie des protéines, on parvient de plus en plus à identifier ces propriétés, isoler les substances et les utiliser dans des systèmes biologiques fonctionnels. Les applications sont dès lors multiples, notamment en tant qu'auxiliaires alimentaires dans l'alimentation humaine, la santé ou la diététique.

Les céréales sont dans une situation analogue avec les perspectives de craquage et une meilleure maîtrise des processus fermentaires.

### Valorisation non alimentaire

Avec une échéance plus lointaine, il existe de très nombreuses perspectives pour l'utilisation non alimentaire des matières premières agricoles : production de bioéthanol par exemple.

Produits de spécialités ou production de masse, toutes les voies sont ouvertes, mais il existe de nombreux points de blocage, d'ordre technique ou économique. (Voir infra- l'industrie des amylacées et du sucre).

## B. Les principaux produits et applications à court et moyen terme

### 1. La matière première agricole

#### a. Les semences

Par l'association du génie génétique et de nouveaux procédés comme les cultures *in vitro* par exemple, l'amélioration végétale dispose aujourd'hui de nouveaux outils très performants pour améliorer l'efficacité en terme de temps et de qualité.

Des variétés génétiquement transformées ont déjà été créées, mais leurs applications restent limitées. En revanche, les cultures *in vitro* sont aujourd'hui en pleine croissance et ont de nombreuses applications : reproductibilité à l'identique et à de multiples exemplaires.

Les recherches pour la création de variétés mieux adaptées à l'industrie agro-alimentaire font l'objet de plusieurs programmes de recherche, et devraient prendre un essor important au cours des années à venir. (voir infra chap 4,1).

Les perspectives d'application ont entraîné de nombreuses et profondes modifications structurelles depuis le début des années 1980, qui se traduisent



notamment par l'intervention de nouveaux acteurs issus en particulier de la chimie fine (voir infra Chap 2,2).

### b. Les biopesticides

Comme pour les semences, le génie génétique mais également l'ingénierie des protéines jouent un rôle primordial pour l'avancée des connaissances et l'ouverture des perspectives d'application. L'association de ces deux domaines de connaissances scientifiques permet d'élargir le spectre d'action des micro-organismes, notamment par l'introduction de différentes toxines.

D'après une étude de Frost et Sullivan, les biopesticides représentent globalement 10 % du marché mondial des pesticides. Sachant que celui-ci était de l'ordre de 20 milliards de \$ en 1988, le marché potentiel des biopesticides est estimé à l'horizon des années 2000 à 2 milliards de \$. Les premières applications portent sur les insecticides qui représentent aujourd'hui 30 % du marché mondial. 25 à 30 % du marché des insecticides serait en l'an 2000 couvert par des bioinsecticides.(1)

### c. Les produits "rares"

Le beurre de cacao est l'une des substances relativement rare et onéreuse pour l'industrie du cacao et des produits chocolatés. Plusieurs voies de recherches sont aujourd'hui explorées afin d'accroître la teneur en beurre de cacao des graines :

- l'amélioration végétale de l'espèce par voie génétique. Cette voie est longue mais présente une probabilité de réussite importante pour une amélioration significative, soit en terme de teneur en beurre, soit encore en terme de rendement global d'une plantation. On parle d'augmentation de rendement passant d'une moyenne actuelle de 0,5 tonnes/ha à 3 tonnes/ha ;

- la production de beurre de cacao biosynthétique par culture de cellules : cette voie semble aujourd'hui plus incertaine ;

- enfin la dernière voie explorée, notamment par le groupe agro-alimentaire Unilever, repose sur la transformation enzymatique de graisses végétales diverses à partir notamment de palmier à huile, tournesol, safran..., couplée avec l'amélioration végétale (par génie génétique) des espèces correspondantes afin d'améliorer les teneurs en acides gras. Sur ce projet, Unilever est en concurrence avec le groupe japonais Fuji Oil. Notons que les produits substitués représentent déjà 30 % de la production de beurre de cacao, mais sans en présenter les qualités spécifiques.

(1) La création de variétés résistantes aux herbicides rentrent dans la même classe d'innovation. Cependant, hormis pour les espèces dont l'approvisionnement est difficile et qui présentent des problèmes non résolus de désherbage, les variétés n'ont pas d'intérêt immédiat pour les industries agro-alimentaires.

## 2. Les auxiliaires technologiques et alimentaires (2)

Le marché des auxiliaires technologiques et alimentaires comprend à la fois des auxiliaires de fabrication, enzymes et ferments divers, mais également des substances alimentaires qui feront partie intégrante du produit fini, arômes, agents de texture, colorants. Par le biais du génie génétique, du génie enzymatique et de l'ingénierie des protéines, ces produits présentent un potentiel d'amélioration et d'innovation considérable. Ces marchés ont un taux de croissance important (+15 % pour les ferments divers-autres qu'enzymes et levures-, +8,5% pour les arômes alimentaires) et font l'objet de nombreuses recherches à la fois par des sociétés de technologie spécialisées et par les groupes diversifiés, spécialement les groupes de la chimie fine, notamment Sanofi, Rhône Poulenc, Orsan.

Ces auxiliaires sont des produits très spécialisés en fonction de leur utilisation et ont un haut contenu informationnel. Ils sont accompagnés d'un ensemble de services au client : conseil d'utilisation, adaptation au processus.

Nous distinguons ici, de façon non exhaustive les principaux segments de marché recensés : les enzymes et ferments, les polysaccharides, qui peuvent être des auxiliaires technologiques ou alimentaires et enfin les arômes alimentaires.

### a. Les enzymes et ferments

Les enzymes et ferments (levures, bactéries et moisissures) sont très largement utilisés dans les industries agro-alimentaires à travers les procédés de fermentation, ou le génie enzymatique. Les secteurs d'application sont très diversifiés : panification, brasserie, oenologie, industrie du lait, conserves... Les taux de croissance les plus importants sont ceux des nouveaux secteurs utilisateurs et notamment celui des arômes et autres additifs où les enzymes interviennent dans l'extraction des molécules.

Les biotechnologies ont ici un vaste domaine d'application : par le génie génétique, par le génie enzymatique et par l'ingénierie des protéines :

- le génie génétique améliore la capacité à transférer dans un micro-organisme un gène codant pour un enzyme ;
- le génie enzymatique améliore la productivité des réactions enzymatiques : recyclage des cofacteurs et des rétrohydrolases par exemple ;
- l'ingénierie des protéines permet de concevoir de nouvelles enzymes, d'améliorer les performances des enzymes existantes en fonction des besoins de

(2). On appelle auxiliaire technologique, les produits qui interviennent dans le processus de transformation mais qui sont par la suite extraites du produit. Les auxiliaires alimentaires sont au contraire des produits qui interviennent dans la composition du produit final.

l'industrie : thermostabilité, accroissement de la durée de vie dans des conditions d'emploi extrêmes.

A travers les bactéries et levures, c'est tout le marché des fermentations qui est touché : soit un marché mondial estimé selon G. Nominé à 7 milliards de \$.

Parmi les quelques exemples d'application au stade de développement, on peut citer :

- la production de souches thermophiles grâce à la recombinaison d'*Escherichia Coli* ;

- le développement de nouvelles enzymes pour le craquage des légumes (Novo Nordisk)

- la recombinaison génétique des levures afin d'obtenir des souches inhibant la fermentation alcoolique avec comme objectif de produire des bières sans alcool ;

- la recombinaison génétique d'une levure de boulanger qui permettrait au pain de lever plus rapidement : cette levure serait prochainement mise sur le marché par Gist Brocades ;

- la production d'une enzyme par génie génétique substitut d'une enzyme issue de la présure. Cette enzyme utilisée dans la première étape de fabrication des fromages serait plus pure et moins chère que son équivalent naturel. Elle devrait prochainement être commercialisée sur le marché américain, qui a vu le prix de cette matière première passer de 13,2 \$ à 22,5 \$ litre de présure au cours de la dernière année. (voir le tableau 16).

Les enzymes interviennent à plusieurs niveaux : transformation de produits naturels (lait, amidon), conservation des aliments, modification de texture ou de consistance (viande de boucherie), des propriétés organoleptiques (fromage), amélioration de la filtration (bière, vin)...

Les levures jouent quant à elles soit un rôle de ferment (industries de la panification, des alcools...) ou un rôle d'aliments.

Les bactéries sont également très largement utilisées, dans l'industrie laitière pour l'acidification et la modification des qualités organoleptiques, mais également en salaisonnerie, panification, oenologie...

Actuellement, le marché français des auxiliaires laitiers représente 240 millions de francs et celui des enzymes industrielles destinées aux IAA, 200 millions de francs en 1989 (soit 65 % du marché français des enzymes industrielles). (voir le tableau 15)

#### b. Les polysaccharides

Les polysaccharides à base d'algues connaissent un succès grandissant pour la technologie d'immobilisation d'enzymes ou de micro-organismes. L'inclusion de cellules vivantes dans des gels d'alginate a d'ores et déjà quelques applications dans les IAA : dans la fermentation de la bière (sociétés Kirin Brewery au Japon, Tepral en France), dans l'industrie laitière (fabrication des yaourts) mais surtout pour l'industrialisation du Champagne. L'objectif est dans ce dernier domaine de procéder à la refermentation des vins en bouteille en évitant la prolifération des cellules grâce à leur emprisonnement dans la couche de colloïde. Cette innovation permet une économie très importante en temps et en main-d'oeuvre. (voir le tableau 17)

D'autres types de polysaccharides existent : par exemple les cyclodextrines oligosaccharides cycliques, obtenus par dégradation enzymatique de l'amidon. Mis au point par les japonais dès 1984, le marché des oligosaccharides a une croissance annuelle estimée de plus de 30 %. Le marché mondial, estimé à 100 millions de francs, est détenu à plus de 80 % par le japonais Nihon Shokuhin Kako (leader japonais pour la production d'amidon de maïs). En France, Rhône Poulenc Chimie, Orsan et Roquette se sont mis sur les rangs.

Au début des années 1980, le prix des bêta cyclodextrines étaient de 3000 francs/kg. Il est aujourd'hui de l'ordre de 100 francs/kg. Cependant, le développement des utilisations est fortement lié à la situation réglementaire.

L'industrie agro-alimentaire est le secteur qui présente le plus grand nombre d'applications industrielles : 80 à 90 % des ventes seraient destinées aux IAA. La particularité de ces molécules réside dans leur capacité à encapsuler des substances diverses : d'où une plus grande stabilité, solubilité, une suppression de goût ou d'une odeur désagréable de la molécule piégée. Mais l'utilisation la plus importante est celle de la protection des arômes contre la chaleur, l'oxydation, ainsi que pour enlever l'amertume.

Autre type d'application en tant qu'auxiliaire technologique cette fois, la possibilité de piéger des molécules indésirables qui seront par la suite éliminées. Entremont et Sanofi se sont associés au sein du GIE Monserbio pour le développement d'une technologie permettant de supprimer le cholestérol du beurre par l'usage de cyclodextrines. La commercialisation de cette technologie est envisagée pour 1992.

### c. Les additifs alimentaires

Les additifs alimentaires ont plusieurs fonctions : améliorer la texture, le goût et l'arôme. Les processus d'industrialisation et l'exigence des consommateurs qui exigent, de plus en plus une régularité et une homogénéité dans les produits et une garantie de sécurité, font que ces additifs deviennent des éléments indispensables dans toutes les chaînes de transformation. Même dans l'industrie de la viande qui apparaît comme une industrie de première transformation, on utilise des enzymes pour assouplir la texture des fibres.

Parmi tous ces additifs, les arômes naturels sont les produits qui jouissent du plus grand intérêt. Leur taux de croissance est estimé pour 1989 à 34 % (voir le tableau 18). A l'origine exclusivement d'origine naturelle, la palette s'est enrichie avec la chimie des hydrocarbures fossiles. Aujourd'hui la possibilité de créer de nouveaux arômes à base de produits naturels apparaît d'autant plus séduisante qu'elle s'insère dans un courant d'opinion favorable aux produits d'origine naturelle.

La production d'arômes d'origine naturelle utilise deux types de procédés :

- la culture *in vitro* de cellules végétales
- les catalyseurs biologiques, enzymes ou micro-organismes.

Outre l'élargissement de la gamme des arômes disponibles, cette nouvelle voie de production peut permettre de lever un certain nombre de contraintes liées à l'approvisionnement : en quantités compte tenu des aléas politiques ou climatiques des pays producteurs, en prix, compte tenu de la raréfaction de certaines matières premières.

L'exemple de la vanilline est souvent cité : extrait de la gousse de vanille, la vanilline revient à 22.000 F/kg. Obtenue par biosynthèse, elle revient à 90 F/kg : les recherches portent sur le développement de vanilline par culture *in vitro* de cellules végétales. De la même manière, le beurre de cacao et l'arôme de truffe font l'objet de nombreuses recherches.

L'utilisation des micro-organismes peut permettre une dégradation en cours de processus d'arômes gênants. Le groupe Pernod Ricard vient de déposer un brevet sur des levures capables de dégrader dans des boissons des molécules qui se seraient développées au cours des procédés de pasteurisation et stérilisation sans altérer l'arôme.

### 3. L'amélioration des processus

Comme pour les applications sur les matières premières agricoles ou les auxiliaires technologiques et alimentaires, dresser une liste exhaustive des applications des biotechnologies dans les processus spécifiques aux IAA est une entreprise particulièrement longue et qui dépasse largement le cadre de ce travail.

Par ailleurs, l'amélioration des processus existants ou la conception de nouveaux procédés engagent dans la plupart des cas l'amélioration ou la conception de nouveaux auxiliaires. Il est nécessaire de raisonner en terme de couple produits/processus.

Les innovations ou améliorations de processus font également appel à d'autres technologies, physique ou chimiques. Ainsi les perspectives de craquage des matières végétales (lait, céréales, légumes) font appel à de nouveaux auxiliaires (ferments et levures recombinées), à la maîtrise des processus de transformation par voie fermentaire, mais également au génie mécanique, physique...

Parmi toutes les perspectives qui se présentent aujourd'hui, deux axes sont particulièrement approfondis : les technologies d'ultra de microfiltration et les tests de contrôle.

L'ultrafiltration et la microfiltration ne sont pas spécifiquement des innovations biotechnologiques, réalisées à partir de matière organique ou minérale. Cependant, elles s'appuient sur l'utilisation d'une matière biologique parfaitement connue et pour extraire des substances bien identifiées. L'ingénierie des protéines est donc un complément indispensable.

Les applications dans les IAA s'inscrivent :

- soit en substitution de procédés de filtration classiques : amélioration des rendements, travail en continu, baisse des coûts : vins, bière, jus de fruit ;

- soit pour lancer de nouveaux marchés grâce à l'extraction de substances nouvelles et d'utilisation spécifiques. Notons en particulier les perspectives dans le craquage des matières premières : lait, céréales, soja, sucre, produits de la mer...

Parmi les premières utilisations citons la production par Tech Sep, filiale de Rhône Poulenc, d'isolats de protéines de lactosérum de pureté supérieure à 95 %.

### c. Un impact technologique très différencié selon les filières.

Les impacts de biotechnologies seront très différents en terme d'intensité et d'échéances d'application selon les filières. Différences de processus, différences de matières premières, mais également différences de structures industrielles et de comportement des acteurs vis-à-vis de la recherche, autant d'éléments qui expliquent des évolutions technologiques qui seront très différenciées.

Le chiffre d'affaires de l'industrie du lait et de produits laitiers représente à elle seule 26 % du CA global des industries agro-alimentaires, l'industrie du travail du grain 16 %. Ainsi, certaines industries, de par leur taille et le niveau de concentration dans la branche, sont plus favorisées à court terme pour l'adoption des innovations. (voir le tableau 19).

Elles ont cependant toutes un point en commun : alors que généralement les auxiliaires utilisés étaient issus d'une production interne, on assiste de plus en plus à une tendance à l'acquisition de produits spécifiques auprès des fournisseurs

extérieurs. Ce phénomène est un point positif et un atout pour la diffusion des nouvelles technologies et des innovations, véhiculées sous la forme de produits auxiliaires. L'instauration de ces nouvelles relations commerciales est sans doute un premier pas dans la constitution d'un indispensable réseau de partenariat avec des acteurs spécialisés, qui eux seront susceptibles de valoriser des recherches importantes et risquées sur des marchés européens ou nationaux.

Nous prenons ici l'exemple de cinq filières : les industries du lait, du travail du grain, du sucre, de la brasserie et du vin, de la conserverie.

## 1. L'industrie du lait.

L'industrie du lait et des produits laitiers réunit plusieurs caractéristiques favorables au développement des biotechnologies dans la filière :

- une matière première particulièrement riche en molécules et substances de base ;

- la diversité des produits en bout de filière ;

- un taux de croissance du marché supérieur à la moyenne de l'industrie agro-alimentaire, les produits laitiers frais et les produits laitiers mixtes sont selon les prévisions du Bureau d'Information et de Prévision économiques - BIPE - ) les produits alimentaires qui avec la salaisonnerie présentent les meilleurs taux de croissance : + 10 % de taux de croissance annuel en volume pour les spécialités laitières à tartiner, + 6 % pour les produits laitiers frais (prévisions glissantes).

Par ailleurs les processus technologiques utilisés dans la filière concordent avec les recherches les plus avancées ou les plus prometteuses :

- à court terme utilisation de nouveaux ferments pour la transformation, utilisation de nouveaux ferments/bactéries ou arômes pour la création de nouveaux produits (yaourts Bifidus, par exemple)

- à moyen et long terme, le perfectionnement des processus de transformation et la création de nouveaux produits :

- soit pour une valorisation alimentaire : utilisation de cyclodextrines pour la production de beurre sans cholestérol,

- soit pour une valorisation non alimentaire, industrielle ou pharmaceutique : utilisation de l'ingénierie des protéines et des nouvelles enzymes recombinées pour le craquage de la matière première.

## 2. L'industrie du travail du grain

Avec 0,35 % du CA total de la branche et 309 millions de francs de dépenses dans l'activité recherche, l'industrie du travail du grain est, après la fabrication pour aliments divers, l'industrie qui investit le plus dans l'activité de recherche. Elle a en commun avec l'industrie du lait d'avoir une matière première très riche.

En revanche, la meunerie est confrontée à une stagnation de la demande : +0,6 % de taux de croissance annuel moyen en volume selon les prévisions du BIPÉ de 1988 et un excédent structurel qui ne cesse de s'accroître compte tenu de l'augmentation des rendements. A l'horizon 1990, on prévoit pour l'ensemble de la communauté européenne une production disponible hors consommation intérieure de 25 millions de tonnes. La recherche d'une diversification pour l'utilisation de ses produits constitue donc une priorité. La recherche de nouveaux produits représente 70 % des ressources allouées à cette activité.

L'une des voies actuellement très explorée est la valorisation des produits à des fins non alimentaires : les glucides (xanthates) et l'éthanol. Signalons que les molécules carbonées d'origine agricole constituent d'ores et déjà un approvisionnement important pour des industries non alimentaires. Selon le rapport Cointat, elles représentent 40 % des approvisionnements de la pharmacie, 21 % de la chimie organique, 30 % de la parachimie, 75 % du textile et de l'habillement...

Dans cette filière ce sont principalement les innovations de procédés, grâce au génie fermentaire et à l'ingénierie des protéines qui seront les vecteurs de transformations importantes. Une autre voie d'accès est l'amélioration de la matière première et notamment des teneurs en acides aminés par l'amélioration génétique des variétés.

Les nouveaux produits seront :

- soit des produits de masse : les acides aminés pour l'alimentation animale, les cyclodextrines, auxiliaires technologiques ou alimentaires dans l'alimentation humaine, le bioéthanol éventuellement, la production de xanthates (à partir d'amidon de blé) pour la fabrication des pâtes à papier ;

- soit des produits de spécialités : utilisation de certaines protéines dans la pharmacie : programme de recherche sur une protéine de l'orge.

### 3. L'industrie du sucre

L'industrie du sucre présente une configuration plus difficile. Le marché est structurellement excédentaire, la demande en régression (-0,9 %). Les prévisions pour les années 1990 donne un excédent de la Communauté Européenne de l'ordre de 2,5 millions de tonnes. Par ailleurs, le produit est fortement concurrencé par de nombreux substituts. Enfin, la betterave est un produit moins riche que le lait ou les céréales et donc plus difficile à valoriser vers d'autres utilisations.



Les innovations les plus prometteuses concernent le craquage de la matière première et la maîtrise des transformations par le génie enzymatique, l'objectif étant ici la valorisation non alimentaire.

Deux voies sont cependant très prometteuses : la production d'éthanol et la production de substances carbonées à partir du sous produit constitué par la mélasse.

#### 4. L'industrie de la brasserie et du vin

L'industrie de la bière est très concentrée : trois entreprises couvrent 86 % du CA de la profession. Les principales innovations sont à attendre ;

- dans un premier temps de l'automatisation et de la maîtrise des processus de fermentation ;

- dans un deuxième temps, de la création de nouveaux produits par l'utilisation d'enzymes recombinées ou d'arômes spéciaux.

#### 5. L'industrie de la conserverie

L'industrie des conserves connaît un taux de croissance moyen en volume important : +2,5 % pour 1987-92. La part du chiffre d'affaires de la branche affectée à la recherche est de moins de 0,1 %, l'une des plus faible. Mais elle accorde une part prépondérante à la recherche de nouveaux produits : 59,6 %.

Les axes prioritaires pour l'innovation sont :

- la création de nouveaux produits, qui stimule largement la croissance de la demande ;

- l'amélioration de la qualité et de la régularité des approvisionnements en matière première agricole ;

- les rapports entre les modes de cuisson des aliments et la modification de leur qualités organoleptiques ;

- la qualité et la sécurité des processus de transformation et de conservation. La sécurité et la qualité du produit fini sont deux axes prioritaires. Pour aller dans ce sens, les innovations dans les sciences physiques et biologiques sont très prometteuses, avec notamment une avancée rapide dans le domaine des tests de contrôle en cours de processus.

L'activité de RD et la diffusion de l'innovation se heurte dans ce secteur à une atomisation de l'industrie et la présence de très nombreuses PMI.

## II

### DU PRET-A-PORTER ALIMENTAIRE A L'ALIMENTATION SUR MESURE : LES BIOTECHNOLOGIES COMME FACTEUR DE CHANGEMENT STRUCTUREL DANS LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

Les problèmes récents concernant la sécurité alimentaire (salmonellose, listeria, encéphalopathie spongiforme bovine), viennent rappeler fort à propos la sensibilité du consommateur à la qualité des produits destinés à l'alimentation. Cependant, au-delà de causes conjoncturelles, le rôle croissant de la qualité dans les IAA constitue plus qu'un effet de mode. Cette tendance tient à deux raisons structurelles :

- une évolution de l'attitude du consommateur :

- l'alimentation est progressivement conçue comme un des facteurs essentiels de la santé. Si les graves affections liées aux maladies cardio-vasculaires sont pour beaucoup dans cette prise de conscience, les effets dépassent fortement ces causes immédiates. On est progressivement conduit à s'intéresser à la qualité des aliments dans une optique "nutrition de l'homme sain" ;

- l'éclatement de la fonction alimentation qui implique une adaptation fine des produits à différents usages : alimentation du nourrisson, du sportif, de l'homme sédentaire (produits allégés, anti-cholestérol), de l'insomniaque (aliments anti-stress), alimentation festive,... Cet éclatement provoque une segmentation accrue de la demande et des marchés ;

- la sensibilité croissante aux résidus de "pesticides" dans l'alimentation et aux effets externes d'une agriculture "chimique" (pollution de nappes phréatiques, effet de serre...). Cette sensibilité gagne sans cesse en influence concrète : sous la pression des consommateurs, il est fort probable que, demain, l'agriculture californienne doive se passer de pesticides.

- Au niveau des marchés et des politiques agricoles : la situation actuelle d'excédents structurels provoque une très forte augmentation des coûts politiques de soutien à l'agriculture. Les difficiles négociations du GATT montrent bien les limites d'une telle situation au plan international. Toute possibilité de dégagement de productions de masse vers des micro-marchés à forte demande sera tout à fait bénéfique au plan collectif.

Aujourd'hui, la recherche de qualité est perçue comme une priorité tant au niveau des entreprises que des administrations. Les biotechnologies peuvent

apporter une contribution décisive dans la mesure où on les considèrera comme un moyen de marier tradition et modernité.

Leur impact se manifesterà en premier lieu au niveau de la conception et de la production des "produits à haut contenu informationnel" (PHCI) : les semences, les auxiliaires technologiques (enzymes, ferments), ou alimentaires (arômes, additifs). Les PHCI constituent autant de leviers du changement structurel de la production alimentaire : on peut dire qu'ils sont à l'alimentaire ce que le circuit intégré est aujourd'hui à l'industrie manufacturière. Ainsi, malgré leur rôle marginal en terme d'activité économique direct, l'importance de leur influence sur l'ensemble des activités agro-alimentaires explique leur position stratégique. Il convient donc d'analyser les techniques possibles ainsi que la position et les stratégies des firmes françaises dans ce domaine stratégique. Cette analyse est conduite à partir du cas des productions végétales.

Mais dans les biotechnologies, l'expérience montre qu'il faut se méfier de tout excès lié à une extrapolation rapide des possibilités de la technique. De nombreux industriels attendent encore les retours sur investissement promis par quelque scientifique aventurier aidé par des entremetteurs habiles.

On se doit donc d'analyser les facteurs de blocage qui pourraient expliquer que, malgré un dynamisme important dans la conception de PHCI, les innovations significatives tardent à apparaître. Ces facteurs sont de deux ordres :

1. la nécessité d'une participation active des IAA à la définition des PHCI. Cette participation s'impose compte-tenu notamment de la diversité des organismes vivants et de l'interaction génotype/milieu ;

2. un phénomène plus ou moins rationnel de rejet des produits issus d'organismes génétiquement modifiés.

Si des moyens permettant de dépasser ces obstacles ne sont pas mis en oeuvre, on peut très bien se retrouver dans une situation dramatique de décalage entre le verbe et l'action. Situation bien connue où la France, malgré une recherche de base forte, prend du retard dans les applications industrielles et se trouve progressivement reléguée dans une position de pays intermédiaire.

Compte-tenu des enjeux économiques et des risques pour l'environnement des biotechnologies nous avons encore moins le droit de nous tromper que dans le nucléaire.

a. Les produits à haut contenu informationnel : plantes sur mesure et auxiliaires technologiques

Avec les outils des biotechnologies, produire une tomate qui se conserve beaucoup plus longtemps sur les étalages ou un vin à arôme muscat à partir de n'importe quel cépage sont des réalités imminentes. Ces caractéristiques nouvelles qui permettent d'accroître la valeur d'usage des produits s'obtiennent sans augmentation des coûts de production. Les coûts de création de la nouvelle

information génétique (la variété dans le premier cas ou la levure dans le second cas) ne sont en effet payés qu'une fois puisqu'ensuite celle-ci est reproductible.

En dehors d'un apport de connaissances, souvent décisif, sur les organismes vivants, les biotechnologies permettront une maîtrise déterministe des caractères qualitatifs. Cette maîtrise devrait conduire à une définition beaucoup plus précise de l'information génétique véhiculée par les organismes vivants intervenant dans les processus de production à la fois pour la matière première (les semences) et pour les transformations (les levures et les enzymes).

Ces facteurs existent depuis tout temps, avant même que l'homme ne pense à produire. Cependant, les moyens de leur maîtrise artificielle changent totalement leur conception : on peut progressivement les considérer comme les supports d'un programme de production précis élaboré à partir d'une analyse des besoins techniques et socio-économiques. Cette évolution explique l'utilisation du concept de PHCI.

### 1. La création de plantes sur mesure

Grâce à un effort continu d'amélioration des plantes largement soutenu par la recherche publique, l'industrie des semences apporte une contribution décisive à l'accroissement de la productivité de l'agriculture. En effet, on estime généralement que le progrès génétique explique 50 % de la progression des rendements des principales cultures.

Avec les nouveaux outils de la biologie cellulaire ou moléculaire, les biotechnologies vont démultiplier le potentiel de l'industrie des semences. Nous verrons plus loin que ces perspectives sont très bien anticipées par les grands acteurs industriels qui se livrent depuis une dizaine d'années une bataille acharnée pour le contrôle de cette industrie.

Dans un horizon de moyen ou long terme, ces nouvelles techniques auront essentiellement un impact sur les caractères qualitatifs. En effet, les caractères quantitatifs sont déterminés par un trop grand nombre de gènes pour qu'ils soient contrôlables par les techniques du génie génétique. De là à dire que les biotechnologies végétales vont permettre une maîtrise de la qualité des plantes cultivées, c'est à-dire la création de "plantes sur mesure" mieux adaptées aux besoins du transformateur et du consommateur, il n'y a qu'un pas. Voyons quand et comment on peut le franchir.

Mais avant d'aller plus loin, une remarque. Pour des raisons qui tiennent à la fois à l'offre technique et à la nature de la demande, l'amélioration qualitative des matières premières agricoles a été négligée au profit d'une augmentation des rendements. Pourtant la voie des "plantes sur mesure" n'est pas entièrement nouvelle puisque certaines filières ont depuis longtemps privilégié les critères qualitatifs : orge brassicole, betterave à sucre, plantes potagères. Pour certains groupes agro-alimentaires, la maîtrise de la qualité des approvisionnements par

une sélection des génotypes utilisés est déjà une vieille préoccupation. C'est le cas par exemple de Pernod-Ricard sur lequel nous reviendrons.

Les biotechnologies végétales vont permettre de poursuivre des tendances anciennes comme par exemple l'augmentation des rendements avec la création de lignées mâle-stériles qui permettent de fabriquer de nouvelles plantes hybrides. A ce sujet, on peut signaler le système de contrôle génétique de la stérilité mâle mis au point par Plant Genetic Systems et adaptable à n'importe quelle espèce végétale.

Sans préjuger de leur importance par rapport à ces axes de recherche plus traditionnels, nous nous intéresserons avant tout aux plantes sur mesure.

Trois étapes sont nécessaires pour obtenir des plantes transgéniques :

1. L'identification et le clonage de la séquence qui contrôle la fonction ou la chaîne métabolique cible ;
2. La construction du gène hybride (séquence codante, promoteur, marqueur) et son transfert dans la plante cible ;
3. La vérification de l'expression de la nouvelle fonction transférée et de ce qu'elle ne modifie pas les autres caractéristiques de la plante.

Concernant la seconde étape, des efforts très importants ont été réalisés. On dispose aujourd'hui d'une gamme étendue d'outils qui vont de l'utilisation de vecteurs (les plasmides Ti et Ri) au transfert direct sur protoplastes (micro-injection, électroporation, liposomes, précipitation au polyéthylène-glycol) ou sur pollen (canon à particules,...). Différents exemples montrent que la barrière des plantes monocotylédones a été franchie. Les obstacles liés aux variations très importantes des taux de réussite selon les génotypes sont essentiellement imputables aux techniques de culture cellulaire. Ils peuvent être dépassés par une répétition des opérations ou par l'utilisation d'une stratégie du type "cheval de Troie", c'est-à-dire pour introduction dans un génotype puis transfert aux autres par rétrocroisements ("backcross" en anglais).

Pour ce qui concerne la production de protéines ou d'enzymes connues, l'identification de gènes ne pose pas de problèmes majeurs. A partir d'une protéine dont on connaît la séquence d'acides aminés, on sait construire un ARN messager qui permettra de fabriquer une sonde nucléique et de retrouver l'ADN dans des "banques d'ADN". Cette activité devient assez routinière.

Le problème est plus difficile lorsqu'on ne connaît pas la protéine ou l'enzyme intervenant dans les voies de synthèse biochimique. Ce problème est d'autant plus aigu que, dans les plantes, de nombreuses voies de synthèse ne sont pas encore élucidées. L'identification des gènes dépend alors du rythme de progression des connaissances de base sur les végétaux. Il peut être accéléré par l'utilisation de techniques moléculaires qui permettent de localiser des caractères génétiques dans le génome de la plante : la RFLP (Restriction Fragment Length of Polymorphism) et les QTL (Quantitative Traits Loci).

Second facteur limitant, les interactions entre le gène introduit et d'autres fonctions de la plante. Ces interactions sont de deux types :

- interaction liée au fait qu'on ne sait pas cibler l'introduction d'un gène (contrairement au génie génétique sur les humains) : cette localisation aléatoire peut bloquer une fonction essentielle du métabolisme de la plante. Cependant, du fait du caractère aléatoire, on peut pallier ce problème en reproduisant l'opération un assez grand nombre de fois, environ 200 avec la technique T<sub>i</sub> ;

- interaction liée au rôle simultané d'une enzyme dans deux voies métaboliques différentes ou à une concurrence de la nouvelle fonction sur les ressources rares de la plante, par exemple l'énergie totale dans le cas de la fixation de l'azote atmosphérique : ces problèmes ne peuvent être dépassés que par un travail de fond sur la plante (amélioration de la capacité de photosynthèse) ou par une connaissance plus précise des différentes voies métaboliques permettant d'élaborer des stratégies alternatives.

Compte-tenu de ces limites actuelles, les experts estiment qu'il faudra attendre le début du XXI<sup>ème</sup> siècle (2005-2010) pour accéder à une maîtrise déterministe des plantes et une diffusion significative de ces innovations.

Cependant, certains projets sont d'ores et déjà très avancés. On peut les scinder en deux grandes catégories :

1. meilleure maîtrise de la santé des plantes (vers une meilleure maîtrise des pesticides):

- . résistance aux virus
- . résistance aux insectes
- . résistance aux herbicides

2. adaptation des plantes à la consommation et à la transformation :

- . glucides : qualités des amidons
- . protéines : amélioration des teneurs en acides aminés essentiels
- . lipides : contrôle des teneurs en acides gras
- . qualité des fruits après récolte : blocage de l'enzyme polygalacturonase par introduction d'un gène codant pour un ARN antisens ;
- . augmentation de la teneur des fruits et légumes en matière sèche.

Si les premières plantes sur mesure transgéniques seront probablement sur le marché avant 1995, il est difficile d'évaluer leur importance :

- dans l'état actuel des connaissances, un certain nombre de verrous techniques seront rapidement dépassés ;

- dans une logique de recherche de qualité et de concurrence internationale, l'intérêt économique de la "plante sur mesure" est indéniable. Selon les types d'utilisation, on va de plus en plus privilégier des combinaisons de caractéristiques différentes : c'est ainsi que la fraise utilisée pour les yaourts fruités n'a pas grand chose à voir avec celle qu'on trouve sur les marchés : on doit pouvoir la récolter mécaniquement, peu importe qu'elle s'écrase, il faut que le consommateur reconnaisse la texture. Ce que les industriels faisaient traditionnellement avec les techniques de sélection pourra être démultiplié avec les biotechnologies végétales.

- par contre, les obstacles sont de deux ordres :

- des problèmes d'organisation des filières et de blocage de l'innovation lié à la résistance de groupes d'acteurs ;

- un éventuel rejet de la part des consommateurs, par crainte des recombinaisons génétiques

## 2. La révolution silencieuse dans les auxiliaires agro-alimentaires

Un peu plus en aval de la filière, au coeur des processus de transformation, on trouve un ensemble très diversifié d'auxiliaires d'origine biologique et chimique intervenant à différents niveaux :

- les ferments, levures, bactéries, moisissures (...)

- les enzymes qui ont le pouvoir de catalyser une action enzymatique ; les enzymes sont elles-mêmes issues soit d'un processus de fermentation, soit d'un processus d'extraction ;

- enfin les auxiliaires alimentaires divers : agents de texture, gélifiants, conservateurs, arômes...

Ces auxiliaires ont de tous temps fait partie intégrante de la chaîne de production. Mais, alors que, jusqu'à présent, c'étaient les bases physiques et chimiques des processus qui faisaient l'objet des innovations les plus importantes, les organismes biologiques sont perçus aujourd'hui, de par les possibilités offertes par les biotechnologies comme des vecteurs importants de transformations profondes : en terme de modification des coefficients techniques mais aussi en terme de reconception des produits ou processus.

L'utilisation du génie génétique pour la modification des micro-organismes, du génie enzymatique pour la maîtrise des processus de fermentation confèrent à ces produits un rôle stratégique. Véhiculant une information génétique de plus en plus spécifique et ciblée en fonction de ses utilisations, ces micro-organismes vont avoir une emprise croissante sur la détermination du processus ou du produit comme intermédiaire dans la chaîne de production ou insertion dans le produit final.

Qu'il s'agisse des producteurs d'auxiliaires, fournisseurs des IAA ou des industriels utilisateurs, l'impact des biotechnologies se traduit par:

- une économie de procédés : conduite automatisée des processus, amélioration des technologies d'extraction, de purification, de concentration, récupération des micro-organismes...
- une maîtrise de la qualité : fiabilité des produits obtenus, nouveaux produits, nouvelle forme commerciale d'enzymes ou ferments plus adaptés aux besoins des utilisateurs.

Enfin, plus encore que pour les industries agro-alimentaires, les biotechnologies constituent pour les producteurs d'enzymes, ferments et additifs divers, un formidable potentiel de diversification. Alors que la plupart des enzymes aujourd'hui commercialisées sont des produits banalisés, la spécialisation des produits leur permet de créer de nouvelles spécialités pour des créneaux de marché à fort potentiel de valeur ajoutée :

- soit par création d'un produit substitut obtenu par synthèse enzymatique à des coûts inférieurs aux produits traditionnels, chimiques ou obtenus par extraction : cas de la production par réaction enzymatique à partir d'une levure de la chymosine, substitut à la présure, produit naturellement extrait de la présure de veau par Gist Brocades
- soit par production de nouvelles enzymes présentant de nouvelles qualités : nouvelle levure de panification qui permet une levée plus rapide, précurseurs d'arômes, enzymes pour la complémentarité de l'alimentation animale par exemple.

Malgré le formidable engouement du début des années 1980 et une toute relative simplicité des processus de transformation des micro-organismes par rapport aux schémas plus complexes des végétaux supérieurs, force est de constater que les applications restent bien en deçà des prévisions.

De façon très schématique on peut identifier quatre étapes distinctes :

- la connaissance des enzymes grâce à l'ingénierie des protéines : études des structures et des propriétés ;
- la modification par voie génétique ou chimique : les avancées du génie génétique ont permis de beaucoup progresser sur les recombinaisons génétiques, et la biologie moléculaire sur les mutagenèses dirigées ;



- les réactions enzymatiques, base du génie enzymatique: conditions de culture, réaction avec le substrat ou les autres micro-organismes ;

- enfin la maîtrise des réactions enzymatiques à l'échelle industrielle.

En fait, il apparaît que le principal point de blocage réside dans le passage à la phase industrielle. La maîtrise de la production à l'échelle industrielle pose toujours de nombreux problèmes qui parfois constituent des verrous technologiques insurmontés.

Ainsi, pour les réacteurs à enzymes dont on attendait beaucoup au cours des années 1980, les enzymes à cofacteurs n'ont jamais été appliqués, compte tenu des problèmes de rétention et de régénération des co-facteurs .

Ces facteurs de blocage semblent dans bien des cas liés à un cloisonnement des connaissances entre les différentes disciplines, notamment avec la chimie. Des innovations ne pourront réellement voir le jour que s'il existe une réelle convergence entre les différentes disciplines et le génie enzymatique.

## B. Les principaux acteurs et les positions concurrentielles

Les semences et les produits auxiliaires, technologiques et alimentaires, étaient jusqu'à présent considérés comme annexes à l'activité agro-alimentaire. Avec les nouvelles possibilités technologiques, ces produits deviennent des produits à haut contenu informationnel (PHCI) et acquièrent ainsi leurs lettres de noblesse. Par voie de conséquences, l'enjeu qu'ils représentent sur les IAA, en terme de marché et de valeur ajoutée devient considérable.

Avec un marché actuel d'environ 1 milliard de francs, ces produits touchent directement plus du tiers du marché des IAA et spécialement toutes les branches dont le processus de transformation repose sur les fermentations soit près de 200 milliards de francs et 30 % de la valeur ajoutée de l'ensemble de la branche.

Alors que jusqu'à présent les groupes alimentaires produisaient en interne et pour leur propres besoins une partie non négligeable des auxiliaires nécessaires à leur chaîne de production, on assiste aujourd'hui à une externalisation de cette fonction et à l'achat de produits auprès des fournisseurs spécialisés. Cette tendance ne peut que se renforcer avec la création et la spécialisation des PHCI. Il est clair aujourd'hui que les principaux acteurs ne seront pas les industries agro-alimentaires, mais les groupes spécialisés ou les groupes chimiques en quête de diversification.

Les principaux acteurs sont de trois types : les groupes spécialisés dans les semences ou auxiliaires, les groupes industriels diversifiés et les sociétés de technologie.

Ces différents acteurs auront nécessairement deux points communs liés à la nature de cette activité :

- une forte intensité en R&D qui s'accompagne d'une course à l'innovation et d'une prise de risque importante ;

- des relations importantes avec les utilisateurs. En effet on passe d'un produit "prêt-à-porter" à un produit "sur mesure". Une très bonne connaissance des contraintes et exigences de la chaîne de transformation alimentaire est donc une nécessité. Cela suppose donc une organisation très bien structurée et imbriquée dans les LAA, avec notamment la nécessité de s'insérer dans un réseau dense de partenaires.

Nous examinerons successivement l'évolution des structures concurrentielles dans l'activité des semences et auxiliaires et le positionnement de l'industrie française.

## 1. Les semenciers français produiront-ils des plantes sur mesure ?

### ● Evolution concurrentielle et technologique au niveau mondial

L'émergence des biotechnologies végétales a eu, dès le début des années 1980 un effet structurant sur la dynamique industrielle. Anticipant l'impact de ces nouvelles technologies et l'importance croissante de la matière végétale, un certain nombre de groupes semenciers ou non semenciers ont cherché à accroître leur position concurrentielle dans le secteur. La voie choisie a été celle d'une croissance par acquisition de sociétés semencières. Il s'en est suivi un important phénomène de concentration et l'apparition de nouveaux acteurs parmi les meilleurs mondiaux. Aujourd'hui, parmi les premiers groupes semenciers au niveau mondial, on trouve plusieurs groupes issus de la chimie fine aux côtés de semenciers spécialisés (voir le tableau 20)

Malgré un fort mouvement de concentration depuis le début des années 1980, ces groupes couvrent à peine le quart du marché mondial. Dans les principaux pays industrialisés, coexistent des sociétés de taille nationale ou régionale positionnés sur des segments de marché.

Seconde conséquence, résultant à la fois d'une concurrence accrue sur les marchés et de l'accroissement des connaissances : les ressources allouées aux activités de recherche se sont considérablement accrues et intègrent aujourd'hui les recherches en biotechnologie végétale pour une part conséquente. Contrairement aux LAA, l'industrie des semences affecte une partie importante de son chiffre d'affaires à l'activité de recherche : de 5 à 15 % selon les groupes (6,3 % en moyenne). Ainsi, avec 154 millions de francs, le groupe Limagrain affecte 7,2 % de son chiffre d'affaires à la recherche, Sanofi parvient à près de 14 % et Ciba-Ceigy se positionne en tête dans le monde avec un taux record de 23 %.

L'augmentation des ressources allouées à la recherche ne touche pas seulement l'activité de sélection et d'amélioration végétale. Elle concerne également une implication de plus en plus forte dans les recherches fondamentales

et appliquées en biotechnologie, ces recherches étant de plus en plus intégrées à l'activité traditionnelle de sélection.

La part réservée aux biotechnologies varie considérablement selon le positionnement concurrentiel et la stratégie du groupe. Pour des groupes semenciers situés en tête de leur industrie comme Pioneer ou Limagrain les ressources affectées aux nouvelles technologies sont respectivement de 7 % et 8 % des recherches contre 45 % pour ICI, 31 % pour Sandoz et 48 % pour Ciba Geigy. (voir le tableau 21).

Aujourd'hui, les biotechnologies végétales sont intégrées dans la plupart des schémas de sélection par l'utilisation de nouveaux outils : multiplication *in vitro*, haplométhodes... cependant, en terme de produits nouveaux, les applications sont encore peu nombreuses et font davantage figure de prototypes. On reste encore loin de la plante "Meccano" dont rêvaient les chercheurs au début de la décennie : la variété idéale composée de toute pièce et répondant à toutes les conditions de culture ou d'utilisation. Les principaux produits aujourd'hui en cours d'expérimentation ou d'inscription au catalogue, sont des variétés résistantes aux herbicides. A moyen terme viendront les variétés résistantes aux insectes puis aux champignons et virus (voir le schéma 2).

Le marché des semences est un marché très segmenté selon les espèces et les régions géographiques. Il existe pourtant une demande réelle, que traduit le nombre de contrats passés par les plus puissants groupes agro-alimentaires. Jusqu'à présent, les partenaires privilégiés ont été, à quels exceptions près, les sociétés de technologie spécialisées dans les biotechnologies végétales. (voir tableau 22)

Mais il apparaît de plus en plus clairement que si les sociétés de technologie ont une compétence reconnue dans les travaux de recherche fondamentale ou appliquée sur les biotechnologies végétales, elles ne détiennent pas le savoir-faire nécessaire pour introduire la nouvelle information génétique dans une variété adaptée aux conditions de culture. Ce métier restera du domaine du semencier.

Certaines sociétés de technologie se spécialisent aujourd'hui sur la recherche d'innovations adaptées aux IAA : DNA Plant Technology et Plant Genetics System sont les plus avancées. La société belge PGS en fait une ligne stratégique prioritaire. L'introduction de l'innovation technologique dans une variété aux caractéristiques optimales s'effectuera en liaison avec des groupes semenciers : c'est dans ce sens que Clause et PGS ont récemment créé une entreprise mixte, Clause Genetics System, pour la mise au point de nouvelles variétés de plantes potagères.

En intégrant les biotechnologies végétales, les semenciers ont donc la possibilité de développer ce créneau et de devenir des partenaires privilégiés des industries agro-alimentaires. Pioneer fait ici figure de pionnier en ayant une stratégie relativement volontariste. Dès 1988, il développe une nouvelle ligne de recherche pour la création de nouvelles variétés destinées directement à l'industrie agro-alimentaire. L'objectif est de se placer en tant qu'interlocuteur

privilegié des industries agro-alimentaires. Pour cela, l'établissement de relations privilégiées et la constitution d'un réseau de relations avec les groupes agro-alimentaires constituent les facteurs clé de la réussite de cette diversification. Parmi le type de nouveaux produits, on peut citer ;

- la ligne de produits "Better Life", grains produits sans pesticides. Plusieurs contrats sont dès aujourd'hui en cours d'exécution : sur le maïs, le popcorn, le riz, le soja.

- la sélection de tournesol à haute teneur en acide oléique. Celle-ci fait dès à présent l'objet d'un contrat de production avec un industriel ;

- la sélection de maïs et soja présentant des caractéristiques spécifiques : Pioneer vient de créer une nouvelle station de sélection dans l'Illinois pour la création de maïs spéciaux : maïs waxy, maïs riches en amylose, maïs riches en huile.

Parmi les semenciers français, il faut noter la stratégie du groupe Limagrain sur laquelle nous allons revenir.

#### ● Positionnement de l'industrie semencière française

Traditionnellement, la France a toujours bénéficié d'une forte activité semencière. Avec 30 % du marché européen, la France représente le second marché mondial derrière les Etats Unis. Au cours des 20 dernières années, le secteur privé français a constitué une cible privilégiée pour les groupes étrangers (ICI, Ciba Geigy, Sandoz...) désireux de s'implanter en France et soutenant une politique active d'acquisition de sociétés. Cependant, l'industrie privée française maintient encore une bonne position concurrentielle avec notamment quelques groupes coopératifs puissants. Parmi les premiers mondiaux, on trouve les groupes Limagrain (troisième groupe mondial), Aritrois (6ème place au niveau mondial maïs deuxième ou troisième sur le segment des semences potagères), SANOFI. A un niveau national et européen, citons l'UNCAC, Maisadour, le groupe Verneuil, la Coop de Pau. Notons également l'entrée des groupes SANOFI, Orsan et Rhône-Poulenc. Le secteur privé est renforcé par un appui important de la recherche publique (INRA).

D'un point de vue concurrentiel, l'industrie française se caractérise par la présence de quelques grands groupes et de plusieurs sociétés de taille plus réduite et généralement spécialisées.

L'orientation de l'activité de sélection et d'amélioration végétale pour une application déterminée dans l'industrie agro-alimentaire est très limitée. Seul le groupe Limagrain manifeste une volonté de diversification dans ce sens. Cette voie de diversification correspond davantage à un effort particulier sur les recherches en biotechnologie végétale. Dans le cadre de la nouvelle société australienne, "Gene Shears Pty Ltd", créée en 1989 à 50/50 avec un institut de recherche australien, le groupe Limagrain accroît considérablement ses capacités

de recherche en biotechnologie végétale et plus particulièrement sur le génie génétique (avec un investissement de 17 millions de \$ sur 5 ans). Les applications commerciales et les créneaux visés par cette société dépassent largement le seul secteur des semences : les processus de fermentation, les produits destinés à l'alimentation animale, la santé humaine, les IAA font partie du champ d'application. Cependant, cette voie de diversification n'en est qu'à ses premiers pas et les retombées commerciales ne devraient voir le jour qu'à moyen terme.

Du point de vue industriel, cette stratégie s'est concrétisée par la mise en place de deux filiales :

- Bio Initiatives, "société de technologie dont la mission est d'animer la diversification hors semences du groupe". Cette société est actuellement dans une phase de recensement des marchés et des technologies ;

- Maïs, Céréales Technologies (MCT) société industrielle tournée vers la mûiserie.

## 2. Les groupes industriels fournisseurs d'enzymes, ferments et additifs divers

Le marché des auxiliaires technologiques et alimentaires se caractérise par une extraordinaire diversité :

- par la nature et l'origine de la matière première, avec cependant une importance dominante des céréales et du blé ;

- par le processus de production : fermentation, extraction, culture *in vitro*...;

- par les marchés cibles ;

- par les clients : groupes industriels ou coopératifs, PME, PMI...

Globalement ces marchés sont caractérisés :

- par des taux de croissance importants (de 5 à 15 %), résultant notamment d'une baisse de l'autoconsommation ;

- quelques productions de masse et beaucoup de produits de spécialités, avec une forte progression pour ces derniers.

### ● Structure concurrentielle

Le marché mondial des enzymes, ferments et autres additifs est détenu au niveau mondial par une poignée de grands groupes industriels, fortement internationalisés. Parallèlement coexistent des sociétés de taille nationale spécialisées sur des créneaux de marché. Enfin, quelques grands groupes agro-industriels ont intégré cette activité et dans certains cas commercialisent leurs propres produits : Unilever ou Pernod-Ricard.

Les principaux acteurs mondiaux sont des groupes dont l'activité principale est la chimie fine ou la pharmacie. Au niveau européen, les principaux acteurs sont des groupes de la chimie fine (voir le tableau 24). Ce sont des groupes diversifiés, bien positionnés au niveau international, et qui ont des budgets de recherche et de développement importants :

- Gist Brocades : première entreprise mondiale de levures, consacre 5 % de son CA total à la R&D

- Novo Nordisk détient 50 % du marché mondial des enzymes et a un budget de R&D représentant 13 % du CA total ;

- Rhône Poulenc : 6 % du CA total ;

- Sanofi : 9 % du CA total ;

- Orsan

(voir le tableau 23)

Depuis le début des années 1980 on assiste à un mouvement de concentration important, résultant d'une politique active d'acquisitions de sociétés indépendantes (voir le tableau 24).

Parallèlement aux groupes producteurs de produits auxiliaires, certains acteurs se diversifient dans les services. Ainsi Alfa Laval, lance en 1988, le concept de Marketing Bio France. Cette filiale se place comme le premier concepteur ensemblier technologique au service des bioindustries. Le marché visé serait au niveau européen de l'ordre de 200 millions de francs en France, 350 millions de francs en Allemagne fédérale, 270 en Grande Bretagne et 220 en Italie.

#### ● Positionnement de l'industrie française

Comme au niveau mondial ou européen, l'industrie des auxiliaires se caractérise par la présence de quelques grands groupes industriels puissants, spécialisés comme Roquette et Orsan ou diversifiés comme Rhône-Poulenc et SANOFI.

Les groupes Orsan et Roquette se positionnent sur des produits banalisés : les amylacés et les acides aminés. Cependant, là aussi, des

diversifications sont engagées vers des produits de spécialités : les cyclodextrines pour Roquette, les cyclodextrines et les arômes pour Orsan.

Orsan détient 10 % du marché mondial de la lyzine et 65 % du marché européen du glutamate.

Rhône-Poulenc et SANOFI, dont la diversification a commencé voilà près de 10 ans, se sont orientés vers des créneaux plus diversifiés, gélatines, arômes, ferments auxiliaires laitiers...

Rhône-Poulenc est engagé à plusieurs niveaux dans l'industrie des auxiliaires. A travers ses deux filiales, Lactolabo et Techn Sep, Rhône-Poulenc se positionne à la fois sur les ferments lactiques, les additifs alimentaires (vanilline), mais également sur les technologies de séparation et notamment les techniques d'ultra et microfiltration avec des applications sur le lait.

Plus récemment, Rhône-Poulenc s'est engagé sur le production de cyclodextrines en collaboration avec le japonais Riken. Rhône-Poulenc est la première entreprise européenne sur le marché des auxiliaires laitiers et premier mondial sur le marché de la vanilline.

La diversification du groupe SANOFI dans cette activité date du début des années 1980. Cette branche va être fortement consolidée par une politique très active d'acquisition de sociétés, positionnées soit à l'amont pour le contrôle de la fourniture des matières premières (acquisitions en 1989 de Keystone- aux Etats-Unis et Pagans en Espagne), soit à l'aval dans la production ou la distribution (Voir le tableau 25).

Regroupées dans la branche Bio Activités, aux côtés de l'agro-vétérinaire (semences et santé animale) et de l'activité Vème quartier, les Bio-Industries regroupent les agents de textures, les arômes alimentaires et parfumants, les auxiliaires technologiques et les biosystèmes. Le chiffre d'affaires des Bio-Industries atteint en 1989 3010 millions de francs contre 1895 en 1987. SANOFI est bien positionné au niveau mondial et européen, puisqu'il occupe la première place au niveau européen des enzymes fromagères et la première place au niveau mondial pour la gélatine.

Ces deux groupes ont une volonté stratégique de développer leurs relations avec les partenaires industriels, notamment sous forme de partenariat : par exemple, le groupe Rhône-Poulenc, à travers sa filiale Tech Sep, définie comme une société d'innovation et de services techniques pour résoudre les problèmes de séparation de la clientèle sur les marchés bioindustriels, agroalimentaires, environnementaux...

Notons enfin que parmi ces quatre groupes, trois sont également diversifiés dans l'activité semence : Rhône-Poulenc, SANOFI et Orsan.

Parallèlement à ces quatre grands groupes, coexistent quelques sociétés de taille plus réduite. Fortement affecté par la vague d'acquisitions par les groupes plus puissants, français ou étrangers, le tissu industriel français parvient

cependant à se maintenir. Parmi les sociétés indépendantes les plus importantes, on peut citer :

- la société Dafa, société familiale créée en 1980, travaille en collaboration étroite avec la société allemande Roehm. DAFA produit 50 % de ses ventes: enzymes, agents de texture, améliorants de panification. 50 % de ses ventes correspondent à des produits de la société allemande Roehm. A noter que Dafa a une activité de formulation.

- la société Standa, est également indépendante. Comme Dafa, elle revend des produits fabriqués par des sociétés étrangères et possède une activité de formulation. L'activité enzymes et ferments pour les IAA représentent environ 30 % de son chiffre d'affaires soit 8 millions de francs ;

- la société Lesaffre spécialisée dans la levure fraîche de panification. Avec ses deux filiales Fala et Fould Springer, le groupe a un chiffre d'affaires global de 570 millions de francs ; Lesaffre détient 12 % du marché mondial des levures de boulangerie.

On a donc dans cette activité, une structure concurrentielle dont l'évolution est comparable à celle de l'industrie des semences : un petit nombre d'acteurs spécialisés et de taille internationale, la présence de quelques groupes industriels dont l'activité principale est la chimie fine et enfin un tissu industriel composé de plusieurs sociétés de petite taille et relativement spécialisées.

Mais, leur seule présence ne suffit pas à lancer une dynamique d'innovation dans les IAA. Encore faut-il que l'environnement technique global s'y prête et qu'il existe des interfaces entre les deux types d'acteurs, susceptibles de favoriser l'adéquation des innovations aux besoins spécifiques non seulement des grands groupes alimentaires, mais aussi et surtout des PME et PMI.

### 3. Un tissu de nouvelles sociétés de technologie spécialisées

L'entrée dans l'activité des produits auxiliaires destinés à l'agro-alimentaire comporte un certain nombre de barrières à l'entrée dont les principales sont :

- des besoins en capitaux élevés ;
- une activité de R&D importante ;
- la recherche d'économies d'échelle ;
- la connaissance du métier des utilisateurs et le respect de la réglementation.

Cependant, compte tenu de l'extrême diversité des produits et des marchés, compte tenu également de la forte évolution technologique, un certain



nombre de marchés ou de créneaux restent encore ouverts ou à créer. Il existe donc des possibilités pour de nouveaux entrants potentiels.

Depuis le début des années 1980, s'est constitué en France un tissu de sociétés de technologies, spécialisées sur des produits ou services destinés à l'agro-alimentaire. Il est vraisemblable, par analogie avec ce qui s'est passé dans le secteur de la pharmacie ou des semences, que face aux difficultés engendrées par les activités de recherche, longues coûteuses et risquées, que peu d'entre elles resteront à terme indépendantes. Une analyse plus fine du contrôle de chacune de ces sociétés mettrait en évidence la participation active des groupes industriels de l'agro-industrie ou de la chimie dans la création et le développement de ces sociétés : Bioserae, Algène, Bioeurope, Trangène, Lyvon... (voir le tableau 25).

En terme de marchés, ces nouvelles entreprises ont une très faible emprise. Leurs activités se situent essentiellement au niveau de la recherche et développement. Elles sont financées par des recherches sous contrats, soit avec le secteur privé, soit dans le cadre de programmes de recherche publics, nationaux ou européens (Eurêka)

Certaines ont aujourd'hui une volonté stratégique de développer des innovations à court et moyen terme, par leurs recherches propres et d'intégrer l'activité de production et celle de commercialisation : c'est la seule voie et leur seule chance de succès pour rester indépendantes.

Telle est la stratégie suivie par Bio-Europe, dont 60 % des recherches sont réalisées dans le cadre d'accords avec des partenaires extérieurs. 40 % sont affectés à des recherches propres, sur des projets devant aboutir à moyen terme sur des innovations <sup>1</sup>

(1). Fin 1989, Bio-Europe cédait à Rhône-Poulenc son activité de formulation alimentaire.

## CONCLUSION

### LES FACTEURS DE DÉVELOPPEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ALIMENTAIRES

Même si leur concrétisation se fait encore attendre, les biotechnologies sont porteuses de nombreux espoirs. Demain, dans 10 ou 20 ans, elles apporteront une contribution décisive à la productivité des industries agro-alimentaires. Ne pas investir aujourd'hui dans les biotechnologies, c'est prendre un risque équivalent à celui d'avoir négligé l'industrie des semi-conducteurs dans les années 1960.

Les biotechnologies provoqueront sans nul doute des changements fondamentaux dans les structures de production, dans les structures de consommation mais aussi dans les rapports entre l'homme et la nature puisqu'en élargissant les connaissances et les moyens d'action, elle transforme les représentations du vivant.

Pour l'heure, les facteurs de blocage ne viennent pas tant d'une crainte provoquée par ces changements que de la nécessaire adaptation des structures économiques à la diffusion des biotechnologies. On doit bien entendu évoquer les verrous techniques qu'il ne faut surtout pas sous-estimer. Cependant, ces derniers ont rarement un caractère absolu. Ils dépendent le plus souvent du temps, de l'accumulation des connaissances et des moyens qu'on veut bien consentir. De ce point de vue, l'effort français est notoirement insuffisant, qu'il s'agisse du financement public ou privé. Différentes mesures permettent d'accroître l'efficacité de ces efforts. Elles sont discutées dans un premier paragraphe.

Cependant, selon l'expression bien connue, s'il est possible de réaliser une mauvaise politique avec des moyens, on ne peut faire une bonne politique sans moyens. La question qui se pose alors est celle de la faiblesse des efforts que la société est prête à consacrer au développement des biotechnologies. Différentes explications sont envisageables mais au fond, on ne peut pas ignorer la faible confiance dont jouissent les biotechnologies auprès du public en ce qui concerne particulièrement leurs applications agro-alimentaires. Pourquoi prendre le risque d'investir dans des recherches qui vont accentuer les problèmes économiques et sociaux d'une production agricole excédentaire, qui menacent les équilibres environnementaux et qui vont accroître les tensions entre le Nord et le Sud ? C'est donc sur le terrain de la représentation de l'utilité sociale des biotechnologies qu'il faut agir.

On peut bien sûr développer une politique de communication offensive démontrant les bénéfices potentiels des biotechnologies alimentaires. Cependant, de telles campagnes ont très peu de chance d'arriver à des résultats équivalents à

ceux obtenus dans le domaine pharmaceutique où l'expérience du téléthon montre qu'il est possible de faire appel directement au public.

Pour améliorer la représentation sociale des biotechnologies, on peut dégager trois domaines d'action prioritaire :

1. La protection de la santé et de l'environnement par l'élaboration de règles et de normes transparentes et la mise en place d'instances d'encadrement fiables et indépendantes. Ces mesures doivent être conçues comme un facteur de développement des biotechnologies par une augmentation de la confiance du public ;

2. Le développement d'approches plus systémiques du monde vivant permettant de concevoir des innovations en intégrant leurs conséquences environnementales et sociales. Cela nécessite de renforcer les moyens des sciences écologiques mais également de la prospective technologique et économique ;

3. Enfin, les blocages des biotechnologies renvoient également à des craintes plus globales qui expriment un sentiment d'impuissance collective devant l'impossible maîtrise de la Technique. Prendre en compte ces craintes, n'est pas céder aux tendances rétrogrades et anti-modernistes. C'est donner forme aux préoccupations qui visent à inverser le cours de l'histoire inscrit à l'exposition universelle de Chicago en 1933. La science progresse, l'industrie applique, l'homme suit. C'est développer des formes institutionnelles permettant de "représenter l'avenir dans le présent", ou encore comme le proposent certains philosophes, une éthique de la responsabilité. Les réflexions actuelles sur le concept de "développement durable" vont tout à fait dans ce sens et devraient trouver avec les biotechnologies un domaine tout à fait idéal d'application.

#### A. Favoriser la diffusion des biotechnologies dans les industries agro-alimentaires

Les entretiens menés auprès des industriels au cours de la réalisation de ce rapport ont permis de révéler trois sources d'inquiétude :

- une inquiétude concernant le potentiel des biotechnologies lui-même. Les industries alimentaires investissent traditionnellement très peu dans la recherche. Celles qui ont consenti à se lancer assez tôt dans l'aventure des biotechnologies ont quelque difficulté à en percevoir les avantages actuels ;

- une inquiétude concernant l'évolution des règlements, en particulier ceux qui concernent l'utilisation des organismes recombinés en atmosphère confinée ou dans l'environnement. Pour certaines entreprises qui ont engagé des moyens très importants et qui sont dans une phase de développement des innovations, ces décisions font actuellement peser une incertitude insupportable ;

- une inquiétude concernant l'accueil que réserveront les consommateurs aux produits alimentaires issus d'organismes recombinés. Que Merryll Streep aille témoigner devant le Congrès américain pour dénoncer de tels produits et c'est

l'image d'une entreprise qui peut être réduite à néant. Compte-tenu d'un tel risque, de nombreux groupes préfèrent ne pas tenter l'aventure.

Lorsqu'on raisonne en terme de vitesse de diffusion des biotechnologies, ces trois sources d'inquiétude doivent être prises en compte puisqu'elles font peser une incertitude sur les investissements industriels. Si la société n'y croit pas, l'industrie ne suit pas et la science ne découvre pas. Favoriser la diffusion des biotechnologies dans les IAA, c'est augmenter la confiance du public en elles. Ces deux aspects ne sont individualisés que par commodité d'analyse.

En guise de remarque liminaire, on peut tout d'abord faire observer que ce qui est surprenant, c'est la surprise face à l'apparent retard de l'application des biotechnologies. Retard apparent en effet car on a observé un biais systématique dans les prévisions technologiques. En réalité, on sait que les délais de diffusion d'une nouvelle technologie n'ont rien avoir avec ceux d'un nouveau produit. Dans ce premier cas, il s'agit de la formation de nouvelles catégories de qualifications, d'une nouvelle organisation des entreprises et de leurs rapports au marché, de réformes institutionnelles, ... L'analyse de C. Freeman dans le dernier rapport de l'OCDE sur les biotechnologies confirme largement ce point.

L'adaptation des structures de formation constitue donc un enjeu important dont le projet de réforme de l'enseignement supérieur agricole et agro-alimentaire prend pleinement la mesure (projet de création de l'ISTV - Institut des Sciences et Techniques du Vivant - qui verra le jour en 1993) 2

Nous nous attacherons ici à examiner les conditions de diffusion des biotechnologies à partir de la production des PHCI :

- L'industrie française dispose de nombreux atouts dans les secteurs des PHCI. Cependant, une utilisation efficace de ces produits nécessite d'importantes adaptations au niveau des entreprises utilisatrices :

- Compte-tenu des caractéristiques du vivant (diversité, interaction génotype/milieu), les PHCI seront très spécifiques aux différentes utilisations ;

- l'adaptation des PHCI aux différents usages implique une participation des utilisateurs à leur conception. Les utilisateurs ont en effet la connaissance des caractéristiques physico-chimiques de la transformation et des besoins des consommateurs. Ils devront être capable d'exprimer ces besoins dans le langage des biotechnologues ;

- l'utilisation des PHCI (et en particulier les plantes sur mesure) implique que, du biotechnologue au consommateur, on ne perde pas l'information génétique : le passage de la production de masse à une économie de spécialités renforcera la tendance traditionnelle à l'intégration verticale et au développement des relations contractuelles.

(2). Pour une analyse des nouveaux enjeux de la formation pour les IAA, on se permet de renvoyer aux recommandations du rapport Riallin.

Au niveau des industries utilisatrices, un élargissement des possibilités d'accès à la recherche et plus généralement le développement d'une attitude d'innovation constituent deux éléments déterminants de la vitesse de diffusion des biotechnologies. A cet effet, les mesures d'incitation devraient comporter des aides au développement qui constituent le point faible de la R&D des industries alimentaires françaises.

- L'Etat français doit prendre ses responsabilités.

On assiste trop souvent à un décalage entre le discours et les actes. Même si on ne prend en compte que des considérations liées au commerce extérieur, il est clair que le renforcement de la position de la France passe par le développement des biotechnologies et donc par une augmentation des activités de recherche. Or, on ne peut que rappeler la faiblesse des aides directes de l'Etat à la R&D des IAA : seulement 33 millions de francs soit 0,2 % des aides publiques à la R&D.

Malgré leur grande qualité, les programmes sectoriels (Aliment 2000, Aliment 2002) ne compensent ce décalage que très partiellement. Dans ce cadre, la part du financement public de la R&D dans les biotechnologies alimentaires est d'environ 25 millions de francs par an.

Ces aides ne sont ni à la hauteur de l'enjeu ni à la hauteur des ambitions de la France. A cet effet, il est nécessaire de prendre en compte les analyses de l'Intergroupe Recherche et Technologie du Commissariat général au plan sur la redistribution des aides publiques à la R&D industrielle.

- Les aides de l'Etat doivent viser le renforcement de la recherche des entreprises alimentaires :

Malgré leurs diversités, les aides à la R&D (crédit impôt-recherche) n'ont qu'une efficacité limitée dans le domaine alimentaire pour des raisons à la fois générales et spécifiques.

Or, le renforcement des capacités internes de recherche doit être considéré comme une priorité absolue. De celles-ci dépend la capacité de l'industrie à coopérer avec la recherche publique et de participer aux programmes européens. De ce point de vue, on peut rappeler qu'une très faible partie des fonds du programme "Aliment 2000" a bénéficié aux laboratoires de recherche industrielle.

Compte-tenu de la faiblesse de la recherche alimentaire, on reprendra la proposition du rapport Cointat qui consiste à supprimer le plafond de 2000 employés comme condition pour bénéficier des aides de l'ANVAR. Pour renforcer la recherche industrielle, un système contractuel de financement public de travaux réalisés par l'industrie (comme c'est le cas dans l'aéronautique ou l'électronique où l'Etat finance 50 % de la recherche industrielle) devrait être mis à l'étude.

- La recherche associative doit également être renforcée. Cependant, autant que faire se peut, son rôle ne doit pas être envisagé comme un palliatif à la recherche industrielle mais comme un moyen complémentaire :

- . actuellement, 16 centres réunis au sein de l'ACTIA ont ensemble un budget inférieur à 50 millions de francs. Ce budget pourrait être augmenté par une aide apportée à des opérations spécifiques ;

- . en particulier, on devrait soutenir les recherches coopératives ou les contrats entre producteurs et utilisateurs de PHCI.

- Une plus grande flexibilité des organismes publics doit favoriser les liens recherche/industrie.

La multiplicité des moyens développés pour favoriser ces liens contraste singulièrement avec le peu de résultats obtenus quand on les compare avec ceux de nos concurrents étrangers ainsi que l'indique le rapport Sautier. Or, l'expérience montre que, quand la recherche publique est "de qualité" et que la recherche industrielle est "au niveau", ces problèmes de relations sont résolus naturellement.

La recherche d'excellence et l'accroissement des connaissances de base constitue la mission prioritaire des organismes publics. Cependant, ils doivent avoir une plus grande flexibilité pour passer des contrats (lenteur des délais administratifs) et également disposer de la possibilité d'aller plus loin dans la valorisation des résultats lorsqu'on constate un trou dans le maillage industriel. Cette flexibilité est essentielle dans les biotechnologies compte-tenu notamment de la forte incertitude et de la proximité entre recherches de base et recherches appliquées.

Pour une bonne cohérence interne des instituts, il est nécessaire d'adapter les règles d'évaluation des chercheurs et des équipes en valorisant le critère de la relation avec l'industrie pour la recherche appliquée (3).

- Enfin, ces efforts seraient vains s'ils ne conduisaient pas à une intégration de la recherche et de l'innovation dans la stratégie des entreprises (4). L'innovation est plus une attitude générale de créativité et d'initiative que le résultat de la mise en oeuvre de moyens qualitatifs. Elle résulte d'une capacité d'ouverture sur l'environnement qui peut passer par : une meilleure connaissance de ce qui se fait à l'étranger, des liens plus étroits entre l'entreprise, l'enseignement et la recherche, un dispositif de veille technologique par et pour les entreprises. L'innovation procède d'une projection de l'entreprise dans le futur. Elle nécessite que parallèlement aux outils de la planification stratégique soient développés des

(3). Ce qui permettrait sûrement de limiter ce que Michel Callon appelle la RANA (Recherche appliquée non applicable)

(4) Un signe positif : A. Riboud, PDG de BSN était le président de la Commission "Europe technologique, industrielle et commerciale" qui donne une large place à l'analyse de l'innovation et de la recherche industrielle.

outils de prospective technologique et économique. Cette mission pourrait être confiée à un organisme public, en collaboration avec les industriels.

## B. Favoriser l'acceptation des biotechnologies par la société

Après avoir ouvert quelques pistes de réflexion visant à accélérer le développement des biotechnologies alimentaires en s'appuyant sur les moyens existants, on ne peut pas conclure ce rapport sans se demander pourquoi ces moyens sont si faibles.

En effet, alors que l'Etat français et la communauté européenne consacrent des moyens très importants à l'espace, à la TVHD, ... tout se passe comme si, dans le cas des biotechnologies alimentaires, il était urgent de ne pas se presser.

D'ailleurs, la France n'a pas le monopole d'une telle attitude. L'exemple de l'arrêt des recherches en biotechnologie des grands groupes chimiques en RFA est aujourd'hui bien connu. Une situation comparable se développe au Danemark et dans certains Etats des Etats-Unis. Rappelons aussi qu'en 1989, le vote d'un moratoire du Parlement Européen sur les recherches biotechnologiques a été évité de peu !

Compte-tenu des craintes qu'elles véhiculent (risque environnemental, bioéthique) et de certains problèmes économiques et sociaux qu'elles vont accentuer (excédents structurels, ...) il semble que le grand public et les décideurs ne soient pas convaincus de l'utilité sociale des biotechnologies alimentaires.

L'exemple de la somatotropine bovine est particulièrement intéressant à cet égard. Produite par génie génétique et injectée régulièrement chez la vache laitière, l'hormone de croissance bovine permet d'augmenter la production de lait de 15 % à coûts de production équivalents. La somatotropine est disponible depuis 3 ans. Pourtant, elle n'a été diffusée ni en Europe, ni aux Etats-Unis. En Europe, cela tient à un blocage réglementaire. Aux Etats-Unis, malgré une autorisation de mise sur le marché, les grandes laiteries américaines ont été sensibles à un rejet des consommateurs et à une résistance des petits producteurs. En dépit d'avantages économiques évidents, ils n'ont pas voulu prendre le risque commercial de développer ces produits <sup>5</sup>.

Pour revaloriser les biotechnologies alimentaires dans l'esprit du public, il convient de faire un grand effort de communication permettant au public de mieux comprendre les mécanismes qui sont en jeu.

Cependant, plus que des grands débats, c'est la mise en oeuvre de mesures concrètes qui permettra de redonner un peu de lustre à cette image ternie.

Trois mesures doivent être privilégiées :

(5). Sur l'évolution récente de ce dossier, voir le journal Le Monde du 30/8/90

1. L'encadrement réglementaire des biotechnologies qui permet autant que faire se peut d'écarter les risques pour la santé et pour l'environnement. Les instances d'encadrement mises en place doivent offrir toutes les garanties d'indépendance et de fiabilité faute de quoi elles ne seront pas crédibles. Là où les risques sont difficilement évaluables *ex ante*, on doit adopter une démarche pragmatique visant à préciser les dangers par une accumulation d'expériences. De ce point de vue, le fonctionnement des Commissions du génie génétique (MRT) et du génie biomoléculaire (Ministère de l'Agriculture) mises en place en 1986 est tout à fait exemplaire. La Commission du génie biomoléculaire qui se prononce sur les usages des micro-organismes ou organismes génétiquement modifiés a examiné près de 70 demandes soit un nombre de dossiers supérieur aux instances américaines.

L'objectif des règlements et des normes doit être d'accélérer la diffusion par une augmentation de la confiance du public et non d'imposer des entraves aux industriels. De ce point de vue, certaines dispositions prévues dans les directives communautaires sur l'utilisation confinée des micro-organismes et sur la dissémination volontaire de ces micro-organismes prévoient des consultations trop longues qui ne feront pas gagner en sécurité mais feront perdre un temps précieux aux industriels. Ces directives doivent être appliquées en France en octobre 1991.

2. Les biotechnologies souffrent d'une image trop facile véhiculée par les médias : celle d'un ensemble d'outils permettant à loisir de manipuler le vivant, d'une clé magique qui a donné un accès privilégié aux financements. Comme toute image, cette vision schématique est basée sur certains faits objectifs mais ne saurait rendre compte d'une réalité plus complexe. En fait, comme l'indiquait le directeur de la recherche d'une grande entreprise, les biotechnologies ne vont pas apporter grand-chose de nouveau mais elles vont permettre d'expliquer ce que nous faisons depuis nos grand-parents. Au-delà, c'est donc une meilleure compréhension du fonctionnement du monde vivant qui va permettre de concevoir de nouvelles méthodes d'analyse, de nouveaux processus de production et de nouveaux produits.

Cette facette des biotechnologies doit être développée de façon beaucoup plus volontariste. Il s'agit d'une des missions prioritaire des organismes publics. Deux domaines sont particulièrement importants :

- Le développement des connaissances dans le domaine de la nutrition, de la santé et de la toxicologie des aliments. Plus on avance dans l'analyse des composantes de notre alimentation, plus on réalise nos carences sur la biodisponibilité des éléments, sur la dégradation des molécules au cours de la digestion, ... Ces connaissances se situent à l'interface entre les sciences de l'aliment et la santé. La création au sein de l'INRA du département NASA va tout à fait dans ce sens ;

- les recherches sur les écosystèmes, sur les relations hôte/parasite, ... qui devraient donner les bases permettant de concevoir des systèmes de production agricole plus propres doivent être renforcées. Des efforts réalisés dans le cadre du Programme Agrotech de l'INRA vont dans ce sens. Ils devraient être amplifiés.

3. Les craintes qui s'expriment à l'occasion des biotechnologies révèlent en fait une angoisse plus profonde face au développement d'un système technique qui est de plus en plus guidé par sa logique de fonctionnement interne. L'acceptation sociale



des biotechnologies passe par les moyens évoqués ci-dessus. Cependant, elle ne sera réellement acquise que lorsque des mécanismes institutionnels permettant, si l'on peut dire, de limiter l'emprise de la Technique seront conçus et créés. Il ne nous appartient pas dans le cadre de ce rapport de développer cet aspect. Pour ce qui concerne les biotechnologies, la lutte contre l'irréversibilité de l'évolution technique liée à la perte du patrimoine génétique et de la biodiversité correspond tout à fait à cette préoccupation. Sur un plan général, il s'agit de développer une éthique de la responsabilité sur laquelle pourraient être basés les principes d'un développement durable.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aubert D. (1989) Les performances de l'agroalimentaire de 1970 à 1987, Paris, INSEE Résultats n°15
- Barré R. (1988) "La faiblesse de la recherche industrielle française: de quoi parle-t-on ?" Culture Technique, n°18, mars 1988
- Bouhsina Z., (1990) Technologies nouvelles et industries traditionnelles : le cas des biotechnologies et des IAA, Thèse à soutenir, INRA Lille
- Callon M. (1988) "Faut-il croire en la recherche industrielle ?" Culture Technique, n°18, mars 1988
- Cette G., Szpiro D. (1989) "Les rendements d'échelle dans l'industrie : une analyse du dimensionnement des entreprises sur données de panel" Communication au colloque "Economie industrielle et système agro-alimentaire, LATAPSES-INRA, Sophia-Antipolis, 20-21 avril 1989
- Cointat M. (1987) Rapport de synthèse et questionnaires au gouvernement et au Ministre de la recherche et de l'enseignement supérieur sur les orientations de la politique de R&D industrielle dans le secteur agro-alimentaire, Paris : n°1079, 9 juillet 1987
- Cointat M. (1988) Clés de la compétitivité spécifiques aux industries alimentaires dans la perspective de 1993, Paris : Agra-Alimentation, n°1441, 8 décembre 1988
- Conseil Economique et Social (1989) La France souffre-t-elle d'une insuffisance dans la recherche ? Journal Officiel, Année 1989, n°13
- Duncan D. (1986) Industrial biotechnology in Europe : Issues for public policy, London : Frances Pinter
- Joly P.B., Ducos C. (1990) Les biotechnologies végétales : menaces et opportunités pour les pays en voie de développement UNCTAD 1990
- Joly P.B., Zuscovitch E. (1989) Le développement économique des biotechnologies est-il prévisible ?, Paris : OCDE, séminaire international "Science, technologie croissance économique", juin 1989
- Hacking A.J. (1986) Economic aspects of biotechnology, New York : Cambridge University Press
- Mercier C. (1989) "Agriculture and Food" EIRMA - "Workshop Technology 99", Oct 1989
- MRT (1989) Recherche et développement dans les entreprises, résultats 1987, Paris : La Documentation Française
- Nefussi J. (1989) Les industries agro-alimentaires, Paris : Presses Universitaires de France, Collection "Que sais-je ?"
- OCDE (1986) La politique d'innovation en France, Paris : Economica, collection CPE

OCDE (1989) Rapport de l'OCDE sur les indicateurs de la science et de la technologie. Numéro 3 :R&D, production et diffusion de la technologie, Paris, OCDE

OCDE (1989) Biotechnologies : effets économiques et autres répercussions, Paris : OCDE

Perrin L. (1989) L'agriculture face à son avenir, La France, l'Europe, Xè Plan 1989-1992, Paris : La Documentation Française

Precepta (1990) Enzymes et ferments, Paris : Precepta

Riallin J.L. (1988) Les industries alimentaires françaises face au défi européen, Paris : La Documentation Française, décembre 1989.

Sautier R. (1988) Les Biotechnologies, Rapport remis au Premier Ministre

Salomon J.J. (1987) Le gaulois, le cow-boy et le samouraï, Paris : Economica

SCEES (1990) Enquête annuelle d'entreprise 1988, Industries agricoles et alimentaires, Paris : Ministère de l'Agriculture, Mai 1990

Scherer F.M. (1982) "Inter-industry technology flows in the United States "Research Policy 11 (1982) 227-245

Unigrain (1984) Les secteurs agro-alimentaires : essai de classificatoïn et perspectives d'évolution, Paris

Rapports d'activité des entreprises

Revue spécialisées : Agrow, Agra-Alimentation, Biofutur, Bio/technology

**ANNEXES**

TABLEAU 1. LES VINGT PREMIERS GROUPES AGRO-ALIMENTAIRES MONDIAUX EN 1989

millions de dollars

		Rang Fortune 500	Chiffre d'affaires	Profits	Fonds Propres
Philip Morris	Etats-Unis	14	39069	2946	36825
Unilever	UK/NL	18	35284	1730	21625
Nestlé	CH	26	29365	1474	24567
Procter and Gamble	Etats-Unis	41	21689	1206	17229
Occidental Petroleum	Etats-Unis	46	20068	285	28500
Pepsico	Etats-Unis	63	15420	901	15017
RJR Nabisco Holdings	Etats-Unis	66	15224	-1149	38300
Grand Metropolitan	UK	73	14275	1806	15050
Ferruzzi Finanziaria	I	85	12047	227	22700
Sara Lee	Etats-Unis	93	11738	410	6833
Conagra	Etats-Unis	97	11340	198	3960
Barlow Rand	Afrique du Sud	108	10418	358	5967
Elders IXL	Australie	112	10339	514	7343
Anheuser Bush	Etats-Unis	131	9481	767	8522
Coca Cola	Etats-Unis	136	9171	1724	8210
Allied Lyons	Etats-Unis	189	6871	601	10017
Taiyo Fishery	Japon	151	8326	60	3000
Dalgety	Etats-Unis	153	8160	116	2320
Archer-Daniels Midland	Etats-Unis	156	8057	425	4722
BSN	France	166	7739	423	10575

Source : Fortune, 30 juillet 1990

TABLEAU 2. LE DIMENSIONNEMENT DES IAA FRANÇAISES

	Dimension optimale (nbre d'employés)	Indicateur de perte* (en %)	Appréciation
3501 Abattage du bétail	12-29	32	D
3504 Charcuterie et conserves de viandes	1010-1883	10	F
3601 Industrie laitière	2546-4004	12	PF
3901 Meunerie	1110-1910	24	D
3902 Biscuiterie, biscotterie	193-618	24	D
3908 Aliments pour animaux	842-1893	31	D
4031 Chocolaterie, confiserie	31-67	12	PF
4102 Distillation d'eau-de-vie	360-837	38	D
4105 Champagnisation	1-6	10	F

Source : Tableau réalisé à partir des calculs de Cette & Szpiro (1989).

\*L'indicateur de perte est la somme pondérée par les effectifs, sur les diverses classes de taille, des écarts entre l'indice de productivité global empirique de la classe et l'indice maximum). cet indicateur représente approximativement le pourcentage de production supplémentaire qu'il serait possible d'obtenir si toutes les entreprises étaient bien dimensionnées. "(Cette & Szpiro (1989).

F: Favorable  
 PF: Plutôt favorable  
 PD : Plutôt défavorable  
 D : défavorable

**TABLEAU 3. EVOLUTION DE LA PRODUCTIVITE  
ET DES PERFORMANCES DES IAA FRANÇAISES (1970-1987)**

Evolution de la productivité globale  
(Taux de croissance moyen annuel)

Période	Industrie manufacturière	Industries agro-alimentaires
1973-1979	4,1	1,8
1979-1984	2,2	-0,6
1984-1987	1,3	2,2

Note : gains de productivité globale effective base 1980  
Source : Comptes nationaux (in Aubert-1989)

**EVOLUTION DE LA RENTABILITE DES IAA**  
(Valeurs annuelles en %)

Période	Industrie manufacturière	Industries agro-alimentaires
	<b>Rentabilité économique (1)</b>	
1970	12	19
1977	8	22
1984	6	25
1986	6	24
	<b>Rentabilité financière (2)</b>	
1970	13	12
1977	12	13
1984	10	16
1986	12	16

(1) Rentabilité économique = EBE/Immo productives brutes

(2) Rentabilité financière = PBCAI/Ressources propres

Source: Aubert (1989)



TABLEAU 4. RÉPARTITION DES PRINCIPALES GRANDEURS ÉCONOMIQUES PAR GRANDS SECTEURS

Secteurs IAA	Nombre d'entreprises	Effectif salarié	C.A. net	VABCF	Investissements corporels
35 Industrie de la viande	32,8 %	25,1 %	22,5 %	16,8 %	16,4 %
36 Industrie laitière	12,1 %	19,0 %	26,0 %	18,7 %	19,5 %
37 Fabrication de conserves	9,4 %	11,1 %	7,0 %	8,5 %	9,0 %
38 Boulangerie pâtisserie	6,6 %	4,6 %	1,4 %	2,7 %	2,2 %
39 Travail du grain	17,9 %	13,8 %	16,5 %	16,1 %	17,2 %
40 Produits alimentaires divers	12,0 %	14,8 %	14,9 %	18,6 %	17,0 %
41 Boissons et alcools	9,2 %	11,6 %	11,7 %	18,6 %	18,6 %
	4040	386126	533621,2	101312,9	17159,6

Source : EAE 1988 (Ageste, mai 1990)

TABLEAU 5. TYPOLOGIE DES IAA BASEE SUR LE DEGRE D'ELABORATION DES PRODUITS

	Produits alimentaires				Ensemble
	de base (type 1)	de base très industrialisés (type 2)	élaborés (type 3)	d'accompagnement (type 4)	
1- Exploitation					
Valeur ajoutée/C.A.HT (%)	14,0	25,6	27,0	30,6	19,9
Personnel/Valeur ajoutée (%)	72,0	59,2	70,0	55,4	65,5
Résultat/C.A.HT (%)	0,9	6,1	3,4	7,2	2,7
2. Indépendance vis-à-vis de la production agricole					
Marge brute/C.A.HT (%)	19,8	34,4	38,6	51,5	30,5
3. Intensité capitalistique					
Investissement/Effectif (1000F)	20,4	69,4	15,6	31,7	23,4
4. Degré de marketing					
Publicité/C.A. HT (%)	0,3		1,9	4,4	1,3
5. Importance du groupe					
Part de la V.A. des IAA (%)	42	11	25	22	100
Part des résultats (%)	19	20	22	39	100

Source : D'après SCEES, SESSI 1981 (in Unigrain (1984))

TABLEAU 6. PART DES COOPÉRATIVES DANS LES GRANDS SECTEURS DES IAA

Secteurs IAA	Nombre d'entreprises	Effectif salarié	C.A. net	VABCF	Investissements corporels
35 Industrie de la viande	5,2 %	10,6 %	18,5 %	10,4 %	10,5 %
36 Industrie du lait	26,4 %	31,9 %	41,6 %	32,4 %	35,9 %
37 Fabrication de conserves	9,7 %	16,7 %	14,1 %	13,6 %	21,2 %
39 Travail du grain	12,6 %	8,7 %	13,1 %	7,6 %	13,8 %
40 Produits alimentaires divers	2,1 %	3,2 %	4,8 %	4,5 %	6,9 %
41 Boissons et alcools	11,6 %	3,6 %	5,7 %	3,4 %	4,4 %

TABLEAU 7. LA REPARTITION DE LA RECHERCHE SELON LA TAILLE DE L'ENTREPRISE

• Industries agro-alimentaires

Effectif des entreprises	Nombre d'entreprises	DIRD	Financement public	Budget moyen
< 500	51,4 %	26,7 %	24,3 %	3,6
500 à 999	22,4 %	19,5 %	22,4 %	6,0
1000 à 1999	15,9 %	17,6 %	33,6 %	7,6
> 2000	10,3 %	36,3 %	19,7 %	24,4
Total	107	740	33	6,9

• Ensemble de l'industrie

Effectif des entreprises	Nombre d'entreprises	DIRD	Financement public	Budget moyen
< 500	70,1 %	15,6 %	7,8 %	7,8
500 à 999	12,8 %	8,6 %	5,7 %	23,4
1000 à 1999	8,9 %	18,3 %	13,5 %	34,1
> 2000	8,2 %	67,1 %	83,6 %	285,6
Total	2041	71476	16248	35

Source: Tableau élaboré d'après les données du SESSI

TABLEAU 8. REGRESSION DE LA PART DES DEPENSES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES  
DANS LA CONSOMMATION DES MENAGES

Prix 1980 en %

	1970	1980	1987
. Produits de l'agriculture, sylviculture et pêche	7,4	5,1	4,7
. IAA	18,6	17,1	16,3
- viande et produits laitiers	9,9	9,1	8,6
- autres produits des IAA	8,7	8,1	7,6
. Ensemble agriculture et IAA	26,0	22,2	21,0

Source : INSEE Coll. n°131/1988

TABLEAU 9. QUELQUES EXEMPLES DE TRANSFERTS INTER-INDUSTRIELS DE TECHNOLOGIE

Origine de la technologie	Nature	Application aux IAA
Nucléaire	Jets d'air rapprochés Irradiation	Conditionnement Conservation
Plastique	Cuisson-extrusion	Texturisation
Radar	Micro-onde	Cuisson
Biomédical	Immunodiagnostic	Sécurité
Informatique	Systèmes experts	Conduite de procédés
Aérospatial	Jets de fluide sous haute pression	Découpe

Source: P Feillet, Communication au Colloque Aliment 2000

TABLEAU 10. REPARTITION DES AIDES PAR THÈME DE RECHERCHE (1986-1989)

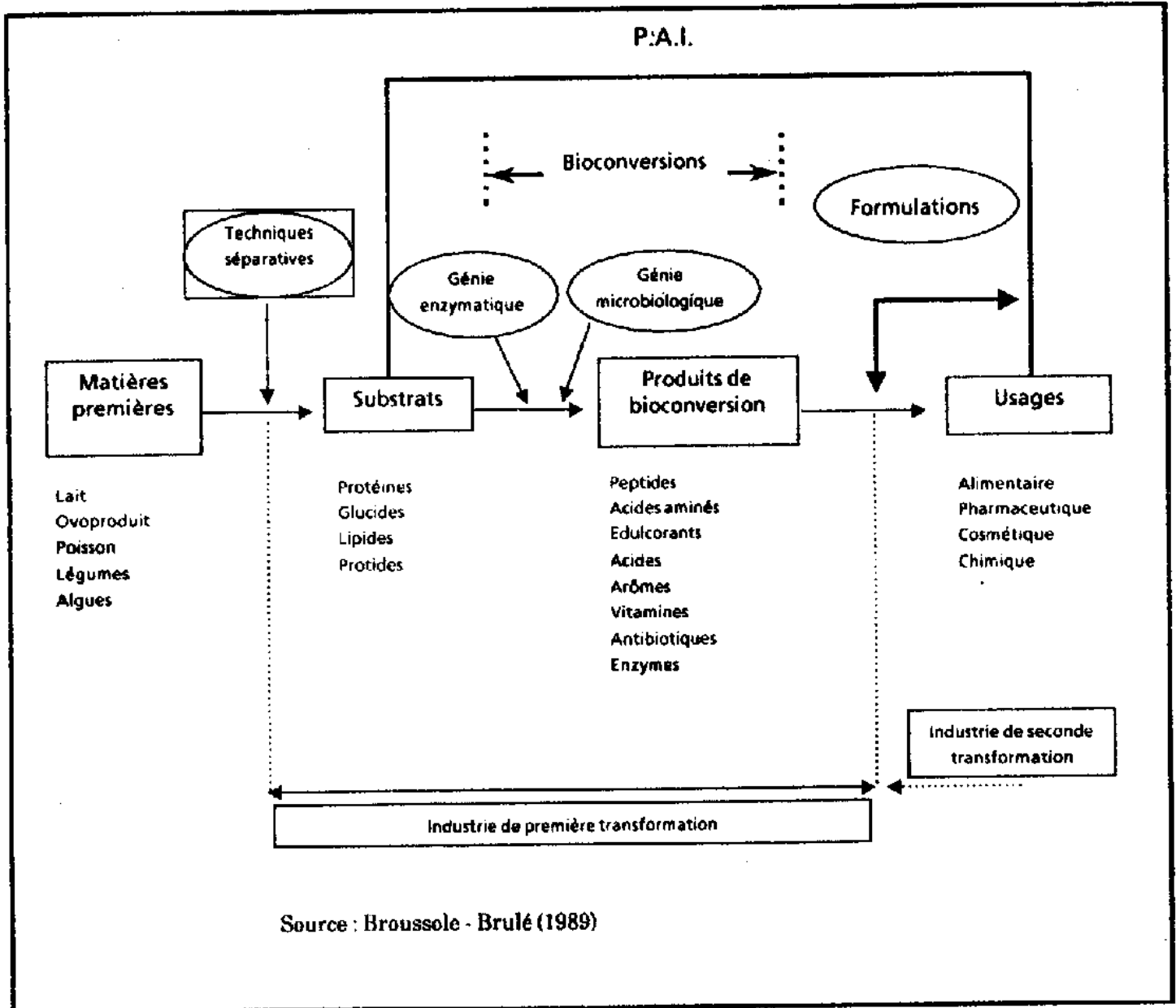
Thèmes	Total des aides	
	millions de francs	en %
Nutrition	41	14
Qualité	43	15
Transformations		
Agro-alimentaires	98	34
Biotechnologies	105	36
Socio-économie	3	1
TOTAL	290	100

Source : Aliment 2000

TABLEAU 11 : LES PROGRAMMES EUROPEENS  
CONCERNANT LES BIOTECHNOLOGIES ALIMENTAIRES

Nom	Période	Montant (millions d'ECU)
ECLAIR	89-93	90
FLAIR	89-93	25
Pêche/Aqua-culture	88-92	30
S&T/développement	87-91	80
Matières premières et recyclage	87-91	45
BCR	88-92	59,2
BAP	85-89	120
BRIDGE	90-	450
BRIDGE	89-	60

Schéma 1 - Les différentes étapes d'un processus biotechnologiques



Source : Broussole - Brulé (1989)



Tableau 12 - Parts de marché issues des biotechnologies

Dates \ Secteurs	Pharmacie	Agro Alimentaire	Agriculture	Chimie
1985	1 %	8 %	-	-
1990	3 %	9 %	1 %	1 %
1995	9 %	15 %	2 %	2 %
2000	20 %	23 %	4-5 %	5 %

Source : SRI (in Sautier)

Tableau 13 - Chiffre d'affaires issus des biotechnologies (en millions de \$)

Dates \ Secteurs	1983	1990	2000
Semences	10	100	3000-3500
Pesticides/Fertilisants		100	1200
Arômes		500	1500
Additifs Alimentaires		1500	2000

Source : SRI (in Sautier)

Tableau 14 - Marché mondial et français des enzymes et ferments (en millions de francs)

Produits	Marchés	Marché mondial (1988)	Marché français (1989)
<b>Auxilliaires laitiers</b>		<b>1 320</b>	<b>240</b>
Dont	. Enzymes coagulantes	540	
	. Ferments/moisissures	270	
	. Milieux de culture	270	
	. Divers	240	
<b>Enzymes industrielles pour IAA</b>		<b>1 925</b>	<b>195</b>
Donc	. Glucoserie/alcool	840	
	. Fromagerie	560	
	. Jus de fruits/légumes	245	
	. Panification	140	
	. Brasserie	140	
<b>Enzymes industrielles autres</b>		<b>1 575</b>	<b>105</b>

Source : Precepta Enzymes et Ferments

Tableau 15 : Quelques applications à court et moyen terme des biotechnologies dans les IAA

Stade de l'innovation	Maîtrise de la transformation	Innovation de produits
<p><b>Matière première agricole</b></p>	<p><b>Amélioration de la qualité des produits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. kits de diagnostics sur culture</li> <li>. biopesticides : produits agricoles sans résidus</li> <li>. diminution de la teneur en eau des tomates</li> <li>. augmentation de la durée de conservation des légumes</li> <li>. adaptation des fruits et légumes à la récolte mécanique</li> <li>. homogénéité dans la maturité</li> </ul> <p><b>Maîtrise de l'approvisionnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. augmentation des rendements</li> <li>. amélioration génétique de produits substitués aux arômes</li> </ul>	<p><b>Modification des teneurs en protéines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. du blé en lysine</li> <li>. du maïs en tryptophane</li> <li>. de l'orge pour extraits à usage pharmaceutique</li> </ul> <p><b>Modification des teneurs en acide gras pour une utilisation des huiles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. à des fins industrielles non alimentaires</li> <li>. meilleure adaptation à la demande des IAA ou du consommateur</li> </ul>
<p><b>Processus de transformation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Auxiliaires</li> <li>. Autres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sélection génétique de micro-organismes (levures, bactéries,...)</li> <li>. souches thermophiles</li> <li>. souches travaillant en conditions extrêmes</li> <li>• Production biosynthétique d'additifs divers <ul style="list-style-type: none"> <li>. par réaction enzymatique</li> <li>. par extraction</li> </ul> </li> <li>• Sélection d'enzymes</li> <li>• Automatisation des processus fermentaires</li> <li>• Ingénierie des protéines</li> <li>• Technologie d'immobilisation d'enzymes sur support solide</li> <li>• Procédés d'extraction, de purification, d'ultrafiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sélection de levures <ul style="list-style-type: none"> <li>. pour une production de bière sans alcool</li> <li>. pour une levée du pain plus rapide</li> </ul> </li> <li>• Sélection d'enzymes <ul style="list-style-type: none"> <li>. substitut à la présure de veau, fromagerie</li> </ul> </li> <li>• Utilisation des cyclodextrines <ul style="list-style-type: none"> <li>. précurseurs d'arômes</li> <li>. emprisonnement et lavage du cholestérol dans le beurre</li> </ul> </li> <li>• Nouvelle réaction enzymatiques <ul style="list-style-type: none"> <li>. craquage des matières premières : lait, céréales</li> <li>. automatisation des processus</li> <li>. sécurité/développement de microorganismes non désirés</li> </ul> </li> </ul>

Source : Revue de presse

Tableau 16 - Quelques utilisations d'enzymes et ferments dans les IAA

Type	Champ d'application	Forme commerciale
Enzymes	Hydrolise de l'amidon Panification Brasserie Fromagerie Laiterie  Biscuiterie/Brasserie Oenologie/Boissons aux fruits Glucoserie/Confiserie	Préparations enzymatiques liquides ou en poudre avec un support alimentaire Possibilité d'enzymes immobilisées sur support solides : glucose, isomérase.
Ferments	Oenologie/Panification Brasserie	Levure sèche active sous forme de poudre ou de granulés
Levures	Sauces Panification	Levures fraîches
Moisissures	Fromagerie Boissons Oenologie	Liquide ou déshydratée
Ferments	Panification Yaourt Oenologie Fromagerie Vinaigre	Différentes formes possibles <ul style="list-style-type: none"> <li>. Culture liquide</li> <li>. Culture atomisée</li> <li>. Culture concentrée congelée</li> <li>. Culture concentrée lyophilisée</li> </ul>

Source : Precepta 1989

Tableau 17- Production mondiale d'algues et de colloïdes

	Algues récoltées (tonnes)	Production de colloïdes (tonnes)	Part de la demande pour les IAA (en %)	Marché mondial * (en millions de F)
Alginates	1 100 000	35 000	30 %	950
Carraghénanes	300 000	13 000	78 %	750
Agars	200 000	6 700	58 %	1 340

Source : A partir de J. De La Noue, D. Proulx, P. Dion & C. Guéin (1989) in : aquaculture 1989. European Aquaculture Society et S. Mabeau, O. Vallat, D. Brault, Biofutur, Mars 1990.

\* Estimation à partir du marché français.

Tableau 18 - Estimation du marché mondial des matières aromatiques (en millions \$)

Produits	1987		Taux de croissance annuel	1990	
	Valeur	%		Valeur	%
Composition parfums	2 350	33,6	+ 6,0	2 800	32,6
Arômes alimentaires	2 300	32,8	+ 8,5	2 950	34,3
Produits organiques	1 250	17,9	+ 6,5	1 500	17,4
Produits naturels et huiles essentiels	1 100	15,7	+ 7,0	1 350	15,7
Marché mondial	7 000		+ 7,0	8 600	

Source : M. Unger, Perfumer & Flavorist, Juin 1989

Tableau 19 - Répartition des frais de RD par industrie en 1987

Industrie	CA total (millions F)	RD total (millions F)	RD/CA %	Connaissance Fond. %	Procédés %	Produits %
Viande	120 235	40,7	0,03	20,8	34,3	44,9
Lait	138 498	170,3	0,12	15,4	34,5	50,0
Conserves	37 436	30,3	0,08	8,6	31,4	59,6
Boulangerie	7 547	0				
Travail grain	87 877	308,7	0,35	6,9	22,9	70,2
Boissons, alcools	62 654	155,5	0,24	19,5	39,4	41,1
Total	454247	705,6	0,16	12	27,08	44,3

Tableau 20 - Principaux groupes semenciers mondiaux en 1989

Groupe	Pays	Activité principale	CA Semence (en millions \$)
Pioneer	EUA	Semences	840
Sandoz	CH	Pharmacie	473
Limagrain	F	Semences	435*
Upjohn	EUA	Chimie fine	270
Cargill	EUA	IAA	250
Aritrois	F	Biochimie	208
Dekalb/Pfizer	EUA	Semences	205
Takii	J	Semences	201
ICI	GB	Chimie fine	164
KWS	RFA	Semence	151
Sanofi	F	Pharmacie	141
Sakata	J	Semences	137
Ciba Geigy	CH	Pharmacie	125
Cebeco	PB	Agro alimentaire	117
Provender	S	Agro alimentaire	110
Unilever	PB	IAA	110

Source : C. Ducos, P.B. Joly 1990

\* Y compris le CA de Nickerson, société acquise par Limagrain en 1990

Tableau 21 - Répartition des efforts de recherche pour les principaux acteurs (en millions \$)

Groupe	Budget de RD		Total	% CA Semences
	Sélection végétale	Biotechnologie végétale		
Pioneer	46,5	3,5	50	6,8
Sandoz	35,0	16,0	51	10,0
Limagrain	22,0	2,0	24	9,4
Upjohn	24,0	3,0	27	11,2
ICI	21,0	17,0	38	16,8
Dekalb	16,0	6,0	22	12,5
KWS	23,0	1,0	24	15,0
Ciba Geigy	18,0	17,0	35	23,3
Sanofi	9,0	6,0	15	13,8
Nickerson	14,0	1,0	15	15,0
Dupont	0	0	20	-
Enimont	0	0	15	-
Monsanto	1,0	1,0	16	-

Source : C. Ducos

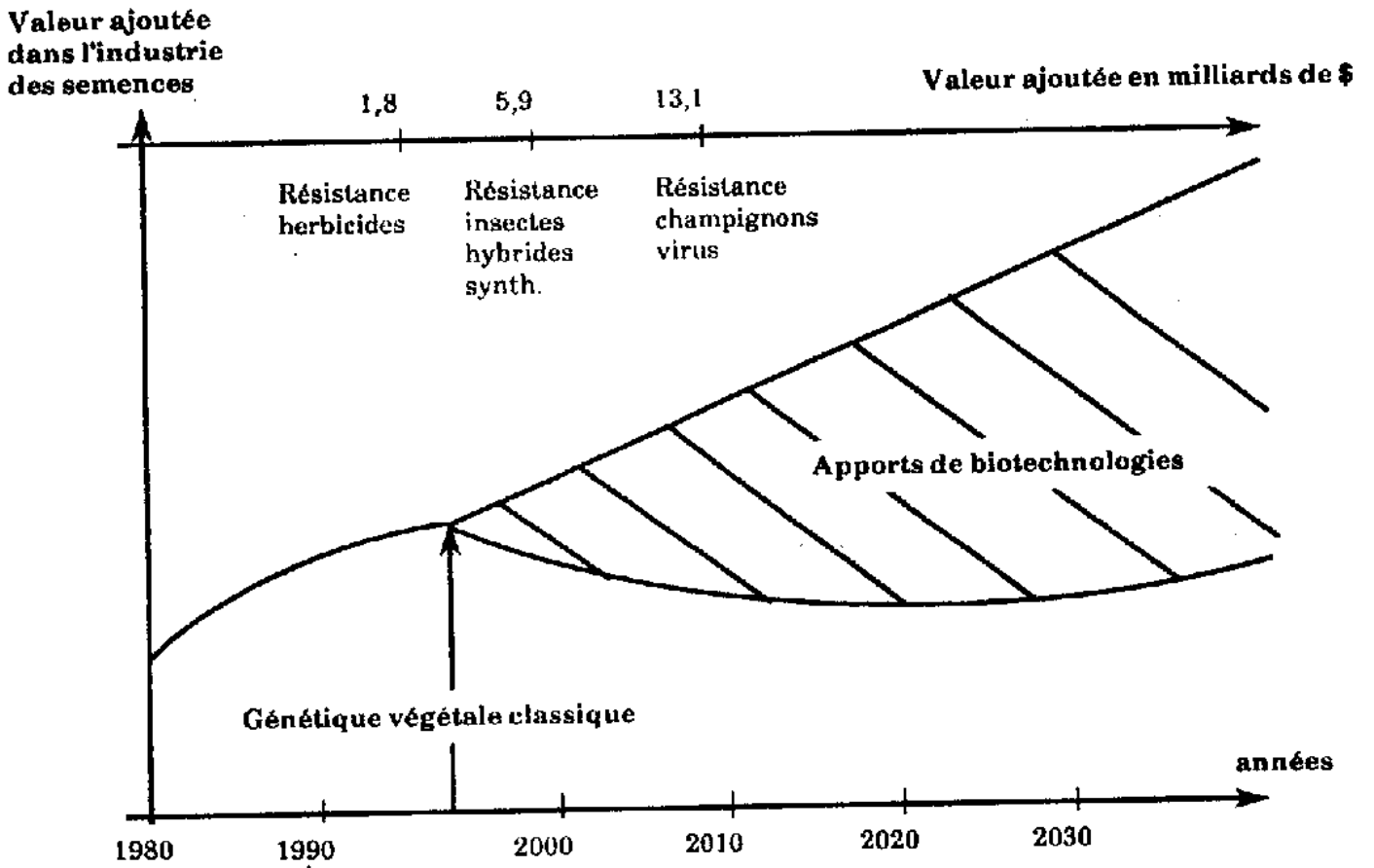


Tableau 21 - Répartition des efforts de recherche pour les principaux acteurs (en millions \$)

Groupe	Budget de RD		Total	% CA Semences
	Sélection végétale	Biotechnologie végétale		
Pioneer	46,5	3,5	50	6,8
Sandoz	35,0	16,0	51	10,0
Limagrain	22,0	2,0	24	9,4
Upjohn	24,0	3,0	27	11,2
ICI	21,0	17,0	38	16,8
Dekalb	16,0	6,0	22	12,5
KWS	23,0	1,0	24	15,0
Ciba Geigy	18,0	17,0	35	23,3
Sanofi	9,0	6,0	15	13,8
Nickerson	14,0	1,0	15	15,0
Dupont	0	0	20	-
Enimont	0	0	15	-
Monsanto	1,0	1,0	16	-

Source : C. Ducos

Schéma 2 - Impact des biotechnologies dans la sélection végétale



Source : Moreno Sanofi, Col. Cenecca, 1989

TABLEAU 22. ACCORDS DE RECHERCHE SUR LES BIOTECHNOLOGIES APPLIQUEES AUX IAA ENTRE GROUPES INDUSTRIEL ET SOCIÉTÉS DE TECHNOLOGIE

GROUPE 1	GROUPE 2	ACCORD DE RECHERCHE
AGC	Japan Tabaco	Contrat de 6 ans
AGC	Nuovo Crai	légumes résistants aux insectes
ICI (GB)	Carafel (F)	amélioration du chou-fleur
Limagrain	Eureka (CEE)	arômes
PGS	Japan Tabaco	Contrat de RD sur le riz hybride et participation au capital
Nestlé	Calgène	Beurre de cacao
Philip Morris	DNAPt	amélioration du café
RJR Nabisco	Cetus Biotechnica	Enzymes création d'une entreprise mixte pour la valorisation de variétés agricoles (valuer nutritive goût, longévité...) sur ananas, bananes vertes, poivre, haricot...
Anheuser Busch	Interferon	Bioprocessing
Beatrice Food	Ingene	Enzymes
Heinz	Biotechnica	amélioration de la tomate production d'acides aminés
Campbell Soup	Calgene DANP	amélioration de la tomate
Archer Daniels Mills	DNAPt	Enzymes
Hershey	DNAPt	Beurre de cacao
Kellóg	Agrigenetics	
Seagram	Biotechnica	
Coors Brewery	firmes japonaises	additifs alimentaires
Firmenich	DNAPt	amélioration des arômes
American Basic		Amélioration de l'ail et de l'oignon
Avebe (PB)	Mogen (PB)	utilisation de pommes de terre génétiquement améliorées pour la production de protéines industrielles
Nippon Steel (J)	Calgene	développement d'huile végétale riche en molécules monosaturées
Wacker Chemie	Biotechnica International	Contrat pour le développement de micro-organismes pour la production d'acides aminés et de vitamines

Tableau 23-Principaux acteurs européens dans les enzymes ferments et arômes

Groupe	Pays	Activité Principale	CA Total	Principales activités
Bayer	RFA	Pharmacie		Auxiliaires laitiers
Hansen	DK			Ferments lactiques, pour salaisonnerie, oenologie, bifidobactéries, colorants, présure
Gist Brocades	PB	Pharmacie/IAA	1890 MFL	Levures, enzymes, additifs agents de texture, arômes, protéines animales
Lesaffre	F	Levures	470 MF	Levures (panification, oenologie)
Novo Nordisk	DK	Insulines	5263 KD	Enzymes industrielles
Orsan	F	Biochimie	1 961 MF	Acides aminées (cyclodextrines et mat aromatiques en développement)
Rhône-Poulenc	F	Pharmacie	73 088 MF*	Ferments lactiques spéciaux moisissures
SANOFI	F	Pharmacie	22603 MF*	Bio industries agro vétérinaires Ve quartier, auxiliaires laitiers
Unilever	PB	IAA	6 1961 MFL	arômes, parfums, additifs, enzymes, levures...

\* CA 1989

TABLEAU 24. PRINCIPALES ACQUISITIONS DES GROUPES EUROPÉENS  
DANS L'INDUSTRIE DES AUXILIAIRES DE L'AGRO-ALIMENTAIRE

Groupe	Pays	Acquisitions ou participations	Activité	Date
Boehringer	RFA	Sochal/Ferrando Baube SA CODIPI	Présures et culture laitières Arômes (70 %) Produits pour boulangeries	1985 1982
GIST BROCADES	PB	Busch Ind. Products	levure fraîche	1988
Hansen	DK	Sochal	auxiliaires laitiers	1986
Novo Nordisk	DK	Zymogenetics	Génie génétique	1988
Rhône-Poulenc	F	Eurozyme (Air liquide) Nordica Inter. Marschall Dairy Products (Miles)	Ferments lactiques  Ferments lactiques Auxiliaires laitiers	1988  1988 1989
Sandoz	CH	Cérééal	Biscottes, biscuits diététiques	
SANOFI	F	(Gum Industries (Maroc) Carub Industries (Maroc) Pagans Keystone (USA) Continental Flavours Dena (B) (USA) Fragrances Biogarde  Bambao  Anahaim Citrus Produits français Théresa Friedman G. ROGER Labo Présure Granday Dairyland Foods  Benard et Honnorat	Farine de Caroube Farine de caroube Gélatines Gélatines Arômes alimentaires Biosystèmes Arômes alimentaires Auxiliaires technologiques pour l'industrie laitière approvisionnement en vanilline  approvisionnement en citron produits pour salaisonneries préparation fruits leader en ferments lactiques Enzymes pour fromagerie N°1 américain des arômes laitiers Arômes	1989   1989 1989 1989  1990  1988 1988 1988 1988 1988 1985-88  1984
Unilever	PB	Distillers Co. Yeast  Biocon Biochemicals	Levures pour boulangerie et brasserie Enzymes et colorants pour IAA	1982  1989

Source : Revue de presse, rapports d'activités

TABEAU 25. SOCIÉTÉS FRANÇAISES DE TECHNOLOGIE SPÉCIALISÉES DANS LES I.A.A.

Société	Produits-Services	Principaux actionnaires
Algène (1988)	analyse de routine assistance méthodologique transfert de méthode	Crédit mutuel : 38 % Limagrain : 27 % Grandes huileries de Marseille : 10 % Transgène : 10 % Université Louis Pasteur : 15 %
Bioatlantic (1989)	Tests pour IAA Produits de la mer	CR de transfusion sanguine : 56 % Jouan : 16 % Crédit Mutuel 16 %
Bio Europe (1984)	Enzymes pour Biocatalyseur	
Bioserae (1984)	Antifongiques de surfaces pour IAA auxiliaires de fabrication et appareil de mesure en oenologie	Entremont : 35 %
Biosystèmes (1985)	Matériels péri informatiques d'acquisition de données et logiciels de traitement	Spiral 42 % Fondateurs : 78 %
Biotransfer (1989)	Analyses et conseils dans le domaine de la protection des cultures auprès des coop et groupements professionnels	Fondateurs
Cayla (1977)	Conservateurs d'ensilage	
Chemunex (1984)	Contrôle de procédés et assurance qualité, marqueurs biochimique de viabilité. Contrôle complet de la production de la bière	Paribas Technologie Alafi Capital (USA) TVM Tech (RFA) Rabbobank Biotech Venture (PB)
France Bio (1988)	Engrais	Avenir Entreprises : 5 %
Germe (1979)	Extraction/purification de macromolécules biologiques	Duclos, SDR Méditerranée: 18 % Soginove : 13 % Pernod Ricard : 13 %
LBV 1986	micro-propagation d'espèces ligneuses ornementales	Pépinières Derly Idianova : 23 %
Locus 1985	analyses et expertises de végétaux pour semenciers	Fondateurs Sanofi : 33 %
Lyven 1989	Production de pectinases industrielles sur pulpes de betteraves, et d'autres enzymes	Générale Sucrière : 76 % Sofinnova : 12 % Idianova : 6 %
Neosystem (1986)	Synthèse de peptides et utilisation en diagnostic	Unigrain : 16 % Sofinnova : 34 % Agropartenaires : 7 %

Société	Produits-Services	Principaux actionnaires
Plantagen/Civa 1980	Plantes florales décoratives	Crédit Agricole : 20 % Fondateurs
Pronatec (1988)	Extraction d'agar-agar, de molécules antivitrifiante (algues)	Fondateurs : 38 % France Croissance Inv. : 21 % Club Agri : 10 %
Transgène (1980)	additifs et auxiliaires technologiques (biotine, levures)	BSN, Paribas, AGF Moët Hennessy, FNTS, Inovelf, Idianova...
Transia (1984)	Production et distribution de réactifs pour le contrôle de la qualité	Rhône Mérieux : 17 % UL/ Agrinova : 19 % SGN : 16 %, Suez : 11 % Financière d'Autcuil : 11 %

Source : P.J. Raugel Biofutur Mai 1990

**2. LA PROPRIETE DE L'ACTIVITE INVENTIVE EN MATIERE DE BIOTECHNOLOGIE**

**A. LA PROPRIETE DE L'INNOVATION EN MATIERE DE BIOTECHNOLOGIE APPLIQUEE A L'AGRICULTURE**

par  
**MARIE-ANGELE HERMITTE**  
Directeur de recherche au CNRS



## SOMMAIRE

<b>CHAPITRE I : INNOVATION ET CHOIX DE SOCIETE .....</b>	<b>123</b>
Le sens de la diversité des droits intellectuels.....	126
Les innovations dans le secteur agricole .....	128
Innovations et biotechnologies.....	129
<b>CHAPITRE II : LE BREVET ET SES EXCLUSIONS , CONSIDERATIONS TECHNIQUES ET CHOIX DE SOCIETE .....</b>	<b>135</b>
Les micro-organismes.....	140
Les groupes d'opposition à la brevetabilité des micro-organismes.....	143
Les végétaux .....	145
Les animaux.....	148
<b>CHAPITRE III : LE DROIT D'OBTENTION VEGETALE, PARADIGME DE L'AMELIORATION DES PLANTES - L'équilibre 1960-1980 - .....</b>	<b>163</b>
SECTION I : La phase préindustrielle (--- > 1920).....	164
SECTION II : Les débuts de l'innovation scientifique (1920-1950).....	165
SECTION III : L'ère industrielle et la création de l'Union pour la Protection des Obtentions Végétales (1961).....	166
I. La constatation de l'inadéquation du droit des brevets.....	166
II. L'invention du droit d'obtention végétale (DOV) .....	168
1. Le DOV et les droits de l'homme .....	168
2. L'objet de la protection est la variété .....	169
3. Le procédé d'obtention est indifférent .....	169
4. La variété doit être nouvelle.....	171
4-a : La distinction .....	171
4-b : Les variétés notoirement connues.....	173
5. L'homogénéité.....	174
6. La stabilité .....	174
7. Le privilège du fermier.....	175
8. Le "libre accès" aux variétés aux fins de création de nouvelles variétés.....	177
8-a : Signification du libre accès .....	178
8-b : cas des hybrides .....	180
III. La régulation mondiale des ressources génétiques .....	180

IV. Les normes de commercialisation des semences et des plants : leurs liens avec le DOV.....	186
1. L'homologation.....	187
1-a : La DHS .....	187
1-b : La VAT.....	187
2. La certification .....	189
3. Le catalogue européen.....	189
SECTION IV : Qualités, défauts et impasses du système actuel de l'obtention végétale.....	190
I. Les qualités .....	190
II. Les défauts.....	191
III. Les impasses actuelles .....	192
1. Le démarquage scientifique et la querelle des écarts minimaux .....	192
2. L'absence de protection des procédés d'obtention.....	193
3. Les "nouveaux outils" de la sélection .....	193
<b>CHAPITRE IV : LA PROTECTION DES MICRO-ORGANISMES : UNE NOUVELLE BRANCHE DU DROIT DES BREVETS .....</b>	<b>199</b>
SECTION I : Le micro-organisme, invention ou découverte.....	200
SECTION II : Description ou dépôt de l'invention .....	202
I. Le dépôt.....	203
1. Dépôt et description .....	203
2. Dépôt et identification de l'invention protégée .....	205
3. Dépôt et exemption de recherche .....	206
II. L'étendue des revendications .....	208
SECTION III : Nouveauté et activité inventive.....	212
I. La nouveauté d'un micro-organisme.....	213
II. L'activité inventive.....	214
SECTION IV : L'exemption de recherche .....	218
<b>CHAPITRE V : BREVET, OBTENTION VEGETALE , COMPLETUDE ET INTERFACE .....</b>	<b>223</b>
SECTION I : Les acquis de la jurisprudence de l'OEB.....	226
I. Les matériels biologiques.....	226
II. Les procédés microbiologiques .....	226
III. Plantes et populations autres que les variétés.....	229

SECTION II : Le projet de la DG III de la Commission des Communautés européennes : cristallisation des acquis, tentative de solution des conflits .....	233
I. La consolidation des acquis de la jurisprudence de l'OEB .....	236
II. L'adaptation du droit commun des brevets au vivant : l'épuisement des droits ..	238
III. Le dépassement de la jurisprudence de l'OEB .....	238
1. Les phénomènes d'extension des droits du titulaire du brevet .....	238
2. Les rapports entre titulaires de brevets et titulaires de certificats d'obtention végétale .....	241
3. Le renversement de la charge de la preuve .....	243
4. Les revendications tacites .....	243
IV. La légitimité du projet de la DG III .....	243
SECTION III : Le projet de révision de la Convention UPOV .....	244
I. La définition de la variété .....	244
II. Les produits tirés de la variété .....	245
III. La dépendance .....	245
SECTION IV : Les Comités d'experts sur l'interface .....	247
I. Les problèmes liés aux définitions des objets protégeables .....	247
II. La dépendance .....	248
III. La dépendance en droit français .....	250
IV. Vers un développement des inventions de sélection .....	252
<b>CHAPITRE VI : LA PROTECTION DES INNOVATIONS PORTANT SUR LE REGNE ANIMAL .....</b>	<b>257</b>
SECTION I : La sélection traditionnelle et la loi sur l'élevage .....	259
I. Les objectifs de la loi de 1966 .....	259
II. L'orientation de la sélection .....	260
II.A. Les structures nationales .....	261
a. Le Conseil Supérieur de l'Elevage .....	261
b. La Commission Nationale d'Amélioration génétique .....	261
c. Les Instituts Techniques Nationaux .....	261
d. Les Unités Nationales de Sélection et de Promotion de la race .....	262
II.B. Les structures régionales .....	263
a. Les Etablissements de l'Elevage .....	263
b. Les Centres de production de la semence .....	263
c. Les Centres d'insémination .....	264
III. La protection de l'innovation dans le cadre de la loi de 1966 .....	265
III.A. Un monopole de fait équivalant à un monopole de droit .....	267
III.B. La rémunération de l'invention .....	267

<b>SECTION II : Les nouvelles techniques de sélection .....</b>	<b>268</b>
<b>I. Les procédés brevetables .....</b>	<b>268</b>
<b>I.A. La transgénèse .....</b>	<b>268</b>
<b>I.B. La fécondation in vitro.....</b>	<b>270</b>
<b>I.C. Le clonage .....</b>	<b>270</b>
<b>II. Les produits brevetables .....</b>	<b>271</b>
<b>II.A. Définition du produit brevetable .....</b>	<b>272</b>
<b>II.B. Les brevets de produit dans le règne animal .....</b>	<b>273</b>
<b>CHAPITRE VII : LE DEFICIT DEMOCRATIQUE .....</b>	<b>279</b>
<b>SECTION I : La transnationalisation de l'élaboration du droit.....</b>	<b>280</b>
<b>SECTION II : Le jeu des groupes de pression .....</b>	<b>283</b>
<b>I. L'offensive de l'Industrie.....</b>	<b>283</b>
<b>II. La réponse de l'Agriculture .....</b>	<b>284</b>
<b>III. Les groupes de pression parallèles .....</b>	<b>285</b>
<b>IV. Les modalités de l'action .....</b>	<b>285</b>
<b>SECTION III : Les impasses actuelles de la démocratie .....</b>	<b>286</b>

## ADRESSE AU LECTEUR

Ce travail ne nécessite pas d'introduction au sens propre du terme, mais seulement peut-être une adresse au lecteur. Ma première ligne directrice a été de rechercher parmi toutes les solutions envisageables, toutes celles qui pouvaient renforcer le lien social. Il y a en effet deux façons opposées de concevoir le travail législatif: certains chercheront à faire une "bonne loi" en limitant la définition des objectifs à la question posée, strictement envisagée. D'autres chercheront à intégrer le champ d'investigation dans une conception globale de l'équilibre social, ce qui oblige à relativiser certaines demandes pour pouvoir en prendre d'autres en compte. J'ai sans cesse adopté la seconde attitude. L'intégration des biotechnologies dans notre société doit se faire avec le moins de heurts possibles, en liaison avec la réflexion sur la place des agriculteurs dans la société, la valeur de l'environnement et les exigences éthiques. Alors que le philosophe Alain Badiou revendique la "déliation", et requiert un effort de la philosophie pour "penser à hauteur du Capital", je demande la préservation du lien social et la réintégration du capital dans un effort philosophique de la Nation.

Ma deuxième ligne directrice a été d'accepter la passion : les biotechnologies suscitent de violentes passions contradictoires. Au contraire de tous ceux qui ont écrit sur le thème de la protection de l'innovation dans le domaine des biotechnologies, et qui ont unanimement réclamé une réflexion froide et objective, je crois que l'on ne peut parler de la vie, fut-ce de la vie du végétal et de l'animal, sans prendre en compte la passion qui nous anime. Elle est le reflet de données tout aussi objectives que les données économiques ; faute d'être prise en considération, la passion humaine resurgit sous des formes violentes et, cette fois, irrationnelles.

Ma troisième ligne directrice a été d'accepter des données prospectives en refusant le futurisme qui aboutit à passer sous silence les réalités d'aujourd'hui sous prétexte de prendre en compte celles d'après-demain.

La quatrième ligne directrice est de refuser la simplicité du schéma toujours réaffirmé selon lequel les Etats-Unis seraient en toute hypothèse en avance et l'Europe en retard. Cette vision des choses conduit à considérer qu'il est impératif de copier trait pour trait la législation américaine. On se rend compte au contraire que les Etats-Unis connaissent des impasses dans bien des domaines et qu'il est illusoire de croire que l'on peut importer ce qui marche sans importer en même temps ce qui ne marche pas.

## CHAPITRE I

### INNOVATION ET CHOIX DE SOCIETE

UNE SOCIETE SE DEFINIT PAR LES CHOIX QU'ELLE EFFECTUE : statut des vieillards, reconnaissance de l'avortement, modalités de la répression de la délinquance, positions respectives des sexes, système de couverture sociale, etc. L'UN DE CES CHOIX FONDAMENTAUX PORTE SUR LE REGIME ACCORDE A L'INNOVATION. Toutes les sociétés innove, mais l'accueil fait à l'innovation peut être bien différent de l'une à l'autre. On connaît des exemples de répression de l'innovation : certains règlements des corporations de la France monarchique, ou le Japon des Shogun (1). On présente ces refus comme autant de marques d'obscurantisme : archaïsme sûrement, obscurantisme, peut-être moins qu'on ne le croit. Il fut un temps où les "classes laborieuses" étaient à la limite de la survie, sans système de solidarité. Un changement technique -qui est encore socialement douloureux-, pouvait signifier la famine. Cela n'empêchait pourtant pas les autorités de récompenser certains inventeurs : on leur octroyait des privilèges, dont certains ressemblaient, l'objectivité en moins, à nos brevets modernes . Quant au Japon, l'intervention intempestive des Shogun lui a peut être permis de constituer l'identité forte qui est, ...avec le progrès technique, l'une des causes de sa réussite actuelle.

Le monde occidental a, le premier, exprimé en termes juridiques la confiance que les philosophes et les économistes avaient dans le progrès des sciences, des arts et des industries, en élaborant des LOIS sur ce que l'on a appelé les PROPRIETES INTELLECTUELLES : le droit des brevets et le droit d'auteur en sont les deux fleurons. Ils se caractérisent par l'octroi par la puissance publique d'un droit exclusif temporaire d'exploitation en faveur de l'auteur ou de l'inventeur. Ce MONOPOLE D'EXPLOITATION de l'oeuvre ou de l'invention est une récompense aléatoire : si l'invention est appréciée du public, elle rapporte beaucoup à son inventeur; si elle est boudée, elle lui coûtera le prix du dépôt du brevet et les taxes annuelles représentant son entretien. L'Etat ne "récompense" pas, il ne fait qu'accorder une protection juridique qui peut être défendue devant les tribunaux; c'est le public qui rémunère l'inventeur par ses achats. C'EST DONC UN SYSTEME ADEQUAT A L'ECONOMIE DE MARCHÉ, A LA DEMOCRATIE ET A LA PRODUCTION DE MASSE . SON UNIFORMISATION PROGRESSIVE EST COHERENTE AVEC LA MONDIALISATION DE L'ECONOMIE.

**PROPRIETE INTELLECTUELLE ET DROITS DE L'HOMME**

**FRANCE - LOI DU 7 JANVIER 1791**

*L'Assemblée Nationale*

*Considérant que toute idée nouvelle, dont la manifestation ou le développement peut devenir utile à la Société appartient primitivement à celui qui l'a conçue et que ce serait attaquer les Droits de l'Homme dans leur essence que de ne pas regarder une découverte industrielle comme la propriété de son auteur ;*

*Mirabeau à la Société Nationale des Inventions et Découvertes*

*Les découvertes de l'Industrie et des Arts étaient une propriété avant que l'Assemblée Nationale l'eût déclaré : mais le despotisme avait tout enchaîné, jusqu'à la pensée.*

*Il est des inventions que, sans doute, l'amour de l'Humanité publiera sans en faire une sorte d'intérêts particuliers, mais ce sacrifice sera du moins volontaire, et la reconnaissance publique deviendra pour leurs auteurs une véritable propriété.*

*Une société consacrée à favoriser les découvertes acquitte une dette de la Société entière(...)*

*L'Assemblée Nationale applaudit à vos vœux et vous invite à assister à sa séance.*

**ETATS-UNIS**

*Constitution, article 1, section 8*

*The Congress shall have the power ... to promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries*

C'est parce que la sanction par le marché n'avait pas de sens pour eux que les pays communistes avaient refusé les propriétés intellectuelles, préférant des récompenses. Cette phase est aujourd'hui en train de se clore. Et parce que le système n'a de sens que dans des sociétés techniquement homogènes les pays en développement refusent la règle du jeu ou ne l'acceptent que partiellement, en fonction de leur propre capacité à innover (2).

**MAIS IL NE FAUDRAIT PAS CROIRE QUE LES DROITS DE PROPRIETE INTELLECTUELLE SE SONT IMPOSES SANS MAL.** Leur acte de naissance lors de la Révolution française, porte la marque d'une ambiguïté qui fut longue à lever. D'un côté, le

brevet et le droit d'auteur étaient nettement rattachés au nouvel ordre politique. Ils furent présentés comme l'un des droits de l'homme -propriété primitive et sacrée de l'homme-. De plus, ils reposent sur un contrat social entre l'inventeur qui divulgue sa création pour enrichir à terme le patrimoine de l'humanité, et la société qui lui donne en échange une protection juridique. Mais la nature de cette protection posa beaucoup de problèmes à d'authentiques républicains, car il s'agissait tout de même d'un droit exclusif d'exploitation, ce qui le rattachait à la période monarchique. Certes, ce monopole était temporaire, certes il était octroyé sur des fondements objectifs et non plus par une faveur du Roi, mais il restait un "monopole", et les libéraux les plus convaincus n'hésitaient pas à y voir une atteinte à la concurrence, à la liberté d'entreprise, autre principe révolutionnaire (3). Le brevet était donc attaqué sur deux fronts, celui des socialistes et celui des ultra-libéraux.

#### *LIBERALISME ET MOUVEMENT ANTI-BREVET AU XIX<sup>ème</sup> SIECLE*

*"Les idées de libre-échange aidant, sous le couvert de ce grand mot dont on a tant abusé "liberté du travail", quelques personnes en sont venues à demander l'abolition pure et simple des brevets. M. Michel Chevalier s'est fait particulièrement l'apôtre de la doctrine nouvelle, allant jusqu'à dire dans une lettre rendue publique en 1863, que le système des brevets "était un outrage à la liberté et à l'industrie" ; ajoutant que "tous les amis du progrès industriel et social doivent unir leurs efforts pour délivrer l'industrie d'entraves, restes surannés du passé", et que les brevets doivent disparaître les premiers".*

*Grâce à un pareil patronage, l'idée d'abolition des brevets devait réunir des adhérents ; c'est ce qui ne manqua pas d'arriver. Tous les frelons de l'industrie, c'est-à-dire ceux qui vivent des idées des autres, n'en ayant pas eux-mêmes, et surtout les potentats de l'industrie qui bénéficieraient d'abord de l'abolition des brevets, applaudirent aux principes émis par M. Michel Chevalier, et en pressèrent la mise à exécution.*

*La chute du gouvernement impérial en 1870 et le retour forcé vers des idées protectionnistes, ont ajourné depuis lors l'examen de la question.*

*Eugène Pouillet*

*Traité théorique et pratique des brevets d'invention*

*1909*

Ces deux critiques sont largement dépassées aujourd'hui : les pays d'Europe de l'Est sont en train d'élaborer des lois sur les brevets ; la critique libérale du système des brevets ne porte plus tant sur le refus du monopole, que sur le coût et l'efficacité globale du système. D'ailleurs la peur du monopole est difficile à justifier après deux siècles de fonctionnement du droit des brevets (4). D'une part les monopoles et les grandes entreprises ont largement cessé de faire peur car elles sont, au contraire, assimilées au développement de la croissance ; d'autre part l'expérience a montré que le brevet trouvait ses limites de façon à peu près satisfaisante du seul fait des conditions techniques mises à l'octroi d'un brevet. Le brevet donne bien un monopole, mais ce monopole s'exerce le plus souvent sur un MICRO-MARCHE, à l'inverse des monopoles commerciaux. En effet, l'étendue du droit octroyé est limitée par l'obligation de description précise de l'invention, la nécessité de revendiquer des applications spécifiques, ainsi que par la multiplicité des types d'inventions. D'une manière générale, on peut contourner un brevet en utilisant une autre voie de recherche. Certes,



l'équilibre est toujours précaire, et il arrive que la conjonction de raisons de fait et de droit donne naissance à des "brevets de barrage", mais le phénomène est finalement assez rare.

De plus, le brevet profite du rapport très positif que notre société entretient avec le phénomène entrepreneurial. On ne peut protéger les entreprises sans protéger les éléments qui concourent à la constitution de leur valeur globale. Pour ce faire, deux techniques juridiques coexistent : on donne à l'entreprise une série de droits qui lui appartiennent en propre, les DROITS PRIVATIFS. Parmi eux, on trouve le nom commercial, le fonds de commerce, les brevets, les dessins et modèles, et la marque qui établit un lien entre les produits fabriqués et la personne morale qui les fabrique -sans même parler de la protection juridique de la publicité, assimilée à une "liberté d'expression". L'entreprise peut se défendre chaque fois que l'un de ces droits est méconnu par un concurrent ; elle dispose ensuite de l'action en concurrence déloyale si un concurrent lui porte préjudice sans que l'un des droits privatifs ne soit vraiment attaqué.

De multiples droits incorporels coexistent donc, chacun étant adapté à une fonction spécifique : le nom et la marque ont une fonction d'identification de l'entreprise et des produits. Brevets, droits d'auteur, dessins et modèles protègent les fruits de sa créativité. Tous ces supports juridiques de l'activité industrielle ont été largement développés, démultipliés, étendus, depuis la seconde guerre mondiale.

#### **Le sens de la diversité des droits intellectuels**

Marque, brevet, droit d'auteur s'adressent à des objets différents. Les brevets protègent des inventions stricto sensu, en ce qu'elles procurent un résultat industriel. Les droits d'auteur protègent des oeuvres de l'esprit, les dessins et modèles, des formes qui ne produisent pas de résultat industriel ; les "droits voisins" protègent les auxiliaires de la création -artistes interprètes, producteurs ... CHACUN DE CES DROITS POURSUIT UN OBJECTIF SPECIFIQUE, S'ORGANISE SELON DES MODALITES SPECIFIQUES ADAPTEES A SON OBJET ET NE PEUT ETRE SUPPRIME, NI REMPLACE PAR UN AUTRE. L'exigence du résultat industriel n'aurait pas de sens en droit d'auteur ; à l'inverse le droit moral de l'auteur n'a guère de raison d'être en droit des brevets. La marque n'est pas limitée dans le temps car les entreprises qu'elles identifient ont une durée de vie illimitée, alors que le brevet ne donne qu'un monopole temporaire puisque la vocation de la technique est de tomber dans le domaine public.

L'APPARITION D'UNE TECHNOLOGIE NOUVELLE POSE DONC TOUJOURS UN DELICAT PROBLEME : LE TYPE D'INNOVATION QU'ELLE SUSCITE PEUT-IL SE COULER DANS LES FORMES EXISTANTES DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE OU BIEN EST-ON EN PRESENCE D'UNE STRATEGIE D'INNOVATION NOUVELLE QUI NECESSITE UN REGIME JURIDIQUE ADAPTE ? (5) La scission droit d'auteur-brevet s'est faite assez naturellement tant la création artistique et l'invention technique semblaient différentes. Le droit de l'inventeur s'apprécie au regard de la nouveauté de son invention ; la nouveauté est un critère absolu. A l'inverse, le droit de l'auteur s'apprécie au regard de l'originalité de la forme dans laquelle l'oeuvre est exprimée : la nouveauté n'a pas de sens, le fond des oeuvres artistiques étant toujours peu ou prou banal si on le réduit aux caractéristiques substantielles de son contenu. Seule compte la forme. Il serait absurde de prétendre que Sophocle a "divulgué" Oedipe une fois pour toutes !

Depuis la deuxième guerre mondiale, la question de l'opportunité de la création de droits intellectuels sui generis s'est posée déjà à trois reprises : pour les végétaux, pour les logiciels d'ordinateurs et pour les semi-conducteurs. Dans le premier et le troisième cas, les professionnels ont choisi un droit sui generis, dans le second, ils ont choisi le rattachement au droit d'auteur, modifié pour les besoins de la cause ; rattachement jugé plutôt négativement après quelques années de pratique.

CHACUN DES SYSTEMES -MARQUE, BREVET, OBTENTION VEGETALE...- A UNE SOUPLESSE SUFFISANTE POUR TOLERER L'APPARITION DE BRANCHES NOUVELLES AYANT UNE CERTAINE SPECIFICITE ; LES INVENTIONS AYANT TRAIT AUX CORPS CHIMIQUES DISPOSENT D'UN REGIME PARTICULIER AU SEIN DU BREVET (INVENTIONS DE SELECTION) ; L'OBTENTION VEGETALE FONCTIONNE AUSSI BIEN POUR LES HYBRIDES QUE POUR LES AUTOGAMES, AVEC DES ADAPTATIONS . MAIS ALORS, A QUEL MOMENT DEVIENT-IL NECESSAIRE DE CHANGER DE TYPE DE PROPRIETE INTELLECTUELLE ? IL SEMBLE QUE CE SOIT LORSQUE L'ON CHANGE DE STRATEGIE D'INNOVATION, DE STRATEGIE DE CREATION, ET QUE CETTE STRATEGIE SE HEURTE A UN ELEMENT FONDAMENTAL DU REGIME DE PROTECTION PREEXISTANT .

C'est ainsi que la création de variétés végétales a été perçue par les professionnels comme un métier ne s'accommodant pas du droit des brevets. Il y avait un certain nombre d'obstacles que l'on pouvait contourner en adaptant le droit des brevets. Mais l'un d'entre eux paraissait dirimant. Il s'agit de bien le comprendre car il va constituer l'épine dorsale de tous nos raisonnements.

La réservation d'une technique par le droit des brevets incite les concurrents à chercher de nouvelles voies de recherche pour résoudre le problème technique posé. C'est pourquoi le perfectionnement breveté d'une technique brevetée, ne peut être exploité sans licence - volontaire ou obligatoire- du titulaire du brevet dominant : "perfectionner c'est contrefaire" dit l'adage. Les services de brevets des grandes entreprises expliquent volontiers que la considération des brevets d'autrui constitue un guide précieux des pistes de recherche qui leur sont fermées. Sauf cas tout-à-fait exceptionnel, il existe toujours un moyen d'aboutir à un résultat, différent sur le plan technique, mais substituable sur le plan commercial. Le monopole des uns joue donc le rôle d'un aiguillon pour dégager de nouvelles pistes de recherche pour les autres. La stratégie inventive dans les domaines classiques qui relèvent du brevet, repose sur la possibilité d'une multiplicité de pistes de recherche. La collectivité profite donc du système des brevets de multiples façons : incitation à la recherche pour celui qui espère le brevet, mais aussi incitation pour les concurrents à ouvrir des voies indépendantes de la première.

A l'inverse, l'amélioration des plantes repose sur la concentration progressive dans un organisme complexe des qualités de ses géniteurs. Au lieu de multiplier des pistes autonomes, on les intègre les unes aux autres. Si l'on choisissait pour l'amélioration des plantes le système des brevets, on ne disposerait guère que de brevets dépendants les uns des autres (6). La question fondamentale sera donc de savoir si l'ingénierie génétique transforme cette stratégie inventive reposant sur l'intégration des qualités en une recherche de qualités autonomes. Si

l'on répond oui à cette question, le brevet est suffisamment souple pour s'adapter aux autres spécificités de la création variétale ; si l'on répond non, le système des brevets n'est pas adéquat.

### **Les innovations dans le secteur agricole**

Qu'en est-il dans le secteur agricole ? Certaines inventions ne posent pas de problèmes particuliers : le machinisme agricole, les engrais, les pesticides se rattachent évidemment au droit des brevets. Dès que l'on sort de ces hypothèses simples, les réponses ont longtemps été peu claires. Tant qu'on a eu une conception artisanale de l'agriculture, on a considéré que les procédés de culture -le terme était vague- n'étaient pas brevetables, faute de résultat industriel. On refusait donc la brevetabilité de procédés d'assolement, d'hybridation ou de greffe. Ce refus faillit être repris dans la Convention de Strasbourg du 27 novembre 1963, dont les premiers projets prévoyaient d'exclure de la brevetabilité les procédés agronomiques et horticoles (la mention de cette suppression est faite dans les travaux préparatoires, séance du 13 décembre 1961, Memorandum de secrétariat). Cette exclusion, qui avait toujours été critiquée ne fut donc supprimée que tardivement.

Mais, bien souvent, les inventions agronomiques ne répondent pas aux conditions générales de brevetabilité . Cette difficulté est contournée par les "logiciels fermiers", de plus en plus nombreux dans les exploitations, qui sont protégés comme tous les logiciels par des droits d'auteur. Le problème qui se pose alors est plutôt celui de la multiplication de ces logiciels. De très nombreux projets de recherche de l'INRA reposent sur la mise au point de logiciels permettant d'indiquer à l'agriculteur la stratégie qu'il doit mettre en place pour réagir aux données qui résultent de l'analyse des sols, des maladies, des produits, etc. (7). Cette grande sophistication présente des avantages incontestables puisqu'elle met à la disposition des agriculteurs les savoirs les plus récents, mais cela augmente des intrants déjà jugés excessifs. Il faudra sans doute longtemps avant de déterminer si les coûts supplémentaires sont compensés par les économies et les gains que cela devrait permettre.

La question est de savoir quelles conséquences la multiplication des techniques sophistiquées, que l'on ne peut utiliser qu'en payant des redevances, aura sur la structure du monde agricole. La tendance est à penser que cela accélérera la disparition des petites exploitations, et la distinction entre les terres riches --sur lesquelles on peut introduire ce type d'innovations dont l'investissement est onéreux mais la rentabilité satisfaisante--, et les terres ingrates sur lesquelles ces techniques ne peuvent pas être rentabilisées, ce qui pousse à leur abandon pur et simple.

Une réponse aurait pu être trouvée dans le maintien du privilège du fermier, et son extension aux logiciels par exemple, ou la production de logiciels par le secteur public. Mais de telles solutions, pensables il y a quelques années, font aujourd'hui la quasi-unanimité contre elles. Une formation professionnelle adaptée à ces nouveaux outils pourrait permettre aux agriculteurs de garder une certaine autonomie; mais on sort ici de la problématique juridique, et ces réponses ne sont que très marginales.

**IL N'Y A EN TOUT CAS PLUS D'OBSTACLES DE DROIT A LA PROTECTION DES INNOVATIONS DU SIMPLE FAIT QU'ELLES S'APPLIQUENT AU MONDE AGRICOLE .** Mais de nouveaux obstacles ont surgi : on attend beaucoup de progrès du

développement des biotechnologies en agriculture, or la protection des innovations dans ce secteur fait encore l'objet de nombreuses incertitudes . Un intense mouvement de réflexion a été entrepris ; mais il n'est pas certain qu'il l'ait été sur de bonnes bases, c'est-à-dire sur une connaissance intime de la stratégie d'innovation dans ce secteur.

### **Innovation et biotechnologies**

L'agriculture fera apparemment un large usage des micro-organismes, de kits de diagnostic comportant des sondes d'ADN , de végétaux et d'animaux transgéniques, ou plus probablement dans un premier temps, de végétaux et d'animaux dont une étape de sélection aura nécessité un outil du génie génétique (8). Notre attachement à la philosophie du progrès et au libéralisme implique de leur trouver un système de protection, et il faut que ce système soit adéquat aux particularismes des biotechnologies.

LE PROBLEME EST DE SAVOIR SI CET ENSEMBLE DE TECHNIQUES EST SPECIFIQUE AU POINT DE RECLAMER CE QUE LES JURISTES APPELLENT UNE "PROTECTION SUI GENERIS", OU SI ELLES PEUVENT SE COULER DANS LE MOULE TRADITIONNEL DU DROIT DES BREVETS. L'objet même de ce rapport est de répondre à cette question, sachant que la réponse ne sera pas forcément univoque. Certaines techniques ou certains produits caractéristiques de la biologie ressortiront peut-être du droit des brevets alors que d'autres pourraient nécessiter un droit sui generis.

Il n'est en effet pas absolument nécessaire de disposer d'un instrument unique, au moins tant que les travaux effectués sur les micro-organismes, les végétaux et les animaux restent des métiers distincts les uns des autres. Certains ont parlé de leur rapprochement progressif -ce qui impliquerait à terme un régime juridique unique pour la propriété intellectuelle- (9) . On parle aujourd'hui plutôt "d'interface" (les travaux OMPI-UPOV, et ce rapport chap.V) .

En fait, l'unité relevant du concept de biotechnologie (au singulier) est une idée récente et recouvre encore de larges différences, ce qui explique la grande diversité des situations juridiques actuelles . Les procédés de fermentation utilisant des organismes vivants ont été brevetés dès le XIXème siècle, apparemment sans que personne ne réalise que l'on incluait dans ces brevets des êtres vivants . L'évolution s'est faite au sein des organismes nationaux de propriété industrielle, qui se sont progressivement organisés pour que l'on puisse déposer des souches témoins. Le système a commencé à s'uniformiser avec la Convention de Budapest en 1977.

Mais la prise de conscience de la brevetabilité du micro-organisme en tant que tel, envisagé comme être vivant, est récente. Le premier document juridique qui confirme la brevetabilité d'un micro-organisme qualifié clairement d'être vivant en expliquant pourquoi cette qualité ne doit pas l'exclure de la brevetabilité, est un arrêt de la Cour Suprême des Etats-Unis rendu en 1980 (il y avait eu en 1969 en Allemagne Fédérale l'affaire du pigeon rouge qui aboutissait au même résultat, mais la discussion philosophique avait été éludée ; d'autre part, les techniques du génie génétique n'étaient pas encore disponibles et l'Allemagne n'a pas le même poids économique et symbolique que les Etats-Unis. L'affaire n'eut donc pas de suites marquantes dans la doctrine).

Mais si les micro-organismes n'ont jamais été exclus spécifiquement de la brevetabilité, il en va tout autrement des variétés végétales et des races animales qui, après avoir été ignorées du droit des brevets, ont été expressément exclues de la brevetabilité par la Convention de Strasbourg en 1963, puis par la Convention de Munich en 1973.

Les variétés végétales sont protégées par le droit d'obtention végétale, droit qui est profondément différent du droit des brevets.

Les races animales ne font généralement pas l'objet d'un droit de propriété intellectuelle. Certes, l'Office américain des brevets a admis la brevetabilité d'une huître, puis d'une souris transgénique, mais ces décisions n'ont pas été confirmées par une instance judiciaire et les autorités législatives sont dans l'expectative. En Tchécoslovaquie existe une loi unique sur l'obtention végétale et animale, en Hongrie un soit-disant brevet, conçu en réalité sur le modèle de l'obtention végétale. Il n'existe pas de très forte demande des milieux professionnels car la spécificité de la création permet aux entreprises de se protéger de manière très efficace par le secret et l'organisation de l'insémination, pour le moment tout au moins (chap. VI).

Tout cela a bien fonctionné pendant longtemps : la séparation entre les différents métiers -fermentation, sélection végétale, sélection animale- faisait que chacun s'était organisé son mode de protection. C'est dans ce contexte qu'est intervenue la prise de conscience qui a abouti au terme de biotechnologie, prise de conscience de l'unité du vivant, de l'unité des techniques de manipulation du vivant, ce qui permettait d'anticiper sur une unification des différents métiers (il faut pourtant noter qu'en 1981 encore, Dolly Darmon, à la suite de la DGRST, n'incluait dans les biotechnologies que les micro-organismes, et les cellules végétales et animales, mais pas les végétaux ni les animaux (10)). De là à conclure qu'il fallait procéder à une unification immédiate des systèmes de protection, il n'y avait qu'un pas qui fut vite franchi : le brevet, applicable aux micro-organismes devait s'étendre à toutes les "inventions biotechnologiques". Les exclusions contenues dans la Convention de Munich devaient disparaître. C'est ce que décidèrent les entreprises du secteur agro-chimique. Les biotechnologies étant amenées à remplacer et compléter un grand nombre de leurs productions traditionnelles, ces entreprises anticipèrent sur une extension de leurs activités directes dans le secteur agricole. On assista à des rachats d'entreprises semencières et à une forte demande d'unité du mode de protection des innovations au sein du brevet. En réalité, le mouvement de fusion totale de ces activités ne s'est pas confirmé, et les derniers mois ont montré une évolution en sens inverse :

### **L'INDUSTRIE DES SEMENCES : TOUJOURS A L'ETAT DE PROMESSE**

*L'industrie des semences qui est présentée depuis des années comme un secteur prometteur des biotechnologies, continue de n'être qu'une promesse. Récemment les entreprises du secteur chimique y avaient fait leur entrée : des "majors" comme ICI, Ciba-Geigy, Sandoz, Rhône-Poulenc, Pfizer. Le chiffre d'affaires du secteur semencier à l'Ouest serait de 10 à 20 milliards de dollars par an. Mais les marges sont modestes: Par nature, l'activité est cyclique et dépend des particularités du secteur agricole. D'énormes sommes ont été investies en anticipant sur des retours importants liées à ces nouvelles plantes "construites" pour résister aux insectes et aux maladies. Mais il y a un problème : il n'est pas certain que ces développements "fassent de l'argent" . Non seulement c'est une science particulièrement coûteuse, mais le temps de développement des produits est particulièrement long. Et il n'y a aucune certitude que les résultats du laboratoire marchent en pleins champs.*

*Il en résulte qu'un certain nombre de grands groupes ont déjà quitté le secteur : la Shell, après avoir dépensé 150 millions de dollars par an, Pfizer, Rohm and Haas...*

*Financieel Economische, TIJD du 6-6 90*

Ces remarques qui tranchent avec le discours triomphaliste des années précédentes montre que l'absorption technique et juridique des métiers de l'agriculture dans les biotechnologies "dures" est au minimum prématurée. On peut même penser qu'elle repose sur des bases scientifiques partiellement érronées . Mais avant d'apprécier, pour chacune des inventions relevant de la biotechnologie si le brevet est, ou non, adapté, il faut revenir sur les raisons qui avaient conduit à les exclure de la brevetabilité. Pourquoi les lois sur les brevets prévoient-elles toutes des exclusions à la brevetabilité, exclusions parfois étendues, parfois restreintes par le juge ?

## Références du Chapitre I : Innovation et Choix de Société

- (1) Y.Plasseraud et F.Savignon : L'Etat et l'invention - Histoire des brevets . La Documentation Française, 1986
- (2) Les pays de l'Est sont en train d'élaborer des lois sur les brevets qui puissent correspondre aux normes du système libéral de manière à pouvoir adhérer à la Convention sur le brevet européen (CBE). Les pays en développement résistent, le système étant totalement déséquilibré puisqu'ils ne sont pas créateurs de technologies. C'est l'un des problèmes en discussion au GATT .
- (3) La Cour Suprême des Etats-Unis a admis la brevetabilité des micro-organismes dans le célèbre arrêt Chakrabarty par 5 voix pour, quatre voix contre. Le "dissent" fit une analyse intéressante de la finalité du droit des brevets, montrant que le système avait pour objectif de concilier la méfiance à l'égard des monopoles et l'incitation au progrès technique.
- (4) Sur cette critique, cf B.Salgues : Evaluation économique des droits de propriété intellectuelle . In Le droit du génie génétique végétal, sous la dir. de M.A.Hermitte, Librairies Techniques, 1987.
- (5) Dans une réflexion sur la spécificité des différents droits intellectuels, J.Azema aboutit à la conclusion que les logiciels sont spécifiques, mais pas les biotechnologies, cf. Mélanges Mathély, 1990.
- (6) La question sera traitée en détail dans le chapitre V. Le problème existe déjà largement dans le secteur de la chimie, mais il se pose différemment, la structure économique du secteur étant tout-à-fait différente.
- (7) Sylvie Bonny et Pierre Dauce : Recherches et innovations en agriculture : essai de bilan des changements techniques susceptibles de se diffuser au cours des prochaines années . Economie et sociologie rurales, Grignon-Rennes 1987, INRA, Notes et Documents, n°18.
- (8) Ibid.
- (9) Ernest Gutman : Les modalités de la protection des innovations dans le domaine de la création végétale : le système du brevet et ses limites. In Le droit du génie génétique végétal, sous la dir. de M.A.Hermitte, Librairies Techniques, 1987.
- (10) Dolly Darmon : Protection juridique des inventions biotechnologiques. Revue d'économie industrielle, n°18, 4ème trim. 1981.

## CHAPITRE II

### LE BREVET ET SES EXCLUSIONS : CONSIDERATIONS TECHNIQUES ET CHOIX DE SOCIETE

TOUTE LOI SUR LES BREVETS CONNAIT CE QUE L'ON APPELLE DES EXCLUSIONS A LA BREVETABILITE . LA DOCTRINE N'A JAMAIS BEAUCOUP ANALYSE LA RAISON D'ETRE DE CES EXCLUSIONS QUI CHANGENT SELON LES EPOQUES, QUI SONT DIFFERENTES SELON LES PAYS, ET QUI REPOSENT SUR DES FONDEMENTS TRES DIVERS.

IL EXISTE DES EXCLUSIONS QU'IL FAUT RATTACHER A DES CONSIDERATIONS DE TECHNIQUE JURIDIQUE : si les lois scientifiques sont exclues de la brevetabilité, c'est essentiellement parce qu'il serait bien difficile de désigner l'auteur de la loi, de faire payer les redevances, d'organiser les saisies-contrefaçons, etc. (1)

IL EXISTE DES EXCLUSIONS QU'IL FAUT RATTACHER AUX CHOIX DE SOCIETE car "le droit des brevets ne peut rester en dehors de tout système de valeurs" (2) : on prévoit ainsi d'introduire dans les législations une nouvelle exclusion, celle de "l'être humain en tant que tel".

ET L'ANALYSE EST RENDUE ENCORE PLUS DIFFICILE PAR DEUX PHENOMENES : D'UNE PART LES EXCLUSIONS REPOSENT LE PLUS SOUVENT SUR UN MELANGE INTIME ENTRE LE FONDEMENT TECHNIQUE ET LE FONDEMENT ETHIQUE (3). D'AUTRE PART LE MECANISME DE FORMULATION DES EXCLUSIONS RESTE PEU RATIONNEL, PAR NATURE . En effet, les propriétés intellectuelles qui étaient au XIXème siècle un régime exorbitant du droit commun, sont perçues aujourd'hui comme le régime général, les exclusions devenant des exceptions qu'il faut donc interpréter de manière restrictive et réduire au minimum (4) . Cette évolution est un choix de société qui n'est pas forcément judicieux au moment où les démocraties occidentales commencent à prendre conscience des effets de leurs crises éthiques.

La nécessité d'une exclusion ne peut être appréciée qu'une fois que le problème se pose effectivement. Il en résulte que c'est le plus souvent le juge qui formule les exclusions, même si elles sont reprises par la suite par le législateur. Il en résulte aussi que ces exclusions évoluent avec la société qui les définit ; il en résulte enfin qu'au moment où l'on se trouve confronté à un nouveau problème, tel celui de la brevetabilité de l'être humain, il est par hypothèse "sans précédent" . On ne peut guère s'appuyer sur une tradition, aucun droit des brevets n'ayant jamais pensé à la nécessité d'exclure l'être humain. Il faut donc à ce moment, faire oeuvre d'imagination, s'appuyer sur des considérations éthiques générales qui paraissent à première vue étrangères au droit des brevets.



En effet, déclarer la brevetabilité de l'être humain ne fait de mal à personne . Cela peut même encourager certaines recherches utiles . Alors, pourquoi la rejeter ? Certainement parce que cela choque la conscience commune. Mais, pourquoi ? Le brevet n'est jamais que la rémunération par le marché d'une invention . **LA CRITIQUE CONTENUE DANS L'EXCLUSION DE L'ETRE HUMAIN IMPLIQUE DONC QUE L'ON NE SOUHAITE PAS LIER CE TYPE D'INVENTIONS A UNE REMUNERATION PAR LE MARCHE ET LE MONOPOLE.**

Pour réaliser l'IMPORTANCE POLITIQUE du choix des exclusions, il faut encore se souvenir que, lors des négociations sur la Convention de Munich, la France s'est montrée attachée à ce que "les problèmes en matière de brevetabilité ne soient pas du ressort du Conseil d'administration (de l'organisation européenne des brevets, ce qui aurait eu pour effet de les faire échapper au contrôle des Etats) ; celui-ci ne doit pas avoir le droit de modifier de son propre chef les différentes dispositions de la Convention quelle que soit la procédure juridique employée" (5).

C'est en ayant ces quelques considérations à l'esprit qu'il faut examiner le sens des exclusions qui subsistent aujourd'hui dans le domaine de l'agriculture, tant sur le plan technique qu'au regard d'un éventuel fondement éthique.

Toute loi sur les brevets délimite son champ d'application en définissant des conditions de brevetabilité qui peuvent être classées -comme le propose J-M.Mousseron- en conditions positives et conditions négatives. Conditions positives : ce doit être une <invention>, elle doit être <susceptible d'application industrielle>, <nouvelle> et <impliquer une activité inventive> ; conditions négatives : elle ne doit pas être contraire à <l'ordre public et aux bonnes moeurs>, ni appartenir à une <catégorie d'inventions exclue "per se" de la brevetabilité>, comme les obtentions végétales et les races animales par exemple.

Les exigences d'application industrielle, de nouveauté et d'activité inventive sont des exigences qui ont trait à la technique juridique et à la technique tout court. Il y a application industrielle chaque fois que l'objet du brevet peut être fabriqué par l'industrie ou utilisé par elle, l'industrie comprenant expressément l'agriculture (6). Les textes déduisent de cette exigence d'application industrielle que les méthodes de traitement chirurgical ou thérapeutique du corps humain ou animal et les méthodes de diagnostic appliquées au corps humain ou animal ne sont pas brevetables. Le fondement de cette exclusion est devenu de plus en plus erroné, au fur et à mesure que les opérations chirurgicales se réalisaient en série sur des modèles extrêmement précis et descriptibles. En réalité, il est à peu près évident que, dans ce cas, c'est l'idée même de brevetabilité de tels procédés qui choque : on n'aime pas penser que des techniques de pointe concernant la vie humaine puissent faire l'objet de droits exclusifs d'exploitation. Il serait donc plus exact de faire figurer ces exclusions au chapitre des bonnes moeurs, ou des exclusions "per se" qui sont liées largement aux bonnes moeurs. Il est important de noter que le CORPS ANIMAL A ETE ICI TOTALEMENT ASSIMILE AU CORPS HUMAIN (7).

Les exclusions de brevetabilité qui résultent de la notion d'invention sont assez ambivalentes. Généralement la doctrine les relie à l'exigence d'un caractère technique qui

résulte du concept d'invention (8), mais ce n'est pas totalement convaincant. La loi de 1978 déclare que "ne sont pas considérées comme des inventions" : les découvertes ainsi que les théories scientifiques et les méthodes mathématiques, les créations esthétiques, les plans, principes et méthodes dans l'exercice d'activités intellectuelles, en matière de jeu ou dans le domaine des activités économiques, ainsi que les programmes d'ordinateurs, les présentations d'informations. La plupart de ces exclusions servent à délimiter le champ d'application du brevet par rapport à d'autres droits intellectuels, tout particulièrement le droit d'auteur. Mais les découvertes, les théories scientifiques et méthodes mathématiques restent exclues de toute forme de protection.

Certes, on aperçoit bien la différence entre une théorie scientifique ou la découverte d'une nouvelle planète et l'invention applicable dans l'industrie. Mais il n'y a guère de découverte scientifique qui ne soit liée aux inventions qui la mettent en application et cette constatation a été faite depuis longtemps, provoquant un grand nombre de travaux de doctrine et de travaux législatifs qui avaient pour but d'obtenir une protection pour le savant, qui pourrait ainsi toucher des redevances prélevées sur les applications industrielles de sa découverte. On a toujours reculé devant les difficultés d'application concrète de cette idée. Mais il semble bien qu'il n'aurait pas été impossible de trouver des moyens, certes imparfaits, de rémunérer "la propriété scientifique"(9). Il paraît donc peu probable que cette exclusion ne résulte pas, elle aussi, de considérations morales : la connaissance scientifique est toujours considérée comme la révélation d'une vérité préexistante, qui est le patrimoine commun de l'humanité (10).

Ce qui est curieux et appelle réflexion, c'est le souci des rédacteurs des conventions internationales et des lois nationales de camoufler les fondements moraux derrière des fondements techniques. La matière s'y prête puisque ces exclusions mélangent effectivement les deux fondements, mais cela manque un peu de panache, et prive la doctrine de pistes de réflexion intéressantes.

Car ce que l'on commence déjà à apercevoir, c'est que le droit des brevets est, malgré bien des dénégations des spécialistes, intimement lié à une conception, évolutive évidemment, de la société. L'impression s'accroît lorsque l'on passe au deuxième type d'exclusions.

L'article 7 de la loi française de 1978 déclare que ne sont pas brevetables trois types d'inventions :

- a) celles qui sont contraires à l'ordre public et aux bonnes moeurs
- b) les obtentions végétales qui bénéficient du droit d'obtention végétale
- c) les races animales ainsi que les procédés essentiellement biologiques d'obtention de végétaux ou d'animaux, cette disposition ne s'appliquant pas aux procédés microbiologiques et aux produits obtenus par ces procédés.

Il faut noter tout de suite que les exclusions des variétés végétales, des races animales et des procédés essentiellement biologiques sont situées dans le même article que celle qui a trait à l'ordre public et aux bonnes moeurs, ce qui les rattache aux considérations morales plutôt qu'aux considérations techniques, même si il y a là encore ambivalence (11).

La référence à l'ordre public et aux bonnes moeurs est très rarement utilisée ; on cite

toujours le même exemple, celui d'un brevet qui couvrirait la fabrication de colis piégés. On se doute évidemment que ces inventeurs ne s'intéressent guère aux procédures légales. En fait, il faut revenir au sens juridique dérivé du latin, qui fait référence de manière beaucoup plus large aux coutumes, aux croyances, aux choix de société. Les rares applications de cet article ont concerné l'invention d'une ceinture de chasteté (12) et d'un dispositif anticonceptionnel. La première serait peut-être encore refusée de nos jours. A l'inverse, la seconde est précisément devenue conforme aux moeurs (13). En 1913 un brevet sur une pipe à opium a été annulé, et il est probable qu'un procédé de purification de l'héroïne le serait encore aujourd'hui (14).

Il ne serait pas mauvais d'aller plus loin dans la réflexion, avec les possibilités dont on dispose aujourd'hui : les lois et les codes de bonne conduite concernant les procréations artificielles interdisent tous la fabrication de clones humains et des chimères homme-animal, même à des fins expérimentales (15). Ce pourrait être un exemple de brevet contraire aux bonnes moeurs plus approprié à notre société. Mais qu'en serait-il du brevet de Fleming, conseil en brevets, qui, d'après les informations de seconde main dont dispose l'auteur de ce rapport, s'est fondé sur des publications concernant la transplantation de têtes d'animaux et de perfusions sur un cerveau isolé, a résolu certains problèmes techniques, puis a déposé un brevet pour un système de traitement du sang destiné à faire des perfusions à une tête animale coupée. On sait que cette ligne de recherche qui a impliqué aussi des têtes de foetus humains est assez largement condamnée ; qu'en est-il d'un tel brevet, n'est-il pas typiquement contraire aux bonnes moeurs de notre époque ? (16) Le juge américain doit incessamment prendre parti sur le projet d'un homme de se faire congeler et couper la tête en vue d'une greffe future.

La référence à l'ordre public et aux bonnes moeurs est un mécanisme souple où le législateur délègue au juge la charge d'apprécier de manière évolutive les convictions qui relèvent de l'air du temps (17). Dans les autres cas prévus à l'article 7, le législateur a tranché lui-même, ce qui diminue la marge de manoeuvre du juge.

Sur ce fond d'ordre public et de bonnes moeurs, comment peut-on interpréter les exclusions concernant les variétés végétales, les races animales et les procédés essentiellement biologiques ?

*Tôt ou tard, les systèmes de propriété industrielle rencontrent le vivant et doivent décider l'exclusion ou l'inclusion dans le champ du brevet des espèces animées ou de certaines d'entre elles seulement, avec en arrière-plan, sans doute, le souci des interventions concernant l'espèce humaine elle-même, qui va s'accusant avec les premières manipulations génétiques réalisées sur nos semblables. Préalable aux problèmes techniques de brevetabilité des obtentions végétales, des espèces animales... la première question posée est d'ordre politique pour ne pas dire éthique et consiste à demander si la ligne de démarcation du non vivant et du vivant doit être la frontière de la brevetabilité et de la non brevetabilité*

*Une première attitude l'admettait assez généralement, voici cinquante ans, et "le vivant en tant que tel était exclu du champ de la loi sur les brevets".*

*Une attitude inverse est en cours de (lente) affirmation.*

*J.M. Mousseron, p. 442*

On ne peut mieux poser le problème dans sa dimension historique, politique au sens fort du terme, et dans son ambivalence. Si l'on examine attentivement les lois sur les brevets, le vivant n'en a jamais été expressément exclu comme le fait remarquer F.Savignon, ancien directeur de l'Institut National de la propriété industrielle (18) . Mais, contrairement à ce que dit Fr.Savignon, il n'y en avait pas moins une exclusion tacite relevant de ce que J-M Mousseron qualifie d'"attitude", B.Edelman de "conscience commune des juristes" .Il est bien sûr difficile, après coup, d'arriver à communiquer ce qui fut une croyance commune, si intériorisée qu'elle n'était guère exprimée. Où sont les preuves dont nous avons besoin ? Quand il présenta le projet de loi sur l'élevage en 1966, Edgar Faure put dire : "Il ne doit pas y avoir de mercantisme dans la génétique. Il n'est pas impossible que les gens qui exploitent un centre d'insémination artificielle, non seulement couvrent leurs frais, mais encore gagnent de l'argent, mais cette activité ne doit pas être principalement mercantile car elle concerne la race elle-même..." (19) Cette croyance commune était si incorporée aux mentalités que jusqu'au début du XXème siècle, on ne trouve guère de traces de demandes de brevets portant sur des végétaux ou des animaux. Quand ces demandes commencèrent à arriver, elles furent rejetées par le juge, pour des raisons de principe d'abord (l'oeillet du tribunal de Nice), puis pour des raisons techniques (le pigeon rouge d'Allemagne Federale), ce qui montre une érosion progressive de cette croyance (20 et 21). Mais c'est précisément parce que la croyance commune était très forte que l'exclusion n'était pas inscrite dans la loi : La réduire à des difficultés techniques est bien insuffisant.

On assiste à un phénomène un peu du même ordre aujourd'hui avec l'être humain . L'être humain n'a jamais été exclu de la brevetabilité, à la fois parce que techniquement il n'était guère envisageable de "fabriquer" un être humain, et parce que l'exclusion paraissait couler de source. Que ce soit par la voie législative ou par la jurisprudence, la plupart des législations avaient même constitué une sorte de glacis de protection autour de l'être humain en tant que tel : c'est pourquoi les thérapeutiques et les interventions chirurgicales ne sont pas brevetées, que les produits pharmaceutiques ne l'ont pas été pendant longtemps, que le brevet d'un procédé d'embaumement put être refusé en France et que certaines législations allant beaucoup plus loin, les préparations alimentaires elles-mêmes ont pu être exclues du brevet.

Il n'en va plus ainsi aujourd'hui . Tout ce glacis de protection a quasiment disparu ; de nombreux "produits" du corps humain sont brevetés depuis les années soixante-dix : un gène humain s'exprimant dans un micro-organisme est brevetable du fait même de la brevetabilité du micro-organisme qui le contient (gène de l'insuline, de l'hormone de croissance par exemple). De même on estime généralement que les procédés permettant de manipuler les organes humains aux fins de transplantations sont brevetables, et que cela couvre les organes (22). Le problème se pose aujourd'hui pour les procédés de fécondation in vitro (23). La Communauté européenne pousse à leur brevetabilité. Et c'est parce que l'étau se resserre autour de l'être humain que les législations sur les brevets envisagent pour la première fois la nécessité d'exclure de la brevetabilité "l'être humain en tant que tel" . C'est parce que les possibilités techniques existent que l'on affirme le principe juridique : il n'est pas nouveau pour autant, il devient seulement nécessaire de le faire passer de l'état de non-dit à l'affirmation solennelle, de l'évidence intuitive et passive à l'affirmation volontariste.

Ce qui se passe aujourd'hui pour l'être humain en tant que tel, c'est ce qui s'est passé hier pour le vivant dans son ensemble. Dès que les choses sont devenues techniquement possibles, il a fallu définir ce que l'on allait inclure dans la brevetabilité et ce que l'on allait en exclure.

Pour la France, ce travail fut réalisé entre 1963, date de la Convention de Strasbourg et 1978, date de la loi française sur les brevets, qui harmonise les dispositions nationales avec les engagements internationaux ; et il en résulta une décomposition qui répondait d'assez près aux représentations que l'homme se fait de ses liens avec les différents êtres vivants : les micro-organismes, avec lesquels l'homme de la rue se sent peu de liens devenaient brevetables, le végétal et l'animal restaient exclus. Mais les dérives étaient inscrites dans cette première approche, car il n'y a pas de frontière évidente, objective, entre les micro-organismes et le reste du vivant.

### Les micro-organismes

C'est la Convention de Strasbourg qui affirma la brevetabilité des procédés microbiologiques et des produits obtenus par ces procédés. En 1963, cela renvoyait aux procédés de fermentation dans lesquels on met en oeuvre une souche de micro-organisme isolée dans la nature pour lui faire produire un composé, ou opérer une action chimique ou physique sur un substrat . A l'époque, seuls le procédé et le produit final obtenus étaient brevetés. Certes, on indiquait quelle souche on utilisait, mais cette souche n'était généralement pas brevetée en tant que telle (24). Simple découverte, ou produit de la nature déjà connu, n'importe qui pouvait l'utiliser à d'autres fins.

Depuis les premières manipulations génétiques de 1972, on peut modifier les organismes utilisés dans les procédés microbiologiques pour "construire" le micro-organisme ayant les qualités nécessaires pour produire un produit perfectionné, opérer la conversion d'un produit, produire à moindre coût, dans des conditions plus difficiles etc. La technique changeait de nature puisque, désormais, le produit obtenu n'était plus seulement ce qui était produit par le micro-organisme, mais dans certains cas le micro-organisme lui-même .Il devenait logique de réclamer la brevetabilité de ces micro-organismes transformés par l'homme. Après une période d'hésitations, la " brevetabilité des micro-organismes < per se > " fut reconnue par l'Office européen des brevets en 1982, soit deux ans après la consécration par le juge américain (25).

Pourtant, la Convention de Munich, qui date de 1973, reprend la même formulation que la Convention de Strasbourg. Or, les travaux préparatoires de la Convention de Strasbourg montrent clairement que la brevetabilité des procédés microbiologiques était considérée comme une exception au sein de la non brevetabilité des produits de "nature biologique" et des "procédés essentiellement biologiques" (séance du 8 août 1962 n°7). Aujourd'hui, on a inversé l'ordre des choses et l'on dit que la non brevetabilité est l'exception, ce qui est sans doute contraire à la volonté des Etats telle qu'elle s'exprimait à l'époque. De plus, même si peu d'exemples sont donnés du contenu que les délégations donnaient à ces expressions, ils concernent des procédés d'amélioration des conditions d'obtention de levures et bactéries, mais ne proposent jamais l'être vivant en lui-même( délégation anglaise, 28 juin 1962). Et pendant un certain temps, encore, la doctrine la plus autorisée avait déduit de la référence à la brevetabilité des seuls procédés microbiologiques que les micro-organismes eux-mêmes en

étaient exclus, ce qui semblait confirmé par l'exclusion expresse des races animales et des variétés végétales puisqu'il était admis que les micro-organismes relèvent d'un règne ou de l'autre, sauf pour le cas, douteux, des protistes (26).

### **SUR LA DIFFICULTE DE DEFINIR LES MICRO ORGANISMES**

*Les microorganismes sont des organismes microscopiques inférieurs à 0,1 mm ; ils appartiennent soit au règne végétal, soit au règne animal, soit à une catégorie intermédiaire, les protistes.*

*définition scientifique générale des années soixante*

*la bactérie est une petite usine chimique capable d'effectuer environ deux mille réactions*

*François Jacob*

*Les microorganismes se rapprochent beaucoup plus de compositions techniques inanimées <...> que des chevaux et des abeilles ou des framboises et des roses . Ils sont devenus des outils importants de l'industrie chimique <...> et lorsqu'un nouvel outil industriel, utile, réel, mais non évident est inventé <il n'y a pas de raison de priver son inventeur> des avantages du système des brevets... Pour ce qui est de la crainte que notre décision permettra nécessairement ou "logiquement" de breveter toutes les espèces utiles et non évidentes, de plantes, d'animaux et d'insectes créées par l'homme, nous croyons qu'elle est outrée.*

*Juge Kashwa, 1977*

*Elle courait à la cuisine, et revenait avec de l'alcool, de l'eau de Javel, des cristaux de soude... Il faut dire qu'à cette époque, les microbes étaient tout neufs, puisque le grand Pasteur venait à peine de les inventer, et elle les imaginait comme de très petits tigres, prêts à nous dévorer par l'intérieur*

*Marcel Pagnol*

*Le terme de micro-organisme s'entend dans son sens le plus large, c'est-à-dire comme comprenant l'ensemble des entités microbiologiques capables de réplication, et, entres, les bactéries, les champignons, les virus, les mycoplasmes, les rickettsies, les algues, les protozoaires et les cellules*

*Article 19 du projet de directive de la Commission des Communautés européennes (sera vraisemblablement modifié)*

*L'exclusion des variétés végétales et des races animales inclut "les micro-organismes car, sinon, si les micro-organismes étaient autre chose que de petits organismes végétaux ou animaux, les procédés microbiologiques mis en oeuvre grâce à eux ne feraient pas intervenir d'organismes végétaux ou animaux"...*

*Division de Recours de l'Office des Brevets autrichien, 1985 (décision très contestée par la doctrine)*

*Nous pensons que, compte tenu des objectifs à la base de l'instauration du système des brevets, nous devons inclure les micro-organismes et leurs cultures parmi les "articles manufacturés" et les "compositions de matières". Nous estimons que le fait que les micro-organismes sont vivants est une distinction sans signification du point de vue juridique et qu'ils doivent être considérés de la même manière que les composés chimiques .*

*Court of Customs and Patent Appeals, 1978, affaire Bergy*

## **SUR LA DIFFICULTE DE DEFINIR LES MICRO ORGANISMES**

(suite)

*Le terme de "micro-organisme" n'est pas défini dans le traité (de Budapest), de sorte qu'on peut l'interpréter dans un sens large en ce qui concerne les micro-organismes susceptibles d'être déposés aux termes du traité . Dans la pratique, il importe moins de savoir si, techniquement, une entité est ou non un micro-organisme que de savoir si le dépôt de cette entité est nécessaire aux fins de la divulgation et si une autorité de dépôt internationale l'acceptera. Ainsi, pas exemple, des cultures de tissus et des plasmides peuvent être déposés aux termes du traité même si ce ne sont pas des micro-organismes au sens strict.*

*Guide du dépôt des micro-organismes selon le traité de Budapest (1989)*

**Note de l'auteur : voici un exemple presque caricatural d'une fiction juridique, permettant d'élargir un régime prévu pour les seuls micro-organismes à tous les organismes vivants !**

Il ne devrait plus en être de même aujourd'hui ; les scientifiques donnent le plus souvent une définition négative du micro-organisme comme être vivant non visible à l'oeil nu, qui n'est ni un animal, ni un végétal pluricellulaire, ni un virus pluricellulaire.

Mais la revendication en faveur de la brevetabilité des micro-organismes transformés était très forte . Les auteurs commencèrent à faire remarquer que le micro-organisme n'était pas expressément exclu, et qu'on ne pouvait pas sérieusement le rattacher au règne végétal ou animal . Le modèle devenait le protiste (27). Dès que la brevetabilité du micro-organisme transformé fut admise, on demanda la brevetabilité des souches naturelles, en considération du travail nécessaire pour isoler le microorganisme intéressant parmi "5000 échantillons de terre, isolant au total 100.000 micro-organismes, dont 76 ont manifesté une activité antibiotique mais dont un seul a conduit à un développement thérapeutique ultérieur" (28). On passe donc de la brevetabilité du micro-organisme transformé à la brevetabilité du micro-organisme naturel, du simple fait qu'il a été isolé (29).

Cette extension s'explique sans doute, comme le font remarquer L.Gruszow et B.Remiche, par les habitudes de pensée de ceux qui développent la microbiologie : "Il peut paraître étonnant que cette catégorie d'inventions ait suivi une voie différente -des obtentions végétales et animales - on y trouve des raisons dans le fait que les promoteurs du développement de la microbiologie sont essentiellement les industries pharmaceutiques, utilisateurs incontestés des législations sur les brevets d'inventions" (30 et 31).

**IL EN RESULTE QUE L'AFFIRMATION DU CARACTERE BREVETABLE DU MICROORGANISME A ETE PROGRESSIVE MAIS RAPIDE : C'ETAIT PROBABLEMENT CONTRAIRE AU PRINCIPE NON ECRIT SELON LEQUEL LES ETRES VIVANTS NE POUVAIENT CONSTITUER L'OBJET D'UNE INVENTION . MAIS ON N'A PAS L'IMPRESSION QUE CETTE EVOLUTION DU DROIT POSITIF SOIT PROFONDEMENT CONTRAIRE A NOS CHOIX DE SOCIETE . En effet, pour l'homme de la rue, le microorganisme évoque irrésistiblement le microbe, sorte d'animal très petit et plutôt nuisible. Il faut pourtant essayer de comprendre pour quelles raisons certains groupes de pensée se sont opposés à la brevetabilité des micro-organismes.**

## Les groupes d'opposition à la brevetabilité des micro-organismes

"Les Verts" constituent le seul groupe politique européen à s'y être opposé, mais leur opposition a rencontré celle de divers groupes de la société civile, dans ce que le "combattant suprême du brevet du vivant", J. Straus a appelé un "fatras", reprenant une expression de l'un de ses collègues américain (32) : certains tiers-mondistes traditionnellement opposés au système des brevets, le Congrès mondial des Eglises qui a affirmé très tôt une certaine méfiance à l'égard du mode de production biotechnologique lui-même, quelques scientifiques et quelques juristes isolés. L'ensemble de ces formations étant très hétérogène, il est difficile de savoir s'il s'agit d'une opposition de principe à la brevetabilité du vivant sous quelque forme que ce soit, ou si l'opposition est motivée par la crainte de l'extension de la brevetabilité des micro-organismes aux autres règnes du vivant.

Aucune réunion sérieuse n'a été organisée pour savoir si ces groupes accepteraient de dissocier leurs positions en fonction de l'objet breveté : composants moléculaires de la matière vivante (gènes), cellules, êtres vivants, et, à l'intérieur de ce groupe, micro-organismes, végétaux, animaux, être humain. Il est donc difficile de connaître la portée exacte de ces résistances. L'intérêt des Verts pour la brevetabilité du vivant n'a d'ailleurs pas été immédiate ; ils ont appréhendé la question un peu comme un reflet du problème écologique lié à la dissémination dans la nature des organismes génétiquement modifiés : puisque la dissémination est réputée dangereuse, il faut éviter les incitations à la création d'organismes destinés à être relâchés. Si ce raisonnement n'est pas totalement inexact, ce genre de problèmes est résolu depuis longtemps par le droit, qui dissocie sans grandes difficultés le régime juridique de l'invention et le contrôle de sa commercialisation. Le régime juridique du médicament est certainement un modèle à suivre : les procédures d'autorisation de mise sur le marché sont indépendantes du brevet accordé au médicament, et le système fonctionne relativement bien.

Ce modèle a été effectivement suivi par le droit positif qui autorise la brevetabilité des micro-organismes et contrôle par des procédures autonomes leur dissémination dans la nature. On peut donc considérer que cet argument n'est pas déterminant ; la critique des normes de dissémination doit évidemment être entreprise, mais elle est sans lien avec la question de la brevetabilité.

C'est donc dans un deuxième temps que l'idée d'un droit exclusif d'exploitation sur un être vivant - même aussi modeste qu'un micro-organisme - est apparue en soi comme contraire à l'éthique à une grande partie du groupe des Verts. Cette position se rapproche de celle de certains groupes religieux (minoritaires au sein des différentes religions) qui voient dans la monopolisation de l'hérédité d'un être vivant une consécration sociale du bien-fondé de la manipulation de la nature par l'homme ; il y aurait là une atteinte à l'amour que Dieu porte à sa création et à la perfection de cette création. Les fondements des deux positions sont évidemment différents, l'un étant laïque, l'autre religieux (33). Mais sous leur forme la plus radicale, ces deux contestations aboutiraient au même résultat juridique qui serait de ne pas manipuler la nature.



Bernard Edelman, philosophe et juriste, aboutit à une transaction (34): manipulons mais ne protégeons pas, pour trois raisons essentielles : philosophique, sociale et juridique. Philosophiquement, d'abord, si nous acceptions de breveter des micro-organismes, nous signerions l'avènement d'une ère technicienne totale ; nous dirions en substance, que l'homme est non pas le maître, mais la vérité ultime de la nature, puisque c'est la nature transformée par l'homme qui serait désormais, non pas tant la vraie nature que la nature légale. Position redoutable : par contagion, nous risquerions de nous considérer nous-mêmes comme un "objet" manipulable et même brevetable. Rompre avec le scientisme, refuser que la science dicte sa vision de l'homme et de la nature, consiste aussi à rompre avec la brevetabilité du vivant, expression mercantile de la science.

Socialement parlant, en effet, la brevetabilité des micro-organismes nous accoutumerait à considérer le monde entier et nous dans le monde, comme un immense marché technoscientifique. La morale du profit et l'utilitarisme régneraient sans partage. Or, on ne peut fonder le lien social sur les seules valeurs du marché et de la techno-science.

Juridiquement, enfin, l'expérience nous apprend qu'il existe des frontières qui, une fois abattues, laissent le champ libre à toutes les conquêtes. La jurisprudence américaine est, à cet égard, topique. De la brevetabilité des micro-organismes, on est passé à la brevetabilité du maïs, de l'huître et de la souris. A quand la brevetabilité de l'embryon humain ? Il ne faut pas ouvrir la porte, sans quoi nous serons inéluctablement submergés.

Sous ces formes plus ou moins radicales, il s'agit d'une contestation marginale. Les formes les plus fréquentes cherchent, dans différentes directions, à faire la part des choses : le représentant égyptien du groupe des 77 avait affirmé qu'une protection intellectuelle sur les êtres vivants serait acceptable par son pays à la condition de ne porter que sur l'intervention humaine, sans englober la part de la création divine. Une telle suggestion rejoint ce que pense certains biologistes : ceux-ci souhaiteraient que l'on protège ce qui est attribuable à l'intervention humaine, sans englober toute la machinerie cellulaire qui préexiste et dont dépend absolument cette intervention. J.P.Kraehenbühl, biochimiste à l'Université de Lausanne a ainsi présenté un brevet, rédigé à sa demande par les avocats de l'Université de Harvard, dans lequel il protège les procédés et les produits dérivés sans inclure les cellules vivantes impliquées (35). Ce chercheur essaye de concilier ainsi les besoins de financement de la recherche publique avec une position éthique rigoureuse de non brevetabilité des cellules vivantes.

Certains biologistes, en effet, se souviennent, lorsqu'ils déterminent la structure d'un gène ou d'un produit génique que ceux-ci se sont formés puis façonnés durant des millions, voire des milliards de générations et, qu'à ce titre, ils constituent un véritable enregistrement du "savoir-faire" à l'échelle moléculaire. Le biologiste le reconnaît d'ailleurs implicitement, qui n'est capable de rendre intelligible les mécanismes et les objets du vivant, de la molécule au comportement, qu'en les présentant comme des solutions à des défis technologiques, c'est-à-dire comme des inventions et des procédés (36). Cela explique qu'il puisse parler des brevets comme d'une usurpation caractérisée.

Sans aller jusque là, certains pensent qu'ils pourraient rétablir l'équité entre la nature et ses découvreurs en créant un fonds de sauvegarde des espèces vivantes, qui se verraient rétribuer pour leur seule vertu d'exister, faute de pouvoir attribuer leur paternité à aucune

intention définie. Un tel fonds, dont les structures seraient internationales et pourraient s'articuler avec la protection de l'environnement, recueillerait la part financière de la contribution des êtres vivants aux procédés artificiels pour l'investir dans la protection des espèces protégées, dont les espèces exploitées seraient tenues pour solidaires (37).

De telles propositions ont une résonance sociale assez faible en elles-mêmes. Elles tirent la plus grande partie de leur force de conviction de la peur beaucoup plus communément partagée de ce que l'on pourrait appeler les effets de système ; quels sont les facteurs d'extension vers les autres règnes du vivant, contenus dans l'acceptation de la brevetabilité des micro-organismes ?

Sur le plan purement scientifique, l'extension est logique : les biologistes voient l'unité du monde vivant au niveau de l'ADN. Si on veut seulement être cohérent, admettre la brevetabilité des micro-organismes revient à admettre la brevetabilité de l'ensemble du vivant, car il peu satisfaisant de fixer un seuil de taille !

Certaines approches philosophiques poussent également à l'extension ; si, dans la tradition hégélienne et peut être même kantienne, la nature ne devient parfaite qu'après sa transformation -réussie- par l'homme, la brevetabilité, qui est la marque juridique de cette transformation, est essentielle et doit être étendue le plus largement possible.

Certaines approches religieuses concourent au même résultat, un certain nombre de traditions pouvant être interprétées selon l'idée que l'oeuvre de Dieu s'épanouit à travers le génie technique de l'homme.

L'évolution de la jurisprudence américaine est là pour montrer la force de cette logique : 1980, un micro-organisme, 1985 un maïs, 1987 une huître, 1988 une souris.

Seul le droit peut casser la logique de l'extension en posant des limites artificielles : négociant entre la vérité scientifique et l'efficacité sociale, la loi crée des "fictions" : elle peut donc mettre la barrière juste après le micro-organisme . Encore faut-il que celui-ci soit rigoureusement défini, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui, et qu'elle ait des raisons valables pour continuer d'exclure les végétaux et les animaux de la brevetabilité, qu'il s'agisse de raisons techniques ou de raisons éthiques.

### Les végétaux

EN L'ETAT ACTUEL DU DROIT POSITIF, LES VARIETES VEGETALES SONT TOTALEMENT EXCLUES DE LA BREVETABILITE PAR LA CONVENTION DE MUNICH ; LA LOI FRANCAISE N'EN EXCLUT QUE LES VARIETES SUSCEPTIBLES D'ETRE COUVERTES PAR UN DROIT D'OBTENTION VEGETALE; LA DOCTRINE DES ANNEES 80 ESTIMAIT QUE LE TERME DE VARIETE N'ETAIT PAS PRIS DANS SON SENS BOTANIQUE PRECIS, MAIS QUE LA CONVENTION AVAIT ENTENDU EXCLURE TOUT LE REGNE VEGETAL (38). Cette vision est confirmée par les travaux préparatoires de la convention de Strasbourg . En effet, l'exclusion des végétaux et des animaux n'est jamais mise en doute par les délégations, sans que les fondements de cette exclusion soient pour autant indiqués. Les délégations, comme le Secrétariat de la Convention, utilisent un vocabulaire changeant qui montre assez clairement, soit qu'ils avaient en tête

l'exclusion du règne végétal et du règne animal dans leur ensemble, soit qu'ils ne savaient pas très bien ce qu'ils avaient en tête . Ils utilisent en effet, aussi bien les termes plantes, végétaux animaux, espèces, variétés, races. Cette incertitude s'est marquée dans le texte définitif de la Convention de Münich dont les versions dans les différentes langues ne concordent pas (cf. par exemple les sessions du 13 décembre 1961, 12 juillet 1961, 17 mars 1961).

**ET POURTANT AUJOURD'HUI ON INTERPRETE DE MANIERE STRICTE CES EXCLUSIONS POUR EN REDUIRE LA PORTEE . IL EN RESULTERAIT QU' UNE PLANTE INDIVIDUALISEE SERAIT BREVETABLE, AINSI QUE TOUT CE QUI EST DANS LES CLASSIFICATIONS PLUS HAUTES QUE LA VARIETE, ESPECES, FAMILLES, GENRES AINSI QUE LES VARIETES NON PROTEGEABLES PAR LE D.O.V. D'UNE MANIERE PLUS GENERALE, CERTAINS GROUPES DE PRESSION DEMANDENT LA SUPPRESSION IMMEDIATE OU PROGRESSIVE DE CETTE EXCLUSION . CETTE DEMANDE EST-ELLE JUSTIFIEE OU NON ?**

En ce qui concerne les végétaux, on se doute que le fondement d'une exclusion sera surtout d'ordre technique ; j'essaierai de montrer que l'obtention végétale ne repose pas sur la même "stratégie d'innovation" que les créations du domaine inerte, impliquant un mode de protection spécifique des innovations.

Mais l'évolution récente des mentalités nécessite tout de même de se poser la question de savoir s'il existe ou non une attitude éthique "visible" à l'égard du monde végétal. La question de la possibilité même d'une attitude éthique à l'égard du végétal commence juste à effleurer les consciences . Pourtant, on commence à parler de la personnalité d'une espèce végétale, qui choisit de vivre en symbiose avec une autre, et la récente découverte sur les facultés de communication des végétaux en cas de danger, va dans le sens d'une certaine personnification du monde végétal lui-même (38 bis).

Aux Etats Unis, profondément secoués par une crise morale grave, trois sociologues, spécialisés dans l'étude du monde agricole, ont commencé à étudier le contexte politique, juridique, scientifique et < éthique > des stratégies de conservation des ressources génétiques (39). Ils opposent deux attitudes : l'attitude utilitariste selon laquelle l'éthique est totalement satisfaite par une analyse coûts-bénéfices des politiques de conservation est encore dominante aujourd'hui. L'autre attitude serait celle d'une responsabilité incluant la "prudence" au sens romain du terme (care), c'est-à-dire un mélange de respect, de précaution, et même parfois une décision de non-intervention (hands-off appreciation) .

En fait, le retournement philosophique qui commence à se faire concerne la place de l'homme dans le monde ou, dans le contexte biologisant actuel, la place de l'homme dans la biosphère. Les oeuvres de Darwin et Häckel faisant lentement leur chemin, l'homme ne se perçoit plus comme extérieur au monde vivant, mais comme une espèce dont la dignité dépend, non seulement de ses productions intellectuelles et morales, mais aussi des rapports qu'il entretient avec les autres espèces avec lesquelles il partage la terre.

Cette conviction, qui repose sur l'interdépendance entre les espèces vivantes, prend deux formes : une forme purement matérielle, correspondant au premier modèle américain qui insiste sur la nécessité de ne conserver que ce qui est utile, et une forme morale qui insiste sur la solidarité entre les différents règnes du vivant, et qui peut conduire à la conservation

d'espèces totalement inutiles.

La forme "matérielle" est simple à comprendre, et dérive directement d'une vision scientifique du monde : nous avons besoin d'un équilibre écologique pour survivre ; nous avons besoin des ressources génétiques de la forêt tropicale que des gestionnaires essaient de raser pour satisfaire aux normes d'un type de développement, d'ailleurs contestable. Nous avons réalisé grâce aux avancées scientifiques qu'il n'existe pas d'animal nuisible, ni de mauvaise herbe . Comme le fait remarquer Yvonne Cauderon, la génétique nous oblige à constater que l'amélioration du blé ne passe pas seulement par les blés sauvages de Palestine, mais aussi par l'étude du chiendent dont il est le cousin.

Mais, à terme, la forme "morale" de l'interdépendance entre les espèces vivantes est sans doute plus porteuse de réformes profondes. Dans un article où il explique quel pourrait être le rôle d'une éthique des comportements humains face au végétal, Otto Schäfer-Guignier, cite Marguerite Yourcenar : "Quand nous frappons un enfant ou quand nous l'affamons, quand nous l'élevons de telle sorte que sa pensée soit faussée ou qu'il perde son goût de la vie, nous commettons un crime envers l'univers qui s'exprime à travers lui. La même chose est vraie quand nous tuons inutilement un animal, ou quand, sans bonne raison, nous coupons un arbre. Chaque fois, nous trahissons notre mission d'homme, qui serait d'organiser un univers un peu meilleur." (40)

A ceci près que nous ne raisonnons pas en termes d'individus, mais plutôt d'espèces . Cette solidarité qui rapproche les espèces vivantes est une tendance forte du monde contemporain, que le législateur devrait anticiper et réguler plutôt que d'essayer de la freiner, ce qui pourrait aboutir à une opposition malveillante.

Ce mouvement de pensée commence à s'exprimer dans des instruments juridiques ; les droits de l'environnement ont mis en oeuvre depuis assez longtemps une politique de protection des espèces en voie de disparition ; et ils passent progressivement de la protection de la plante à celle de son habitat et des milieux qui lui sont nécessaires pour survivre. De plus, les efforts nationaux ont été repris au niveau international par un certain nombre d'instruments ; on tente de mettre sur pied une convention internationale sur la diversité biologique, dont l'objectif est de débloquer d'importantes sommes d'argent pour financer l'entretien des zones de diversité biologique . Les estimations sont encore fantaisistes mais on parle fréquemment de 50 à 100 millions de dollars par an (cf. biodiversity, funding mechanisms, WWFN ). Les premiers efforts de rédaction qui ont été tentés dans ce cadre font apparaître cette nouvelle vision du partage de la terre .

Le projet proposé par l'UICN à qui certains reprocheront de ne développer qu'une vision strictement écologique, est très ci :

"Affirmant que l'homme a la responsabilité de conserver la richesse biologique de la terre pour le bien-être des générations futures, affirmant que les espèces sauvages ont le droit d'exister indépendamment des bénéfices qu'ils peuvent fournir à l'humanité et que l'homme a le devoir de partager la terre avec d'autres formes de vie...les Etats reconnaissent que la diversité biologique constitue un patrimoine qui doit être conservé au profit des générations présentes et futures, aussi bien que sur le fondement de son propre droit..." (Draft articles prepared by UICN).

Mais les mêmes idées sont reprises dans le projet proposé par la FAO, dont l'optique est agronomique et écologique :

"Reconnaissant que l'humanité partage la terre avec beaucoup d'autres organismes vivants qui existent indépendamment des bénéfices qu'ils peuvent fournir à l'humanité, reconnaissant que la vie de l'humanité dépend absolument d'une interrelation harmonieuse avec les autres espèces de la terre...convaincus que la qualité de la vie sur terre est en passe d'être réduite par une gestion irresponsable des ressources naturelles et la destruction des merveilles de la nature..." (outline prepared by FAO for a draft international convention on the conservation and utilization of biological diversity, draft 10 april 1990).

Ces projets sont discutés devant le PNUE, dans une Conférence dont la tonalité générale peut être donnée par le discours introductif du Directeur exécutif, Mostafa Tolba : "To preserve Nature's brightest Torches". Rappelant l'impact de l'activité humaine sur les écosystèmes, Mostafa Tolba, parle de "génocide biotique"; détruire un habitat est une "sentence de mort" pour toutes les espèces qui en dépendent qui meurent selon le "rite silencieux de l'extinction". Le choix du vocabulaire utilisé montre la personnification progressive de la nature, et une peur sous-jacente que l'humanité se retrouve seule sur la terre (speech 1990/4 Genève 19-23 février 1990).

Or ces attitudes ne sont pas réservées à quelques puissantes associations américaines de protection de la nature ou aux institutions internationales. En France, la passion pour le végétal gagne du terrain . La tradition des amateurs éclairés, partie des monastères et des châteaux, très vivante au début du siècle, survit sous des formes renouvelées et dynamiques inspirées du modèle anglais du "national trust", et des formes plus populaires sont apparues : les rencontres de Corson, ou l'association des croqueurs de pommes regroupent de plus en plus de gens qui sont à la recherche de variétés originales, de vieux légumes, de variétés fruitières disparues . Sur ce mouvement de fond, animé par des connaisseurs, on peut constater des mouvements spontanés : en juillet 1989, des touristes passant leurs vacances au Mezenc ont prêté main-forte aux associations qui défendaient une plante rare, menacée par la construction d'un parking . On organisa un tour de garde pour empêcher les bulldozers d'avancer. Le fait est d'autant plus frappant que le drosera menacé était une petite plante sans beauté, tout-à-fait insignifiante pour un oeil non exercé.

Il y a donc un changement d'attitude envers le végétal, qui commence à être perceptible. Il n'est pourtant pas évident, en dehors de tout fondement technique, que cela suffirait à justifier une exclusion hors du champ de la brevetabilité (chapitre IV).

## Les animaux

On sait que la Convention de Munich et la loi française excluent de la brevetabilité les races animales, cette exclusion figurant dans le même article que l'exclusion pour contrariété avec l'ordre public et les bonnes moeurs. Pourtant, ce texte se prête à des interprétations multiples qui sont en train de le vider d'une grande partie de sa lisibilité.

L'équivoque naît là encore de l'incertitude du vocabulaire : la version anglaise parle de variétés animales, la version française de races animales, la version allemande d'espèces

animales. Si chacun de ces textes était interprété stricto sensu, l'exclusion serait réduite à un minimum puisque l'on ne crée guère de nouvelles espèces, et plus guère de races, terme dont le sens devient d'ailleurs de plus en plus flou. Pendant un certain temps, les auteurs ont interprété cette divergence comme une preuve de ce que l'ensemble du monde animal était exclu de la brevetabilité (41). Ce n'est que sous la pression des revendications de l'industrie que l'on cherche aujourd'hui à se fonder sur une interprétation restrictive de ces expressions pour breveter des individus susceptibles de transmettre certains caractères à leur descendance. Faisant remarquer qu'un animal transgénique ne constitue généralement pas une nouvelle race, Alain Gallochat, Directeur de la valorisation à l'Institut Pasteur, constate qu'une brèche semble ouverte (42). Il a évidemment raison puisqu'on ne crée quasiment plus de nouvelles races : l'innovation porte sur des individus ou des lignées qui seraient alors brevetables.

Une autre équivoque naît de la mauvaise connaissance que certains auteurs ont du droit positif. Tous les auteurs qui ont écrit dans ce domaine partent de l'idée, exacte, qu'il n'existe pas de propriété intellectuelle protégeant les obtentions animales. Il y aurait donc un véritable "vide juridique". Mais en affirmant cela, on oublie qu'il existe un système de protection, reposant sur un ensemble de faits et d'institutions dont la juxtaposition aboutit à une organisation souvent plus efficace que ne le serait la propriété industrielle même s'il est moins libéral (chapitre VI).

Il faut bien comprendre la spécificité de la sélection dans le règne animal. Contrairement à une semence de blé, qui donne un grain de blé identique que l'on peut ressemer, et ainsi de suite, la semence d'un taureau ne donne pas des descendants qui lui soient identiques. Dans la structure agricole actuelle, il suffit donc au sélectionneur de vendre la semence, ou l'embryon à un prix permettant de ne pas se soucier de la propriété des descendants. Le progrès génétique diffuse pourtant puisque c'est parmi les descendants du géniteur que l'on trouve de futurs reproducteurs de bonne qualité. Dans le cas des volailles, les sélectionneurs conservent par devers eux les souches grand-parentales et ne mettent à la disposition des éleveurs que les produits de la troisième génération. "L'idée généralement admise est que, quelles que soient les tentatives de reconstitution des lignées pures à partir des produits terminaux, et en raison du travail nécessaire pour l'intégrer à des souches de production, le détenteur des souches grand-parentales conserve constamment 5% d'avance qui lui garantissent le marché (43). LE PARTICULARISME DE CE METIER TIENT A CE QUE LE SELECTIONNEUR PEUT FACILEMENT GARDER SECRETE SON INVENTION ET NE DIFFUSER QUE DES ANIMAUX QUI EN DECOULENT SANS ETRE IDENTIQUES. LA SELECTION ANIMALE REPOSE SUR UN DROIT REEL ET NON SUR UN DROIT INTELLECTUEL.

De plus, l'ensemble de l'organisation de la production animale est depuis longtemps extrêmement structuré, et très contrôlé pour des raisons évidentes de protection des éleveurs et de santé publique : contrôle des livres généalogiques, des centres d'insémination, des importations et exportations d'animaux vivants, de la semence de reproducteurs et des embryons, identification des individus, élaboration et mise en place de programmes de sélection, contrôle des descendance et dans certains cas, recours systématique à l'hybridation, agrément des lignées par les autorités publiques, etc. ON PEUT DIRE QUE TOUT ANIMAL ETANT IDENTIFIE ET CONTROLE, LA CONTREFAÇON EST, PLUS ENCORE QUE POUR LE VEGETAL, DIFFICILE. C'EST POURQUOI ON N'A JAMAIS MIS AU POINT DE DROIT D'OBTENTION ANIMALE SUR LE MODELE DE L'OBTENTION

## VEGETALE : C'ETAIT TOUT SIMPLEMENT INUTILE .

Cette situation explique ce que certains observateurs attentifs auraient pu trouver étrange : la revendication de brevetabilité n'émane pas de la profession, mais des firmes impliquées dans la biotechnologie. Cela ne veut pas dire qu'elle ne doit pas être prise en considération . L'application de l'ingénierie génétique à l'animal va poser des problèmes d'interface entre les droits des inventeurs de gènes et de procédés et les droits des sélectionneurs. Mais la mise au point de la solution n'est pas encore d'une extrême urgence . En effet, tous les chercheurs s'accordent à penser que la transgénèse est encore loin d'être au point, l'insertion des gènes désirés se traduisant encore par des effets secondaires lui retirant tout son intérêt commercial ( sauf en ce qui concerne les modèles expérimentaux utilisables par la recherche médicale , qui pourraient d'ailleurs relever d'un statut spécial). Parmi bien d'autres, on peut citer l'article prospectif paru dans *Biotechnology* (44), où est évoquée la possibilité d'introduire chez les animaux de meilleurs capacités métaboliques de digestion, en utilisant les gènes d'autres espèces, de manière à augmenter le rendement nourriture-prise de poids. Les gènes en question pourraient sans doute être insérés dans le génome des animaux, mais on redoute que les lignées transgéniques ainsi produites souffrent d'affections neurologiques ou autres.

Il est urgent de réfléchir à la question. Mais le ministère de l'agriculture vient tout juste de mettre en place une commission d'étude à laquelle il est indispensable de laisser du temps.

Le temps de la mise au point des techniques devrait permettre de réfléchir aux conséquences éthiques de la décision de brevetabilité . Des pistes de réflexion existent, mais il n'est pas forcément facile d'en faire la synthèse.

Dans un premier ensemble, on trouve les industriels des biotechnologies, des conseils en brevets, certains chercheurs, qui revendiquent la brevetabilité de l'animal . Ils se sont peu exprimés sur les questions éthiques. Généralement, leur raisonnement repose sur des fondements simples qui ne reflètent pas la complexité des diverses tendances de la société : les auteurs admettent que les problèmes éthiques peuvent exister au niveau de la commercialisation, mais que cela doit se régler par un contrôle de la commercialisation, et non pas par une exclusion de la brevetabilité (45), le système même des exclusions étant vécu comme un archaïsme. De plus, il est affirmé que les progrès que l'on peut attendre de la biotechnologie sont si importants qu'il est "éthique par hypothèse", de se donner tous les moyens de les accélérer, ce qui coupe court à toute réflexion éthique. Quand on vérifie les arguments utilisés, on réalise que les progrès ne sont pas si spécifiques : l'augmentation de la taille, ou de la production, ou l'acquisition de résistances ne sont pas spécifiques du génie génétique . En principe, les acquisitions devraient être plus rapides que par la sélection traditionnelle, mais pour le moment, ce n'est pas encore le cas.

D'une façon générale, les progrès dans ce domaine sont facilement annoncés comme de véritables bombes : dans le règne végétal, une résistance à un herbicide est annoncée par la presse alors que l'on connaît par la sélection traditionnelle, une trentaine de gènes de résistance pour la seule laitue ! La souris cancéreuse de Harvard eut droit aux journaux alors qu'il existe de multiples modèles du même type, moins chers évidemment! Il serait donc imprudent de s'appuyer sur des surenchères incontrôlées pour modifier l'ordre juridique.

Un exemple caractéristique de cette manière de raisonner est donné par ceux qui prétendent que les sociétés de capital-risque ne se lancent pas sur ce marché du fait de la non brevetabilité des animaux . Or cela tient à d'autres raisons : les sociétés de capital risque ne peuvent investir raisonnablement que sur un produit prêt à déboucher . Leur fonction consiste précisément à accélérer les dernières phases du développement d'un produit qui est déjà au point (46). C'est pourquoi, ces sociétés ont connu de graves échecs avec les biotechnologies qu'elles ont assimilées au marché de l'informatique . Or si les biotechnologies connaissent certains succès en médecine humaine, elles n'ont pas encore débouché sur des produits économiquement intéressants, ni dans le règne végétal, ni dans le règne animal. On est dans une phase de la recherche , qui ne concerne pas les sociétés de capital risque.

Le milieu juridique est partagé : beaucoup de juristes, impliqués dans le débat du fait même de leur métier, considèrent avec les industriels que les problèmes éthiques doivent être réglés ailleurs que dans le droit des brevets : normes de commercialisation, comités d'éthique... Cette analyse est dangereuse car elle participe aux effets de désagrégation du lien social : "l'éthique, c'est pas moi, c'est l'autre". Ne pas commercialiser certains animaux qui souffrent est un choix éthique ; ne pas breveter l'animal du fait du respect qu'une société essaie de lui porter est un autre choix éthique.

Le rapporteur de l'Office Européen des brevets avait soutenu, lorsque Harvard a demandé la délivrance d'un brevet européen pour la souris oncogène, que la brevetabilité des animaux était contraire à l'ordre public et aux bonnes moeurs (47). Mais ce fondement n'a pas été retenu lors de la décision de la Division d'examen en date du 14 juillet 1989 :

"La Division d'examen a également examiné les questions d'ordre éthique que pose la protection par brevet des animaux au regard de l'article 53 a) CBE, qui prévoit qu'il n'est pas délivré de brevets pour les inventions dont la mise en oeuvre serait contraire à l'ordre public ou aux bonnes moeurs". L'idée de breveter les organismes supérieurs a suscité de vives critiques, fondées sur des arguments d'ordre éthique et économique, notamment aux Etats-Unis où un moratoire a été instauré pour une certaine période en ce qui concerne la délivrance de brevets pour animaux, où des débats ont eu lieu au sujet des implications éthiques, et où un projet de loi spécial le "transgenic Animal Patent Reform Act", a été soumis à ce sujet à la Chambre des représentants. Cet exemple montre clairement que, dans les circonstances actuelles, il est nécessaire de prendre en compte les questions d'ordre éthique.

Au cours de la procédure orale il a été examiné plus spécifiquement des questions ayant trait :

- a) au fait qu'il serait souhaitable que les essais portent sur des objets autres que les animaux dans le cas des expérimentations sur le cancer dont il s'agit en l'occurrence
- b) au fait que la présente invention ne vise pas à améliorer un caractère spécifique, mais à produire des tumeurs chez l'animal faisant l'objet de l'expérimentation,
- c) au fait que les animaux sont considérés comme des objets,
- d) au risque que des descendants des animaux transgéniques s'échappent dans la nature et répandent, en s'accouplant, les gènes malins étrangers, et
- e) au problème que soulève ce bouleversement radical de l'évolution.

Les Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB montrent à la Division d'examen quels sont les cas où les bonnes moeurs pourraient être en cause. Elle précisent que le but de



l'art 53 a) CBE est d'exclure de la protection conférée par le brevet les inventions susceptibles de provoquer la licence, de troubler l'ordre public ou d'inciter à des comportements criminels ou choquants. Elles mentionnent la lettre piégée comme exemple typique tombant sous le coup de cette disposition.

Compte tenu de ce qui vient d'être dit, mais aussi étant donné notamment le fait que la présente invention pourrait avoir des effets bénéfiques pour l'humanité, la Division d'examen conclut que le droit des brevets n'est pas le bon outil juridique pour régler les problèmes qui peuvent se poser...".

Cette décision est décevante sur deux points : d'une part, les arguments proposés par les opposants à la brevetabilité sont mal choisis dans leur ensemble. Les essais thérapeutiques doivent porter sur des animaux, c'est même une règle éthique fondamentale du droit de l'expérimentation bio-médicale (48) Les risques de dissémination doivent être réglés, on l'a dit dans le contrôle de cette dissémination, non dans le droit des brevets. L'animal est un objet de droit, et doit le rester pour bien marquer la différence fondamentale entre l'homme et l'animal.

Ceci étant dit, cela n'empêche pas que cet objet puisse être en même temps sujet de droits, limités, différents des droits humains. Cette double nature juridique de l'animal fait aujourd'hui partie du droit positif : la Cour de Cassation vient de rappeler dans une affaire de divorce que l'animal, dont les époux avaient demandé une garde alternée, n'est pas soumis aux dispositions du Code civil concernant la garde des enfants, car il est un objet et non une personne (49). A l'inverse, toutes les normes de protection de l'animal d'élevage, de compagnie, d'expérimentation, en cours de transport, d'abattage etc. lui confèrent des droits, de plus en plus étendus et précis, même s'ils sont radicalement différents des droits des personnes.

La division d'examen aurait donc dû se pencher sur la question de savoir si l'animal, sujet de droits spécifiques, se prête ou non à la brevetabilité, c'est-à-dire à la rémunération de son hérité par un mécanisme de monopolisation temporaire.

Si les arguments des défenseurs des animaux ont été décevants, l'appréciation de la Division ne l'est pas moins ; après avoir reconnu que l'évolution des mentalités "montre clairement que, dans les circonstances actuelles, il est nécessaire de prendre en compte les questions d'ordre éthique", elle admet que les "effets bénéfiques pour l'humanité" que l'on peut attendre de l'invention suffisent à assurer la cohérence éthique. Ce faisant, elle résout le problème de la brevetabilité de cette invention par une appréciation du contenu de l'invention elle-même, ce qui constitue une faute logique : l'invention peut être réalisée sans être brevetée. C'est toujours ce qui s'est passé pour les milliers de modèles expérimentaux utilisés en médecine.

On contestera ensuite que la Division ait mélangé les considérations qui n'ont rien à voir avec l'objet du litige (exemple du colis piégé) et celles qui tiennent véritablement aux bonnes moeurs, c'est-à-dire à ce qu'une société trouve ou non choquant ; là était précisément la question. Elle n'a pas été résolue autrement que par une référence au caractère utile de l'invention . L'invention peut être utile et sa brevetabilité choquante ; c'est ce que peu de gens contestent pour l'être humain . Le problème est de savoir si c'est ressenti de la même manière pour l'animal.

Il faut enfin remarquer que la Division s'est fondée uniquement sur les directives d'examen, ce qui est insuffisant puisque les exclusions font partie du noyau dur de la Convention dont le contenu ne peut être modifié que par sa révision. Il était donc nécessaire d'examiner attentivement le fondement de l'exclusion des races animales pour savoir ce qu'il en était à l'époque où la Convention a été signée. La Division peut évidemment interpréter les termes de la Convention, mais il serait contraire à la volonté des Etats d'en faire évoluer le sens sur ces points fondamentaux sans qu'un débat démocratique ait eu lieu. (Cette partie de la décision a été remise en cause le 3 octobre 1990 par la Chambre de recours technique).

Mais alors, pourquoi le débat éthique est-il si pauvre? Beaucoup d'auteurs pensent au fond que les arguments éthiques peuvent être facilement dépassés parce qu'ils sont peu démontrables, parce qu'il est difficile de les fonder de manière indiscutable pour tous, ce qui est exact en soi, mais ne peut être considéré comme un argument valable, puisque c'est dans la nature même de tous les choix éthiques, par hypothèse indémontrables (50) : les droits de l'homme sont déclarés, ils ne sont pas susceptibles d'être démontrés. La recherche apparemment légitime d'un consensus rend impossible l'affirmation d'un choix de société, ce qui laisse l'évolution aux seules forces du marché, la coupant de tout effort de réflexion politique. La question de la brevetabilité de l'animal renvoie en fait à la place symbolique de l'animal par rapport à la société humaine.

Au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'animal n'est qu'un pur objet de droit. Avec la célèbre loi Gramont, il acquiert un statut dont l'ambivalence avait frappé la doctrine juridique, puisqu'il devient chose et être sensible en même temps. Cette rupture fit, à l'époque, couler beaucoup d'encre, les juristes se demandant avec raison si la réforme, anodine en apparence, ne transformerait pas à terme l'animal en sujet de droits (ce qui ne l'assimile pas, il faut le rappeler à une personne humaine). C'est cette deuxième rupture qui est en train de s'opérer sous nos yeux : jusqu'à maintenant la qualité d'être sensible renvoyait presque exclusivement à une souffrance physique, aux mauvais traitements. Aujourd'hui l'animal est devenu un "être pour soi", et non plus seulement une image-reflet de l'être humain. C'est ce que Otto Schäfer-Guignier analyse comme le passage d'un modèle anthropocentrique à un modèle zoocentrique où le fait d'infliger une douleur à un animal n'est plus réprimé pour éduquer l'être humain, mais pour l'animal lui-même (51); on peut noter surtout que les actes interdits ont été définis beaucoup plus largement, puisque l'on essaie de respecter les normes de comportement de l'animal. S'il n'a pas de "droit à la vie" en tant qu'individu, il l'a fréquemment au niveau de l'espèce, et il a droit en tant qu'individu à un minimum de "bien-être" : c'est ainsi que les normes d'élevage sont progressivement refondues, en fonction des besoins de chaque espèce, pour satisfaire aux "besoins" physiques et psychiques de chaque espèce : les porcs doivent entendre grogner leurs voisins et pouvoir les sentir, les poules doivent pouvoir déployer leurs ailes, les singes doivent pouvoir s'épouiller, se caresser, vivre une vie sociale etc... C'est en fait dans ces directions qu'il faut chercher quel nouveau rapport à l'animal nos sociétés sont en train de mettre en place, tout en évitant tout excès qui ferait des "droits des animaux une parodie dérisoire du droit des personnes".

Or ce qui se dégage de ces nouvelles normes, c'est l'idée que l'animal est en même temps un objet de droit et un sujet spécifique, différent des autres sujets de droit, êtres humains ou personnes morales ; **LES DROITS QUI LUI SONT ACCORDES**

REPRESENTENT UN COMPROMIS NON PLUS ENTRE LES BESOINS HUMAINS ET LA SENSIBILITE HUMAINE, MAIS ENTRE LES BESOINS HUMAINS ET LES BESOINS DE L'ESPECE ANIMALE CONSIDEREE . Une convention internationale qui dépend du Conseil de l'Europe, interdit par exemple de garder chez soi des animaux sauvages comme on le ferait pour des animaux de compagnie. On estime en quelque sorte que ce n'est pas dans leur nature (53)

La reconnaissance de la spécificité des comportements et des besoins de chaque espèce animale conduit à reconnaître à chaque espèce une véritable "identité" . Cette évolution des moeurs est très probablement à l'origine de l'élargissement des objectifs poursuivis par les mouvements pour la reconnaissance des "droits des animaux", partis d'une lutte étroite contre la vivisection, s'étendant de plus en plus à la défense de la vie animale en général. Le processus identitaire, déjà sensible pour les végétaux, mais beaucoup plus fort ici, rejoint l'idée de partage du monde entre les espèces vivantes. C'EST CETTE RUPTURE DES MENTALITES QU'IL CONVIENT D'AVOIR A L'ESPRIT POUR SAVOIR S'IL EST - OU NON- OPPORTUN DE LEVER L'EXCLUSION DE LA BREVETABILITE DES RACES ANIMALES, OU DE L'INTERPRETER DE MANIERE RESTRICTIVE, CE QUI REVIENDRAIT AU MEME . IL ME SEMBLE QUE CE SERAIT UNE ERREUR POLITIQUE AU SENS FORT DU TERME, C'EST-A-DIRE UNE ERREUR SUR L'EVOLUTION QUE LES CITOYENS VEULENT IMPRIMER A LA CITE .

L'association qui a exprimé le mieux cette mentalité nouvelle est sans doute la "Humane Society of the United States", qui en prenant position contre la brevetabilité des animaux, a indiqué qu'elle le faisait au nom du respect des droits des êtres vivants qui partagent la même communauté écologique" (54) . L'idée d'une telle communauté va sans doute trop loin, car elle apparaît fondée sur des bases biologiques qui affaiblissent trop la distance entre l'homme et le reste du vivant ; c'est une entreprise dangereuse sur le plan symbolique. Notre rôle est sans doute d'établir la solidarité entre êtres différents, sans tomber dans l'idée de communauté qui implique une certaine identité entre ceux qui la composent.

Il faut précisément reconstruire les limites que les visions radicales de l'écologie et de la génétique peuvent contribuer à troubler, ce qui ne peut se faire qu'à la condition de donner à chaque genre une place qui puisse satisfaire les nouvelles mentalités.

Le mouvement est puissant, et il y a un risque politique à le méconnaître : "rendre à chacun le sien" peut permettre d'éviter le développement de la violence qui accompagne le plus souvent l'évolution des mentalités. Les défenseurs des animaux, généralement pacifistes, ont pourtant des franges violentes. La lutte armée de certains groupes contre les laboratoires pharmaceutiques est un phénomène d'exaspération d'une opposition à laquelle il faut être attentif . Prendre en considération certaines de leurs revendications doit servir à ne rien céder sur les principes fondamentaux du droit des personnes. Aux Etats-Unis, le conflit préoccupe beaucoup les milieux scientifiques qui traitent les défenseurs des animaux de "fanatiques", "agitateurs professionnels", parlent de "conspiration interétatique" (au sens américain du terme) : on peut y voir sans erreur un mouvement international. Certains scientifiques y sont sensibles et travaillent à améliorer la transparence, réformer certaines pratiques de laboratoire, etc. D'autres vont au-delà en demandant l'intervention du FBI et le vote d'une loi fédérale de répression . George Dunea fait remarquer que la frange radicale des défenseurs des animaux s'allie à des groupes "antiestablishment", c'est-à-dire des groupes de contestation globale de la

société. La remarque est intéressante car elle confirme l'intuition d'une transformation qui affecte l'ensemble du projet de société : comme dans certains pays où la religion est devenue l'outil principal de la contestation, l'écologie au sens large -englobant les rapports humains- est en passe de devenir un outil critique des faiblesses et des injustices de notre société.

La France est loin d'être en dehors de ce mouvement : en 1989, l'émission de télévision "La marche du siècle" avait organisé une soirée intitulée "Les années bio" ; une partie était consacrée à la brevetabilité du vivant, et les journalistes avaient rendu compte de l'évolution américaine qui avait amené de la brevetabilité du micro-organisme au brevet de la souris. A la fin de l'émission, les auditeurs étaient invités à répondre à des questions sur ce qu'ils avaient vu. Il ne s'agit pas d'un sondage au sens technique du terme, puisque les personnes qui répondent ne font pas partie d'un échantillon sélectionné, mais se décident spontanément à participer ou non. Les réponses méritent pourtant que l'on s'y attarde, car plus de 65 % se déclarèrent choqués par la brevetabilité des animaux. Cette réaction immédiate est partagée par un grand nombre d'associations ou de groupes de pensée de tendances diverses. Aux Etats-Unis où les choses menaçaient d'aller très vite, protecteurs des animaux, écologistes, responsables religieux, représentants des agriculteurs, firent une alliance sur un point précis, le soutien à la demande de moratoire sur la brevetabilité des animaux, présentée par Hatfield. La liste des participants donne une idée de la diversité de ces groupes :

- American Humane association
- The Humane society of the United States
- American society for the Prevention of the Cruelty to Animals
- Animal Welfare Institue
- American Anti-vivisection society
- Animal Protection Institue of America
- Humane Farming Association
- Doris Day Animal League
- Funds for Animal
- National Alliance for Animal Legislation
- National Wildlife Federation
- National Farmers Union
- Foundation on Economic Trends

Il faut noter également qu'aux auditions organisées par le Subcommittee of court, tous les représentants des industries et les conseils en brevets se sont révélés favorables à la brevetabilité des animaux alors que tous les représentants des agriculteurs ont pris position contre. Le moratoire n'a pas été voté, mais le mouvement de brevetabilité des animaux semble tout de même ralenti de facto.

On peut se demander pourquoi cette question a tellement soulevé les passions ; la brevetabilité des animaux n'entamera pas directement leur bien-être, ni même leur place concrète dans la société. Le rejet est donc purement symbolique. Pour tenter une explication, je proposerai de reprendre une distinction proposée par André Micoud dans un autre cadre (55) : à l'issue d'une étude sur la pertinence contemporaine de la distinction entre l'animal sauvage et l'animal domestique, il concluait que la frontière entre les deux avait tendance à se troubler d'une part, et à perdre de sa force explicative au profit d'une distinction entre vivant-industriel et vivant-personne. Cette conclusion permet de mieux comprendre le rejet objectivement

étonnant de la brevetabilité de l'animal, car elle inscrit dans les textes juridiques la rupture entre deux utilisations de l'animal par l'homme, la première comme pure usine à viande, à peau, à lait, etc, la seconde comme compagnon parfois beaucoup mieux traité que bien des êtres humains. La reconnaissance de la brevetabilité vient révéler ou accentuer une séparation de plus en plus totale entre ces deux modèles, probablement négatifs l'un comme l'autre. La "dé-liaison" de la société s'accommodera de deux schémas illimités, le vivant-industriel étant totalement soumis aux contraintes de la fabrication malgré les excès qui peuvent en résulter, le vivant-personne pouvant être l'objet de toutes les dérives liées à un processus de divinisation de l'animal, lot de consolation d'une humanité qui n'a plus confiance dans sa capacité à réaliser des progrès éthiques.

## CONCLUSION

Les exclusions sont liées la plupart du temps à un postulat moral selon lequel certaines choses ne doivent pas être qualifiées d'objet technique brevetable parce que ce serait contraire à la place symbolique qu'elles occupent dans la société. Les appréciations que cela implique doivent évidemment évoluer avec la société. Or la plus grande partie des spécialistes de droit des brevets milite pour la suppression de ces exclusions. Certaines suppressions sont justifiées par l'évolution des mœurs. Mais il est normal que d'autres apparaissent. Or, les experts acceptent de faire évoluer les conditions d'application du brevet en fonction des nouvelles techniques sans faire évoluer en parallèle le mécanisme des exclusions éthiques. Comme si la modernité impliquait la suppression de tout fondement éthique à l'intérieur du droit des brevets. Cela signifierait que la rémunération par le marché est éthique en soi, quel que soit l'objet auquel ce mécanisme s'adresse.

Et pourtant, rares sont ceux qui soutiendraient ouvertement la brevetabilité de l'être humain ! Il n'y a donc pas que des survivances du passé dans le processus de l'exclusion, bien au contraire. L'exclusion de l'être humain qui n'avait jamais été prononcée jusqu'à ce jour, est directement liée à l'avancée des techniques d'intervention qui rendent la brevetabilité d'un être humain, pour la première fois, concevable. Les exclusions constituent une technique juridique dont le contenu doit évoluer avec l'évolution des mœurs, et la question est alors de savoir si, seul l'être humain décide de s'exclure, ou s'il exclut en même temps d'autres habitants de la planète, et lesquels.

A ce titre, j'ai cherché à établir que les mentalités reflétaient un changement assez profond de nos sociétés quant à la place de l'homme dans l'ensemble du monde vivant. Si le vivant n'est plus sacré en tant que création divine, il constitue un ensemble dont l'homme est partie, dont il se sent responsable, avec lequel il est solidaire. Mais la force de ce lien est différente selon les règnes du vivant, voire selon les espèces concernées. On ne peut guère trouver de sentiment de solidarité avec le règne des micro-organismes, et tout laisse à penser que leur brevetabilité est bien acceptée. L'affirmation est déjà moins évidente pour le végétal, mais on verra que les obstacles à leur brevetabilité sont surtout techniques. Il n'en est pas de même pour le monde animal. Ici l'exclusion paraît s'imposer pour des raisons éthiques, à elles seules suffisantes.

J'irai donc à l'encontre du mouvement général qui tend à juger la question éthique dépassable, d'une part, et à la renvoyer à l'extérieur du droit des brevets d'autre part . Il me semble en effet qu'une telle séparation entre l'éthique et la science, l'éthique et l'économie, l'éthique et le droit, l'éthique et l'industrie, etc, est à l'origine d'une grande partie de nos difficultés . Scinder ainsi les questions revient à augmenter la "dé-liaison" dont souffrent nos sociétés, et à contraindre des "spécialistes de l'éthique" à s'opposer à des "spécialistes de l'efficacité" , au lieu de les forcer à l'intégration. C'est ainsi qu'aux Etats Unis, il faut désormais enseigner l'éthique financière, industrielle, etc. pour tenter de contrecarrer un peu partout le développement de nouvelles lois de la jungle.

C'est l'intuition que semble avoir eue Mr.Hatfield, présentant au Congrès l'une des propositions de moratoire pour l'attribution de brevets sur les animaux . Il commença son discours par le rappel de ce que venait de leur dire Vaclav Havel : "Nous ne savons pas comment faire pour mettre la morale au dessus de la politique, de la science et de l'économie, nous sommes incapables d'admettre que la seule colonne vertebrale de tous nos actes, est la responsabilité que nous avons envers quelque chose qui est placé plus haut que la famille, le pays, l'entreprise, le succès". La contrainte éthique doit être réinsérée à tous les niveaux de la société : la déliaison est devenue une erreur politique.

L'une des plus grandes difficultés de la décision à prendre en matière de protection de l'innovation dans le domaine agricole est de réaliser que ces innovations ne s'adressent pas à l'industrie, mais aux agriculteurs, population dispersée, placée dans notre société en position difficile, qui ne supportera pas des surcoûts non productifs . De plus, le brevet est un système libéral où l'utilisateur de la technique teste sa valeur à ses risques et périls. Le système mis en place par le ministère de l'agriculture, que ce soit pour les végétaux ou pour les animaux est un système centralisé et très contrôlé, visant à garantir des résultats . Il y a là, aussi, une question éthique et politique.

Il faut enfin se souvenir que les exclusions n'ont pas seulement des fondements éthiques, étudiés ici, mais aussi des fondements techniques, lorsque la stratégie inventive d'une technologie requiert un autre système que celui du brevet. Les innovations relevant du domaine de l'agriculture vont donc être désormais étudiées sur ce plan technique.

**Références du Chapitre II : le brevet et ses exclusions, considérations techniques et choix de société**

- (1) sur cette question qui a beaucoup et régulièrement agité les esprits, cf. par exemple P.Olagnier : le droit des savants. Paris, LGDJ, 1937, ou F.Poignon : Comment le droit peut-il protéger l'oeuvre scientifique ? Paris, Rousseau, 1929.
- (2) F.K.Beier et J.Straus : le génie génétique et la propriété industrielle. In La propriété industrielle, novembre 1986, p.483.
- (3) L.Gruszow et B.Remiche : La protection des inventions. Bruxelles. Larcier, 1978, p.206
- (4) J.M.Mousseron, avec le concours de J.Schmidt et P.Vigand : Traité des brevets. Paris, Librairies Techniques, 1984, p.20.
- (5) id. p.147
- (6) id. p.239
- (7) Il faut noter que les milieux professionnels demandent la limitation voire la suppression de cette exclusion (projet de directive du Conseil de la CEE sur la protection des inventions biotechnologiques.
- (8) J.M.Mousseron, p.177
- (9) cf.note 1
- (10) L.Gruszow, p.206 et sv.
- (11) du même avis, J.M.Mousseron, p.458
- (12) E.Pouillet : Traité théorique et pratique des brevets d'invention et de la contrefaçon . Paris, Marchal et Billard, 5ème ed.1909, n°81 bis
- (13) Que l'on pense à l'affaire du RU 486 !
- (14) J.M.Mousseron, p.431
- (15) malgré des ambiguïtés de la récente loi anglaise sur l'expérimentation sur les embryons.
- (16) P.Kelly : Prophetic patents in biotechnology. Biotechnology, janv.1990.
- (17) E.Pouillet, p.128 et sv.
- (18) F.Savignon : La bioéthique et le sacré . in Les cahiers rationalistes, sept-oct. 1989, n°443
- (19) B.Edelman : Le droit et le vivant. La recherche, vol.20, p.967. Edgar Faure cité in thèse J.Lecoïnte : Les problèmes juridiques de l'insémination artificielle des animaux d'élevage en France, thèse Paris II, 1976 , p.196.
- (20) Sur cette évolution, cf M.A.Hermitte : Histoires juridiques extravagantes-le droit de la reproduction végétale. In La gestion des ressources naturelles d'origine agricole, sous la dir. de Ph. Kahn, Librairies Techniques, 1983
- (21) E.Gutmann précité chap.1
- (22) M.de Haas : Brevet et médicament en droit français et en droit européen . Paris, Librairies Techniques, CEIPI, 1981
- (23) Ethical consideration of patents in reproductive medicine. In Fertility and Sterility, vol.53, n°6, june 1990, supplément 2, chap.7
- (24) cf. toutefois un brevet de Pasteur en 1873

- (25) A.Rémond : Current trends in patenting biotechnological inventions before the European Patent Office, WPI, vol.11, n°2, 1989, pp.63 ; cf . pour un historique du droit européen des brevets, l'article de P.Demaret : Justification et problèmes d'élaboration d'un droit européen des brevets, RTDE 1970 p.215.
- (26) M.de Haas, p.308 et sv.
- (27) R.Teschenmacher : Patentability of microorganisms per se, Verlag Chemie, n°1/1982, p.27
- (28) J.M.Mousseron, p.451
- (29) M.de Haas, p.312 et D.Darmon (cf.chap.1)
- (30) L.Gruszow, p.213
- (31) J.M.Mousseron, p.451
- (32) J.Straus : AIPPI and the protection of inventions in plants, past developments, future perspectives, IIC, vol.20, p.602
- (33) Une bonne synthèse de ces positions est donnée dans le petit livre édité par le Congrès mondial des Eglises réformées : Rights of future generations, rights of nature, ed. by Lukas Vischer, Genève 1990
- (34) Ces quelques lignes sont une synthèse de l'article précité, paru dans La Recherche, et de Critique de l'humanisme juridique, paru dans L'homme, la nature et le droit, textes présentés par B.Edelman et M.A.Hermitte, Christian Bourgois, 1988.
- (35) J.P.Kraehenbühl : Le brevet du vivant - Protéger l'invention sans breveter le vivant . A paraître, Lausanne, sous la dir. de J.M.Thevoz.
- (36) par exemple dans les écrits de J.Monod ou S.J.Gould
- (37) Ph.Marlière : Mutagenèses et protéines, in Cours de microbiologie générale de l'Institut Pasteur, ed. par F.Gasser, 1988, Hermann.
- (38) en ce sens, M.de Haas, p.308 et 314 et F.Panel : La protection des inventions en droit européen des brevets, Paris, Librairies Techniques, 1977
- (38 bis) Y.Demarly : L'être végétal, objet pour les biotechnologies, in "Les objets génétiques", Revue Quaderny, automne 1990, n°11, revue publiée par le CREDAP, Université Paris Dauphine
- (39) L.Busch, W.Lacy, and J.Burkhardt : Culture and care : ethical and policy dimensions of germplasm conservation, L.Knutson and A.K.Stoner ed., Biotic diversity and germplasm preservation, global imperatives, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands, 1989
- (40) O.Schäfer-Guignier : Production végétale et animale : y a-t-il des limites éthiques au progrès technique ? exposé présenté au séminaire agricole organisé par la Chambre vaudoise d'Agriculture, publié aux Cahiers protestants, février 1989, n°1
- (41) M.de Haas
- (42) Lettre de l'Institut Pasteur, n°27, 1988
- (43) A.Reffay : Protection juridique des inventions biotechnologiques portant sur les animaux, avril 1990, DPE, ministère de l'agriculture
- (44) Rees, Flint et Fuller, a molecular biological approach to reducing dietary amino acid needs, Biotechnology, july 1990
- (45) Déclaration de la chambre de commerce internationale relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques, publiée dans "le droit du génie génétique végétal", sous la dir. de M.A.Hermitte, p.224
- (46) M.A.Hermitte : Les sociétés de capital-risque et les obstacles à leur développement, même ouvrage, p.103
- (47) JO OEB, nov.1989, p.451



(48) Sur l'importance éthique de l'expérimentation animale et la manière dont elle est mise en danger pour des questions de coût, cf. J. Testart, A la recherche du cobaye idéal, Le Monde Diplomatique, juillet 1990

(49) Arrêt n°437 D, Cour de Cass. civ. 2, 26 avr. 1990

Attention à la confusion fréquente entre l'idée de l'animal sujet de droit, plutôt positive, et l'animal personnifié, erreur à ne pas commettre. A-M. Sohm-Bougeois : La personnification de l'animal, une tentation à repousser, Dalloz n°42 1990. Dossiers de l'Express, 19 janvier 1990

(50) J. Ch. Galloux : Fabrique moi un mouton, JCP, ed. G. 1990, n°7, 3430

(51) O. Schäffer-Guignier, op. cit. note 40.

(52) Article de Georges Balandier dans le Monde sur "l'animal au bon vouloir de l'homme"

(53) Convention européenne pour la protection des animaux de compagnie, Strasbourg, 13 XI 1987.

(54) Rapport du Comité judiciaire sur le projet américain de brevetabilité des animaux transgéniques, repris à BNA's patent, vol. 36, p. 506

(55) A. Micoud : Production et diffusion des normes de régulation de la faune sauvage en France : le cas du piégeage. Rapport de synthèse d'A.R.C., CRESAL-UA du CNRS, n°899, juillet 1990

### CHAPITRE III

#### LE DROIT D'OBTENTION VEGETALE, PARADIGME DE L'AMELIORATION DES PLANTES -L'équilibre 1960/1980-

*Dans cette partie, un certain nombre de termes sont utilisés en fonction d'habitudes lexicales étrangères à la biologie moléculaire ; le vocabulaire juridique et le vocabulaire des obtenteurs ont chacun une part de responsabilité . D'autre part, certaines affirmations peuvent être contestables, in abstracto, alors qu'elles sont vraies au regard des objectifs concrets de l'agriculture*

L'amélioration des plantes est un métier étrange, mal connu, et les hommes du métier n'arrivent pas à faire comprendre la spécificité de leur manière de penser et de travailler.

En réalité, l'amélioration des plantes repose sur une triple régulation : celle qui concerne le pool génétique qui constitue le matériel de départ de toute innovation, celle qui concerne la protection et la rémunération de cette innovation, puis l'organisation du contrôle et de la commercialisation des produits finis . Il s'agit certes de trois ensembles distincts ; mais ils entretiennent des liens si étroits que l'on ne peut guère les comprendre indépendamment les uns des autres.

En effet, imaginons une équipe d'agronomes, biologistes, etc., parfaitement compétente, disposant de crédits, d'appareils de laboratoire, de terres ..., dont le projet serait de créer ex nihilo un programme de sélection du soja . Il n'existe pas d'autre manière pour rentrer sur le marché que de mettre en culture les variétés de soja existantes, leurs parents sauvages, des variétés anciennes... Ce n'est qu'après avoir retravaillé ce matériel utilisé comme base génétique qu'un "nouvel entrant" sur le marché des semences de soja pourra sortir ses premières variétés originales. Elles auront automatiquement intégré une partie du génotype des variétés utilisées pour former un génotype nouveau. Pour réaliser une telle "création", on aura utilisé des centaines de variétés connues, dont l'origine et les qualités sont très diverses. Ce seront des variétés performantes adaptées à l'éco-système visé dans le programme de sélection, des variétés tombées dans le domaine public, des variétés sauvages sans intérêt agronomique, mais disposant de gènes de résistance à la sécheresse ou à la maladie. L'ensemble constitue le "pool génétique" qui permet le départ de sélection. On conçoit donc l'importance du régime juridique qui va réguler l'accès à ce pool et sa circulation. Il y a là une différence fondamentale avec ce qui se passe lorsqu'on veut ouvrir une nouvelle entreprise dans d'autres domaines où les capitaux, technologie, et personnel formé suffisent pour obtenir le reste. Ici il faut, en plus, le matériel génétique.

Une fois que le programme de sélection commence à donner les premières variétés, il faut les apprécier en tant que "créations" ; pourront-elles ou non faire l'objet d'un droit exclusif ?

Enfin, parce que ces productions concernent directement l'agriculture et l'alimentation, un certain nombre de contrôles de commercialisation doivent être effectués. Ils n'ont en principe aucun lien avec les étapes précédentes, mais on verra qu'il existe en fait des interférences importantes ; cette troisième étape, assez proche de ce qui se passe en pharmacie est toutefois moins particulière que les deux premières.

Cet ensemble fut laissé à la liberté, et donc aux rapports de force, jusqu'aux années vingt. Puis, les pays industrialisés commencèrent à moraliser en aval le commerce des semences, dans une optique "répression des fraudes". Ensuite, ils mirent en place un système de protection des innovations, le droit d'obtention végétale. La Communauté internationale tente aujourd'hui difficilement de réguler l'accès aux ressources phytogénétiques mondiales.

Nous allons décrire ce système, dans son équilibre antérieur aux techniques d'ingénierie génétique ; les problèmes causés par l'interface génie génétique/amélioration des plantes seront examinés dans le chapitre V.

## SECTION I : LA PHASE PRE-INDUSTRIELLE (---> 1920)

Pendant des millénaires, l'amélioration des plantes dépendait des agriculteurs et des amateurs. Aucun système juridique au sens moderne du terme ne venait réguler ces métiers . Pourtant, les Etats s'intéressaient souvent aux ressources génétiques, et les agriculteurs pratiquaient spontanément l'échange des ressources comme celui des variétés qu'ils jugeaient performantes.

Les Etats, au cours des expéditions guerrières rapportaient toujours des plantes du pays vaincu, et cherchaient avec plus ou moins de succès à les acclimater. Les hommes transportaient du matériel de reproduction dans toutes leurs migrations. Ce matériel faisait l'objet d'échanges lors des mariages, des marchés, etc. D'autre part, les plantes précieuses étaient fréquemment monopolisées, parfois de manière violente (1).

Ce modèle va se rationaliser, sans changer de structure, à partir des grandes découvertes et des siècles de colonisation qui vont s'ensuivre. Toutes les expéditions comportent des botanistes chargés de ramasser des spécimens, de les décrire, de les classer, d'indiquer leurs qualités, etc. C'est ici que commence un grand mouvement de concentration des ressources génétiques de la planète dans les pays européens. L'OBJET TECHNIQUE CENTRAL EST L'ESPECE . On essaie de découvrir de nouvelles espèces, dont la pomme de terre est un des exemples les plus célèbres. On développe les "jardins d'acclimatation" ; on commence de véritables banques de gènes avant la lettre.

La circulation des ressources se fait du Sud vers le Nord, et du Sud vers le Sud : mais elle est alors conçue par la métropole en fonction des besoins de la métropole . C'est ainsi que l'on transporte le café d'Afrique en Amérique latine, l'hevea d'Amérique latine vers la zone Pacifique, etc.

L'accès et la circulation des pools génétiques se fait donc sur le modèle politique du moment, le modèle colonial. L'innovation, assez faible à cette époque, n'est pas rémunérée.

## **SECTION II : LES DEBUTS DE L'INNOVATION SCIENTIFIQUE 1920-1950**

Tout commença vers le milieu du XVIIIème siècle : les premiers amateurs s'intéressèrent aux variétés ornementales et aux arbres fruitiers . Un petit groupe de pomologues belges produisit à partir de 1758 "plus de mille variétés de poires, et des centaines de variétés de pommes, de prunes et de cerises" (2) ; le mouvement s'affirma au XIXème où les premières entreprises semencières furent créées. On entra alors dans l'ère industrielle, soutenue par les débuts de la recherche publique, et les agriculteurs commencèrent à s'intéresser à ces nouvelles variétés qu'ils n'avaient pas mises au point eux-mêmes. **L'OBJET TECHNIQUE CENTRAL EST EN TRAIN DE DEVENIR LA VARIETE.**

Du foisonnement des petites entreprises résulta un grand désordre, des semences de mauvaise qualité, vendues sous des noms et des marques fantaisistes qui n'avaient rien à voir avec l'obtenteur véritable.

Pour remédier à cette situation, les différents Etats mirent au point des **CATALOGUES DES VARIETES COMMERCIALISEES** . Ce furent les ministères de l'agriculture qui, dans l'ensemble, réagirent, pour protéger les agriculteurs contre des semences de mauvaise qualité. C'est de ce **CONTROLE DE LA QUALITE ET DE L'ORIGINE DES PRODUITS COMMERCIALISES** que partit le mouvement qui devait aboutir une cinquantaine d'années plus tard à l'invention du droit d'obtention végétale. En effet, pour élaborer ce catalogue, il fallait bien relier les produits vendus, qui étaient généralement de nouvelles variétés, à ceux qui les avaient mises au point. L'idée de leur accorder un droit exclusif était toute proche (3).

Mais il n'était pas simple de passer de l'idée à la réalisation concrète. Le droit de brevet ne convenait pas, que ce soit pour des raisons techniques, pour des raisons juridiques - les conditions de brevetabilité plus strictes qu'aujourd'hui n'étaient presque jamais remplies-, ou pour des raisons éthiques, floues mais perceptibles dans les travaux législatifs par exemple - le droit d'auteur non plus . Créer un droit sui generis est toujours une décision difficile à prendre pour un législateur. On ne peut pourtant pas dire que ce fut du temps perdu. En effet, l'expérience acquise par les services techniques des ministères de l'agriculture permit de bien cerner les contours du type de droit intellectuel qui pourrait convenir pour l'amélioration des plantes. Leur travail reposait sur une démarche en deux temps : - justifier le non recours au système des brevets - indiquer les fondements d'un droit spécifique.

### **SECTION III : L'ERE INDUSTRIELLE ET LA CREATION DE L'UNION POUR LA PROTECTION DES OBTENTIONS VEGETALES (1961)**

Tout de suite après la seconde guerre mondiale, les experts de la propriété industrielle, conscients des inconvénients des disparités législatives, se réunissent pour entamer la marche vers une unification du droit des brevets. Les travaux commencent en 1951 sous l'égide du Conseil de l'Europe ; il est question d'examiner le cas des variétés végétales et des races animales qui ne bénéficient d'aucune protection . Mais les experts jugent ces inventions trop particulières et décident de les exclure de leur champ de réflexion. On peut affirmer que c'est de 1951 que date la véritable exclusion des variétés végétales et des races animales, exclusion qui sera consacrée par la Convention de Strasbourg en 1963. Pourtant c'est l'époque où les tribunaux tentent de valider de manière plus ou moins convaincante les premiers brevets portant sur des plantes ; l'AIPPI, association qui joue un rôle très important dans l'évolution du droit des brevets, soutient largement la cause du brevet (4).

Ce refus décidera le milieu des obtenteurs à s'atteler seul à la tâche en 1957. A cette date, les Instituts nationaux de la propriété industrielle ont commencé à délivrer des brevets pour les plantes, et l'on ne peut que constater leur faible efficacité.

#### **I- La constatation de l'inadéquation du droit des brevets**

1) Le brevet n'autorise pas la protection des découvertes dans la nature ; or, une partie de l'amélioration des plantes repose sur la sélection de plantes qui existent dans la nature. A vrai dire, le problème pouvait être dépassé, car il faut le plus souvent au minimum les stabiliser pour qu'elles puissent être exploitables. Ce travail aurait donc pu être considéré comme une invention (cf. chapitre IV).

2) Il n'est jamais possible de décrire un procédé d'obtention d'une variété avec suffisamment de précision pour que l'invention puisse être reproduite par un homme de l'art placé dans les mêmes conditions. Le problème aurait pu être dépassé comme il l'a été pour les micro-organismes ; on se contente d'exiger un dépôt du matériel. L'autoreproductibilité de l'organisme vivant est alors censé jouer le rôle de la description et de la répétabilité de l'invention. **C'EST L'INCOMPATIBILITE QUI FUT CONSIDEREE PAR LES EXPERTS EN BREVETS COMME L'IMCOMPATIBILITE MAJEURE** . Beaucoup d'experts sont encore de cet avis, tout en estimant que les nouvelles techniques permettent de plus en plus de dépasser l'obstacle (5).

Je ne partage pas cet avis ; je crois au contraire qu'il était facile dès cette époque de concevoir le remplacement de la description par le dépôt, mais qu'on n'a pas voulu risquer un éclatement du droit des brevets pour des objets qui n'intéressaient guère les industriels . On est certes ici à la limite de l'élasticité du système puisqu'on obtient une branche très particulariste du droit des brevets . Mais, par des formes nouvelles, on réalise les mêmes fonctions sociales que celles que l'on attend de la description (chap.IV)

3) La nouveauté du droit des brevets est une nouveauté absolue. Lorsqu'une invention intègre des éléments essentiels d'une invention précédente, "l'idée-mère", elle est dépendante de la première. En droit des brevets cette situation donne naissance à deux hypothèses distinctes, le perfectionnement de la première invention, ou la dépendance pure s'il n'y a pas perfectionnement. Dans les deux cas, il faut une autorisation du détenteur du brevet dominant pour exploiter le brevet dominé ; dans le premier cas, un refus d'autorisation peut être levé à la suite d'une demande de licence d'office. Dans le second cas, ce mécanisme n'est pas prévu. En pratique, les licences d'office sont extrêmement rares, et ce n'est sans doute pas ainsi que les choses s'arrangent concrètement (chap. V).

En réalité, la situation de dépendance n'est fréquente que dans le cadre des relations entre le détenteur d'un brevet et ses licenciés, qui sont amenés à perfectionner "naturellement" l'invention initiale. Généralement, les problèmes sont donc réglés par la voie contractuelle, et le plus souvent dès le contrat de licence originaire. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de problèmes, mais l'existence de relations d'affaires suivies permet le plus souvent de les résoudre à l'amiable.

Dès que l'on sort du cadre des relations entre le détenteur d'un brevet et ses licenciés, le phénomène de dépendance devient plus rare car les stratégies de recherche se placent délibérément dans une optique d'évitement de la dépendance.

Les sélectionneurs ont tout de suite compris que ce modèle ne leur convenait pas ; ils cherchent non pas la nouveauté absolue mais la concentration de toutes les caractéristiques connues, plus "une" différence. Dès 1957, les professionnels reconnurent cette spécificité qui est pour moi la seule différence absolue entre les métiers du végétal et les autres industries. Ils l'exprimèrent sous une forme ésotérique en posant "le principe de la libre utilisation de la variété comme géniteur dans un travail d'amélioration". Concrètement cela signifie que toutes les variétés, y compris les variétés protégées par un droit exclusif, devraient être utilisables librement et gratuitement dans les programmes de sélection. On retrouvera donc automatiquement les qualités essentielles de variétés couvertes par des droits exclusifs dans les nouvelles variétés. En droit des brevets, on serait dans le cercle de la dépendance. Or, cette situation est si automatique, chaque variété nouvelle comprend tant de variétés couvertes par des droits exclusifs qu'il apparaissait impossible d'être tenu de demander des autorisations et payer des redevances.

Cette nécessité entraîna deux conséquences fondamentales : la première concerne le critère de nouveauté. Est nouvelle une variété qui se distingue par au moins un caractère important des variétés antérieures. On admet alors qu'elle est totalement autonome par rapport aux droits antérieurs. La deuxième conséquence est le libre accès gratuit aux variétés protégées aux fins de création de nouvelles variétés. **CE SONT LES DEUX DIFFERENCES IRREDUCTIBLES AVEC LE DROIT DES BREVETS.**

4) Certains droits, comme le droit allemand, exigeaient que l'invention fasse preuve d'une activité inventive (exigence étendue aujourd'hui à tous les Etats membres de la CBE) ; or les

experts estimaient qu'il n'est pas certain que toutes les innovations importantes du secteur végétal puissent faire preuve d'activité inventive : la sélection massale nécessite plus de patience, d'intuition, de savoir-faire, que d'activité inventive. Ici encore, les transformations imposées au droit des brevets pour les micro-organismes montrent qu'il y avait sans doute possibilité de le faire évoluer à cet égard, la sélection de micro-organismes ayant été considérée comme inventive.

5) Quoique ce dernier problème ait rarement été soulevé, il était évident que la délimitation de l'objet de l'invention dans le domaine de l'inerte posait moins de problèmes que dans le domaine du vivant. Déjà un être vivant, pourtant individualisé, est instable, il évolue sans cesse. Que dire pour des ensembles d'organismes vivants ? Or, il est bien évident que des individus ne peuvent pas avoir de valeur économique -au moins dans le règne végétal-. On ne pouvait donc faire porter l'objet du droit que sur des ensembles cohérents d'individus. L'ensemble choisi fut la variété, définie par trois caractères : la distance avec les variétés les plus proches, l'homogénéité entre les individus d'une même génération, et la stabilité qui permet de garantir qu'ils restent identiques d'une génération sur l'autre.

Ces critères sont d'un maniement délicat : le vivant se caractérise par sa diversité, son hétérogénéité, son aptitude à produire de l'identique et/ou du différent. Si l'on cultive en masse une variété de rosiers, on obtiendra automatiquement un certain nombre de mutants, différents du modèle originaire. La nature et la fréquence des mutations dépendra de chaque espèce, mais elle existe partout. L'objet à protéger devait donc être défini de manière souple, sinon on n'aurait pu protéger que des individus sans intérêt commercial, mais suffisamment rigide pour que l'on puisse l'identifier. L'obligation de recourir pour définir l'objet technique à des notions comme homogénéité et stabilité est très étrangère au droit des brevets.

## II- L'invention du droit d'obtention végétale

Ce droit fut "inventé" à une période où l'on était déjà convaincu de la nécessité d'agir au niveau international. Le droit mis en place au sein de l'UPOV n'est donc pas l'articulation de droits nationaux déjà bien développés comme ce fut le cas pour la Convention de Paris (1883-brevets) ou la Convention de Berne (droit d'auteur). Certes il existait ici et là des fragments réglementaires, mais aucun d'entre eux ne constituait un système complet et cohérent. Le droit d'obtention végétale fut élaboré au niveau international et repris ensuite par les Etats membres de l'Union. La force de ce système est évidemment la cohérence, malgré d'inévitables divergences d'appréciation technique ; sa faiblesse est de ne comprendre qu'un nombre relativement faible d'Etats, 19 en 1990. Il s'agit de presque tous les grands pays innovants, et il est probable qu'un certain nombre de pays de l'Est pourront rapidement rejoindre l'Union. La question de l'adhésion des pays en développement est plus délicate.

1) Le droit accordé à l'obteneur est dans la droite ligne des droits de l'homme ; mais dans le Préambule de la Convention, le droit subjectif de l'obteneur n'est pas mis en avant. C'est au contraire l'intérêt de l'agriculture qui est mentionné. Et surtout, l'accent est mis sur le particularisme de l'objet : les Parties contractantes se disent "convaincues des problèmes particuliers que soulèvent la reconnaissance et la protection du droit de l'obteneur et notamment des limitations que peuvent imposer au libre exercice d'un tel droit les exigences de l'intérêt public". Il s'agit là, non pas seulement d'une référence aux licences d'office qui peuvent être imposées à l'obteneur dans le cadre de l'intérêt général, mais surtout d'une

allusion à la nécessité de conserver le libre accès aux ressources génétiques. L'idéologie de base n'est donc pas la même que celle qui préside au brevet, qui est plus individualiste.

## 2) L'objet de la protection est la variété.

L'idée de départ, qui n'a jamais été abandonnée, est de partir des concepts botaniques. Chaque pays membre de l'Union s'engage à organiser l'octroi de droits exclusifs pour un certain nombre de genres et espèces botaniques, au minimum 5 au départ, et à augmenter progressivement ce nombre. L'invention ne porte donc pas sur une souche végétale indifférenciée ; elle est faite dans le cadre relativement précis (6) de l'espèce, blé, maïs, rose... et concerne un sous-ensemble relativement précis, la variété, définie comme un ensemble d'individus présentant les mêmes caractères, déterminés par un lien relativement stable au regard du milieu entre le génotype (ensemble des instructions héréditaires) et le phénotype (caractères visibles ou mesurables) . Le choix est un peu restrictif : que se passe-t-il en cas de création d'une nouvelle espèce ? Il faut bien dire que le fait est rare, mais on a au moins une expérience avec le triticales, hybride interspécifique du blé et du seigle. Cette réalisation, dont les différentes étapes se sont déroulées sur un siècle, ne pouvait pas juridiquement être protégée en tant qu'espèce. Ce sont donc les premières variétés de triticales qui ont été protégées, chacun étant libre d'augmenter le nombre de variétés au sein de l'espèce (7).

Au départ, on avait parlé de "cultivar", limitant la protection aux variétés cultivables par un agriculteur. Cela s'est avéré trop restrictif car certains éléments-clés des innovations ne sont pas susceptibles d'être cultivés : "une lignée endogame de maïs, une lignée dont les organes floraux sont frappés de stérilité mâle, un porte-greffe" n'ont pas d'intérêt pour l'agriculteur, mais sont des innovations (8).

La variété protégée est donc devenue (révision de 1978) un concept plus ouvert pour comprendre non seulement les variétés des agriculteurs, mais aussi les variétés constituants parentaux, les variétés géniteurs, les populations. L'actuel projet de révision prévoit d'étendre le concept de variété à des parties de plantes aptes à régénérer une variété.

## 3) Le procédé d'obtention de la variété est indifférent

En protégeant la variété, on protège un résultat, mais pas la manière de l'obtenir . C'est la nouveauté du résultat qui est appréciée. Cette affirmation recouvre deux réalités différentes ; la première est que le procédé d'obtention d'une variété repose sur un mélange d'événements contrôlés et d'événements aléatoires. On connaît des méthodes de sélection, que tout le monde utilise , mais ces méthodes générales ne sont pas assimilables à des procédés que l'on pourrait répéter à partir de matériels identiques pour obtenir des résultats identiques. Un même obtenteur, utilisant les mêmes matériels génétiques de départ, et les mêmes procédures d'obtention, dans deux champs différents n'obtiendra pas les mêmes résultats. C'est la raison pour laquelle on ne peut décrire de telles inventions et apprécier leur reproductibilité par l'homme du métier, comme l'exige le droit des brevets.

L'affirmation recouvre une deuxième réalité : en ne considérant que le résultat, on se désintéresse de l'activité inventive qu'il a fallu déployer pour arriver au produit fini, différence fondamentale avec le droit des brevets. Il en résulte que certaines variétés nouvelles, et donc



protégeables, ont été obtenues par des procédés qui ne feraient pas en droit des brevets la preuve de leur activité inventive .

Ce choix fut exprimé de la manière suivante : "Quelle que soit l'origine, artificielle ou naturelle, de la variation initiale qui lui a donné naissance, la variété doit pouvoir..." (Art.6 de la Convention )

Les rédacteurs de la Convention avaient hésité sur une option qui était et qui reste une option délicate. Bien que le problème soit susceptible d'être posé à partir de plusieurs techniques, l'exemple le plus frappant est celui des mutations naturelles : la simple mise en culture de rosiers donne naissance chaque année à un certain nombre de mutations . Pour "maintenir" une variété stable, on élimine ces mutations qui provoquent en quelques années la dégénérescence de l'ensemble . Mais pour créer une nouvelle variété, on les observe pour repérer l'individu qui offre des caractéristiques intéressantes. Il est bien évident que le travail peut être faible lorsqu'il s'agit seulement de repérer l'apparition d'une nouvelle couleur, une précocité inattendue, une tige plus courte... mais que ce travail peut être plus important s'il s'agit de repérer une caractéristique physiologique par des tests systématiques.

Il fut donc décidé que seule comptait la nouveauté du résultat, quelle que soit l'activité inventive propre à la technique d'obtention. Ce choix avait pour inconvénient de permettre à un concurrent de tirer d'une obtention ayant nécessité du temps et de l'argent une autre obtention ne demandant presque pas de travail et susceptible dans certains cas de prendre une part de marché de la première. Mais cela incitait des petites entreprises, parfois des individus, à retravailler de grandes obtentions pour les adapter légèrement à des conditions pédo-climatiques particulières à des micro-régions, travail d'adaptation qui n'intéresse pas les grands obtenteurs qui sont à la recherche de matériels polyvalents, valables pour de vastes régions.

Au moment de la rédaction de la Convention, on finit par préférer la diffusion rapide des techniques à la rémunération maximale des obtenteurs ; ceux-ci se protégèrent - principalement contre leurs licenciés qui étaient particulièrement bien placés pour repérer les mutations- en insérant dans les contrats de multiplication des clauses par lesquelles ils se réservaient l'exploitation des mutations. Ces clauses étaient nulles évidemment. L'affaire éclata au grand jour lorsqu'un licencié de Meilland, Monsieur Royon, rompant le contrat, obtint un certificat d'obtention végétale pour une mutation qui s'était produite dans ses serres à partir d'un matériel Meilland. Tout en reconnaissant la validité de l'obtention, la Commission des Communautés européennes, saisie de l'affaire, suggérait que des accords de partage de redevances pour l'exploitation de la variété dérivée soient trouvés dans de pareilles hypothèses. Curieusement, le même Monsieur Royon défend aujourd'hui, en tant que président de la CIOFORA, la thèse de la suppression du libre accès aux variétés d'autrui, et le maintien de grandes distances entre deux variétés, ce qui lui ferait très probablement perdre le procès qu'il a gagné ! (9)

La révision de la Convention UPOV s'oriente vers une prise en considération indirecte des techniques d'obtention, certaines pouvant donner lieu à un droit autonome, d'autres ne pouvant donner lieu qu'à un droit dépendant . Ce sera une transformation majeure du droit d'obtention végétale (chap.V).

#### 4) La variété doit être nouvelle

"...la variété doit pouvoir être nettement distinguée par un ou plusieurs caractères importants de toute autre variété dont l'existence, au moment où la protection est demandée, est notoirement connue. Cette notoriété peut être établie par diverses références telles que : culture ou commercialisation déjà en cours, inscription sur un registre officiel de variétés effectuée ou en cours, présence dans une collection de référence ou description précise dans une publication. Les caractères permettant de définir et de distinguer une variété doivent pouvoir être reconnus et décrits avec précision ;

A la date du dépôt de la demande de protection dans un Etat de l'Union, la variété

-ne doit pas avoir été offerte à la vente ou commercialisée avec l'accord de l'obteneur, sur le territoire de cet Etat...

-ne doit pas avoir été offerte à la vente ou commercialisée avec l'accord de l'obteneur, sur le territoire de tout autre Etat depuis plus (de quatre ou six ans selon des espèces).

Tout essai de la variété ne comportant pas d'offre à la vente ou de commercialisation n'est pas opposable au droit à la protection. Le fait que la variété est devenue notoire autrement que par l'offre à la vente ou la commercialisation n'est pas non plus opposable au droit de l'obteneur à la protection." (art 6)

#### 4-a : la distinction

Distinguer deux variétés peut s'entendre de deux manières différentes : on peut chercher la différence entre les deux génotypes, ou chercher la différence entre les deux phénotypes. Il n'y a pas adéquation totale entre ces deux paramètres, ce qui constitue l'une des grandes difficultés de la matière : la structure interne est définie au départ, mais une identification statique n'est pas totalement exacte, car la variété possède une aptitude à l'évolution intravariétale .

Au moment de la rédaction de la Convention, la structure génétique apparaissait comme une "boîte noire" ; on a fait aujourd'hui beaucoup de progrès à cet égard (électrophorèse, RFLP), ce qui amène à penser que l'on pourra un jour l'identifier avec précision, pour un coût qui ne serait pas trop élevé. Mais cela ne changera pas l'incertitude qui résulte des potentialités dynamiques contenues dans cette structure apparemment figée.

De plus la structure génétique ne suffit pas à tout révéler de la variété : deux structures proches peuvent donner des résultats très différents, deux structures différentes peuvent donner des résultats proches. L'aléa augmente encore quand on prend en considération l'influence du milieu : la même variété donnera des résultats très différents selon l'endroit où on la cultive. Il en résulte pour les services techniques d'examen, l'obligation de faire les essais de nouveauté dans plusieurs lieux différents. On ne pourra donc probablement pas, même dans un avenir lointain se fonder sur la seule structure interne pour apprécier la nouveauté d'une variété.

A l'époque de la rédaction de la Convention, le problème ne se posait même pas : la distinction entre deux variétés ne pouvait se faire que par référence aux caractères que l'on

pouvait appréhender de l'extérieur, qu'ils soient morphologiques ou physiologiques .

Ces "caractères distinctifs" font l'objet d'une liste établie espèce par espèce . Les structures techniques internationales fournissent des lignes directrices qui constituent la base d'examen commune à tous les Etats membres. Chaque Etat affine ensuite ces principes directeurs en fonction de choix qui lui sont propres, ce qui introduit évidemment des disparités. On est obligé d'agir dans le cadre de l'espèce, car chaque espèce ayant un système biologique qui lui est propre, les critères ne peuvent être identiques ; l'exemple toujours donné est celui de la couleur de la fleur . Fondamentale pour les espèces ornementales, elle est sans importance pour la pomme de terre ; pas tout-à-fait sans importance puisqu'elle indique une variation du génotype qui pourra un jour être source de variations utiles.

Mais on ne peut en rester là ; chez les espèces autogames, la variété, en tant qu'"unité de base en deça de laquelle il ne paraît pas possible d'aller en l'état des connaissances", est la lignée pure. C'est un choix qui peut être remis en cause par l'évolution des techniques . Dans les espèces allogames comme le maïs, la variété est un ensemble complexe qui nécessite l'identification précise des lignées parentales, et celle de la formule de l'hybride (10). Cette complexité propre à la sélection des espèces allogames multiplie les difficultés et les conflits entre les sélectionneurs et les services techniques : certains obtenteurs voudront vendre des lignées parentales, sur lesquelles doit porter l'examen de la nouveauté, d'autres obtenteurs ne voudront vendre que l'hybride ; c'est alors sur l'hybride que doit porter cet examen. Il est inutile de multiplier les exemples pour montrer comment il faut adapter l'appréciation des caractères distinctifs propres à chaque espèce.

L'affaire est encore compliquée par le fait que l'appréciation de la nouveauté est faite dans deux directions différentes aussi importantes l'une que l'autre . D'une part, elle s'adresse aux utilisateurs des variétés, qui réclament un "résultat" différent de ceux qui avaient été obtenus jusqu'alors, d'autre part elle s'adresse aux obtenteurs eux-mêmes qui doivent bénéficier d'un droit chaque fois qu'ils ont créé quelque chose d'objectivement nouveau.

L'appréciation de la nouveauté doit donc se situer dans la recherche d'un équilibre entre le choix de critères externes qui définissent un résultat nouveau au regard des utilisateurs, et le choix de critères internes, apparemment sans importance, dont l'utilité peut n'être révélée qu'ultérieurement.

On se rend déjà compte que cette appréciation de la nouveauté requiert une procédure intellectuelle différente des examens abstraits pratiqués par les droits de brevets qui connaissent l'examen. Les différences ne sont pas descriptibles, elles sont constatées visuellement sur le terrain, et sont plus importantes sur certains terrains, une année et pas une autre. On pourrait évidemment être tenté de simplifier les opérations ; les offices de brevet ne vérifient pas avec tant de précision les objets qui leur sont décrits, car on estime généralement que le libéralisme s'accorde mal de tels contrôles. Mais une telle affirmation ne va pas du tout dans le sens de ce qui est demandé par les agriculteurs qui veulent pouvoir compter sur des qualités de rendement, de précocité ... définies avec précision. Et l'obteneur fait précisément reposer tout son marketing sur la précision des caractéristiques de la nouvelle variété. On irait donc plutôt dans le sens d'un alourdissement des contrôles, que de leur simplification.

Concrètement, chaque variété est examinée pendant plusieurs cycles de végétation, dans plusieurs lieux ; chaque caractère figurant sur la liste des services techniques est examiné, noté. On fait ensuite une péréquation entre les caractères les plus importants et ceux qui sont secondaires, pour déterminer si, effectivement la variété se distingue des variétés notoirement connues qui sont les plus proches. IL Y A DONC NOUVEAUTE "LORSQU'ON PEUT ETABLIR UNE DISTINCTION SUFFISANTE PORTANT SUR UN CARACTERE IMPORTANT OU PLUSIEURS CARACTERES DONT LA COMBINAISON EST DE NATURE A LUI DONNER LA QUALITE DE VARIETE NOUVELLE" (11)

La manière dont on apprécie la nouveauté est totalement hétérodoxe par rapport au droit commun des brevets : on considère comme nouvelle et autonome une variété qui a intégré toutes les variétés précédentes, et s'en distingue par un caractère supplémentaire. D'autre part, tout est apprécié de manière concrète et testé par des expérimentations ; enfin, il n'y a pas de lien bien établi entre la structure interne de l'objet et son résultat final.

Ce système très lourd est évidemment tout-à-fait spécifique. Il est adapté à un organisme vivant dans la nature puisqu'il vérifie le comportement de cet organisme dans son environnement. Il est adapté aux agriculteurs qui, ne faisant qu'une récolte par an, ne peuvent pas se permettre de tester eux-mêmes les qualités comportementales des semences qu'ils vont planter.

#### 4-b. Les variétés notoirement connues

Une variété ne peut bénéficier de la protection que lorsqu'elle n'est pas déjà connue ; la divulgation peut résulter de la présence d'une variété dans un jardin botanique, ou toute autre collection . Mais, en règle générale, l'élément destructeur de la nouveauté sera la commercialisation de la variété, ce qui s'entend d'une manière tout-à-fait particulière . En effet, les essais réalisés pour tester la variété ne sont pas destructeurs de nouveauté quoiqu'ils soient, presque par nature, effectués en public (c'est une sorte de délai de grâce).

Alors, à partir de quel moment y a-t-il commercialisation ? Uniquement lorsque le produit a été offert à la vente au sens propre du terme, c'est-à-dire à la vente publique. Lorsque l'obteneur livre des lots de semences de base aux agriculteurs multiplicateurs pour qu'ils les multiplient en quantités suffisantes qui seront vendues aux agriculteurs, ce n'est pas considéré comme un acte de commercialisation, puisque c'est une simple prestation de service qui permet d'obtenir en quantités suffisantes le produit fini qui sera, lui, offert à la vente.

La question s'était posée de savoir si l'inscription sur catalogue d'hybrides simples , géniteurs sans valeur commerciale, constitue une offre à la vente . Le Comité pour la protection des obtentions végétales a estimé que non ; en effet, il a analysé cette offre, non comme une offre de vente d'un produit qui n'existe pas encore, mais comme une offre de souscription pour un produit qui ne sera fabriqué et disponible que l'année suivante. Le droit des brevets se fonde sur l'existence abstraite du produit ou du procédé breveté ; on se fonde au contraire ici sur l'existence concrète des produits, principalement parce que dans certaines espèces, le passage de la formule généalogique au produit concret est aléatoire.

De la même manière, le Comité estime que les lignées parentales qui servent à la fabrication des variétés hybrides sont divulguées par la divulgation de l'hybride. Il en résulte que, du fait de l'offre à la vente de l'hybride, les lignées parentales sont intégrées à l'état de la technique. Si l'on dépose ensuite une lignée, ou un hybride, les nouveaux matériels proposés devront donc être comparés aux premières lignées, même si elles n'ont pas été commercialisées en tant que telles.

Tous ces points mériteraient d'être repris clairement et rationalisés pour éviter une certaine insécurité juridique qui existe à l'heure actuelle.

## 5) Homogénéité

Pour pouvoir être protégée, une variété doit être homogène ; cela signifie que tous les individus d'une même génération doivent faire la preuve d'une certaine ressemblance les uns avec les autres. L'objectif de cette exigence est double. Elle vise d'une part la protection de l'agriculteur qui doit disposer d'une récolte qui soit le plus homogène possible, de manière à ce que les produits puissent être calibrés pour répondre à une normalisation, à ce qu'ils soient récoltés tous en même temps, à ce que les opérations puissent être mécanisées, etc. Elle vise d'autre part un équilibre entre la défense de l'obteneur et celle de l'intérêt général. Une variété très hétérogène couvre un large spectre de l'espèce, ce qui risque de laisser peu de place aux productions des concurrents ; à l'inverse le titre de propriété de l'obteneur est difficile à défendre car il porte sur un objet flou.

L'homogénéité requise ne peut être définie de manière générale car son degré dépend de la biologie de chaque espèce. Elle est donc définie par les services techniques, espèce par espèce.

Cette condition est malheureusement interprétée de manière différente selon les pays. La France requiert une très grande homogénéité alors que l'Angleterre est plus souple, ce qui donne lieu à des conflits entre les obtenteurs.

C'est évidemment une condition tout-à-fait spécifique des organismes vivants ; elle vise à fixer de manière conventionnelle les limites d'un ensemble cohérent d'organismes qui sont, par hypothèse, tous différents les uns des autres. Cette hétérogénéité reste vraie même pour les clones qui ne sont jamais rigoureusement identiques. Sans cette condition, on ne pourrait sans doute protéger que des individus, sans intérêt économique ; si l'on protégeait un ensemble non préalablement défini par son degré d'homogénéité, l'objet protégé serait flou, ce qui poserait d'énormes problèmes pour l'appréciation des contrefaçons.

Mais l'homogénéité requise n'est jamais totale ; il y a donc à chaque génération un certain nombre d'individus qui échappent à la norme . Ils doivent être éliminés chaque année pour que la variété puisse rester identique à elle-même.

## 6) Stabilité

Pour pouvoir être protégée, une variété doit être stable ; cela signifie que les individus doivent présenter une certaine ressemblance d'une génération sur l'autre. Ici encore, la

condition n'est jamais absolue du fait de l'hétérogénéité résiduelle des individus d'une même génération. La norme ne peut être définie qu'espèce par espèce.

Les deux conditions réunies permettent de définir les contours de l'OBLIGATION DE MAINTIEN qui est imposée à l'obteneur qui doit pouvoir proposer chaque année un lot de semences statistiquement identiques aux semences d'origine. En effet, si l'on ne maintient pas les caractéristiques de la variété par un travail de triage des individus déviants par rapport au type initial, la variété "dégénère" en quelques générations, plus ou moins vite selon l'espèce. CES DEUX CONDITIONS DONNENT LA METHODE DE DELIMITATION DE L'OBJET DU DROIT EXCLUSIF .

#### 7) Privilège du fermier

*N.B. Ce paragraphe a été rédigé à partir de l'étude faite par Nicolas MARIN, dont le texte intégral se trouve ci-après.*

L'un des obstacles à la reconnaissance d'un droit de brevet en faveur des "inventeurs" de nouvelles variétés végétales avait certainement été le sentiment qu'il était impossible de percevoir des droits auprès d'une catégorie professionnelle aussi éclatée que les agriculteurs (12) . Effectivement, la récolte des espèces autogames peut facilement servir de semence : plantez un grain de blé, il donne un autre grain de blé, identique au premier. Il suffit donc d'acheter un lot de semences pour prélever sur la récolte de quoi réensemencer les champs l'année suivante. La constatation n'est pas vraie pour les semences des espèces allogames qui sont vendues sous la forme de variétés hybrides . Aujourd'hui, le réensemencement ne concerne donc plus que le blé, l'orge, les légumineuses à grosses graines, parmi lesquelles les pois protéagineux.

Mais les difficultés matérielles de prélèvement des redevances auprès des agriculteurs ne suffisaient pas à expliquer la gêne du législateur à l'idée que les semences fassent l'objet d'un droit de propriété industrielle. On pouvait percevoir aussi l'idée que ce n'était pas forcément légitime, ou que ce ne serait pas bien reçu chez les agriculteurs : après tout, pendant 10 000 ans, ils avaient été obtenteurs spontanés pour le compte de l'humanité toute entière. Les variétés nouvelles intègrent tout ce travail des Anciens.

Cela conduisit les rédacteurs de la Convention UPOV à prévoir que le droit de l'obteneur permettait d'invoquer la contrefaçon uniquement lorsque les actes de multiplication de la variété protégée étaient destinés à des fins commerciales (vente aux agriculteurs) ; il était admis implicitement que la production de semences à la ferme ne constituait pas une contrefaçon puisqu'elle n'était pas destinée à la commercialisation. La loi française se démarqua de ce texte en donnant une définition plus large de l'étendue du droit de l'obteneur, qui couvre tous les actes de production de la variété considérée, sans préciser aucune limite en fonction de la destination . La lecture des travaux préparatoires de la loi permet de penser que le législateur n'avait pas eu pour autant l'intention de supprimer le privilège du fermier qui paraissait aller de soi : "il est évident que l'obteneur ne peut raisonnablement faire grief à l'agriculteur de ce que les plantes qu'il met sur le marché contiennent des graines ou des semences !".

On voulut donc renforcer les droits de l'obteneur au maximum, et l'on ne se posa pas

la question de savoir si le privilège du fermier, qui paraissait évident, pourrait en souffrir . Mais le texte est désormais là, faisant du privilège du fermier une coutume contra legem.

Cette spécificité de la loi française nous éloigne des autres pays qui ont gardé le texte de la Convention UPOV : la Belgique, l'Italie, les Pays-Bas, le Royaume Uni, la Suisse, les Etats-Unis (privilège particulièrement large puisqu'il autorise la revente à d'autres agriculteurs). Pendant longtemps, les obtenteurs n'ont rien fait pour tirer parti du texte qui, interprété strictement, leur permettait d'interdire toute production à quiconque ne disposait pas d'une licence expresse.

Plusieurs éléments ont contribué à la rupture de cet équilibre précaire : la légitimité du droit des obtenteurs n'est plus aujourd'hui contestée par personne ; il paraît donc tout-à-fait anormal qu'un droit de propriété intellectuelle puisse ne donner lieu à redevance que si les utilisateurs le veulent bien . Le privilège du fermier est effectivement une coutume exorbitante du droit commun des droits intellectuels. Ce que les agriculteurs considèrent comme un de leurs droits fondamentaux -choisir librement entre l'achat ou l'autoproduction de leurs semences- est considéré par les obtenteurs comme une concurrence directe, contraire à la loi. Cette concurrence leur paraît de plus en plus insupportable au fur et à mesure que la recherche devient plus onéreuse, et qu'ils sont en concurrence avec les multinationales de la chimie et de la pharmacie.

De l'autre côté, les agriculteurs ont changé leur manière de mettre en oeuvre ce privilège, en ce sens qu'ils se sont donné les moyens techniques de le rendre efficace . On sait, en effet que, pour pouvoir servir de semences, les grains d'une récolte doivent être triés de telle façon que tous les déchets soient éliminés . Le triage peut être effectué par l'agriculteur lui-même, avec ses propres instruments, par des regroupements d'agriculteurs qui achètent en commun les instruments, par une entreprise de services qui se déplace de ferme en ferme, ou par une entreprise à qui l'agriculteur confie ses semences et qui les lui renvoie triées. Ces opérations de triage ne sont pas récentes ; elles ont même été organisées et encouragées par le ministère de l'agriculture qui, avant la seconde guerre mondiale, y voyait le moyen de résoudre des difficultés conjoncturelles d'approvisionnement (circulaire du 10.09.1938). Les agriculteurs se sont donc donné des structures de triage qui paraissent efficaces, et qu'ils considèrent comme indispensables dans leur lutte contre l'augmentation constante des coûts de production qui obèrent la rentabilité des exploitations.

Pendant un certain temps, cela n'a pas empêché la croissance du taux de pénétration des semences autogames achetées chaque année ; puis ce taux s'est stabilisé, et depuis quelques années, les obtenteurs ne font plus de progrès dans leur conquête du marché.

C'est ce qui a décidé la Caisse des licences végétales (organisme chargé de la perception des redevances pour le compte des obtenteurs) à organiser une réaction contre le triage à façon. Des saisies-contrefaçon furent donc effectuées dans des coopératives pratiquant le triage, ou chez des trieurs. Le tribunal de Nancy, puis la Cour d'appel de Nancy mirent en évidence le fait que la loi de 1970 donne bien à l'obtenteur le droit de s'opposer à toute production des semences protégées par un certificat ; le prélèvement de grains sur une partie de la récolte, complété par une opération de triage à façon, fut bien considéré comme une activité de production de semences qui relevait de la contrefaçon.

Les réactions des Fédérations d'agriculteurs à "l'affaire de Nancy" ne se firent pas attendre ; le ministère de l'agriculture et les obtenteurs entreprirent de négocier. Il en résulta une "déclaration du 4 juillet 1989" qui reconnaît la possibilité de réensemencement à la condition que le triage ne soit pratiqué qu'à partir des équipements appartenant en propre aux agriculteurs, ou dans le strict cadre de l'entraide agricole telle que définie à l'article 20 de la loi n° 62/933 du 8 août 1962.

Cet arrangement ne fut pas accepté par les agriculteurs ; il s'ensuivit des manifestations, des occupations de locaux, la création d'un comité de liaison pour le triage à façon et la dénonciation de l'accord. Le Ministère de l'agriculture publia une mise au point révélant ses objectifs : "l'objectif de l'accord n'était pas de faire passer le taux d'utilisation des semences certifiées à 100 %, mais d'éviter que ne se développe une véritable industrie du triage qui aurait pu concurrencer dangereusement le secteur contrôlé". Députés et sénateurs commencèrent à se saisir du problème.

Il est clair que l'on ne dispose pas d'un arrangement qui satisfasse toutes les parties, et que le choix reste délicat. L'état actuel de l'agriculture française, les difficultés considérables de rentabilité auxquelles elle est confrontée, font qu'il n'est sans doute pas opportun d'intervenir sur le plan législatif, et qu'une opportunité ne se dégagera sans doute pas rapidement. Mais, il faudrait avoir, pour l'avenir, une analyse économique un peu plus fine que celles qui sont proposées pour le moment.

En réalité, le triage à façon tel qu'il est pratiqué aujourd'hui permet aux agriculteurs d'économiser sur deux postes : sur la redevance qu'il conviendrait de payer à l'obteneur, et sur la prestation de service réalisée par les agriculteurs multiplicateurs qui travaillent pour le compte du titulaire du droit d'obtention végétale. Or l'agriculteur qui demande un triage à façon prend bien en charge le travail de l'agriculteur multiplicateur, mais pas celui de l'obteneur. Il faudrait donc vérifier si le paiement des seuls droits de l'obteneur, éventuellement légèrement réduits, entamerait réellement la rentabilité de l'auto-production de semences ; des études de l'impact économique d'une telle solution devraient être faites, d'autant plus rapidement que c'est une solution envisagée par plusieurs pays européens.

Le privilège du fermier est donc une coutume très attaquée : l'une des revendications des partisans du brevet pour les variétés végétales est la suppression du privilège du fermier. Les obtenteurs demandent sa suppression dans la révision de la Convention UPOV ; apparemment, la solution vers laquelle on se dirige serait de laisser les Etats libres de trancher la question. Les associations regroupant les agriculteurs ont adopté une position très ferme en faveur de ce droit, et ceci dans l'ensemble de l'Europe (COPA-COGECA). La question est d'ordre politique, et met en présence des intérêts légitimes et très conflictuels.

#### 8) Libre accès aux variétés protégées aux fins de création de nouvelles variétés

L'article 5-3 de la Convention, repris par toutes les législations nationales, dispose : "L'autorisation de l'obteneur n'est pas nécessaire pour l'emploi de la variété comme source initiale de variation en vue de la création d'autres variétés, ni pour la commercialisation de celles-ci. Par contre, cette autorisation est requise lorsque l'emploi répété de la variété est nécessaire à la production commerciale d'une autre variété".



### 8-a. Signification du libre accès

Il est fondamental de bien comprendre le sens exact de cette disposition , car c'est là que se situe le point de rupture entre le système des brevets et celui de l'obtention végétale. Toutes les dispositions du droit des brevets peuvent être adaptées par des raisonnements tantôt convaincants, tantôt spécieux, aux particularités des organismes vivants, sauf celle-là. Le libre accès au matériel génétique est considéré comme un impératif absolu de l'amélioration des plantes ; on en trouve la trace également dans l'article 6 de la Convention qui parle de la "variation initiale qui donne naissance à la nouvelle variété". En effet, jusqu'à nouvel ordre, un organisme vivant ne peut naître que d'un organisme vivant ; les techniques actuelles n'ont pas rendu caduque cette affirmation : ajouter un gène à un organisme le transforme mais ne permet pas pour autant de se passer de l'organisme. Ce n'est que lorsqu'on pourra construire un organisme intégralement à partir des nucléotides que l'on sera autorisé à raisonner autrement.

Une lecture rapide de l'article 5-3 incite à penser qu'il n'y a là qu'une adaptation de l'EXEMPTION DE RECHERCHE du droit de brevet ; en effet, toutes les législations sur le brevet permettent à un tiers d'utiliser la technique brevetée dans ses programmes de recherche. Mais cette utilisation est limitée à la recherche ; si le tiers amène un perfectionnement à la technique brevetée ou si, sans la perfectionner, il l'utilise en tout ou en partie comme étape d'une nouvelle technique, il pourra bien demander et obtenir la brevetabilité de la seconde invention, mais il ne pourra l'exploiter sans l'autorisation du détenteur du brevet dominant, auquel il faudra donc payer des redevances.

Le droit d'obtention végétale autorise la recherche faite par un tiers à partir des variétés protégées, mais il autorise également la commercialisation des variétés qui en découlent, dès lors qu'elles sont distinctes, homogènes et stables. IL Y A DONC UNE DIFFERENCE DE NATURE ENTRE "LIBRE ACCES" ET "EXEMPTION DE RECHERCHE" . C'est sur cette disposition que s'affrontent les partisans du brevet et les partisans de l'obtention végétale. On peut facilement le comprendre car c'est lié à deux stratégies d'innovation totalement intériorisées, dont on n'a jamais réussi à exposer de manière claire et rationnelle les différences.

IL EST D'AUTANT PLUS IMPORTANT DE SE PENETRER DE CETTE DIFFERENCE DE NATURE QUE CERTAINES DISCUSSIONS RECENTES SUR L'INTERFACE ENTRE BREVET ET DROIT D'OBTENTION VEGETALE TENDENT A GOMMER OU MINIMIER LA DIFFERENCE ENTRE LES DEUX (13).

Le libre accès aux variétés protégées aux fins de création ne permet évidemment pas à un tiers de produire la semence et de la vendre à la place de l'obteneur ; cette fabrication serait, en accord avec le droit commun, une contrefaçon. Le libre accès permet d'insérer des variétés protégées, en même temps que des specimens sauvages ou des variétés anciennes dans un programme de recherche. Tous ces génotypes seront sollicités pour la mise au point de la nouvelle variété. Si l'on suivait la logique des brevets de dépendance, chaque variété nouvelle requerrait plusieurs autorisations qui pourraient être refusées, et le paiement de redevances multiples. Or les variétés végétales restent des objets vendus relativement bon marché, sous

peine d'entamer la rentabilité déjà limitée de l'agriculture. Les possibilités de gonfler les coûts de la recherche en amont sont donc étroitement limitées par la rentabilité du produit final, exception faite des cas, assez nombreux aujourd'hui, où la recherche de variétés nouvelles est liée à des produits industriels comme l'amidon, la bière, etc. Il s'agit là de marchés beaucoup plus rémunérateurs que celui des variétés alimentaires. Cela explique que les entreprises de biotechnologie, comme Plant Genetic System, aient annoncé leur intention de s'intéresser à "la production de protéines ou peptides à haute valeur ajoutée, molecular farming".

ON A AINSI ETE AMENE A DISSOCIER LE REGIME JURIDIQUE DE L'INNOVATION DU REGIME JURIDIQUE DE LA RESSOURCE GENETIQUE. L'INNOVATION EST PROTEGEE TANDIS QUE LA RESSOURCE GENETIQUE EST EN LIBRE ACCES GRATUIT. Or la raison pour laquelle le système est mal compris est que la ressource génétique et l'innovation sont matérialisées dans le même grain de blé. Une variété de blé qui fait l'objet d'un certificat d'obtention végétale est une innovation qui ne peut pas être contrefaite, la contrefaçon étant réalisée par la multiplication et la vente des semences. Mais cette variété est en même temps une ressource génétique qui, retravaillée, donnera naissance à une autre innovation, et ainsi de suite. LA SEMENCE CONCENTRE EN UN SEUL MATERIAU APPARENT TOUS LES MOMENTS DU PROCES DE PRODUCTION : C'EST UNE INNOVATION PRESENTEE SOUS FORME DE PRODUIT, MAIS C'EST EN MEME TEMPS L'EQUIVALENT D'UN PROCEDE DE PRODUCTION, C'EST AUSSI UNE MATIERE PREMIERE ET EN MEME TEMPS UNE TECHNOLOGIE REPRESENTANT UN CERTAIN ETAT DE LA TECHNIQUE. C'EST AUSSI UNE RESSOURCE POUR L'AVENIR : C'EST UN PRODUIT DE LA NATURE, LA MARQUE DE L'ACTIVITE HUMAINE, ET EN MEME TEMPS UN TEMOIGNAGE CULTUREL. La difficulté est donc d'arriver à coordonner un régime juridique complexe qui puisse exprimer la diversité de cette réalité en respectant la spécificité de chacun de ces moments.

C'est Bernard Le Buanec qui a le plus simplement exprimé une partie de cette réalité en rappelant que la création variétale "s'appuie sur une accumulation d'améliorations technologique unique, basées sur l'exploitation de la diversité génétique...L'amélioration des plantes doit garder un accès à cette variabilité.(...) Les progrès de base des variétés végétales ne sont pas seulement dus au développement de théories antérieures et à la mise en oeuvre de produits élémentaires libres de tout droit. Ils nécessitent l'utilisation des produits très élaborés que sont les variétés précédentes, ce qui est un élément tout à fait original dans l'histoire du progrès technique" (14).

Malheureusement une telle affirmation, exacte, n'est pas suffisamment développée, étayée par des exemples précis. Les obtenteurs, dans leurs articles donnent plus d'exemples de l'utilisation inattendue de plantes sauvages, que de l'utilisation trop routinière des variétés protégées. Les articles scientifiques retraçant l'historique de la mise au point des grandes variétés par l'utilisation d'autres variétés font largement défaut (15). Pourtant, rien ne se fait autrement. Aujourd'hui encore, les firmes de biotechnologie qui expliquent l'insertion de gènes intéressants omettent toujours d'expliquer que le gène a été inséré dans une variété préexistante ; et pour que le produit final ait quelque chance d'être rentable, il faut que la variété soit à la pointe de la technologie. Elle sera donc généralement protégée !

### 8-b. Le cas des hybrides

Apparemment, la deuxième phrase de l'article 5-3 renvoie au modèle du droit des brevets : "l'autorisation est requise lorsque l'emploi répété de la variété est nécessaire à la production commerciale d'une autre variété". Y aurait-il donc des hypothèses dans lesquelles la ressource génétique incluse dans une variété n'est pas en libre accès ? Certains l'ont avancé, mais cela ne semble pas exact. Cette phrase vise le cas particulier des espèces allogames : pour ces espèces, l'innovation majeure réside dans le travail des lignées parentales . Les croiser pour obtenir des hybrides performants constitue du travail de routine.

Il faut donc arriver à distinguer le libre accès aux lignées parentales aux fins de création de lignées distinctes, le libre accès à l'hybride, et le libre accès aux lignées parentales en vue de créer des hybrides. C'est cette dernière hypothèse qui est visée par l'article 5-3, 2ème phrase. Il était normal d'interdire à un tiers de se servir gratuitement des lignées d'autrui pour réaliser librement des croisements. Il y a là un acte de contrefaçon et cette disposition n'est généralement pas critiquée.

Mais certains en déduisent qu'il n'y a pas de libre accès à la ressource génétique, du fait de cette interdiction ; or cette dernière affirmation est fautive. L'hybride est en libre accès s'il est protégé, et il n'est souvent même pas protégé par un certificat d'obtention végétale. Or, à partir de l'hybride, les chercheurs estiment qu'un travail de 4 à 5 ans suffit pour recomposer des lignées originales ayant intégré une partie des qualités des constituants de l'hybride. Cela suffit pour considérer que le libre accès à la ressource génétique est sauvegardé. En effet, libre accès ne signifie en aucun cas que l'on peut tirer en quelques mois un matériel nouveau d'un matériel protégé. On estime généralement qu'en blé, espèce autogame où le libre accès est total, il faut 7 ou 8 ans pour tirer une nouvelle lignée originale du matériel de départ.

Mais l'importance de l'accès aux ressources génétiques ne peut pas être comprise à partir de la simple question de l'accès aux variétés protégées ; elle ne prend toute sa dimension que lorsqu'on la relie au régime juridique général de l'ensemble des ressources génétiques, qu'elles soient ou non liées à des matériels protégés par un droit exclusif.

### III. La régulation mondiale des ressources génétiques

Les civilisations ont eu très tôt l'intuition de l'importance des ressources génétiques. Les hommes profitaient des guerres pour rapporter des espèces nouvelles ou des variétés intéressantes. Les navigateurs des grandes découvertes suivirent ce mouvement : très symboliquement, on dit que le maïs fut rapporté en Europe par Christophe Colomb. Ce fut le début d'un enrichissement considérable du potentiel végétal de l'Occident : la concentration des ressources commençait déjà à se concevoir sur un mode rationnel. Au XIXème siècle, cela devint un mouvement massif, et aux Etats-Unis, qui étaient assez pauvres en ressources génétiques, ce fut une vraie cause nationale (16) : Benjamin Franklin introduisit le soja, Thomas Jefferson le riz du Piémont.

C'est en 1819 que William Crawford, le Secrétaire du Trésor, a une idée extraordinaire: il demande à tous les diplomates américains en poste dans le monde d'envoyer des graines qui seront distribuées aux fermiers . Vers 1850, plus de 100 000 paquets sont envoyés chaque année. En 1898, le mouvement se professionnalise avec la création de l'Office

pour l'introduction de semences et de plants. Les Etats-Unis ont aujourd'hui l'un des plus riches patrimoines génétiques.

Si le modèle américain est particulièrement impressionnant par sa rapidité et son efficacité, le mouvement reste vrai pour tous les pays occidentaux. Les pays du Tiers monde ne sont pas tout-à-fait restés à l'écart de cette circulation des ressources génétiques. Les Occidentaux ont modifié les cultures vivrières locales en important des plants de grandes cultures, café, hevea, arachides, cannes à sucre, etc. Le modèle de circulation est très différent du précédent, car il n'a pas été conçu comme une concentration de richesses de base, mais comme le remplacement de cultures "inutiles" par des cultures "utiles". Cette orientation politique générale n'a pourtant pas été totalement négative car les scientifiques ont tout de même constitué des collections de plantes locales, insuffisantes malheureusement. Par la suite, ce travail fut souvent détruit par les guerres et l'instabilité politique.

Le XXème siècle réalise la théorie de ces ressources génétiques au regard de l'amélioration des plantes. On commence à distinguer les plantes qui constituent des "ressources utiles" par rapport à celles qui n'ont pas d'utilité directe. On part des grandes espèces cultivées, blé, maïs, riz, pommes de terre, tomates, etc. Le premier cercle des ressources génétiques est constitué par les collections de variétés modernes de l'espèce concernée, collections entretenues par les obtenteurs du privé ou du public. On cherche là à accumuler le dernier état de la technique. Ce premier cercle est rendu possible par le libre accès aux variétés protégées.

Le deuxième cercle est constitué par des matériels inachevés, assez polyvalents, généralement mis au point par les Instituts publics dans le monde entier. C'est une très grande source de richesse génétique. Les entreprises les utilisent, et "achèvent" le travail en l'adaptant à un besoin précis des agriculteurs, à une zone climatique déterminée, etc.

Le troisième cercle est constitué de variétés anciennes de la même espèce : l'une des grandes richesses des très anciennes entreprises de sélection végétale réside dans la détention de ce capital que l'on essaie autant que faire se peut de tenir secret. Avec quelques unes des plus anciennes entreprises de sélection, comme Vilmorin ou les établissements Benoist, la France est bien placée à cet égard. Un nouvel entrant sur le marché va essayer de se reconstituer un tel stock par un travail de recherche effectué dans les collections publiques, les Universités, mais aussi dans les vergers des particuliers qui ont gardé de vieilles variétés locales. De nombreuses associations ont été créées depuis quelques années pour partir à la recherche des variétés locales de plantes cultivées (17). L'objectif de ce troisième cercle est double : d'une part, on recherche des qualités que n'ont pas les variétés à haut rendement - facteurs d'adaptation au milieu, facteurs gustatifs - , d'autre part on recherche des légumes ou des fruits un peu oubliés, mais susceptibles de faire une deuxième carrière commerciale (crosnes, groseilles à maquereau, potimarrons, kakis, topinambours, la pomme de terre rate...).

Le quatrième cercle est constitué par les variétés sauvages des plantes cultivées, auxquelles il faudrait ajouter les mauvaises herbes apparentées. Ces variétés sauvages que l'on trouve dans les centres de diversité biologique décrits par Vavilov constituent les principaux lieux de "retrempe" de nos variétés modernes. Un grand nombre de variétés très distinctes les unes des autres, partagent pourtant des caractères communs venant de quelques ancêtres

communs. Récemment, les Etats-Unis, atteints par une maladie du haricot ont testé leurs 35000 variétés. Elles étaient toutes sensibles à la maladie. Dans ce cas, il faut sortir du pool génétique utilisé pour la sélection, et rechercher le gène de résistance dans un pool génétique complètement différent. C'est là que les variétés sauvages sont précieuses. L'augmentation des rendements, contrôlée par l'articulation d'un millier de gènes, vient surtout de l'activité scientifique de l'obteneur, mais la recherche d'une qualité particulière qui manque aux variétés modernes se fait dans les formes sauvages de l'espèce concernée.

Quelques exemples :

- une variété sauvage de blé de Turquie contient un gène de résistance à une maladie : gain de 50 millions de dollars par an aux Etats-Unis
  - Un houblon sauvage augmentant l'amertume : 15 millions de dollars pour la brasserie anglaise
  - Une orge éthiopienne protège contre un virus : 160 millions de dollars par an
  - Une tomate sauvage des Andes qui augmente la teneur en sucre : 5 millions de dollars par an
- ...(18)

Le cinquième cercle est une entité intermédiaire comprenant des variétés anciennes et des variétés sauvages. Ce sont des populations très hétérogènes que les entreprises et les Universités entretiennent comme réserve de diversité génétique. Il y a un incontestable travail qui est ainsi réalisé, qui consiste à choisir des individus intéressants, les soumettre à des pressions de sélection d'objectifs et d'intensités variées, les entretenir, identifier leurs qualités etc. Ces populations constituent la base principale de sélection, et donc l'une des richesses majeures d'un programme d'amélioration.

**L'ENSEMBLE DES CINQ CERCLES CONSTITUE LA RESSOURCE GENETIQUE PROPRE A L'ESPECE, TELLE QU'ELLE EST UTILISEE POUR L'AMELIORATION DES PLANTES ; les sélectionneurs emploient volontiers le terme de germplasm de l'espèce, mais de manière impropre semble-t-il. C'est l'entité abstraite qui désigne la totalité des gènes d'un ensemble interfécond d'organismes. On parle ainsi du germplasm du blé, de la tomate, etc. C'est cet ensemble indifférencié qui est structuré en cercles concentriques, comme cela vient d'être montré. EN L'ETAT ACTUEL DES TECHNIQUES, LA DIVISION DE BASE SE FAIT ESPECE PAR ESPECE. L'UNE DES REVOLUTIONS DU GENIE GENETIQUE EST DE PERMETTRE DE FRANCHIR LA BARRIERE DE L'ESPECE : CELA CHANGE RADICALEMENT LA PERCEPTION QUE LES BIOLOGISTES PEUVENT AVOIR DU CONCEPT DE RESSOURCE GENETIQUE ; EN EFFET, IL DEVIENT POSSIBLE DE PRENDRE UN GENE INTERESSANT, NON PLUS SEULEMENT DANS LE CERCLE DE L'ESPECE, MAIS DANS N'IMPORTE QUEL ORGANISME. LES RESSOURCES GENETIQUES UTILISABLES DOIVENT DONC ETRE ENTENDUES A TERME COMME L'ENSEMBLE INDIFFERENCIE DES RESSOURCES GENETIQUES DE LA PLANETE.**

Les ressources génétiques sont à l'origine du progrès génétique des variétés, tout le monde le sait. Mais on y pense moins souvent, elles permettent aux autres progrès agronomiques d'être mis en oeuvre, affirmation qui mérite une explication : l'augmentation du nombre de grains sur un épi, la résistance à une maladie sont des progrès génétiques directs. D'autres progrès, comme la mécanisation, l'utilisation d'engrais, de pesticides,

d'herbicides etc, ne sont possibles qu'à la condition de créer des plantes qui supportent ces intrants, qui soient suffisamment normalisées pour permettre l'automatisation, qui s'adaptent à la mise en conserve, à la conservation par le froid etc. Le progrès génétique est donc une condition globale pour la mise en oeuvre de toutes les autres formes de progrès, et c'est dans le germplasm que l'on trouve les éléments constitutifs de ces adaptations.

Si l'on en reste pour le moment à la conception classique de la ressource génétique, spécifique de chaque espèce, il convient de comprendre comment cet énorme ensemble a été structuré juridiquement jusqu'à maintenant.

Le premier cercle, celui des ressources génétiques de pointe contenues dans les variétés protégées par des droits d'obtention végétale, est rendu public par les catalogues de variétés ; il peut être utilisé librement et gratuitement, du fait de l'art 5-3 de la Convention UPOV, si critiqué.

Le deuxième cercle est celui des quasi-variétés et des populations mises au point par les Instituts publics de recherche et les Universités. Ces populations de base peuvent avoir une importance considérable car on les sélectionne en fonction de critères agronomiques précis. Les pools génétiques de betteraves par exemple ont fait l'objet d'un travail collectif qui permis d'augmenter la teneur en sucre de 20 à 25 % en une cinquantaine d'années. De tels matériels ne répondent pas aux conditions du droit d'obtention végétale, et ne peuvent être protégés. Ils devraient donc être en libre accès gratuit pour tous. Cela a pendant longtemps été vécu comme une mission normale du service public, mais c'est de moins en moins admis, et le régime juridique de ces matériels devrait attirer l'attention du législateur . Pendant longtemps l'INRA, comme beaucoup d'autres centres de recherche nationaux, avait suivi des pratiques spontanées assez diversifiées : certains matériels de base étaient échangés librement au sein de clubs d'obteneurs , organisés espèce par espèce, sans faire de distinction entre français et étrangers . Pour d'autres matériels, l'INRA fournissait tout de suite les entreprises françaises, 4 à 5 ans plus tard les entreprises étrangères (19) . Il est à craindre qu'aujourd'hui l'INRA, se comportant de plus en plus comme une entreprise privée, délaisse la confection de ce genre de matériels.

Mais il existe aussi des centres de recherche internationaux, d'une importance stratégique considérable, qui appliquent d'autres règles. Spécialisés dans le maïs et le blé comme le CIMMYT du Mexique ou le riz comme l'IRRI aux Philippines, ces centres couvrent à peu près toutes les grandes plantes alimentaires. C'est un réseau international, coordonné par la FAO, tourné vers les besoins des pays en développement. L'une de leurs missions principales est la constitution des ressources génétiques des grandes cultures du Tiers monde, et l'amélioration constante des populations. La production de variétés améliorées rentre dans leurs attributions, mais on peut avancer que c'est une mission seconde.

Ces centres ont des règles bien établies de distribution des matériels qu'ils mettent au point , règles destinées à favoriser les pays du Tiers monde. Ces pays ont donc une priorité sur le matériel mis au point, mais ce n'est pas une exclusivité. Au delà de toutes les critiques dont ils ont pu faire l'objet, ces centres ont joué un rôle fondamental dans la fourniture de semences améliorées au Tiers monde et la lutte contre la famine (20).

Le troisième cercle est celui des variétés anciennes : qu'elles aient été ou non

protégées, elles sont désormais dans le domaine public au regard des droits de propriété intellectuelle tout au moins. C'est effectivement le cas si elles sont dans une banque de gènes publique, dans un Institut public de recherche, dans une association . Mais le domaine public est ici moins stable qu'en droit des brevets classique. En effet, les Instituts de la propriété industrielle conservent les archives de tous les brevets, charge importante, mais pas insoutenable. Avec les organismes vivants, il n'en va pas de même ; pour conserver la trace de tout ce qui a été protégé, il faudrait déjà d'immenses terres. Mais cela devient insoutenable si l'on pense à la surface et au personnel qui seraient nécessaires pour garder toutes les variétés qui ont été un jour cultivées. Les banques de gènes qui utilisent la conservation par le froid nécessitent moins de place, mais on sait que l'efficacité de la conservation est douteuse, malgré des coûts finalement importants.

Différents organismes conservent donc spontanément ce qui leur paraît utile. Mais dès lors, on n'est plus dans le cadre de la propriété intellectuelle mais de la propriété réelle, de la propriété d'une chose ; autrement dit, un organisme qui fait l'effort de conserver une variété que personne ne l'oblige à conserver, en devient fort probablement propriétaire de facto, même si cette variété est tombée dans le domaine public du point de vue de la loi sur l'obtention végétale. Sans son effort de conservation, la variété ancienne aurait disparu. Il conviendrait donc de réfléchir à cette situation . Une entreprise privée peut-elle refuser ce matériel à quelqu'un qui accepterait de le payer ? Si l'on dit oui, il y a captation du domaine public. Si l'on dit non , on donne la prime à ceux qui ne font aucun effort de conservation .

La solution idéale serait que tout soit conservé par le secteur public, mais elle n'est pas soutenable financièrement, malgré les efforts -insuffisants- qui ont été faits en faveur du Bureau des ressources génétiques (21). Une solution moyenne consisterait à dire qu'une entreprise privée conserve pour le compte du domaine public ; les variétés anciennes seraient alors en accès libre, mais payant. Il n'est pas évident que cette solution satisfasse le secteur privé .

Le quatrième cercle est celui des variétés sauvages . C'est l'un des problèmes les plus délicats, car cela recouvre un conflit entre le Nord et le Sud. On admet généralement que les ressources sauvages se trouvent dans les pays en développement. La réalité est évidemment plus subtile, chaque espèce ayant des ressources disséminées dans plusieurs coins de la planète ; de plus, le Sud a lui-même besoin de ressources qui se trouvent dans d'autres pays du Sud, ou au Nord. Dans tous ces cas, on rencontre toujours l'obstacle des souverainetés nationales, puisque ces ressources sont produites par des écosystèmes précis, que recoupe le concept de territoire.

Pendant des siècles, les pays occidentaux ont pris ce dont ils pensaient avoir besoin ; aujourd'hui les pays en développement ont recouvré leur souveraineté et réalisé qu'ils détenaient là une richesse naturelle qu'ils entendent exploiter. Si on avait assimilé purement et simplement les ressources génétiques à du pétrole ou du cuivre, les pays du Tiers monde auraient déclaré qu'ils étaient pleinement propriétaires de ce patrimoine situé sur leur sol. Il aurait donc fallu une autorisation de prospection du même type qu'un permis d'exploration pétrolière, puis ensuite un contrat d'exploitation des plantes intéressantes.

Mais la Communauté internationale a pensé que ce modèle n'était guère approprié : les experts réunis par la FAO pour discuter du statut des ressources phylogénétiques ont admis

qu'il était essentiel que ces ressources génétiques soient à la disposition de l'humanité toute entière. Elles ont donc été classées patrimoine commun de l'humanité. Et il a été décidé que leur transfert du Sud vers le Nord devrait donner lieu à rémunération lorsque des profits en étaient tirés, comme dans le cas des exemples donnés ci-dessus. Le principe serait donc celui de la libre circulation des ressources génétiques (patrimoine commun de l'humanité), mais aussi de leur rémunération (inégalité compensatrice).

Cet arrangement, conclu en 1983, précisé en 1989, repose malheureusement sur des bases incertaines qui rendent sa consolidation aléatoire. Les Etats du Nord et du Sud se sont violemment heurtés sur la définition de ce que l'on allait mettre dans les ressources génétiques qualifiées de patrimoine commun de l'humanité. Les pays du Nord voulaient n'y mettre que les variétés anciennes et sauvages. Les pays du Sud n'acceptaient de laisser leurs ressources en libre accès que si les pays du Nord incluaient les variétés protégées. C'était un conflit stérile qui reposait largement sur le fait que l'on n'avait pas compris que la ressource génétique de la variété protégée pouvait être en libre accès, sans que pour autant on ait le droit de la contrefaire à des fins de fabrication. Le principe de la dissociation ressource génétique-invention semble avoir été mieux compris en 1989, mais l'accord ne débouchera certainement pas sur grand chose tant que les pays en développement n'auront pas adhéré à la Convention UPOV. En effet, tant qu'ils n'ont pas adhéré au système de l'obtention végétale, ils peuvent librement contrefaire. L'absence de protection internationale conduit les obtenteurs à ignorer largement le Tiers monde. Il y a là une action importante à mener.

Le cinquième cercle, celui des populations synthétiques élaborées par les entreprises à partir de matériels issus des autres cercles, est le plus mystérieux. C'est une construction artificielle de produits de la nature soumis à une pression de sélection proche de la nature, mais dont les données sont choisies en fonction d'objectifs artificiels. Il semble que ce soit assimilable à un secret de fabrication, protégé par la détention matérielle de la population. Un droit de propriété intellectuelle n'est guère envisageable car ce n'est pas un objet déterminable et fixé. La protection par le secret semble bien convenir.

## Conclusion

On constate que derrière le concept de ressource génétique se cache une réalité complexe faisant intervenir de multiples régimes juridiques, depuis le secret jusqu'au patrimoine commun de l'humanité. Il n'y a jamais eu de réflexion approfondie dans ce secteur, les études ayant porté soit sur les banques de gènes, soit sur les ressources sauvages... sans que l'on ait tracé un tableau exhaustif des régimes juridiques applicables aux ressources génétiques diversement organisées. Or, les nouvelles techniques du génie génétique renforcent sans doute encore l'importance stratégique des ressources génétiques. Il était donc important d'en comprendre la complexité pour savoir dans quel sens il convient de faire évoluer les choses.

Il faut retenir de ce panorama une tendance à l'appropriation privative de plus en plus poussée des ressources génétiques, qu'elles viennent du secteur privé, du secteur public, ou des pays du Tiers monde. Pour les entreprises semencières, le libre accès aux ressources génétiques est une telle évidence qu'elles ne réalisent pas toujours les menaces qui pèsent sur ce qui constitue l'une des bases de leur travail; l'industrie chimique et l'industrie pharmaceutique sont également conscientes de l'importance des ressources génétiques. Mais elles sont persuadées que le meilleur moyen de les conserver, de les enrichir, de les faire



circuler, de les diversifier, est de les soumettre au régime de la propriété privée . Ce sont donc désormais deux conceptions de la gestion d'un patrimoine mondial qui s'affrontent , une vision libérale et une vision solidariste. Certains chercheurs montrent le danger de l'appropriation de ces ressources, et l'on a tendance à penser qu'ils exagèrent les inconvénients de ce mouvement. Pourtant, certaines informations récentes tendent à montrer qu'ils n'ont probablement pas tort (cf.p.118).

#### **IV. Les normes de commercialisation des semences et des plants - Leurs liens avec le droit d'obtention végétale.**

En France, comme dans beaucoup de pays, ne peuvent être vendues que des semences qui, après diverses vérifications, sont inscrites sur le catalogue officiel français (décret du 18 mai 1981).

Les normes de commercialisation des semences et des plants ont été introduites par les Etats bien avant que l'on imagine une protection de l'innovation dans ce domaine. Elles n'ont en principe aucun rapport avec le droit d'obtention végétale qui régle l'innovation, et ne concernent que la qualité des semences vendues ; le droit d'obtention végétale concerne l'innovation génétique, qui est indépendante de la qualité du produit fini. Cette indépendance des deux systèmes était même une condition sine qua non imposée par les rédacteurs de la Convention UPOV. Et, effectivement, on constate chaque année que des variétés nouvelles protégées par le CPOV ne sont pas inscrites au catalogue, et réciproquement.

Cela correspond à diverses stratégies qu'il serait trop long d'énumérer ici ; il suffit d'expliquer qu'il existe plusieurs types de listes sur le catalogue, correspondant à des objectifs très divers . Prenons la liste des semences destinées à l'exportation ; elles ne correspondent pas forcément aux normes françaises, mais peuvent être intéressantes dans d'autres conditions pédo-climatiques. Elles seront donc produites, c'est-à-dire multipliées en France, mais cultivées ailleurs, ce qui s'explique par le fait que la France est un des rares pays à réunir les meilleures conditions climatiques et technologiques pour la production de semences, activité qui demande une formation assez solide . Autre exemple : l'inscription au catalogue repose sur la preuve d'un progrès agronomique ou technique. Cela produisait un effet pervers puisque des variétés anciennes, recherchées pour certaines qualités, ne pouvaient pas faire la preuve d'un tel progrès, ce qui empêchait de pouvoir les commercialiser. On a donc fait une liste spéciale à cet effet.

Mais, en réalité, on ne peut pas ne pas se rendre compte que l'inscription au catalogue et la certification qui l'accompagne réalisent un quasi-droit de propriété sur les variétés inscrites, faisant ainsi concurrence au droit d'obtention végétale ; on verra que la contrefaçon est rendue très difficile, et enfin que les normes de commercialisation réalisent une pression sur les objectifs de sélection, dès l'instant que, finalement, on veut vendre les variétés.

Les normes de commercialisation sont établies par le ministère de l'agriculture. Elles tendent à protéger les agriculteurs qui doivent ne recevoir que le produit le plus parfait possible, tant dans sa conception (qualité génétique) que dans sa fabrication (taux de germination, pureté etc). Or cette fabrication est difficile à surveiller puisqu'elle ne dépend pas d'une entreprise, mais de la multiplicité des agriculteurs multiplicateurs travaillant sous contrat

(plus de 45 000 agriculteurs en France, répartis dans toutes les régions, et plus de 380 000 ha de superficies destinées uniquement à la production des semences certifiées, chiffres du GNIS, 1985).

Il faut aussi protéger les consommateurs : surveillance de la toxicité, de la valeur alimentaire, à laquelle il serait important d'ajouter la surveillance de l'environnement.

Les contrôles aboutissant à l'inscription au catalogue passent par deux étapes différentes, l'homologation de la nouvelle variété -contrôles réalisés une fois pour toutes- et, pour certaines espèces, la certification de la production de cette variété -contrôles de qualité réalisés chaque année-.

### 1) L'homologation

L'homologation vise à identifier avec précision la variété par l'épreuve classique de DHS (distinction -homogénéité -stabilité) dont les résultats sont appréciés un peu différemment de ce qui est requis pour l'octroi du certificat d'obtention végétale. La variété passe ensuite une épreuve de VAT (valeur agronomique et technologique). Si ces deux séries d'épreuves, passées une fois pour toutes, sont réussies, elle est inscrite au catalogue et pourra être mise sur le marché. Le service spécialisé du ministère est le GEVES. L'organisme technique est le CTPS, qui propose l'inscription au ministre de l'agriculture qui décide.

#### 1-a. La DHS

Pendant deux ans, en plusieurs endroits différents, la variété va être mise à l'essai, observée et notée ; puis elle passera devant une commission d'experts faisant intervenir des scientifiques du secteur public et du secteur privé qui vont analyser les résultats, et soumettre leurs conclusions à la section du CTPS qui va débattre des cas litigieux et trancher.

Les normes de DHS à respecter ne sont pas les mêmes que celles qui sont utilisées par le CPOV pour l'octroi du certificat d'obtention végétale. En effet, des variétés qui ne rentrent pas tout-à-fait dans le cadre fixé peuvent néanmoins présenter un progrès agronomique qui serait le signe d'une nouveauté que l'on n'a pas su identifier. Il ne faudrait donc pas bloquer la commercialisation d'un progrès.

#### 1-b. La VAT

En même temps, on va tester la valeur agronomique et technologique de cette nouvelle variété, car elle ne sera autorisée à la vente que si elle représente un progrès par rapport aux variétés les plus proches.

De la même manière elle va être mise en culture dans des lieux différents, pendant deux ou trois ans si c'est nécessaire. Elle va être régulièrement notée pour passer devant une commission d'experts chargée de synthétiser les résultats pour les proposer à la section qui rédigera l'avis.

La valeur agronomique et technologique repose sur des critères complètement différents de ceux qui sont classiques dans les propriétés intellectuelles.

On apprécie d'abord le rendement en prenant la variété-témoin dans l'espèce, et en lui donnant la note 100. La nouvelle variété sera notée à 101, 98, 104 ... On appréciera ensuite les "facteurs de la régularité du rendement", résistance à la verse, aux maladies, au froid, à l'égrenage..., puis on appréciera la valeur technologique, type de contrôle qui devrait se développer et se diversifier dans les années à venir. Pour le moment, il s'agit surtout d'apprécier la valeur boulangère du blé tendre (apparence du pain, qualités gustatives, teneur en protéines...), la qualité culinaire du blé dur qui sert à la fabrication des pâtes. On fait alors des tests alimentaires : fermeté des pâtes cuites, couleur des spaghettis...

De l'avis des obtenteurs, cette tendance doit être encouragée : en effet, la période d'après guerre a orienté la sélection vers l'amélioration des rendements, et l'adaptation des variétés aux techniques culturales modernes (engrais, pesticides ...). Cet effort fut un succès, mais il paraît aujourd'hui insuffisant, ou du moins incomplet. L'objectif quantitatif ayant montré ses limites, on essaie aujourd'hui d'introduire des "primes à la qualité" (22). On le fait en portant une attention plus grande à tous les éléments technologiques, (qualité boulangère, etc). Mais l'incitation réalisée ainsi reste trop faible pour convaincre obtenteurs et agriculteurs : l'incitation résulte uniquement de la possibilité de faire inscrire une variété qui, insuffisante sur certains points, permet d'améliorer la qualité alimentaire du produit. Or, pour convaincre l'agriculteur, il faut lui fournir un certain nombre de facilités d'organisation, comme la disponibilité de silos spécifiques ; en effet, pourquoi produire des blés très ciblés, s'il n'y a pas les capacités d'accueil pour l'isoler des autres de manière à le vendre plus cher ? C'est en fait en permettant à l'obteneur de se rémunérer non plus sur la semence mais sur le produit industrialisé qui en résulte et qui dégage une plus-value beaucoup plus importante, que l'on peut espérer créer une véritable incitation. C'est une solution envisagée dans la révision de la Convention UPOV. Il faut cependant réfléchir à deux fois avant de se lancer dans cette opération, car cela inciterait en même temps à focaliser les cultures sur des productions très particulières, au risque de connaître des pénuries dans les secteurs traditionnels.

Les perspectives de ces semences "pointues" sont très vastes : le colza se prête à certaines cultures de type alimentaire s'il est sans acide érucique, mais l'acide érucique qu'il contient est utile pour certaines productions industrielles. L'alimentation du bétail est de plus en plus "construite" au niveau de la semence pour assurer la croissance la plus rapide et la plus équilibrée, le maïs est sélectionné en fonction de l'amidon à obtenir, l'orge en fonction du goût de la bière, la pomme de terre en fonction de la congélation des frites, etc. Pour toutes ces productions, une incitation peut être fournie par la constitution de listes spéciales, adaptées aux besoins de l'industriel en aval. Le mouvement est déjà en cours, et il n'est sans doute pas nécessaire que le législateur intervienne. L'inconvénient de ce mouvement est d'inciter les agriculteurs à travailler de plus en plus pour l'industrie sous la forme de contrats d'intégration dont on connaît les avantages mais aussi les inconvénients(23).

Il serait sans doute utile d'accélérer les choses dans le sens d'une diversification des objectifs du contrôle de VAT. En effet, si l'on fait déjà des tests de toxicité des variétés, il faudrait envisager des tests de compatibilité avec les efforts faits pour diminuer la pollution de l'environnement. La multiplication des variétés résistantes aux produits chimiques n'est un progrès que dans certaines limites. Il faudrait donc évaluer l'impact de chaque variété au

regard de l'environnement en fonction de l'épandage de produits toxiques que permet son génotype.

## 2) La certification

Une fois que la variété a été inscrite au catalogue, ce n'est que sa structure génétique abstraite qui a été vérifiée et acceptée. Il faut encore contrôler la qualité de la production des quantités qui seront mises chaque année sur le marché. Le contrôle n'est obligatoire que pour certaines espèces, mais les obtenteurs ont demandé et obtenu qu'il soit réalisé à la demande dans d'autres espèces, car il constitue à la fois une preuve de qualité, une garantie contre la contrefaçon, et le moyen idéal par lequel on peut organiser le paiement des redevances. C'est le SOC, qui effectue ces contrôles (CNIH pour les plantes ornementales, CTIFL pour les fruits et légumes, ONIVINS et ENTAV pour la vigne) ; la difficulté du contrôle vient de la dispersion des multiplicateurs sur l'ensemble du territoire

La multiplication est une activité minutieuse qui implique pour l'agriculteur un travail totalement encadré par des normes préfixées qui, étape par étape, constituent le suivi de l'itinéraire de la culture: isolement, pureté, identité variétale, concordance de floraison, état sanitaire...C'est la qualité de ce travail qui est contrôlée par le SOC.

La difficulté de cette technique de culture, jointe à l'importance de la qualité du produit fini, font que l'activité de producteur grainier nécessite une carte professionnelle dont l'obtention est soumise à des conditions assez rigoureuses (pas de condamnation, de faillite, d'infraction à la réglementation des semences... arrêté du 14 février 1967).

Les contrôles sont effectués à tous les stades de la production, du conditionnement, du transport et de la commercialisation. Chaque multiplicateur doit faire pour l'année une déclaration des surfaces cultivées de manière qu'elles puissent être contrôlées. Chaque étape de la culture des semences est vérifiée. Les semences qui en résultent sont classées en lots, dont des échantillons sont analysés et testés en laboratoire. Chaque sac, vérifié est donc identifié et étiqueté, ce qui permet de le relier à un établissement producteur, d'établir la dénomination de la variété et le numéro de la culture. Les établissements sont tenus à une comptabilité matière des entrées et des sorties, ce qui explique que toute contrefaçon soit rapidement repérée (La valeur du lien entre certification et droit d'obtention végétale a été bien expliquée par John Harvey, UK Plant Breeder's Rights and the European Community Seeds Regime, Patent World, janv.90, p.22).

## 3) Le catalogue européen

J'ai essayé de montrer la rigueur des contrôles qui portent sur la création et la commercialisation des semences, produits stratégiques. Les Etats européens ont tous ce type d'organisation. Toute importation de semence ne peut donc se faire que sur autorisation du ministère de l'agriculture, après contrôle de la qualité du matériel importé.

Mais les Etats ont évidemment des normes qui peuvent être très différentes ; l'intégration de la Grèce, de l'Espagne et du Portugal a ainsi posé de grands problèmes. Ces différences de normes techniques ont pour conséquence indirecte de porter atteinte au principe de libre circulation des marchandises dans l'espace européen. Un "catalogue européen" a donc

été créé ; il a pour objectif de faire circuler les semences librement, sans qu'il soit nécessaire de demander d'autorisation d'importation, dès lors qu'elles ont été certifiées dans un Etat membre.

Ce système classique en droit communautaire pose des problèmes considérables lorsqu'il s'applique à un produit vivant, soumis aux contraintes de l'environnement. Un blé adapté au Sud de l'Espagne ne germera même pas en Allemagne. L'idée de libre circulation rencontre donc ici très vite des limites naturelles. C'est pourquoi le catalogue européen fonctionne autant à l'exception qu'au principe : la semence certifiée doit circuler, mais on doit prévoir les zones où elle ne peut être mise en culture. Les frontières politiques n'intéressent évidemment pas les plantes, et le catalogue européen ne peut fonctionner que pour des régions homogènes s'étendant sur plusieurs Etats, comme Nord de la France - Benelux ; les limites en sont vite atteintes.

Ces difficultés devraient être gardées en mémoire par les autorités communautaires qui cherchent à mettre au point l'unification du certificat d'obtention végétale. On sait que l'octroi du droit repose sur des essais, et que ces essais sont étroitement dépendants des zones dans lesquelles ils sont effectués. On retrouvera donc le même type de limite que pour le catalogue.

#### **SECTION IV : QUALITES, DEFAUTS ET IMPASSES DU SYSTEME ACTUEL DE L'OBTENTION VEGETALE**

##### **I. Les qualités**

Nous ne reviendrons pas sur la qualité principale qui est la raison d'être du système de l'obtention végétale, l'adaptation à un type d'innovation impliquant la concentration d'un ensemble de qualités accumulées à partir de géniteurs.

Le problème est de savoir si la technique à laquelle ce droit est adapté reste une technique d'avenir, ou si elle est vouée à disparaître plus ou moins rapidement, entraînant le droit d'obtention végétale dans sa disparation. Alors que les industriels avaient opté pour la seconde branche de l'alternative, on réalise aujourd'hui qu'ils ont connu de grands échecs et que ne restent en piste que ceux qui font principalement de la sélection végétale classique (24). On pense que pendant longtemps encore, l'ingénierie génétique sera un outil parmi d'autres outils de la sélection ; le problème est donc de trouver une place convenable pour la rémunération de ces inventions qui se situent en amont de la sélection végétale. C'est le travail sur "l'interface" entre les deux métiers.

La seconde qualité du système de l'obtention végétale, système très "agronomique", est d'avoir structuré un réseau d'entreprises très proches du terrain. On ne peut dans un rapport juridique insister sur ce point, pourtant très important : en réalisant un lien convenable entre le régime juridique des ressources génétiques, celui de l'innovation et celui de la commercialisation, ce système permet une bonne adaptation aux conditions pédo-climatique par le maintien de petites entreprises familiales et de petites coopératives qui réalisent des adaptations locales des grandes semences. D'autre part, des liens curieux se sont créés entre des entreprises importantes à fort potentiel de recherche et des coopératives agricoles très implantées, comme le montre le modèle Pioneer-France Maïs ou à l'inverse une coopérative

créant en quelques années une multinationale, comme Limagrain. Ce sont de précieuses réussites à la fois économiques, techniques et humaines.

La troisième qualité du système est son efficacité : contrairement à ce que croient la plupart des spécialistes de brevet, le droit d'obtention végétale, assorti des procédures d'homologation et certification ne donne quasiment pas prise à la contrefaçon, sauf lorsque celle-ci vient d'un pays qui n'est pas membre de l'UPOV. Les vraies actions en contrefaçon sont donc rares, beaucoup plus rares qu'en droit des brevets.

Enfin, les agriculteurs sont, d'une manière générale satisfaits de l'équilibre actuel du système ; le privilège du fermier, très attaqué aujourd'hui, est considéré comme un élément important, ainsi que les "quasi-garanties" sur les performances de chaque variété, fournies par les services de certification..

## II. Les défauts

La Convention UPOV, dont les normes sont très exigeantes et qui laisse peu de liberté aux Etats, n'a pu être mise au point que parce que les Etats signataires étaient peu nombreux et de traditions assez proches (à l'origine, pays européens ayant des structures agricoles comparables). André Heitz fait remarquer que cette qualité entraîne des inconvénients en retour : il n'y a que dix-neuf pays membres de l'Union. Certes, ce sont tous les pays "importants" en matière de création variétale, et les pays de l'Est qui n'ont pas encore adhéré vont probablement le faire dans un avenir proche (5 pays sont près d'adhérer : Autriche, URSS, Finlande, Norvège, Portugal). Mais le problème des pays en développement reste entier. Or leur absence entraîne deux inconvénients : d'une part leurs marchés ne peuvent pas faire partie des objectifs d'implantation des firmes semencières puisqu'elles ne peuvent bénéficier de protection, d'autre part cela constitue autour de l'Europe des territoires désignés pour la réalisation de contrefaçons (roses "Meilland" du Maroc, pays qui prend des contacts en vue d'une adhésion).

Les normes de DHS et de VAT sont parfois jugées trop rigides. Un matériel de sélection qui présente un grand intérêt, malgré une homogénéité ou une stabilité insuffisante ne pourra pas être protégé du tout, ce que certains semenciers voient parfois comme une entrave à la commercialisation de matériels intéressants. Il faut en fait dissocier les critiques ; la querelle sur l'exigence d'homogénéité est une vieille querelle qui resurgit régulièrement, mais qui n'est pas très justifiée : en effet on ne voit pas très bien comment on pourrait défendre en justice un titre portant sur une variété hétérogène, car à la limite, un matériel hétérogène pourrait couvrir l'ensemble du spectre d'une espèce.

A l'inverse, les normes de valeur agronomique et technique doivent pouvoir effectivement varier très vite pour exprimer le plus rapidement possible les nouveaux besoins du marché, ce qui n'est pas toujours le cas. En fait, il faut arriver à distinguer deux types de demande de modification des normes techniques : les demandes d'assouplissement des normes établies pour les besoins traditionnels et les demandes qui correspondent à de nouveaux besoins. Il est bon que les demandes du premier type soient regardées avec méfiance, car la pratique a déjà eu le temps de tester un juste équilibre des besoins. Dans le second cas, il faut au contraire être plus ouvert aux modifications puisqu'elles correspondent à un nouvel équilibre de la demande.

On peut en donner deux exemples : le premier est l'assouplissement des normes de commercialisation pour les variétés anciennes d'arbres fruitiers auxquelles on demande des qualités de saveur, sans avoir autant d'exigences de rendements, calibrage, etc. Le second est la transformation des normes pour les variétés à "destination industrielles", amidonnerie, malterie, frites, etc. La plus-value réalisée sur le produit transformé est plus importante que les plus-values que l'on peut réaliser sur les produits agricoles primaires . On peut donc se permettre de perdre en rendements, voire en certaines résistances pour épouser les objectifs qualitatifs demandés par les consommateurs du produit final. C'est donc vers une multiplication de normes techniques diverses que l'on devrait aller.

### III. Les impasses actuelles

#### 1) Le démarquage scientifique et la querelle des écarts minimaux :

Le libre accès aux ressources génétiques contenues dans l'invention protégée est la cible principale des critiques . Il faut arriver à distinguer deux types de critiques . Une critique mesurée émane des obtenteurs eux-mêmes : les techniques de transfert de gènes, de back cross, de stabilisation des mutations sont devenues si routinières que les variétés qui en sont issues sortent sur le marché très vite après la variété qui leur a donné naissance. Les obtenteurs, qui sont attachés au libre accès voudraient donc arriver à garder le libre accès pour les créations originales tout en le supprimant pour les créations parasitaires ; c'est un peu la quadrature du cercle.

La première solution proposée fut d'augmenter les écarts minimaux entre deux variétés (25). Cette solution, simple sur le plan juridique, ne paraît pas correspondre aux besoins de la sélection ; hormis lors des grandes ruptures (très rares), le progrès génétique est un progrès continu jouant sur les petites distances (26) . De plus, "du fait de la pression de sélection vers des idéotypes agrotechniques précis, les variétés deviennent de plus en plus ressemblantes, même si elles sont obtenues par des techniques et des (combinaisons) génétiques originales. Il est donc indispensable que les "distances minimales", nécessaires pour conclure à la distinction soient de plus en plus étroites. En aucun cas, la notion de progrès économique ne doit être prise en compte pour la délivrance d'un titre de propriété, car elle est obligatoirement fluctuante dans le temps et l'espace. Un exemple simple permet de comprendre cette évidence : si une variété ne diffère d'une autre que par une résistance à une maladie, et que cette maladie est présente dans un pays A et non dans un pays B, ce caractère serait considéré comme important économiquement dans le pays A et non dans le pays B, ce qui aboutirait à l'octroi d'un titre dans le premier pays et pas dans l'autre. Ensuite, si les deux pays sont frontaliers, la maladie peut s'étendre de A à B, et l'on serait à nouveau dans une situation inacceptable." (27)

Une deuxième solution proposée par certains, consisterait à revenir au système des brevets ; pour Eric Jullien, qui est celui qui a écrit le plus récemment sur la question, "la difficulté centrale du système de la POV est liée à l'absence du critère d'activité inventive . En éliminant cette notion pourtant importante dans la détermination effective de la nouveauté, le droit d'obtention végétale permet le démarquage scientifique " (28). Une telle appréciation devrait conduire directement au retour au système du brevet. Mais, comme on le verra avec les

micro-organismes, les brevets portant sur l'obtention des organismes vivants, ne répondent guère aux critères d'activité inventive tels qu'ils ont été interprétés par le droit commun, et c'est finalement vers une appréciation du résultat, et peut-être même de distance entre deux organismes proches que l'on se dirige. Dès lors, le reproche fait au système de l'obtention végétale ne trouve plus sa solution dans le brevet ; il semble plutôt que ce soit une caractéristique des organismes vivants.

Une troisième solution émane des obtenteurs, et revient à modifier la Convention UPOV pour distinguer entre des variétés suffisamment originales par rapport aux variétés proches pour être considérées comme autonomes et des variétés qui ne le sont pas et seront dépendantes de la variété-mère. Nous reviendrons longuement sur cette solution dans le chapitre V .

## 2) L'absence de protection des procédés d'obtention

Le droit d'obtention végétale était fondé sur l'idée que les procédés d'obtention s'effaçaient devant les produits obtenus . C'était vrai pour plusieurs raisons : la répétition des procédés ne donnait pas le même résultat final, ce qui empêchait de songer à les breveter ; le résultat étant autoreproductible, il était logique de multiplier le résultat plutôt que de recommencer le procédé.

Mais une autre raison, peut-être la plus fondamentale est moins souvent évoquée ; en amélioration des plantes, on utilise un nombre très restreint de procédés répétitifs qui, appliqués à des objets différents dans des circonstances et des lieux différents, donnent des résultats distincts . Heureusement, ces procédés que tout le monde utilise ont toujours été dans le domaine public.

Tout cela a beaucoup changé avec l'avènement des biotechnologies. Sans qu'ils soient encore très nombreux, les procédés se sont différenciés ; certains d'entre eux donnent des résultats reproductibles . Mais il est difficile de définir avec précision ce qu'est un procédé dans ce domaine : les gènes, les plasmides sont des produits, mais en même temps des procédés de production.

## 3) Les "nouveaux outils" de la sélection

Il existe de plus des "outils" difficiles à qualifier, et qui se situent à l'interface entre produit et procédé, brevet et obtention végétale, public et privé, et dont le régime juridique est bien difficile à mettre au point . Le prototype serait la carte du génome d'une espèce, généralement mise au point grâce à la collaboration entre le secteur public et le secteur privé.

L'un sans l'autre ne peut pas faire grand chose pour ces opérations qui réclament beaucoup de temps, d'argent, de personnel . Mais la collaboration public - privé est ambiguë . En effet, traditionnellement les outils de la sélection mis au point par le secteur public (matériels de base, quasi-variétés) étaient à la disposition de tous les chercheurs et de tous les sélectionneurs , nationaux au moins . Qu'en sera-t-il de ces nouveaux outils ? Le secteur privé qui collabore à leur mise au point acceptera-t-il que ces outils puissent servir à ceux qui n'ont pas participé à l'opération ?



Si des solutions semblent pouvoir être trouvées aux deux premiers problèmes évoqués, le troisième, quant à lui, est plus préoccupant. Il rejoint la tendance contemporaine à la monopolisation des ressources génétiques. On sait que ce mouvement est à l'oeuvre de trois manières différentes : la première tendance est due aux obtenteurs qui, conscients de la valeur des ressources génétiques pour l'amélioration des plantes, concentrent de grandes richesses en se constituant de véritables banques privées. Le régime juridique de ces ressources est ambigu. Si l'on suit l'arrangement de la FAO, ces ressources devraient être patrimoine commun de l'humanité. Mais, comme elles ne sont pas répertoriées, elles sont de facto réduites à l'état d'objets corporels appropriés par celui qui les détient. Le sentiment de la propriété qui en résulte est encore conforté par le fait que les obtenteurs ont fait des démarches pour obtenir ces ressources, ont effectué un choix, les ont entretenues, etc. Leur accumulation au fil des années les rapproche d'un patrimoine qui n'est évidemment pas celui de l'humanité toute entière.

La deuxième tendance est due à ceux qui réclament un retour au brevet, et donc l'appropriation de la ressource génétique en même temps que celle de l'innovation ; interrogés sur la nécessité de l'accès aux ressources génétiques aux fins de création, certains évitent de répondre, d'autres pensent que l'on créera de plus en plus la ressource génétique de manière artificielle, ou en prélevant dans les ressources illimitées des micro-organismes ; certains enfin, et c'est la position la plus curieuse, reconnaissent qu'elle est nécessaire et que c'est une spécificité du secteur, mais n'en concluent pas moins à la nécessité de son appropriation par le biais du brevet (29).

La troisième tendance est due aux pays en développement qui, s'appuyant sur la brevetabilité des gènes acquise dans les pays industrialisés, n'entendent pas que ces gènes qui peuvent faire gagner tant d'argent aux entreprises du Nord puissent être prélevés librement et gratuitement sur leurs territoires.

Toutes ces tendances se conjuguent, et l'on arrive à une situation comme celle qui a opposé Pioneer à Du Pont de Nemours et à l'Université d'Illinois. Pour autant que l'on puisse apprécier cette affaire sur laquelle on ne dispose pas encore d'éléments très fiables, les faits sont les suivants : le Professeur Alexander, de l'Université d'Illinois, avait fait trente années de recherche sur les maïs à forte teneur en huile. Il a ainsi développé cinq grands pools génétiques et des lignées inbred, qu'il semble avoir largement distribués à ceux qui le demandaient, chercheurs du public ou du privé, et entre autres à l'entreprise privée Pioneer. C'est un bon exemple de la pratique de libre échange des ressources génétiques. Prévoyant la retraite prochaine du Professeur, l'Université vendit cet ensemble à Du Pont et Pfister qui décidèrent de fonder entre elles une entreprise conjointe dont l'objet serait de développer des variétés à partir de ces matériels. L'opération est en réalité difficile à qualifier, le texte parlant de "licence exclusive" ; mais les matériels licenciés semblent relever de deux régimes juridiques différents, certains étant dans le domaine public, d'autres étant protégés. De plus, s'il y a des pools génétiques, ils n'appartiennent pas à la catégorie des matériels protégeables. Or l'Université, Du Pont et Pfister entendent que ces dernières disposent d'une exclusivité d'exploitation et ont donc ordonné à Pioneer par voie judiciaire de cesser d'utiliser ces ressources. Les lignées du domaine public ne devraient évidemment pas pouvoir faire l'objet d'une exclusivité, ce qui consisterait à amputer le domaine public ; pour les pools génétiques, l'affaire est plus délicate : les concéder en licence exclusive revient à admettre que des matériels non protégeables peuvent recevoir le même traitement que des matériels

protégeables. Faut-il l'assimiler à du savoir-faire non breveté ? mais ici, il avait été largement divulgué. Il serait peut-être plus exact de parler de prestation de service, mais alors on ne peut imaginer de droit exclusif. La décision au fond, qui devait intervenir au mois de novembre 1990, a été évitée puisque les entreprises ont transigé.

Cette affaire est dans la logique du mouvement décrit ; il est logique que ce soit une entreprise chimique qui ait provoqué ce bouleversement de toutes les règles de la libre circulation du matériel génétique. Cela rejoint la volonté que les grandes entreprises chimiques commencent à montrer, de s'approprier des ressources génétiques de manière que chacun crée désormais à partir d'une base génétique qui lui soit propre, et auxquels les autres n'auront pas accès. Cela devrait inciter à la réflexion ceux qui voient dans tout défenseur du droit d'obtention végétale un représentant du mystérieux "lobby des ressources génétiques" (30).

Il y a certes une opposition, mais il semble bien qu'elle soit justifiée par des raisons précises ; on ne voit pas très bien, d'ailleurs, quels intérêts seraient derrière ce lobby. Mais il est exact que c'est à ce point précis que se situe le choix juridique fondamental de toute cette affaire : choisir dans toutes ses occurrences l'appropriation privative des ressources génétiques, qui ne permet de circulation que sur le mode bilatéral du contrat entre entreprises, ou leur libre circulation.

**Références du Chapitre III : le droit d'obtention végétale, paradigme de l'amélioration des plantes - L'équilibre 1960-1980**

- (1) L.A.de Bougainville : Voyage au tour du monde par la frégate La Boudeuse et la flûte l'Etoile. La découverte, p.276 et sv.
- (2) A.Heitz : Histoire de la protection des obtentions végétales, in Les vingt-cinq premières années de la Convention internationale pour la protection des obtentions végétales, UPOV Publications.
- (3) Sur cette histoire, cf. A. Heitz, précité et Première partie de L'homme, la nature et le droit, textes présentés par B.Edelman et M.A.Hermitte, Christian Bourgois, 1988 ; cf aussi N.Bustin : Principes généraux du droit et casuistique technique in La protection de la création végétale, sous la dir. de M.A.Hermitte, Librairies Techniques, 1985
- (4) Sur cet histoire, cf aussi la critique de l'article d'A.Heitz par J.Straus : AIPPI and the protection of inventions in plants, IIC n°5/1989
- (5) F.Savignon : La bioéthique et le sacré, les cahiers rationalistes, sept-oct 1989, n°443 . Cet argument a longtemps été la ligne de défense des tribunaux allemands pour admettre le principe de la brevetabilité du vivant tout en refusant la plupart des applications.
- (6) Sur tous les concepts botaniques et leurs rapports avec le droit, cf. M.Simon, in La protection de la création végétale, précité note 3
- (7) Numéro spécial de l'Académie d'agriculture sur l'hybridation interspécifique et l'amélioration des plantes, 1981 n°12
- (8) M.Simon, article précité, p.23
- (9) décision du 27 nov 1985, JOCE, L 369 du 31 décembre 1985, commenté par Georges Bonet à la Rev.trim.dr.europ., et l'article du même auteur in Le droit du génie génétique végétal, sous la dir. de M.A.Hermitte, Librairies techniques 1987 ; René Royon : the interface of patent law and plant breeders rights, the possible extension of existing legal systems ESC Munich 18-2-88
- (10) M.Simon, précité
- (11) M.Simon, précité, p.40
- (12) P.Roubier : Le droit de la propriété industrielle, Recueil Sirey, p.48 et sv.
- (13) R.Royon, article précité
- (14) B. Le Buanec : Biofutur n°88 mars 90
- (15) H.Bannerot et C.Foury : Utilisation des ressources génétiques et création variétale ; Bulletin technique d'information, ministère de L'agriculture, n° spécial "Quelques aspects de l'innovation en productions légumières, 407
- (16) Biotechnology and genetic diversity, California agricultural lands project
- (17) Ph.Marchenay avec la collaboration de Marie-France Lagarde : A la recherche des variétés locales de plantes cultivées, avec une importante bibliographie
- (18) id. note 16, p.14
- (19) Symposium du 10 novembre 1981 UPOV, intervention de Monsieur Hutin
- (20) Sur ces centres, cf. les articles dans La gestion des ressources naturelles d'origine agricole, sous la dir. de PH.Kahn et J.Cl.Fritz, Librairies Techniques, 1983
- (21) A.Cauderon : Sur la protection des ressources génétiques en relation avec leur

surveillance, leur modelage et leur utilisation. C.R. de l'Académie d'Agriculture de France, 66, 12, p.1051

(22) P.Petit-Pigeard : Vingt ans de semences certifiées : d'un produit technologique à un produit bio-technologique - Circuits culture, spécial 20 ans, 9 mai 1990

(23) Louis Lorvellec : Les contrats-types d'intégration homologués : commentaire des arrêtés ministériels du 7 juin 1983, Rev. dr. rural mai 1984, n°124

(24) E.Jullien : Les impacts économiques de la protection de l'innovation sur le secteur européen de la semence . CERNA, étude faite pour la DG XII de la Commission de la CEE, 1989, p.82

(25) Symposium UPOV, novembre 1983, La protection de la création végétale, précité note 3, et E.Jullien, précité note 24, p.88

(26) C.Ducos in La protection de la création végétale, précité note 3

(27) B. Le Buanec, précité note 14

(28) E.Jullien, précité p.65

(29) J.Straus : Le principe de la dépendance dans le droit des brevets et le droit de l'obtenteur, in La propriété industrielle, déc. 1987

(30) J.Straus, article précité, note 4 et Chambre de commerce international, réunion sur l'interface, avril 1990.

## CHAPITRE IV :

### LA PROTECTION DES MICRO-ORGANISMES :

#### UNE NOUVELLE BRANCHE DU DROIT DES BREVETS

Les micro-organismes sont au coeur d'un grand nombre de projets d'amélioration des procédés de culture, à plus ou moins long terme. Dès aujourd'hui, on les utilise dans les tentatives de lutte biologique contre les parasites des plantes. Dans un avenir plus lointain, on pense les associer directement aux semences. On essaie de les utiliser pour améliorer la digestion des animaux d'élevage ; on commence à comprendre le rôle qu'ils jouent dans l'équilibre des sols, etc. On peut admettre que, même si un certain nombre des pistes de recherche imaginées aujourd'hui doivent un jour être abandonnées, certaines d'entre elles seront sans aucun doute valables (1). Les micro-organismes seront donc utilisés plus ou moins largement dans la gestion des sols, des eaux, des végétaux et des animaux. De plus, ils sont utilisés depuis toujours dans la valorisation des produits agricoles, lait, fromages, bière, etc. Les progrès que l'on réalise dans la maîtrise de leur comportement laissent penser que ces industries seront plus demandeuses de propriétés intellectuelles qu'elles ne l'ont été jusqu'à maintenant.

On l'a déjà dit, la brevetabilité des procédés microbiologiques (utilisant des micro-organismes) est acquise depuis longtemps ; et la brevetabilité des micro-organismes eux-mêmes a été officiellement confirmée en Europe en 1982 (2), même si l'on peut considérer qu'elle était acquise depuis le traité de Budapest, c'est-à-dire depuis 1977.

Le contenu de cette nouvelle branche du droit des brevets est en train de s'élaborer suivant une méthode opposée de celle qui avait été suivie pour les obtentions végétales. AYANT OPTÉ POUR UN DROIT SPECIFIQUE, LES REDACTEURS DE LA CONVENTION POUR LA PROTECTION DES OBTENTIONS VEGETALES AVAIENT ELABORE DES CONDITIONS D'OCTROI DU DROIT EXCLUSIF RADICALEMENT ORIGINALES PAR RAPPORT AU MODELE DES BREVETS . L'adaptation au caractère vivant de l'objet technique avait été réalisée immédiatement .

A L'INVERSE, LA PROTECTION DES MICRO-ORGANISMES EST INTEGREE AU DROIT COMMUN DES BREVETS . Pourtant la différence entre les deux modèles est devenue moins importante qu'on ne pourrait le croire. En effet, la spécificité du vivant aboutit à ce que chacune des règles du droit commun des brevets soit ré-interprétée pour s'adapter à cet objet spécifique. CERTAINES DES CONDITIONS DE BREVETABILITE SE SONT AINSI ETRANGEMENT RAPPROCHEES DU MODELE DE L'OBTENTION VEGETALE, CE QUI POURRAIT FAIRE DOUTER DU BIEN-FONDE DU RATTACHEMENT DES MICRO-ORGANISMES AU DROIT COMMUN DES BREVETS . POURTANT, UNE DIFFERENCE FONDAMENTALE SUBSISTE : IL N'Y A PAS DE LIBRE-ACCES A LA

RESSOURCE GENETIQUE CONTENUE DANS LE MICRO-ORGANISME BREVETE, CONTRAIREMENT AU MODELE DE L'OBTENTION VEGETALE . Or, nous avons admis que c'était là l'élément essentiel qui justifiait le recours à l'établissement d'un droit de propriété industrielle spécifique. Nous verrons que ce libre accès ne paraît pas justifié dans le cas des micro-organismes, pour le moment au moins . Cela donne une justification technique à l'insertion des micro-organismes dans le droit des brevets, mais on aboutira sans doute à l'élaboration d'une branche dont le particularisme sera très grand.

Il semble de toute manière impossible de justifier une autre solution, l'insertion des micro-organismes dans le droit des brevets étant beaucoup trop avancée pour qu'il soit facile de revenir en arrière. Cette insertion étant acquise, l'évolution de cette branche du droit se fait totalement hors du contrôle du législateur : par la jurisprudence, de l'OEB principalement, et au cours des multiples rencontres d'experts, au sein de l'OMPI, dans le cadre de la Convention de Budapest, etc. Je me contenterai donc d'expliquer les grandes lignes du système, tel qu'il existe aujourd'hui, en insistant sur les points qui sont encore litigieux, ou les difficultés qui me semblent avoir été laissées en suspens.

Dans ce chapitre, nous traiterons des micro-organismes en tant que tels et des séquences d'ADN, dont le micro-organisme est l'expression. Aujourd'hui, les deux sont souvent confondus, l'industrie s'intéressant souvent plus aux substances produites par l'ADN à travers le micro-organisme, qu'au comportement général du micro-organisme pris en tant qu'organisme complexe. On ne dira que quelques mots des procédés microbiologiques.

## SECTION I : LE MICRO-ORGANISME , INVENTION OU DECOUVERTE

Le droit des brevets est tout entier fondé sur une conception industrielle de l'invention ; une découverte n'est donc pas brevetable . C'est l'une des raisons pour lesquelles on avait fait du droit d'obtention végétale un droit spécifique, car on voulait pouvoir protéger des plantes simplement découvertes, dès l'instant qu'elles satisfaisaient aux autres conditions -distinction, homogénéité, stabilité-. Cette possibilité était importante, à la fois pour protéger des plantes nouvellement découvertes dans la nature, ou le choix d'individus mutants, ou même la sélection du colza sans acide érucique, que l'on va détecter au sein d'une population qui, dans l'ensemble, comprend de l'acide érucique. L'idée est que, en matière végétale, l'innovation résulte aussi de la découverte.

En droit des brevets, c'est François Valancogne qui explique la distinction invention-découverte de la manière la plus approfondie (3). L'invention brevetable est celle qui implique un "effort de fabrication" débouchant sur ce que l'on appelle le "résultat industriel" ; ce résultat industriel qui permet de déclarer l'invention brevetable est classiquement opposé au résultat naturel . Une application simple de cette distinction est donnée par l'exemple du canon paragrêle : si dans une fusée paragrêle, on augmente la puissance en utilisant la cheddite, explosif plus puissant que ceux qui étaient utilisés antérieurement, il n'y a pas invention brevetable, car le résultat -augmentation de la puissance du canon- est inhérent à la nature de la cheddite. Mais le juge, poussé par la nécessité de breveter ce qui est utile - même si ce souci n'est pas conforme au droit des brevets - a rendu la distinction assez inefficace ; en effet, il a limité la notion de résultat naturel à ce qui "dérive de la forme habituelle à l'espèce et est

conforme à l'usage commun". Il en résulte que l'usage du DDT comme insecticide fut considéré comme brevetable quand bien même le DDT était déjà connu, en tant que corps : le tribunal a fait valoir que l'invention avait consisté à faire passer le DDT du domaine scientifique dans le domaine industriel, ce qui dotait l'industrie d'un insecticide très apprécié.

Cette interprétation rejoint celle qui est faite de la notion de produits de la nature. Les produits de la nature ne sont pas brevetables, mais l'usage industriel qui en est fait, "les inventions dérivées de substances se trouvant dans la nature, sont brevetables" (4). Ainsi, la vitamine B 12 qui existe dans les concentrats de foie ne peut pas faire l'objet d'un brevet, mais le brevet qui en indique les applications industrielles est valide. Les lois de la nature ne sont pas brevetables, mais l'utilisation qui est en faite est brevetable, et ainsi de suite.

L'application aux micro-organismes de ces principes qui forment un tout était donc prévisible, même si la doctrine autorisée a hésité en concluant pendant un certain temps que les microorganismes découverts dans la nature n'étaient pas brevetables (5). On continue souvent de l'affirmer tout en soutenant qu'il y a toujours une intervention humaine qui dépasse le stade de la simple découverte. Trois hypothèses principales sont susceptibles de se produire : dans le premier cas, le micro-organisme existe dans la nature, mais il faut l'isoler, le choisir au milieu des autres, reconnaître ses propriétés ; dans le deuxième cas, l'isolation ne suffira pas pour l'utiliser, il faut en plus le purifier, c'est-à-dire éliminer par divers traitements tout ce qui ne relève pas de ce micro-organisme. Le troisième cas consiste à modifier l'organisme par une intervention dans son génome.

Au départ, les auteurs ont admis que dans le premier cas, il y avait une simple découverte non brevetable ; seul le micro-organisme manipulé pouvait faire l'objet d'un brevet, car il est vraiment fabriqué par l'homme. Et l'on hésitait pour la purification : d'un côté, il y a bien intervention de l'homme, de l'autre côté, cette intervention ne vise qu'à disposer du micro-organisme tel qu'il existe dans la nature. Mais cela sembla bien vite trop restrictif. On admit donc finalement que le simple fait de choisir le micro-organisme, de l'isoler, de le purifier, suffisait à justifier sa brevetabilité, dès lors qu'il satisfaisait aux autres conditions -nouveau, activité inventive ...-

Ce faisant, on se demande s'il y a encore aujourd'hui une différence entre DOV et brevet à ce sujet : le raisonnement selon lequel isoler un micro-organisme des autres constitue une invention et non une découverte paraît assez spécieux ; c'est un moyen de respecter la lettre du droit des brevets plutôt que son esprit. Il n'y a pas de différence majeure entre la découverte d'une nouvelle espèce végétale, repérée parmi tant d'autres au sein de la forêt amazonienne, et la mise à jour d'un nouveau micro-organisme dans une motte de terre en contenant beaucoup d'autres.

De la même manière le choix d'un micro-organisme présentant des qualités particulières au sein d'une population de la même espèce, est qualifiée de procédé microbiologique, brevetable. C'est exact si on donne à cette expression le sens initial d'utilisation d'un organisme inférieur à 0,1 mm. Cela devient faux si on ajoute que la différence entre "essentiellement biologique" et "microbiologique" tient à la différence de "degré d'intervention humaine". En effet, la sélection d'un micro-organisme parmi d'autres, procédé microbiologique brevetable, n'est pas très différente de la sélection d'un végétal parmi

d'autres, procédé essentiellement biologique, non brevetable.

Seule la manipulation des micro-organismes aurait dû en principe être brevetable . L'extension de la brevetabilité des micro-organismes manipulés vers les micro-organismes découverts s'est donc faite à la faveur d'une conception très restrictive de la notion de découverte . Mais on peut la légitimer par la nécessité de donner un régime juridique uniforme pour tous les micro-organismes, et par la spécificité de l'invention biotechnologique. Il serait préférable de dire clairement que la découverte de nouveaux micro-organismes est brevetable. On rejoint ici le modèle de l'obtention végétale.

Le problème s'était déjà posé d'une manière proche pour la production des antibiotiques, produits naturels, et avait été résolu dans le même sens. Il se pose aussi pour les séquences d'ADN dont le décryptage, puis la reconstruction avec un vecteur permettent de produire une protéine. L'affaire dite du t-Pa semble confirmer la solution : Genentech, entreprise américaine, cherchait en même temps que quatre concurrents à produire du t-Pa humain, enzyme bien connue que l'on utilise pour digérer localement les caillots lors d'un infarctus du myocarde. La Cour anglaise, saisie de plusieurs arguments développés contre la validité du brevet de Genentech, rejeta l'idée que la fabrication du t-Pa puisse être analysée comme la simple découverte non brevetable de la séquence d'ADN. La fabrication englobe la découverte, qui n'est pas brevetable en tant que telle, mais la dépasse ; en permettant une fabrication jusqu'ici impossible, elle constitue une application pratique brevetable d'une découverte non brevetable. Le brevet de Genentech sera finalement invalidé, mais pour d'autres raisons .

## **SECTION II : DESCRIPTION OU DEPOT DE L'INVENTION**

La description de l'invention, assortie de revendications indiquant dans quels domaines elle s'applique, est la pièce maîtresse du droit des brevets. C'est en quelque sorte la délimitation précise de l'appropriation . Le monopole s'exercera uniquement sur ce qui a été décrit et revendiqué de telle manière que n'importe quel homme de l'art puisse effectivement réaliser l'invention à partir des données fournies par l'inventeur et des connaissances annexes que possède normalement le technicien moyen de ce secteur.

\* La description assume trois fonctions principales :

- Elle définit la place de l'invention dans le cadre général de l'état de la technique, c'est-à-dire à la fois par rapport au domaine public et par rapport aux droits antérieurs des titulaires de brevets proches. C'est à partir de ce cadre que l'on pourra apprécier s'il y a nouveauté, activité inventive, dépendance par rapport à un brevet antérieur...

- Elle assure la divulgation de l'invention de deux manières différentes : dans l'immédiat, tout homme de l'art peut la reproduire à titre expérimental dans le cadre de ce que l'on appelle **L'EXEMPTION DE RECHERCHE** . C'est ce que J-M.Mousseron appelle "la libération de l'accès intellectuel à l'invention". L'exemption de recherche permet effectivement un accès libre à la connaissance brevetée, même si le tiers ne peut utiliser commercialement la technologie transférée . A l'expiration du brevet, la technique décrite tombe dans le domaine public, n'importe qui pouvant alors l'exploiter commercialement. C'est pour J-M Mousseron "la libération de l'accès industriel à l'invention" (6).



Cette divulgation immédiate au niveau des connaissances, différée au niveau de l'exploitation commerciale, assure le fameux contrat social entre l'inventeur qui divulgue et la société qui le protège en lui accordant un droit exclusif temporaire d'exploitation.

- Elle délimite avec précision l'étendue du monopole conféré. En effet, le monopole est limité à ce qui a été suffisamment bien décrit pour être reproductible par n'importe quel homme de l'art. On apprécie ici le lien entre l'idée abstraite qui a présidé à l'invention et la possibilité de réalisation effective dans la sphère technique. Il doit exister un lien entre les moyens indiqués et le résultat annoncé ; il n'est pas nécessaire que la réalisation s'effectue dans 100 % des cas, il suffit qu'on puisse obtenir le résultat avec une certaine probabilité ; il faut qu'il ne dépende pas totalement du hasard (7).

\* Il fallait trouver les moyens spécifiques permettant d'assumer les trois fonctions précédemment décrites, alors qu'une description des micro-organismes et de leurs procédés d'obtention est difficile sinon impossible à faire. ON VERRA QUE LA DESCRIPTION A ETE ASSEZ CONVENABLEMENT REMPLACEE OU COMPLETEE SELON LES CAS PAR LE DEPOT. A L'INVERSE L'ETENDUE POSSIBLE DES REVENDICATIONS N'EST PAS ENCORE BIEN FIXEE, CE QUI LAISSE PLANER DE GRANDES INCERTITUDES SUR LA PORTEE DES BREVETS DELIVRES JUSQU'A CE JOUR (8).

## I. Le dépôt

Le dépôt est une décision importante, car il est analysé comme une divulgation définitive de l'invention, que le brevet soit, ou non, octroyé. Si la demande de brevet est refusée, le micro-organisme déposé n'en fera pas moins partie de l'état de la technique. N'importe qui pourra l'utiliser librement. Les milieux professionnels et l'Office européen des brevets sont en conflit à cet égard, les premiers demandant que le dépôt ne devienne disponible que si le brevet est effectivement octroyé (pour les arguments pour et contre, cf. les discussions en cours sur le projet de directive de la DG III des la Commission des Communautés européennes, note de transmission, du 16 mai 1989, observations de l'OEB, 5713/89 Add1, diffusion restreinte).

### 1. Dépôt et description

Puisqu'on ne peut pas décrire avec une totale précision les micro-organismes, on va les déposer pour assurer ainsi les fonctions normalement dévolues à la description. On reconnaîtra ici la solution qui avait été adoptée pour la même raison par les rédacteurs de la Convention sur les obtentions végétales.

Le dépôt des micro-organismes dans une collection susceptible d'en assurer la garde fut d'abord une solution spontanée adoptée par certains Etats ; mais il n'y avait pas de règle de procédure précise. L'objet du traité de Budapest (28 avril 1977) fut de constituer une Union internationale destinée à agréer des Autorités de dépôt internationalement reconnues, appliquant des règles reconnues par tous les Etats membres (règles de dépôt, maintien et accès au matériel-témoin). Ces Autorités assurent la conservation des dépôts qui leur sont confiés et les remettent selon les conditions et la procédure prescrites à toute personne qui y a droit. Tous les Etats membres reconnaissent la validité du dépôt aux fins de la procédure en matière de

brevets.

Les quatre textes qui constituent ensemble la source du droit applicable en France sont donc le "Guide du dépôt des micro-organismes selon le traité de Budapest" (actuellement version de 1989, disponible à l'OMPI, Genève), la "règle 28 élaborée par l'Office européen des brevets", précisée par le "Communiqué de l'Office européen des brevets du 18 juillet 1986 concernant les demandes de brevet européen et les brevets européens faisant référence à des micro-organismes" (JO-OEB 8/1986, p.269), ainsi que le "Communiqué de l'Office européen des brevets en date du 15 novembre 1989, relatif à la représentation de séquences nucléotidiques et d'acides aminés dans des demandes de brevet ( Supplément au JO-OEB 12/1989, du 18 décembre 1989).

Nous n'entrerons pas dans le détail de cette procédure qui paraît relativement bien fixée; nous exposerons seulement les grandes lignes, en indiquant les forces et les faiblesses de la procédure par rapport aux objectifs indiqués ci-dessus.

**L'IDEE DE BASE EST QUE LE DEPOT TIENT LIEU DE DESCRIPTION ET DE DIVULGATION DE L'INVENTION .** Ce n'est que partiellement exact car on divulgue ainsi à la fois plus et moins que dans le droit commun des brevets. Plus parce que l'organisme est auto-reproductible sans aucun effort technique de la part d'un concurrent. Moins parce que cela ne dit pas tout du procédé d'obtention qui n'a pu être décrit avec précision. Moins aussi parce que les Autorités ont l'obligation d'assurer la viabilité du matériel pendant trente ans, soit 10 ans de plus que la durée du brevet, après quoi, ils sont autorisés à le détruire. Le matériel ne sera donc dans le domaine public que pendant 10 ans, sauf s'il continue d'être demandé. Dans ce cas, il ne disparaîtra pas ; mais s'il perd de son intérêt pendant un certain temps, il disparaîtra totalement, le domaine public n'en conservera pas la trace. Il est probable que les ressources en micro-organismes sont telles que cela n'aura guère d'effets négatifs.

Les autorités européenne, américaine et japonaise viennent de mettre au point un système commun de "représentation de séquences nucléotidiques et d'acides aminés, aboutissant à l'utilisation d'une base de données commune reposant sur la normalisation des méthodes de représentation de l'ADN-ARN et des protéines. Cette base de donnée "brevet" est conçue sur le même modèle que les grandes bases de données "non brevet" utilisées dans ce secteur. D'après ce texte, la séquence doit être "identifiée par son type (nucléotide, protéine correspondante)", "ses caractéristiques (longueur, configuration, origine, organisme source...)", "les caractéristiques de ses paires de bases, et ses propriétés (ex : gène humain de la lymphotoxine)". Cette réforme récente est sûrement promise à un grand avenir .

Malheureusement, elle ne concerne qu'un mode d'écriture sans donner aucune indication sur le point de savoir quels sont les critères qui différencient deux séquences. Ce point est particulièrement délicat car une altération mineure comme le changement d'un seul nucléotide ou d'un seul aminoacide peut produire des résultats différents, alors qu'une séquence totalement différente de la première peut produire le même résultat.

**LE DEPOT, QUI CONCERNE DU MATERIEL, NE SUPPRIME PAS TOUTE FORME DE DESCRIPTION DES PROCEDES UTILISES S'ILS PEUVENT ETRE DECRITS :** une décision de la Chambre de recours technique de l'OEB l'a rappelé par la décision "Collaborative research" en date du 24 janvier 1989 : il s'agissait pour la Chambre

de décider quelle était la première demande valable concernant la production de prorenine bovine. Or la première demande fut invalidée car, lors du dépôt de la demande, l'idée de préparer la prorenine en utilisant la technique de l'ADN recombinant n'avait pas encore été réalisée. "Certaines étapes essentielles du procédé, situées plus en aval manquaient dans l'exposé...qui se fondait sur ce qui peut être considéré comme un aperçu général de la méthode classique (alors que) il n'était pas révélé certaines caractéristiques inattendues propres au procédé d'obtention du gène".

Cette solution est tout à fait satisfaisante pour éviter la fuite en avant vers des inventions inachevées. Elle doit absolument être rigoureusement conservée. Monsieur Ricolfi, conseil en brevets, auditionné par la Commission juridique du Parlement européen, faisait valoir en effet que la description, comme complément du dépôt, permet seule de vérifier que l'invention est bien maîtrisée (séance du 21 mai 1990, auditions sur le projet de directive de la Commission sur les inventions biotechnologiques) ; à ce titre, elle est un élément fondamental de la protection de l'intérêt général, car elle peut seule limiter les risques de création de brevets de barrage, qui proviendraient d'une tendance à effectuer des revendications globales, à partir d'un organisme déposé dont toutes les utilisations ultérieures seraient revendiquées, quel que soit le contexte de leur utilisation.

## 2. Dépôt et identification de l'invention protégée

Un point ne paraît pas encore bien fixé : le dépôt ne limite pas l'invention à l'organisme déposé, envisagé en tant qu'individu, mais en tant que souche. Il est censé couvrir tous les individus semblables. Mais dans le monde du vivant, les individus ne sont jamais totalement semblables. Il en résulte que le dépôt vaut selon l'expression consacrée pour les mutants et les variants. Mais il ne sera pas forcément facile de fixer une limite précise à cette variabilité pour connaître l'étendue du droit du titulaire du brevet ; c'est cet objectif que réalisent dans le droit d'obtention végétale les conditions de distinction -homogénéité- stabilité, ainsi que la nécessité d'avoir effectivement réalisé l'organisme pour en demander la protection. Le droit des brevets sera sans doute contraint de réaliser à sa manière une forme ou une autre d'identification de la limite de variabilité des micro-organismes.

L'Office européen des brevets a déjà commencé à se heurter à cette difficulté d'identification des "équivalents" de l'objet protégé. Dans la décision "Collaborative research" précitée, la Chambre de recours a précisé qu'il n'est pas nécessaire de limiter la validité des revendications aux souches expressément visées dans la description, en excluant celles qui pourraient être utilisées à l'avenir. De même des expressions très générales comme bactérie ou plasmide sont suffisantes dès l'instant que l'invention est effectivement reproductible. On ne peut pas dire que les deux volets de la décision -exigence de description précise des procédés, et reconnaissance d'une souplesse dans la définition des organismes protégés- soient contradictoires : ils essaient de concilier la souplesse nécessaire dans la définition des organismes protégés pour que le droit de l'inventeur ne soit pas tourné par une modification mineure, avec le respect du droit commun des brevets, qui exige au contraire une grande précision des descriptions. Mais l'équilibre n'est pas facile à tenir, tout simplement parce qu'il n'est pas facile d'affirmer que deux organismes vivants sont, ou non, semblables (ce qui est une chose) ou équivalents (ce qui en est une autre).

Suivant en cela le droit commun, l'articulation description - dépôt doit être suffisante pour assurer la répétabilité- reproductibilité de l'invention par un homme de l'art, ni plus ni moins : c'est ainsi que des variations intervenant dans la composition d'un agent (en l'occurrence le précurseur génétique) n'affectent pas la suffisance de description si l'on peut tout de même obtenir à coup sûr le produit désiré (9).

### 3. Dépôt et exemption de recherche

L'accès des tiers au dépôt permet la satisfaction de l'exemption de recherche. En ayant accès au matériel, les concurrents peuvent l'inclure à des fins expérimentales dans leurs programmes de recherche, selon le droit commun. Bien sûr les modalités de l'accès sont très complexes, mais on ne voit pas comment on pourrait faire autrement sans mettre en péril les droits du titulaire du brevet.

Avant la délivrance du brevet, le matériel ne sera pas remis aux tiers, mais à un "expert" qui réalisera l'expérience au lieu et place des tiers intéressés. Malheureusement cette solution, assez satisfaisante, n'a pas été admise par tous les Etats (et le projet précité de la DG III cherche à en limiter la portée).

Si le brevet est refusé, ceux qui ont eu accès au dépôt à de strictes fins d'expérimentation peuvent désormais utiliser librement le dépôt, même à des fins commerciales. Cette solution est contestée par les milieux professionnels.

Après la délivrance du brevet, les tiers doivent suivre une procédure assez lourde qui vise essentiellement à ce que l'on conserve la trace de tous ceux qui ont eu le matériel à disposition, ce qui faciliterait la tâche en cas de contrefaçon. Le projet de directive de la Commission des Communautés européennes prévoit en cas de litige un renversement de la charge de la preuve : toute personne ayant eu accès au dépôt et prétendant fabriquer un produit identique serait censée être contrefacteur jusqu'à ce qu'elle ait apporté la preuve contraire. Or la preuve contraire sera généralement bien difficile à apporter.

Quoique cela soit contraire au droit commun des brevets, et que les avis soient très partagés, cela peut sembler admissible pour protéger les déposants . Il semble à l'auteur de ce rapport qu'aucun des arguments économiques, parmi ceux qui sont avancés pour soutenir ou contredire cette solution, soit parfaitement convaincant .Mais on oublie souvent de préciser que, si on se prononce en faveur du renversement de la charge de la preuve, on mettra dans une situation très difficile les chercheurs qui poursuivent de manière concurrente des objectifs communs ; ils auront en effet tout intérêt à ne pas demander d'échantillons proches des produits qu'ils recherchent sous peine d'être automatiquement qualifiés de contrefacteurs. C'est véritablement une mentalité nouvelle qui devra être induite, et rien n'est plus difficile. Pour l'instant, il n'y a pas d'accord entre les délégations à ce sujet. On est en réalité pris entre deux feux, dont on ne sait pas lequel est le plus dangereux.

Les chercheurs se plaignent déjà de ne pas obtenir les échantillons demandés, ou de les obtenir trop lentement, ou en mauvais état. Il est également préoccupant que les détenteurs de brevets n'acceptent de délivrer le matériel qu'à la condition d'avoir un compte rendu régulier sur l'état des recherches entreprises ; cela constitue un moyen de surveillance des recherches

des concurrents qui ne rentre pas dans les attributions du détenteur d'un brevet.

Il est encore trop tôt pour avoir des certitudes sur les qualités et les défauts de ce système. Comme il n'est pas certain que l'impossibilité de description soit totale et définitive, il serait bon de prévoir encore plus clairement dans les textes que le dépôt n'est qu'un succédané de la description, qui ne doit être effectué que lorsqu'il n'est pas possible de faire autrement, et qui doit être accompagné du plus grand nombre d'explications écrites possibles (Noter aux USA les tendances de certains industriels à refuser le fonctionnement de l'exemption de recherche : cas d'Ortho, dont l'avocat écrivit à de nombreux scientifiques qui avaient demandé des échantillons d'un matériel breveté, que l'utilisation pouvait constituer une contrefaçon, même si elle était limitée au processus de recherche (10))

#### -Les points faibles du système du dépôt

Il y a un certain nombre de risques de disparition, destruction, mutation, etc des échantillons-témoins . On ne voit pas clairement dans les textes quelles seraient les conséquences de ces destructions en cas de litige.

La complexité des autorisations nécessaires pour obtenir un échantillon est un frein à la liberté de la recherche. Mais on ne voit pas de solution permettant d'en sortir.

Le système européen d'accès au dépôt par l'intermédiaire d'un tiers tant que le brevet n'est pas délivré est différent du système américain, ce qui n'est jamais favorable pour la compétitivité, même si ce n'est pas déterminant ; pour le PTO, le dépôt du matériel n'est pas nécessaire avant la délivrance effective du brevet (11). Cette solution qui rejoint celle qui avait été retenue dans l'affaire Lundak, par la Cour d'Appel Fédérale a été très critiquée . En effet, elle supprime le moyen pour l'Office de vérifier "qu'une invention du domaine de la biologie est parachevée au moment du dépôt. Or, cette vérification est primordiale pour éviter des demandes de brevets prématurées et établir la priorité de l'invention" (12). Il en résulte une distorsion entre le système européen et le système américain qui n'est évidemment pas satisfaisante ; le système américain permet une fuite en avant vers la reconnaissance des brevets pour des inventions inachevées qui ont pour but de décourager les concurrents qui n'ont pas les moyens de plaider, de poursuivre les recherches dans les mêmes direction (13) . Le système européen, préférable mais très diversement apprécié par les professionnels, semble appelé à être confirmé : la division d'examen a rendu le 14 novembre 1989 une décision venant rappeler la nécessité de l'accès au dépôt de matériel lorsque celui-ci est nécessaire pour reproduire l'invention (14).

Il faudrait dire un mot du délai de grâce, problème qui dépasse largement le cadre des inventions biotechnologiques, même s'il est particulièrement brûlant dans ce domaine . Un certain nombre d'industriels travaillant avec l'Université, et des directeurs de grandes équipes publiques de recherche se plaignent de la propension des chercheurs à divulguer leurs inventions dans des conférences publiques . Faut-il alors instaurer un délai de grâce, ou inciter les chercheurs à adopter des comportements plus industriels ? Depuis plusieurs années que l'on discute de ce sujet, nul n'a su avancer d'argument décisif en faveur de l'une ou l'autre solution.

## II. L'étendue des revendications

Autant il est possible de considérer que le problème de la description est réglé tant bien que mal par le dépôt, autant celui de l'étendue des revendications est encore incertain. En 1989, André Rémond (OEB) faisait remarquer que la "question de l'étendue de la protection qu'il est possible de revendiquer doit être résolue cas par cas, parce que les développements futurs de la biotechnologie sont difficiles à anticiper" (15). Les choses n'ont guère évolué depuis.

Le modèle de l'obtention végétale est clair mais restrictif, puisque le droit ne porte que sur le matériel effectivement réalisé et déposé par l'obteneur : l'insertion d'un gène de résistance dans une variété de blé ne permet de protéger que cette seule variété, ce qui aboutit indirectement à rémunérer l'obteneur pour un travail d'insertion, mais pas pour le gène. S'il veut poursuivre dans cette voie, il faut qu'il continue d'insérer lui-même le gène dans d'autres variétés, et qu'il demande chaque fois la protection par un nouveau certificat.

Dans les demandes de brevet relevant du secteur du vivant, on ne peut pas ne pas être troublé par l'étendue des revendications formulées par les inventeurs. Cela tient sans doute à la nouveauté de ces inventions, à l'incertitude du droit -facteurs contingents-, mais aussi à la nature même des inventions, et là, le problème ne passera pas avec le temps. Prenons l'exemple extrême d'un gène qui fonctionnerait dans tout le vivant, du micro-organisme au règne animal dans son ensemble ; pourrait-on admettre que l'inventeur puisse revendiquer pour lui seul la faculté de l'insérer ou non, de le faire en son temps et rythme, dans l'ensemble du monde vivant ? on trouve déjà de telles revendications s'étendant à l'ensemble du monde végétal, ou à toutes les monocotylédones etc.

C'est d'ailleurs en s'appuyant sur cette caractéristique que l'OEB a admis une revendication large en faveur d'AgriGenetics Research pour des plantes modifiées par manipulation génétique. La technique consiste à introduire dans les cellules de plantes un gène étranger permettant d'augmenter la teneur en protéines des plantes fourragères. La technique étant applicable à un très grand nombre de plantes, l'OEB a considéré que la revendication de plantes en résultant ne pouvait être refusée au titre de l'exclusion des variétés végétales, qui n'interdit que la délivrance de brevets sur des variétés particulières. Il n'y a pas de meilleur moyen pour vider d'une grande partie de son contenu cette exclusion, ce qui était probablement contraire à la volonté des rédacteurs de la Convention (16).

Mais il n'est pas évident que de telles revendications correspondent avec précision au contenu de l'invention ; il est peu probable en effet, que l'augmentation du taux de protéines puisse être fixé avec précision pour tous les cas de figure et dans tous les contextes : elle variera selon les espèces et peut-être même selon les variétés . Et ne pas donner d'indications chiffrées, au moins dans une fourchette raisonnable, ne paraît pas conforme au droit des brevets (17).

Tous les auteurs ont remarqué la propension, bien naturelle, des inventeurs à pratiquer de telles revendications. Le système européen des oppositions permettra peut-être de trouver une solution équilibrée : chaque fois qu'une demande de brevet est publiée, l'étendue des revendications est scrutée par les concurrents qui peuvent formuler des oppositions. C'est l'aspect démocratique de la procédure (18) . On peut espérer que les chambres de recours,

saisies de ces oppositions, sauront trouver un juste équilibre entre les droits du premier inventeur et les intérêts de la recherche. Mais ce ne sera sans doute pas simple : " Les revendications définissent l'invention et déterminent par conséquent l'étendue de la protection qui sera conférée au brevet. Les revendications doivent se fonder sur la description : le demandeur ne peut donc pas revendiquer au delà de ce qui est décrit. En d'autres termes, l'homme de l'art doit pouvoir réaliser l'invention revendiquée en son entier sans autres aides que l'enseignement technique divulgué par le biais de la description et les connaissances formant l'état de la technique au moment de la demande. A défaut la revendication sera réduite à proportion de l'insuffisance de la description ; le monopole conféré à l'inventeur verra son champ restreint. Ainsi le demandeur ne saurait revendiquer l'ensemble d'un genre de micro-organismes hôtes recombinés génétiquement si la description ne mentionne qu'une espèce parmi ce genre ou si le procédé n'a été vérifié que pour une espèce particulière.

Ceci ne signifie pas pour autant que toute généralisation soit bonne. Une généralisation des revendications reste possible dans la mesure où elle se déduit raisonnablement des exemples produits à l'appui de celles-ci.

La réalisation de l'invention revendiquée selon la description peut par ailleurs être imparfaitement ou statistiquement obtenue. Le résultat décrit peut être également atteint à l'issue d'un nombre raisonnable d'essais, mais si l'opération réussit elle doit conduire à l'obtention d'un résultat toujours identique à celui décrit. Ces précisions prennent une grande importance dans le domaine de l'ingénierie génétique. En effet la complexité des phénomènes biologiques dont tous les paramètres ne sont pas contrôlables, ne garantit pas à chaque tentative la répétabilité de l'invention et le nombre de matériels en cause dans les processus biomoléculaires oblige à des traitements purement statistiques. Ceci ne doit pourtant pas conduire à rédiger des revendications trop générales, trop larges par rapport à la description comme les firmes biotechnologiques sont tentées de le faire dans un but de stratégie commerciale.

Le problème n'est pas fondamentalement différent de celui rencontré en matière chimique à l'égard des revendications de familles. Ainsi, dans la mesure où une description contient seulement une souche de micro-organismes pour laquelle l'invention est complètement divulguée, le demandeur ne peut revendiquer automatiquement les mutants, les variants, ou le genre entier auquel la souche appartient s'il n'est pas en mesure de démontrer que tous ces mutants, variants appartenant au genre en question fonctionnent d'une façon équivalente à l'exemplaire décrit, ce qui est généralement impossible. Il en est de même pour les revendications fonctionnelles couvrant un ADN "codant pour un polypeptide désiré" par exemple, ou un vecteur hybride "contenant tel ADN, ou encore une protéine obtenue par un procédé particulier, tant il est difficile de prévoir si toutes les séquences ADN sont équivalentes, etc. L'OEB accepte néanmoins des limitations fonctionnelles depuis la décision de "l'herbicide synergétique" ; il advient qu'une terminologie fonctionnelle soit nécessaire pour donner une protection adéquate à l'invention compte tenu de sa nature " (18 bis).

Mais ces considérations n'épuisent pas les difficultés. Une affaire américaine qui, malheureusement pour le Droit, a été résolue à l'amiable, indique bien quels types de difficultés on aura à trancher : l'entreprise Ortho avait breveté des kits de diagnostic contenant des anticorps monoclonaux dirigés contre un type de cellule T. Becton Dickinson développa d'autres anticorps indépendamment d'Ortho. Or un anticorps, vu sa taille et sa complexité, ne

peut pas être décrit précisément, au sens du droit des brevets, et son identité est difficile à établir. Ortho soutenait que le brevet portant sur un anticorps monoclonal agissant sur un antigène particulier couvrirait tous les anticorps monoclonaux qui pourraient être découverts et agiraient sur le même antigène. Cette affaire qui n'a pas été judiciairement résolue laisse la question sans réponse. L'articulation d'une définition floue des produits impliqués, avec leur identification par la fonction qu'ils assument, et un recours à la théorie des équivalents pour l'appréciation de la contrefaçon (19), aboutirait sans doute à la possibilité de brevets de barrage qui ne sont pas souhaitables (20).

Pourtant cette tendance a l'air de se confirmer : un des aspects du conflit Genentech-Wellcome sur le t-Pa concerne l'application de la théorie des équivalents. Deux décisions, l'une anglaise et l'autre américaine, ont été rendues. Elles sont difficilement comparables certes, mais peu compatibles. La seconde décide que les variantes du t-Pa de Genentech, produites par Wellcome, constituaient bien des contrefaçons des brevets de Genentech (21).

De la même manière, une équipe finlandaise qui a étudié les premières décisions de l'Office européen des brevets, constate que dans beaucoup de brevets dans cette branche, les revendications sont très larges par rapport aux descriptions (22): on trouve la revendication générale de production de protéines eucaryotes dans les hôtes procaryotes alors que l'invention n'a été vérifiée que pour un hôte et une protéine. C'est généralement admis car le droit commun des brevets n'exige pas que l'invention ait été effectivement réalisée, mais simplement qu'elle soit réalisable sans information supplémentaire. Il faudra alors que les chercheurs vérifient systématiquement, avant d'abandonner une piste de recherche apparemment couverte par un brevet, qu'elle a effectivement été correctement divulguée. Il faudra en quelque sorte qu'ils apprennent à se méfier systématiquement des larges revendications (mais c'est déjà largement le cas en chimie avec les brevets de familles).

On constate que le problème est ici loin d'être réglé : aux revendications larges actuellement pratiquées devant l'Office Européen des Brevets, les concurrents répondent par des oppositions nombreuses qui obligent les autorités à les départager ; de la même manière, les divisions d'examen refusent certaines demandes pour provoquer un recours contre leur décision et fixer ainsi le droit (il est également fréquent que le rapporteur soutienne le droit commun des brevets, l'assouplissement venant de la décision collégiale). L'idée est de proposer des principes applicables au génie génétique en général, principes qui seront confirmés ou infirmés ultérieurement. On peut ainsi proposer que le niveau d'expression d'un gène et le niveau de sécrétion d'une protéine soient clairement indiqués. Cela paraît prudent pour laisser la place à d'autres inventions améliorant ces performances. Mais rien n'est encore stabilisé (22).

La stabilisation du droit est donc encore loin d'être achevée. UNE INTERVENTION DU LEGISLATEUR NE PARAÎT PAS NECESSAIRE CAR LES AUTORITES DE MUNICH OU LES TRIBUNAUX CONCERNES PARAÎSSENT SUFFISAMMENT ECLAIRÉS PAR LES DEMANDES CONTRADICTOIRES DES PLAIDEURS EUX-MEMES. D'AUTRE PART ON NE VOIT PAS COMMENT ON POURRAIT RESOUDRE DE MANIÈRE ABSTRAITE ET PROSPECTIVE LE DILEMME DE L'ÉTENDUE DES REVENDICATIONS DANS CE DOMAINE. C'est probablement le Docteur Antony (OEB) qui exprime le mieux l'état de la question :



*Le Docteur Antony (OEB) montre que, dans différents champs techniques, il est impossible de caractériser l'invention autrement qu'en faisant appel aux caractéristiques fonctionnelles des corps revendiqués, c'est-à-dire à l'effet qu'ils produisent. Lorsqu'on ne peut faire autrement, les examinateurs acceptent de telles revendications qui, évidemment sont dangereuses, car elles risquent de bloquer l'ensemble d'une fonction nouvelle, ce qui n'est pas l'objet du droit des brevets. De telles revendications seront sûrement fréquentes pour les procédés utilisant des micro-organismes : "Dans la décision T 26/82 du 24 mai 1983, non publiée, une chambre de recours avait déjà accordé une revendication concernant un procédé de préparation d'un produit X, caractérisé en ce que l'on oxydait un produit initial Y avec de l'oxygène en faisant agir des micro-organismes appropriés. Les micro-organismes dont l'action était décisive dans le déroulement de la réaction (mais ils pouvaient être de nature fort différente) se caractérisaient donc essentiellement et exclusivement par le fait qu'ils permettaient d'atteindre le résultat recherché.*

*Cette décision, qui n'a malheureusement pas été motivée de manière très détaillée, a en fait une grande portée. Cela pourrait être en partie attribué au fait que les sous-revendications et les exemples concernent, comme cela est très justement indiqué des modes de réalisation très différents du procédé se rapportant à différentes parties de la revendication ; mais également en partie au fait que de nombreux micro-organismes d'oxydation sont généralement connus des spécialistes (...)*

*Il faut indiquer que les micro-organismes, au même titre que les formes de vie supérieures, sont classées de manière taxinomique, le genre et l'espèce étant surtout déterminants (NDA : on notera la fragilité des décisions dans ce domaine ; la classification sus-mentionnée est aujourd'hui en pleine refonte). Une espèce de micro-organismes servant à préparer un antibiotique porte le nom de Micromonospora purpurea. Mais il existe dans cette espèce une infinité de souches et seule une petite partie d'entre elles, peut-être une sur cent ou mille, permet effectivement de préparer l'antibiotique. Or, cette petite partie correspond à dix mille souches au moins. Le dilemme est donc le suivant : si l'on veut protéger uniquement ce qui est concrètement réalisable, il faudrait limiter la revendication de préparation à l'utilisation d'une ou de plusieurs souches. La protection serait à mon sens quasiment sans valeur étant donné qu'il est généralement possible d'obtenir de multiples autres souches par isolation, mutation etc. Si par ailleurs, on déposait une revendication de préparation portant sur l'utilisation d'une espèce, sans qu'elles soit limitée, la protection couvrirait par exemple non seulement 20 000 souches utilisables, mais également 2 millions de souches non utilisables.*

*(l'auteur signale qu'il n'y a eu aucun recours sur cette question, et propose sa solution...) Il est clair qu'une souche de micro-organismes se caractérise en ce qu'elle est apte à donner un produit déterminé. La réponse à la question en ci-dessus dépendrait sans doute principalement de la possibilité, pour l'homme du métier, de trouver les souches donnant le résultat souhaité parmi celles des espèces citées dans la revendication, et ce faisant un effort raisonnable, en fonction de ses connaissances générales et des indications portées dans la description. Dans ce contexte, j'ai découvert avec intérêt, lors d'une visite de laboratoires un appareil capable de tester quotidiennement 3000 micro-organismes environ et de déterminer si et avec quel rendement un micro-organisme donné pouvait métaboliser un antibiotique.*

*Dr. Antony*

*Caractéristiques fonctionnelles et clarté des revendications, RDPI 1987-1988, p.23*

Dans un article sur "la notion de dépendance dans les brevets biotechnologiques" (23), J.Schmidt fait remarquer qu'un "problème particulier se pose donc relativement à l'élargissement de la protection du procédé à la fonction qu'il met en oeuvre (problème du "moyen général"). La solution varie selon que cette fonction est ou non nouvelle. Si la fonction du moyen est connue, la protection est limitée à la structure des moyens mis en oeuvre par le procédé. Si la fonction exercée par les moyens est nouvelle, la jurisprudence française admet sa protection en tant que telle. Dans la fameuse affaire Ziegler, la Cour d'appel de Paris a considéré que le moyen général était effectivement protégé : "considérant qu'un moyen selon le droit des brevets est caractérisé par sa forme, par la fonction qu'il remplit et par l'application qui lui est donné ; qu'en principe le moyen n'est pas protégé en soi, mais seulement pour la fonction qu'il remplit et dans l'application qui lui est donnée ; qu'il en va autrement lorsque la fonction est nouvelle ; alors cette fonction est protégée, même si le moyen revêt des formes différentes et même si le moyen reçoit des applications différentes".

La même ligne a été suivie par la jurisprudence française dans une affaire qui opposait Ciba-Geigy à Phyteurop sur la fonction herbicide de l'atrazine. La jurisprudence a admis que le brevet originaire couvrait la fonction herbicide, même si elle était réalisée par des formules proches quoique légèrement différentes de la formule originaire ; cette solution a été critiquée en ce qu'elle permettrait de "protéger un résultat abstrait en tant que tel, alors que pareille invention n'est pas brevetable et ne doit pas l'être du point de vue de l'intérêt général" (24).

SANS QUE L'ON PUISSE DÉJÀ PRENDRE PARTI SUR L'ÉTENDUE DES REVENDEMENTS QUI SERONT FINALEMENT PRATIQUÉS À L'ISSUE DU TRAVAIL JURISPRUDENTIEL FOURNI À PARTIR DE LA PROCÉDURE D'OPPOSITION, ON PEUT TOUT DE MÊME CONCLURE QU'IL S'AGIT LA D'UNE DES DIFFÉRENCES FONDAMENTALES ET IRREDUCTIBLES AVEC LE DROIT D'OBTENTION VÉGÉTALE . LE BREVET PERMET DE COMPRENDRE DANS L'ÉTENDUE DU DROIT DES OBJETS QUI N'EXISTENT PAS MATÉRIELLEMENT . À L'INVERSE LE DROIT D'OBTENTION VÉGÉTALE NE PROTÈGE QU'UN ORGANISME DONT L'EXISTENCE MATÉRIELLE EST DÉMONTÉE .

### SECTION III : NOUVEAUTE ET ACTIVITÉ INVENTIVE

Pour faire l'objet d'un brevet, une invention doit être nouvelle -condition objective appréciée au regard de l'état de la technique-, et son inventeur doit avoir fait preuve d'activité inventive -condition en principe subjective appréciée en terme de non évidence pour l'homme de l'art-. On dispose de très peu d'éléments fiables pour savoir comment ces conditions vont être appliquées par les tribunaux aux biotechnologies. Il faut laisser du temps aux litiges ! D'autant plus de temps qu'un certain nombre de grandes affaires se jouent dans plusieurs pays à la fois, ce qui laisse la place à des solutions contradictoires.

## I. La nouveauté d'un micro-organisme

La nouveauté s'apprécie au regard des informations accessibles au public au moment de la demande de brevet, qu'il s'agisse des informations tombées dans le domaine public, des informations contenues dans des brevets en cours de validité ou dans des demandes de brevet, ou encore des informations scientifiques libres, contenues dans des publications.

Cet ensemble est extrêmement difficile à délimiter, mais ce n'est pas particulier aux micro-organismes. On trouve peut-être plus de publications purement scientifiques que dans d'autres domaines, ce qui s'explique par l'extrême proximité de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée dans ce secteur. Cela provoque deux difficultés un peu plus aiguës qu'ailleurs. D'une part les articles scientifiques ont tendance à contenir une part de prospective qu'il est ensuite difficile de qualifier : les informations qui ont été données sont-elles suffisamment précises pour détruire la nouveauté du brevet, ou non ? D'autre part on se demande si cela ne conduit pas les chercheurs à des comportements incohérents : certains, conscients de leurs responsabilités dans le processus de prise de brevets pratiquent une politique de secret et de rétention, alors que d'autres, plus sensibles à la déontologie de la recherche, publient sans se préoccuper de la divulgation automatique qui en résulte. Il est difficile de départager entre les deux attitudes et c'est un débat qu'il conviendrait de lancer avant de prendre parti sur l'instauration d'un délai de grâce en faveur des chercheurs, question très controversée aujourd'hui.

En application du droit commun, de nombreuses hypothèses de nouveauté peuvent être imaginées : utilisation d'une souche connue pour produire un nouveau produit (hypothèse du *Streptomyce griseus*, utilisé classiquement pour la streptomycine, que l'on va utiliser ensuite pour produire la vitamine B 12 - c'est l'application nouvelle d'un moyen connu- (25)) ; utilisation d'une souche nouvelle pour produire un produit connu avec un rendement élevé par exemple ; ou d'une souche nouvelle pour arriver à un produit nouveau...

Des cas de blocage peuvent se produire en cas de revendications larges de produits nouveaux, si la revendication d'une protéine nouvelle était faite de telle façon qu'elle aurait pour finalité d'interdire à tout concurrent la fabrication de protéines proches ayant la même fonction. Le problème n'est pas encore réglé. On peut imaginer des solutions proches de celles qui ont cours en chimie et pharmacie : en chimie, la divulgation d'une famille générale de corps ne détruit pas la nouveauté d'un élément ou d'une sous-classe qui échappe aux caractéristiques générales de la catégorie (invention de sélection ; or la jurisprudence de l'OEB laisse un champ très ouvert aux inventions de sélection, décision T 181/82 "Composés spirés", JO OEB 9/1984, 401). Mais il faut noter que si les inventions de sélection sont brevetables, elles dépendent en général du brevet dominant, ce qui limite considérablement l'intérêt d'effectuer de telles recherches et induit une situation où les concurrents, en nombre réduit, s'entendent sur un partage défini en terme de partage de la technologie. Cette réduction du nombre des partenaires serait très négatif, dans le domaine des biotechnologies agricoles tout au moins, car les produits ne sont pas "universels" mais largement dépendants d'un contexte agro-climatique (26).

Ce modèle trouvera à s'appliquer fréquemment dans le secteur de la micro-biologie. En

effet, les micro-organismes sont classés en catégories dont on connaît bien les propriétés générales, sachant que de multiples exceptions existent. Reconnaître la nouveauté des inventions portant sur ces exceptions est un élément fondamental pour ne pas bloquer la recherche. La question se pose de savoir si elles seront ou non dépendantes. Il serait certainement opportun de réfléchir à la différence que l'on exigera pour entraîner l'autonomie des deux brevets. Mais on retrouve alors le problème du choix du seuil, et finalement la question des distances minimales du droit d'obtention végétale.

De la même manière, l'OEB reconnaît la brevetabilité de "la seconde application thérapeutique d'un médicament". La doctrine française s'est montrée longtemps opposée à cette brevetabilité. On peut estimer avec Jacques Azema (27) que cette résistance est périmée du fait de la jurisprudence très claire de l'OEB. Plus récemment, la chambre chimie I de l'OEB a considéré que l'emploi d'un produit sur des plantes en tant que régulateur de croissance ne s'opposait pas à la brevetabilité de l'emploi du même produit sur les mêmes plantes comme fongicide (28). Ce modèle trouverait certainement à s'appliquer pour les micro-organismes dont les différentes propriétés peuvent être découvertes très progressivement.

Il est inutile de dire à quel point les problèmes deviennent difficiles au fur et à mesure que l'on se désintéresse du micro-organisme pour focaliser l'intérêt sur les séquences d'ADN. Sur le plan économique, seul l'effet technique, le résultat industriel, compte. Mais pour caractériser cet effet, il est nécessaire d'établir un lien entre la déterminant interne (ADN) et l'effet technique, ce qui paraît à la longue irréalisable, le lien entre les deux étant multiple.

## II.L'activité inventive

C'est, avec l'étendue de la revendication, le problème le moins bien élucidé, car l'application classique des critères de droit commun ne donne pas de résultats très satisfaisants lorsqu'on s'adresse à des micro-organismes.

En principe, il y a activité inventive si l'invention ne découle pas de manière évidente de l'état de la technique pour l'homme de métier. Les solutions que donne ce principe sont déroutantes pour un non juriste qui comprendrait le droit des brevets comme un système de récompense de la créativité de l'inventeur et non comme un moyen de régulation de la concurrence, branche par branche. En effet, on découvrira avec stupéfaction que l'invention d'un taille-crayon avec fermeture fait la preuve d'une activité inventive, ce qui n'était pas le cas de la mise au point du premier t-Pa d'origine humaine (29). Il y a certes bien des raisons à cette distorsion ; mais il faut surtout comprendre que le brevet est un instrument de la concurrence ; les définitions de l'homme de métier, de l'état de la technique, et de l'évidence vont être élaborées en fonction de la spécificité de chaque secteur. Une invention dans le secteur des taille-crayons ne requiert pas des qualités du même ordre que celles que l'on demandera dans les industries de pointe.

Dans le secteur de la microbiologie industrielle, qui est un secteur de pointe lié à la recherche fondamentale, le seuil d'activité inventive devrait donc en principe être très élevé. Or, il se trouve que, si l'on excepte quelques inventions de base (dont certaines seraient d'ailleurs des méthodes non brevetables ou des découvertes scientifiques...), beaucoup de produits d'un très grand intérêt viennent et continueront de venir d'un travail systématique, long, minutieux, coûteux, mais pas inventif à proprement parler (cela explique le très grand

nombre d'hypothèses en biologie où des équipes de recherche arrivent en même temps au même résultat : ce sont souvent les applications d'une méthode unique à des produits de base distincts ; c'est ainsi que la technique dite de l'ADN recombinant permet d'effectuer des inventions en nombre illimité) . On a vu qu'un grand nombre de produits étaient "inventés" par des machines travaillant automatiquement. On retrouve donc pour les micro-organismes une objection qui avait été faite lorsqu'on réfléchissait au système qui serait adéquat pour l'obtention végétale : les innovations ici résultent fréquemment d'un mélange de chance, de patience, d'investigations systématiques à partir de méthodes bien connues . On est devant un dilemme : ne breveter que les produits pour lesquels il y a une véritable activité inventive au sens très strict où on devrait l'entendre dans cette industrie, reviendrait à ne pas breveter tous les produits intéressants ; interpréter de manière totalement spécifique le concept d'activité inventive pour les biotechnologies revient à casser l'homogénéité du système des brevets sur un point important.

La rigueur des juges anglais dans l'affaire du t-Pa permet de bien poser le problème :

Le t-Pa est une substance humaine à propriétés thrombolytiques. Comme d'autres produits apparus dans les années soixante, il permet le dégagement des artères obstruées par des caillots sanguins. La première génération de produits avait des effets secondaires graves (hémorragies) que l'on espérait supprimer en utilisant la substance naturelle humaine : cet objectif ne semble pas avoir été convenablement atteint (30). Plusieurs entreprises se lancèrent sur la même piste de recherche pour tirer de matériels humains une production de t-Pa en quantités suffisantes par la technique de l'ADN recombinant. Genentech arriva la première, suivie de peu par Wellcome et quelques autres. Les résultats étaient, par hypothèse, très proches.

Le problème se posait donc de savoir si le travail de Genentech, qui avait fait des revendications très larges (t-Pa humain, moyens et méthodes pour sa production en quantités suffisantes, plus variations alléliques et modifications portant sur des dérivés du t-Pa humain, y compris autres activateurs humains, tant que l'activité caractéristique du t-Pa reste la même) était brevetable : les matériels de départ étaient connus, la technologie de l'ADN recombinant était connue, le produit final connu. Genentech sut déterminer la première la séquence complète et trouver le vecteur convenable lui permettant de produire le t-Pa.

Le brevet fut accordé ; immédiatement Wellcome fit opposition. La Haute Cour de Justice de Londres annula alors le brevet Genentech, annulation confirmée par la Cour d'appel. Il est hors de question de reprendre ici les 300 p. d'argumentation, mais nous essaierons de faire ressortir un certain nombre de points saillants de cette décision d'autant plus passionnante qu'elle oppose deux des juges, défenseurs du droit commun des brevets qu'ils estiment inadaptable aux biotechnologies, au troisième juge, partisan d'une interprétation spécifique.

Le conflit le plus intéressant concerne la question de principe : est-ce que l'achèvement d'une séquence d'ADN spécifiant une substance connue, réalisée par une technique connue, fait preuve d'une activité inventive ? Les juges Dillon et Mustill défendirent une approche classique du concept d'activité inventive, en exigeant que la hauteur inventive soit au niveau d'une équipe de recherche de pointe ; ils demandaient pour cela la preuve de "l'étincelle imaginative" autant que la preuve de la découverte d'une voie de recherche originale, la

solution inattendue du problème posé. Or, disent-ils toutes les équipes en compétition ont utilisé la même voie de recherche, et Genentech est arrivée la première au résultat par une excellente combinaison de travail, d'investissement, de tenacité, d'habileté, et d'efficacité de gestion, mais sans inventivité.

Purchas, à l'inverse, insiste sur la durée des recherches, l'ampleur des investissements, l'utilité du produit final qui, connu, n'était pas industriellement disponible, et précise que l'existence de la séquence était évidente, mais son contenu inconnu et pas évident puisque son achèvement constituait le but d'un grand nombre d'équipes de recherche de talent. Cette opinion minoritaire ne put prévaloir.

La dureté de cette solution se comprend mieux dans le contexte juridique anglais. L'Angleterre a adopté une nouvelle loi sur les brevets en 1977. Or, il semble que l'affaire du t-Pa fut la première à nécessiter l'interprétation du concept d'activité inventive sur une technique fondamentale, et le juge Mustill fait deux remarques intéressantes :

-l'ingénierie génétique est difficile à apprécier car toutes les idées et les techniques qui en découlent paraissent également tenir du "prodige". Il semble donc ainsi demander que scientifiques et industriels donnent des indications plus sereines sur ce qui est inventif et ce qui ne l'est pas. Autrement dit, il serait trop tôt pour se déterminer sur des techniques qui passent en quelques mois du prodige à la routine ;

-en appliquant une loi dont l'interprétation n'est pas encore stabilisée, le juge se doit de ne pas en détruire l'homogénéité en l'appliquant à une branche industrielle trop spécifique. Et Mustill poursuit en faisant un appel au législateur - fait rare en Angleterre- car le juge ne peut savoir où est l'équité. Si l'activité inventive est placée au niveau requis en droit commun, cela découragera les industriels, si elle est placée trop bas, c'est une récompense indue à la chance et à la simple concentration du capital financier.

Un auteur anglais, spécialiste de droit des brevets, Paul Cole, résume très bien la situation : "Déterminer la structure de substances connues, sans plus, n'est généralement pas considéré comme suffisant pour l'octroi d'un brevet. Cependant on pourrait dire que le niveau de la compétence impliqué par la détermination de la structure du t-Pa, et les avantages possibles qui pourraient en résulter sont tels que, par sens politique, des critères différents devraient s'appliquer. (Un travail aussi difficile) que trouver la formule du t-Pa exige que le vainqueur soit récompensé par un prix, sinon la motivation des concurrents sera très réduite. " En établissant que c'est pour des raisons de politique industrielle qu'il faut renoncer aux critères classiques, Paul Cole montre bien la spécificité des biotechnologies face au droit commun des brevets (31).

On va donc probablement se rabattre sur une façon purement fonctionnelle classique de mettre en évidence l'activité inventive, comme étant celle qui conduit à "la solution apportée à un problème que l'on ne savait pas résoudre jusqu'ici" ; en effet le choix de ce critère permettra de protéger toutes les inventions utiles, ce qui est finalement l'objectif recherché si l'on passe de la conception subjective de l'activité inventive, à une conception objective. C'est un peu ce que suggérait Dolly Darmon (INPI), dans l'un des premiers articles parus sur cette question, en disant que la nouveauté et l'activité inventive ne devraient pas s'apprécier en se fondant sur le procédé qui a rendu possible l'isolement du micro-organisme, mais sur le

progrès technique que celui-ci permet de réaliser (32).

C'est ce qui a été fait par une décision de la chambre de recours technique en date du 7 juillet 1987, dans l'affaire Hoechst (JO OEB 12/1988-452) . Il s'agissait de savoir si un plasmide, dont personne ne contestait la nouveauté faisait preuve d'activité inventive par rapport à un plasmide proche antérieurement divulgué. Le premier plasmide p UC 6 avait été obtenu à partir d'une culture de *Streptomyces* *spinosus* ; son intérêt était de faire office de vecteur chez des micro-organismes d'intérêt industriel, par exemple les *Streptomyces*. Parce que c'est un plasmide de *Streptomycète*, il constitue un bon vecteur pour le genre *Streptomyces*, tout en pouvant également être utilisé dans d'autres micro-organismes. Mais lorsqu'il est utilisé dans d'autres espèces que le *S. spinosus*, il se heurte à des échecs dus à des problèmes d'élimination par la cellule hôte, vu le caractère nécessairement exogène de matériel de départ.

Le problème à résoudre était de produire un plasmide stable pour d'autres hôtes que l'espèce *spinosus*.

Le deuxième plasmide, p SG 2 a été obtenu à partir de *Streptomyces* *ghanaensis*, et peut également servir de vecteur. Il est stable chez cet hôte particulier, ce qui représente, selon la Chambre, une "amélioration génétique". Mais n'est-ce pas là un résultat auquel pouvait s'attendre tout homme de l'art ? C'est ce que soutenait le premier inventeur. Non, dit la Chambre : ce serait peut-être le cas si chaque hôte contenait un plasmide, mais il se trouve que tous les hôtes ne contiennent pas systématiquement de plasmides. Seuls quatre sur 34 souches de *Streptomyces* inventoriées contenaient des plasmides. Il a donc fallu que le deuxième inventeur pense à vérifier le *S. ghanaensis*, et y trouve un plasmide apte à servir à la construction de vecteurs. La Chambre conclut que la solution du problème posé découle directement d'une sélection effectuée à l'intérieur du genre *S.* , sélection qu'il n'était pas évident d'entreprendre.

On n'est pas absolument convaincu par le raisonnement qui consiste finalement à rabattre largement l'activité inventive sur la nouveauté du résultat (cf. développements précédents sur l'approche fonctionnelle de la description des organismes) . Mais comme la solution est favorable à la multiplication rapide des inventions, on se gardera de la critiquer. Dans ce secteur, on peut se demander si, sous prétexte de revendications fonctionnelles et d'inventions de sélection , on n'en reviendra pas rapidement à juger de la nouveauté et de l'activité inventive en se contentant d'examiner la différence entre les résultats obtenus, ce qui renoue encore avec le système de l'obtention végétale qui apprécie la nouveauté sous forme de distance entre les produits proposés. On voit d'autant moins comment on pourrait éviter cela, que deux déterminants génétiques proches peuvent produire des résultats très différents, alors que deux déterminants génétiques éloignés peuvent produire le même résultat.

*Deux auteurs ont essayé de déterminer quels types d'inventions caractéristiques de la microbiologie pourraient donner lieu à des brevets . Ils ont travaillé d'abord le cas des protéines, quelle que soit la méthode par laquelle elles sont obtenues .*

*Une protéine sera considérée comme nouvelle :*

*-lorsqu'elle était jusqu'à ce jour complètement inconnue  
-lorsqu'elle avait été insuffisamment décrite jusqu'ici, sachant que l'on entend par là qu'on ne pouvait pas l'identifier avec certitude sur la base de la description qui avait été donnée ; il n'est toutefois pas nécessaire qu'une description donne l'intégralité de la séquence de la protéine pour être considérée comme suffisante ; il faut seulement qu'elle puisse être ainsi identifiée sans ambiguïté.*

*Il y aura activité inventive :*

*-si la modification apportée à une protéine connue entraîne une amélioration imprévisible de ses propriétés*

*Un procédé d'obtention sera nouveau :*

*-s'il permet d'obtenir sous une forme plus pure une protéine déjà connue dont un autre procédé d'obtention était breveté.*

*Puis ils ont travaillé suivant le même modèle le cas des séquences d'ADN :*

*Sera en général nouvelle et inventive :*

*-une séquence d'ADN codant pour une protéine nouvelle ; à l'inverse, trouver une séquence d'ADN correspondante à une protéine connue n'est pas inventif, même si la séquence est nouvelle, à moins que le résultat de cette nouvelle séquence fasse la preuve d'une amélioration.*

*Mêmes raisonnements pour les anticorps et les antigènes.*

*La conclusion des auteurs : "les connaissances actuelles de l'homme du métier dans le domaine de la biologie moléculaire restreignent considérablement les possibilités de protection de l'ADN lorsqu'il code des protéines connues ou celles des anticorps monoclonaux s'ils sont dirigés contre des antigènes identifiés".*

*établi d'après A. Rauh et H.R. Jaenichen  
PIBD 1988, n°431 II-47*

Ces auteurs retombent sur la même constatation globale que les juges anglais. Les biotechnologies s'appuient sur un énorme travail de routine, ne nécessitant pas d'activité inventive au sens classique du terme. Il y a quelques méthodes révolutionnaires, appliquées ensuite de manière systématique à tous les organismes dont on dispose. Ce n'est que par la nouveauté du résultat que l'on peut apprécier l'invention . On se demande si l'on ne reviendra pas à une simple appréciation objective de la distance entre deux résultats.

#### **SECTION IV : L'EXEMPTION DE RECHERCHE**

Bien que les conditions de brevetabilité aient été considérablement réinterprétées pour pouvoir s'adapter à la spécificité de l'invention impliquant des micro-organismes, il semble



que ce type d'innovation soit suffisamment proche du secteur de la chimie -déjà très particulier- pour se couler dans le système des brevets sans le détruire complètement . Mais il est à peu près certain qu'il va devenir une branche très autonome . La dernière question qu'il convient de se poser est de savoir si ce type d'invention se satisfait de la simple exemption de recherche, ou s'il faut envisager un libre accès à la ressource génétique contenue dans le micro-organisme, comme pour les végétaux . Bien qu'il soit difficile à un juriste de prendre parti sur cette question alors que les scientifiques concernés n'ont jamais fait part de leurs besoins à cet égard, il semble précisément que l'absence de revendications de ce genre soit la preuve que ce n'est pas nécessaire, pour le moment tout au moins.

Une différence entre les plantes et les micro-organismes est perceptible et apporte peut-être la réponse : que l'on sélectionne ou que l'on modifie un micro-organisme, le projet est le même ; on cherche à obtenir un produit précis et unique, une protéine par exemple, à partir d'une information génétique qui est l'élément actif de l'invention sur lequel aujourd'hui on focalise tout l'intérêt. On n'est pas à la recherche d'un organisme complexe ayant intégré une longue suite de qualités acquises, on n'est pas à la recherche du compromis optimal entre les différentes informations génétiques, ce qui requiert l'utilisation de généalogies d'organismes ; on essaie seulement de créer un support biologique permettant d'exprimer un caractère codé par une séquence d'ADN .

Or les séquences d'ADN sont indénombrables - naturelles ou artificielles, définies ou aléatoires, activement recherchées ou fortuitement trouvées. On n'a pas besoin à proprement parler, de suivre une logique de sélection progressive de géniteurs au sens de l'amélioration des plantes. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser le matériel de base d'un concurrent pour l'améliorer en concentrant des qualités comme on le fait avec les végétaux.

Dans les voies de recherche utilisées aujourd'hui, le système du libre accès aux ressources génétiques du micro-organisme n'aurait aucun intérêt, et l'on peut dire que le système des brevets est suffisamment adaptable pour satisfaire la stratégie d'innovation actuelle.

Un problème risque pourtant de se poser, à terme, et spécifiquement dans l'agriculture :

Autant le schéma qui vient d'être décrit semble convenir pour l'industrie pharmaceutique, ou plus largement pour toutes les productions confinées, autant cette stratégie risque d'être insuffisante pour l'utilisation des micro-organismes disséminés dans la nature . On ne leur demandera plus un produit, on leur demandera d'assurer une fonction complexe tout en assurant leur propre survie dans un environnement mouvant qui n'a plus rien à voir avec un fermenteur ou une éprouvette . Il leur faudra alors des qualités complexes exigeant une bonne compréhension de l'intégration fonctionnelle et reposant sur des compromis savants ; dès lors, ils se rapprocheront plus d'un végétal ou d'un animal que de ce que l'on sollicite chez eux aujourd'hui.

Si tel était le cas, on se retrouverait devant un problème classique d'amélioration à long terme, où le facteur généalogique retrouverait son importance (31). Le système des brevets qui ignore le libre accès à la ressource génétique, risquerait alors d'être inadéquat.

## **CONCLUSION GENERALE SUR LES MICRO-ORGANISMES**

Si l'on admet, comme on a fait ici, que l'exemption de recherche est suffisante pour réaliser une bonne diffusion des innovations concernant les micro-organismes, on peut conclure que le droit des brevets reste le système adapté. La situation n'est pas facile pour les entreprises qui sont encore dans une grande incertitude sur l'étendue des revendications qu'elles peuvent formuler et sur le niveau inventif qui sera finalement requis. Il ne paraît pourtant pas opportun d'envisager une action législative car la casuistique est bien adaptée à un secteur dans lequel on perçoit mieux les dilemmes que les solutions. C'est le fonctionnement de la procédure d'opposition aux demandes de brevets qui assurera le partage entre les intérêts du premier inventeur et ceux de ses concurrents, la défense de l'intérêt général provenant de l'équilibre de ce partage.

## **LIEN NORMES DE DISSEMINATION-BREVET**

On a dit à plusieurs reprises que le contrôle de la dissémination relevait d'une législation différente de celle des brevets. C'est exact. Mais ce n'est tout de même pas sans influence. En effet, il est probable si l'on se réfère à l'expérience du médicament que les contrôles iront en se sophistiquant au fur et à mesure que les connaissances écologiques vont augmenter. Les essais toxicologiques de la pharmacie durent plusieurs années avant qu'il soit possible de mettre un produit sur le marché. On ne sait pas encore combien de temps sera nécessaire dans l'avenir pour le contrôle des organismes génétiquement modifiés.

Or, si on ne lie pas les deux législations, l'autorisation de mise sur le marché n'intervient qu'après l'achèvement des contrôles, alors que le brevet a déjà été accordé. Il n'est pas équitable que les normes de protection des consommateurs entament la rémunération de l'inventeur, et cela peut d'ailleurs inciter à tolérer des normes moins sévères. Il faudrait donc penser à allonger la durée de vie des brevets en prenant en compte la date effective de mise sur le marché, après les tests nécessaires pour respecter les normes de dissémination.

**Références du Chapitre IV : la protection des micro-organismes - une nouvelle  
branche du droit des brevets**

- (1) S.Bonny et P.Dauce : Recherches et innovations en agriculture : essai de bilan des changements techniques susceptibles de se diffuser au cours des prochaines années. INRA, Notes et Documents, n°18, 1987.
- (2) même si l'on peut dire que cela avait été préparé par un certain nombre de décisions nationales, particulièrement les décisions allemandes.
- (3) F.Valancogne : L'invention . Librairies Techniques, CEIPI, 1968, p.155 et sv.
- (4) K.Bozicevic : Comment distinguer les produits de la nature des produits dérivés de la nature. JPTOS, vol.69, n°8, août 1987, p.415 et PIBD 1988 n°426 II-7).
- (5) J.M.Mousseron : Traité des brevets. Librairies Techniques, 1984, p.453 et références. D.Darmon, protection juridique des inventions biotechnologiques, Rev. d'économie industrielle, 1981, p.99
- (6) id.
- (7) précité note 3, p.93 et sv.
- (8) F.Lévêque : Quel est l'avenir des brevets larges ? les enseignements du t-PA, Biofutur, avril 1989 et P.Cole, Genentech loses battle in british patent war, Patent world, january 1989
- (9) Unilever, 27 janvier 1988, PIBD, n°461, III-443)
- (10) M.Mackenzie, A.Cambrosio, P.Keating : Patents and free scientific information in biotechnology , territorializing monoclonal antibodies, Science, technology, and human value, 1989
- (11) PTCJ, vol.38, n°944, 24 août 1989, p.401 et PIBD, 1989, n°464, II-153
- (12) J-H Pilarski : L'affaire Lundak, PIBD 1988, n°440, II-134
- (13) Sur ce mouvement, cf.E.Corcoran, Companies wield lawsuits as a market development tool, in Science and Business, Scientific american, march 1990, p.50 ; et du même avis Mackenzie et al., précité note 10
- (14) Affaire the Rockefeller University, JO OEB 4-1990
- (15) A.Rémond : Tendances actuelles en matière de brevetabilité des inventions du domaine de la biotechnologie à l'OEB . PIBD 1989- n°464
- (16) Des souris et des hommes , Questions d'actualité à l'OEB
- (17) Résines de chlorure de vinyle Sumitomo, T 14/83, 7 juin 1983, JO OEB 1984 n°3, p.105
- (18) L.Gruszow, B.Remiche, La protection des inventions . Larcier, 1978, sur la procédure d'opposition, p.287 et sv.
- (18 bis) J.C.Galloux : la brevetabilité des innovations génétiques sous la convention sur le brevet européen, réalités et perspectives, in "Les cahiers de propriété intellectuelle", aux Ed. Yvon Blais, octobre 1990, vol.3 n°1, Montréal.
- (19) Y.Marcellin : le problème de la contrefaçon par équivalence, Echanges ASPI, Paris, mars 1988, PIBD 1988 n°437
- (20) Mackenzie précité note 10
- (21) BNA's 19 avril 1990
- (22) T.Pehu et al. : From application to patent in genetic engineering : 19 cases of the european patent office, WPI, vol.10 n°3 p.184, 1988
- (23) id.
- (24) J Schmidt : La notion de dépendance des brevets biotechnologiques, à paraître.

- (25) M.de Haas : brevet et médicament en droit français et en droit européen . Librairies Techniques, p.321
- (26) id. p.302
- (27) jurisclasseur brevets, fasc.230
- (28) C.Payraudeau : Un aperçu de la jurisprudence des chambres de recours de l'OEB, Echanges AJPI, avril 1988
- (29) F.Lévêque , p. Cole, précités note 8
- (30) F.Lévêque précité
- (31) P.Cole précité
- (32) D.Darmon, précitée note 5
- (33) Sur le concept de génétique acquisitive chez les micro-organismes, cf P.Marlière, L'évolution des protéines, in Microbiologie générale, sous la direction de Maurice Hofnung, ed. par F.Gasser, chez Hermann 1988

## CHAPITRE V : BREVET-OBTENTION VEGETALE COMPLETUDE ET INTERFACE

Le droit d'obtention végétale porte uniquement sur des variétés végétales. L'objet technique protégé est donc très restreint par rapport au concept d'invention sur lequel porte le droit des brevets. La variété végétale est une notion que l'on ne peut guère faire évoluer ; on ne peut que l'interpréter de manière plus ou moins souple . Mais on n'y comprendra jamais les animaux ou les procédés biotechnologiques. A l'inverse, le concept d'invention peut être appliqué à tous les genres d'industrie et tous les nouveaux objets techniques. Le brevet a donc une vocation naturelle à s'appliquer à tout nouvel objet technique, à moins que l'on ne décide une exclusion pour des raisons ETHIQUES ou pour des raisons TECHNIQUES, SI LE REGIME JURIDIQUE DU BREVET NE CONVIENT PAS A LA STRATEGIE D'INNOVATION CARACTERISTIQUE DE CET OBJET TECHNIQUE .

Il résulte de ces considérations que le droit des brevets s'appliquera naturellement à toutes les lacunes laissées par le droit d'obtention végétale, mais que cette extension ne doit être acceptée et confirmée que si on a la certitude que cela ne va pas à l'encontre des intérêts de la création dans ce domaine.

Or, du fait des nouvelles techniques disponibles, le droit d'obtention végétale laisse de nombreuses lacunes : on est en effet passé d'un stade où tout l'intérêt économique était focalisé sur les variétés - les procédés d'obtention ayant peu d' originalité et ne donnant pas de résultats reproductibles- à un stade où de multiples inventions sont situées en amont de l'obtention de la variété. La "création variétale" s'est enrichie de multiples "inventions végétales" (1).

On trouve donc de nombreux produits susceptibles de servir dans une étape d'un programme de sélection : gènes, polypeptides, protéines, plasmides, séquences, virus, systèmes promoteurs ...

On trouve aussi de nombreux procédés : procédés d'insertion de gènes, de culture de cellules, de marquage génétique, de purification, amélioration de l'expression d'une protéine, amélioration de l'efficacité de traduction de l'ADN, accélération du taux de croissance de cellules dans un milieu déterminé, etc..., ou plus largement procédés d'hybridation, de stérilisation, de clonage. La différence entre produit et procédé n'est d'ailleurs pas toujours facile dans ce domaine, car un gène est à la fois un produit (au sens d'une composition de matière), et un procédé puisqu'il n'est utilisé que pour sécréter quelque chose ou réaliser une fonction.

Concrètement, on trouve surtout des combinaisons procédés / produits, dont le prototype serait : séquence d'ADN + vecteur + procédé d'utilisation de la séquence + population de cellules + procédé d'application à la production de l'effet recherché.

Toutes ces inventions ont en commun deux caractéristiques : elles sont situées en amont du concept de variété mais débouchent directement ou indirectement, avec plus ou moins de médiations selon les cas, sur le marché de la création de variétés nouvelles. Elles ne sont pas susceptibles d'être protégées par une interprétation, même large, du droit d'obtention végétale .

Cette situation pose un problème de complétude de la propriété intellectuelle : il n'était ni efficace ni équitable de laisser ces inventeurs sans protection . On a donc commencé à leur octroyer des brevets, solution de droit commun.

Mais toutes ces inventions brevetées ne valent que peu de chose, voire rien, si on ne les utilise pas dans le produit final, c'est-à-dire dans les variétés qui seront vendues aux agriculteurs. Dès lors, deux régimes juridiques différents vont être confrontés l'un à l'autre, le brevet et le droit d'obtention végétale. Comment les deux catégories d'acteurs vont-elles pouvoir utiliser les deux catégories d'objets et de droits, tel est le problème que doit résoudre "l'interface". Toute la question est de savoir si un régime doit absorber l'autre, ou si chacun des deux régimes doit faire des concessions pour pouvoir trouver une articulation convenable qui ne lèse aucun des acteurs d'une part, et qui satisfasse les intérêts de la création variétale enrichie de techniques toujours nouvelles. LA VOLONTE DE COMPLETUDE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE NE DOIT PAS ABOUTIR, PAR LE TRUCHEMENT DE L'INTERFACE A RUINER UN SYSTEME AU PROFIT DE L'AUTRE, SAUF S'IL EST DEMONTRE QUE LE PREMIER EST OBSOLETE.

Il aurait été possible de laisser les choses se régler d'elles-mêmes. Mais, si on n'avait rien changé au droit positif, les obtenteurs auraient été dépouillés de toutes leurs variétés. Prenons un exemple simple : X, entreprise chimique, a breveté un gène de résistance à un herbicide que l'on peut potentiellement inclure dans tout le règne végétal. Les sélectionneurs disposent bien de l'exemption de recherche pour faire des recherches en utilisant ce gène, mais si ils l'incluent dans une de leurs variétés, ils ne pourront pas exploiter cette nouvelle variété sans l'autorisation de X, à qui il faudra alors verser des redevances. A l'inverse, X, disposant comme tout un chacun du libre accès aux variétés protégées, pourra introduire son gène dans les variétés les plus performantes et exploiter les nouvelles variétés librement et sans redevances. De la même manière, un industriel pouvait isoler dans une variété performante un gène particulièrement intéressant, le breveter puisqu'il n'était pas isolé jusque là, et l'insérer, breveté, dans d'autres variétés .

C'était la fin du système de l'obtention végétale . Ceci explique le projet de révision de la Convention UPOV, qui prévoit que l'insertion d'un gène dans une variété protégée par certificat d'obtention végétale ne donnera naissance qu'à une variété dépendante de la variété mère. L'obligation de rééquilibrer les droits du détenteur d'un certificat d'obtention végétale par rapport aux droits du titulaire d'un brevet rejoignait un projet plus ancien : depuis longtemps, les obtenteurs discutaient de la possibilité de créer la notion de variété essentiellement dérivée pour empêcher le démarquage scientifique réalisé par ceux qui se contentaient d'utiliser des mutations ou de faire des back cross.

Des menaces, moins sérieuses, pesaient sur le brevet : en effet, un principe du droit des brevets consiste à considérer que le brevet est "épuisé" après la première mise en circulation

du produit breveté. Autrement dit, le brevet du gène aurait été efficace sur la première génération de semences dans lesquelles il était inclus, mais le détenteur du droit n'aurait pas pu revendiquer les générations suivantes. Prétendre qu'un brevet portant sur un produit autoreproductible ne protège que la première génération de ce produit revient à dire que le brevet n'existe pas (2).

Mais je n'ai jamais été totalement convaincue par ce raisonnement, reposant sur une interprétation mécanique du principe de l'épuisement des droits du détenteur du brevet, car la jurisprudence me semble parfaitement capable d'interpréter ce genre de notions avec suffisamment de souplesse pour respecter à chaque fois l'objet spécifique du droit exclusif qui lui est soumis.

Elle l'a déjà prouvé dans un autre secteur où l'exploitation économique du droit exclusif nécessite la répétition des actes de production, celui du droit d'auteur. On sait qu'un auteur peut exploiter son droit sous deux formes, le droit de reproduction mécanique (disques...) et le droit de représentation. Le droit de représentation fonctionne de la même manière que les organismes vivants puisque l'exclusivité doit renaître après chaque représentation de l'oeuvre pour qu'elle soit efficace. Confrontée à la question de savoir comment la théorie de l'épuisement des droits s'appliquait au droit de représentation, la Cour de Justice des Communautés européennes décida que l'application des principes de droit commun devait tenir compte de la spécificité de ces oeuvres qui "peuvent se répéter à l'infini" (Coditel); elle fut donc amenée à distinguer entre le droit de reproduction qui s'épuise à la première mise en circulation et le droit de représentation qui a vocation à se répéter à l'infini (Basset 1987) en vertu de son objet spécifique. On peut en déduire que les droits exclusifs ne s'épuisent que lorsque la rémunération des actes de production a pu être satisfaite en fonction de la spécificité de chaque mode d'exploitation (3).

Le principe de l'épuisement des droits n'avait donc sans doute pas la portée qu'on lui attribuait, même s'il était imaginable que la jurisprudence se serve de l'argument pour refuser de manière indirecte la brevetabilité des organismes vivants, comme elle s'était servie des difficultés liées à la description ou à la reproductibilité de l'invention. C'était éventuellement un moyen de résistance, pas un obstacle.

En fait, si l'on avait laissé les choses en l'état, le développement des brevets portant sur les inventions biotechnologiques aurait probablement fini par s'imposer malgré des résistances sporadiques de certains tribunaux, l'absence d'harmonisation entre les jurisprudences des différents Etats, l'exclusion de la brevetabilité des variétés végétales.

C'est pour aplanir ces difficultés et gagner du temps sur les lenteurs de la jurisprudence que l'Office européen des brevets, d'une part, et la DG III de la Commission des Communautés européennes d'autre part, ont tenté d'accélérer le mouvement (4). L'OEB a fait un travail administratif, jurisprudentiel, et participe à la préparation d'une révision dans le cadre de l'OMPI : le travail administratif a consisté à mettre au point les directives d'examen de brevets portant sur des inventions biotechnologiques. Le travail jurisprudentiel a reposé largement sur une répartition des tâches entre la division d'examen et la chambre de recours : il s'agissait d'isoler les points importants et délicats au regard des critères du droit commun des brevets, de refuser une demande de brevet topique en appliquant strictement ces critères, provoquant ainsi un recours de la part du demandeur devant la chambre de recours technique.

Dans la plupart des cas, la Chambre acceptait la demande initialement refusée, fixant ainsi les principes d'adaptation du droit des brevets aux inventions relevant des biotechnologies. En même temps que cette stratégie réalise la création d'une nouvelle branche du droit des brevets, très spécifique, elle permet de poser les premiers principes de l'uniformisation du droit européen en la matière, et de faire qu'il y ait une certaine cohérence avec les projets de l'OMPI et du GATT demandant l'extension du brevet à toutes les branches d'industrie.

La stratégie de la DG III de la Commission des Communautés européennes est complémentaire. Il ne s'agit plus ici de jurisprudence, mais d'un projet de directive. Si elle est adoptée, elle contraint les législateurs des douze Etats membres à intégrer à leur législation les principes directeurs de la directive. Or, le projet en cours de discussion reprend les principes acquis du fait de l'évolution de la jurisprudence, ce qui coupera court à toute résistance des tribunaux, et tente de lever le verrou principal qui est hors de portée d'une évolution de la jurisprudence, celui qui concerne les relations qui s'établiront inévitablement entre les détenteurs de produits et procédés brevetés et les détenteurs de variétés protégées.

## **SECTION I : LES ACQUIS DE LA JURISPRUDENCE DE L'OEB**

Trois catégories d'inventions déclarées brevetables par l'OEB posent des problèmes évidents d'interface entre brevet et obtention végétale.

### **I. Les matériels biologiques**

On sait qu'une pratique de dépôt s'est constituée à partir des micro-organismes : tous les éléments constitutifs des micro-organismes ayant été jugés brevetables, il était logique d'étendre cette décision aux éléments constitutifs des plantes . Séquences d'ADN-ARN, cytoplasmes, cellules végétales... ont donc été reconnus brevetables sans que cela provoque de réactions. Cela posera un premier problème dont une solution semble pouvoir être trouvée : le détenteur du brevet de gène aura sans doute un "droit de suite" dans la variété . L'expression droit de suite n'est sans doute pas très heureuse au regard du droit commun des brevets. Mais elle est bien adaptée à l'ambiguïté de la situation. En effet, deux solutions sont possibles, dont une seule fait l'objet d'un consensus : soit on estime que la variété ayant intégré le gène est couverte entièrement par le brevet portant sur le gène, soit on estime que le brevet suit le gène dans la variété qu'il ne couvre pas pour autant, seule solution consensuelle et cohérente avec le fait qu'il s'agira souvent d'une variété essentiellement dérivée .

Cela posera un deuxième problème : les cellules sont brevetables (extension du concept de micro-organisme) . Les cellules végétales ne font pas exception. Mais on peut reconstituer des plantes entières à partir de cellules, et ces plantes peuvent coïncider avec le concept de variété . La cellule est-elle alors brevetable comme le soutient l'OEB dans certains documents, ou protégeable par certificat d'obtention végétale, ce que prévoit le texte de révision de l'UPOV ?

### **II. Les procédés microbiologiques**

La définition des expressions "microbiologiques" et "essentiellement biologiques" pose



de graves problèmes. On se souvient qu'à l'origine le procédé microbiologique avait été défini comme étant celui qui est réalisé à l'aide d'un micro-organisme, ce dernier étant lui-même strictement défini, et comprenant essentiellement des bactéries et des levures. Cela correspondait à la vision de la Convention de Strasbourg. Les travaux préparatoires montrent clairement une opposition entre certains milieux professionnels qui revendiquaient déjà la brevetabilité de procédés comme l'hybridation, et d'ailleurs les variétés végétales qui en seraient résultées, et les Etats appuyés par le Secrétariat, qui y étaient opposés. Ces derniers citaient comme exemple de procédé microbiologique la fabrication des antibiotiques ; le procédé essentiellement biologique était celui dont les étapes principales sont biologiques, même si un "instrument" intervient dans l'une de ces étapes. L'imagination n'était pas alors très développée, et le Secrétariat cite comme instrument d'intervention ne détruisant pas le caractère biologique du procédé, l'utilisation de serres ou d'outils facilitant les greffes (7 à 10 nov. 61). C'est en considération de ces interventions possibles que la Convention décida d'exclure de la brevetabilité, non pas les procédés "purement" biologiques comme cela avait été prévu au départ, mais les procédés "essentiellement biologiques", pour montrer que toute intervention n'altère pas la qualité de ce qui est biologique.

Lorsque le Président de l'Office européen des brevets reprit les directives relatives à l'examen dans une décision du 11 décembre 1981, il continua de définir le procédé microbiologique comme "le procédé industriel impliquant l'utilisation de micro-organismes et les procédés de fabrication de nouveaux micro-organismes, par exemple au moyen de l'ingénierie génétique".

Ce rappel historique montre que l'on avait entendu interpréter cette exclusion de manière plutôt large, contrairement à ce que l'on fait aujourd'hui.

En fait, les "instruments" intervenant dans un processus biologique sont plutôt des procédés chimiques ou des procédés d'irradiation, qui produisent un effet sur l'organisme. Le problème est donc de savoir s'ils détruisent ou non le caractère essentiellement biologique du travail fourni.

Le prototype de ces interventions serait celui qui est décrit dans l'affaire Ciba-Geigy (Chambre de recours technique de l'OEB, le 26 juillet 1983, JO OEB 3/1984, p.112) : la chambre démontra clairement que l'invention revendiquée -qui consistait à traiter des semences avec un dérivé d'oxime - n'aboutissait pas à une modification génétique des végétaux ; le traitement chimique consistait simplement à rendre les semences résistantes à certains produits phytotoxiques. La Chambre de recours constate donc que l'on ne se trouvait pas confronté à une situation conflictuelle entre les différentes formes de protection (brevet et obtention végétale) -ce qui était vrai pour cette partie du raisonnement. Mais d'autres traitements chimiques transforment le génotype des plantes, et font partie des techniques utilisées par les obtenteurs. Ils seraient aujourd'hui brevetables.

Les choses perdent de leur clarté quand on entre dans le détail ; la définition du procédé microbiologique a été rendue confuse par l'affirmation selon laquelle la différence avec le procédé essentiellement biologique résidait dans le degré d'intervention humaine. Or il y a sans doute plus d'intervention humaine dans la mise au point sur 15 ans d'une variété végétale originale que dans le transfert d'un gène à un micro-organisme. La définition a été encore élargie par la décision de la Chambre de recours technique dans l'affaire Lubrizol, qui

qualifie de "non essentiellement biologique" un procédé d'obtention de plantes hybrides. Cela entraîne deux conséquences en chaîne : on ne cherche plus à définir ce qui est microbiologique pour déterminer ce qui est brevetable ; on cherche seulement à définir "ce qui n'est pas" essentiellement biologique et l'on déclare que c'est brevetable.

Cela s'explique par le fait que la microbiologie, partie des micro-organismes, a rapidement élargi son champ pour travailler sur tous les organismes vivants au niveau cellulaire. Ce glissement progressif de la technique explique que le guide du dépôt utilisable dans le cadre du traité de Budapest ait préféré ne pas définir le terme "micro-organisme" pour permettre le dépôt de cultures de tissus ou de plasmides, dont chacun sait que ce ne sont pas des micro-organismes au sens strict. Cela aboutit à ce que le procédé microbiologique devienne le procédé d'intervention au niveau cellulaire ou infra cellulaire, bien qu'on ne le dise jamais aussi clairement.

Mais du même coup, la frontière entre microbiologique et essentiellement biologique devient floue et même, à mon avis, inexistante ; c'est ce qui me semble résulter à terme de l'affaire Lubrizol .

Dans cette affaire, la division d'examen avait rejeté une demande de brevet portant d'une part sur l'obtention d'hybrides en général, d'autre part sur l'obtention d'hybrides appartenant au genre Brassica. La division d'examen avait fait valoir deux arguments qui paraissent exacts l'un et l'autre :

-ce n'est pas la quantité mais la qualité des interventions humaines qui permet de distinguer les deux types de procédés

-la technique d'obtention concernée ne fait qu'utiliser un ensemble d'étapes classiques des méthodes traditionnelles d'obtention : sélection, croisement à partir d'individus sélectionnés, reproduction, présence d'une population statistique qui obéit aux lois de Mendel pour ce qui concerne la répartition des caractères phénotypiques.

La Chambre de recours a annulé cette décision à la suite d'une argumentation plus difficile à admettre, et dont les conséquences paraissent, à terme, compromettre le bon fonctionnement du système de l'obtention végétale :

- la Chambre reprend sans l'approfondir l'idée que le "degré d'intervention humaine" n'est pas un critère suffisant ; il doit être conjugué à celui d'effet exercé sur le résultat obtenu . - elle analyse ensuite l'innovation en montrant que l'originalité du procédé par rapport aux techniques traditionnelles d'obtention consiste à multiplier des parents par clonage et croiser à grande échelle au lieu de partir d'un seul croisement initial. La Chambre reconnaît que **CHAQUE ETAPE PRISE ISOLEMENT PEUT ETRE QUALIFIEE DE BIOLOGIQUE, MAIS QUE L'INVERSION DES ETAPES HABITUELLES EST ORIGINALE ET PRODUIT UN RESULTAT NOUVEAU** : obtention d'hybrides malgré la présence d'au moins un parent hétérozygote, avec un gain de temps et de nombre d'individus obtenus.

Cette décision, considérée à juste titre comme une victoire par les partisans du brevet puisqu'elle étend considérablement la notion de procédé non essentiellement biologique (5), a été très critiquée par les sélectionneurs ; une lettre de la British Association of Plant Breeders,

publiée par la revue Nature (6), montre une certaine exaspération : pour les sélectionneurs, toutes les étapes décrites étaient connues et utilisées depuis longtemps, y compris le clonage si l'on admet qu'il correspond à la même idée que la multiplication végétative. Ils terminent l'article en disant qu'il leur est difficile "en tant que scientifiques" d'admettre qu'une telle méthode satisfasse les conditions de brevetabilité, et ils demandent que, dans un cas semblable, "l'opinion de spécialistes" soit demandée, sous peine de voir se "restreindre la possibilité d'utiliser des techniques et des combinaisons de techniques qui sont des choses communes pour tous les sélectionneurs" (7).

On remarque que la décision ne cherche plus à distinguer le microbiologique, par référence à la nature de la technique utilisée, mais par rapport à sa nouveauté. Ce résultat ne laisse pas d'être inquiétant, car cela revient au bout du compte à déclarer qu'est microbiologique, donc brevetable, tout procédé d'obtention de plantes qui présente une originalité par rapport aux procédés utilisés jusqu'à maintenant par les sélectionneurs. La conséquence en est que seront considérés comme essentiellement biologiques les procédés utilisés en sélection végétale jusqu'à une certaine date, alors que tous les procédés nouveaux seront non essentiellement biologiques. Cela fige le métier de sélectionneur qui doit pourtant continuer à évoluer. Dans un avenir proche, il est probable que les procédés d'obtention de végétaux deviendront systématiquement brevetables, puisqu'ils feront intervenir au moins une étape de la sélection impliquant un procédé récemment mis au point. **ON NE PEUT PLUS PARLER DE CRITERE DELIMITANT DEUX TYPES DE PROTECTION POUR DES PROCESDES DE NATURE DIFFERENTE**. Cette idée était déjà développée dans le rapport Roth où il était affirmé que les procédés d'ingénierie génétique impliquaient forcément un procédé microbiologique comme étape essentielle, ou au moins des procédés non essentiellement biologiques, ce qui conduisait à penser que tous les nouveaux végétaux génétiquement manipulés seraient brevetables (8). On en arrive à se demander si, comme certains l'affirment, une population de palmiers, dont des individus exempts de maladie ont été reproduits par clonage, dépend du brevet, qu'il s'agisse des individus clonés ou de ceux qui sont ensuite multipliés par les procédés traditionnels. Cela semble excessif dans la mesure où le patrimoine génétique de ces palmiers ne dépend pas du procédé de clonage, mais du domaine public ou d'un certificat d'obtention végétale.

### III. Les plantes et les populations autres que les variétés

On sait que le droit des brevets prévoit la brevetabilité du produit directement obtenu à partir d'un procédé brevetable. Cette extension de la brevetabilité du procédé jusqu'au produit est ce qui pose le problème le plus délicat de l'interface, puisqu'en principe, elle devrait réaliser la brevetabilité des variétés végétales obtenues directement par un procédé microbiologique. Mais l'hypothèse est ici particulière puisque la variété n'est pas brevetable du fait de l'exclusion de l'art 53 b. de la Convention de Munich.

Il y avait en réalité plusieurs façons de poser le problème ; il fallait d'abord déterminer avec précision ce qui faisait partie de l'exclusion, végétaux en général, ou variétés végétales, ce qui est beaucoup plus étroit. Nous ne reviendrons ni sur les incertitudes des travaux préparatoires, ni sur les incertitudes qui résultent de l'emploi de termes différents dans les trois langues officielles de la Convention de Munich, car cela ne permet pas de trancher honnêtement dans un sens ou dans l'autre. L'OEB a tranché en faveur d'une interprétation restrictive de la notion de variété végétale exclue de la brevetabilité, puisque non seulement,

l'exclusion est limitée effectivement aux variétés, mais encore la Chambre des recours parle de variété répondant aux normes de DHS . Seules seraient donc exclues les variétés effectivement protégeables par un certificat d'obtention végétale (ce qui est déjà le cas de la loi française).

Déjà, dans l'affaire Ciba-Geigy, la Chambre disposait que la CBE ne prévoit pas d'exclusion générale liée à la nature vivante (n°2), que l'art. 53 b) n'exclut la délivrance de brevet que pour les plantes prises "sous la forme génétiquement fixée de la variété végétale" (n°3) et que l'on ne peut assimiler végétaux et variétés végétales (n°4). Enfin elle précisait que l'objet du brevet s'adresse à des ensembles très larges de plantes qui ne répondent pas à la notion de variété végétale en ce qui concerne les critères d'homogénéité ou de stabilité (n°4). Dans cette dernière affirmation, la chambre définissait la variété végétale par les notions d'homogénéité et de stabilité, réalisant une confusion entre variété et variété protégeable. Cela s'explique par la volonté de ne rien laisser sans protection.

Les choses se sont précisées dans l'affaire Lubrizol. On se souvient que dans cette affaire, il ne s'agissait plus d'un traitement chimique, mais bien d'une procédure d'obtention de plantes et plus précisément d'une semence hybride, qui fut qualifiée de "non essentiellement biologique" brevetable . Le produit revendiqué est donc bien une population de plantes : cette population est-elle assimilable à une variété au sens de l'exclusion de l'art 53 b) ? On sent que la doctrine de la Chambre s'est affermie ; elle rappelle rapidement que :

-la variété n'est pas une notion taxonomique universellement admise

-l'exclusion de l'art. 53 b) a pour cause l'existence de la Convention UPOV ; on sait que c'est historiquement inexact, les variétés végétales ayant été exclues du champ de discussion de la Convention de Strasbourg bien avant que la Convention sur l'obtention végétale soit en préparation. L'exclusion formulée par la convention de Munich n'est qu'une reprise de cette première exclusion.

Puis, se référant à sa décision Ciba-Geigy, elle précise comme une chose évidente que la notion de variété végétale exclue doit être entendue au sens de la convention UPOV, c'est-à-dire pour les variétés distinctes, homogènes et stables. Or les populations obtenues par le procédé revendiqué présentent par nature un caractère instable, ce qui les rend non protégeables par certificat d'obtention végétale ; elles sont donc brevetables en tant que produit obtenu par un procédé brevetable.

Cela réduit l'exclusion de l'art.53 b) à peu de chose, et cette limitation du champ d'application de l'exclusion est le résultat d'un long travail des experts en droit des brevets (9). Mais, du coup, l'exclusion devient manipulable à volonté, puisqu'il suffira de chercher à obtenir un matériel végétal intermédiaire présentant un défaut d'homogénéité ou de stabilité pour qu'il soit brevetable . Certes, en l'état actuel du droit, ce matériel semi fini ne serait pas commercialisable . Mais les résultats conformes aux normes de DHS qui pourraient résulter d'un travail de sélection ultérieur réalisé à partir de ce matériel, pourront être dépendants du brevet.

C'est logique en droit des brevets, et c'est aussi ce qui est souhaité ; Bernhard M.Roth (10) fait remarquer que l'ingénierie génétique peut conduire non seulement à des variétés mais aussi à des populations correspondant à une unité plus haute que la variété -espèces, classes ou

familles- . Il en déduit que les manipulations subséquentes devraient être dominées par le brevet initial ; autrement dit, les variétés nouvelles tirées de populations brevetées ne pourraient faire l'objet que de titres dépendant du brevet principal (c'est d'ailleurs largement le principe de l'invention de sélection en chimie).

Cela constitue une incitation forte à mettre au point des procédés d'obtention aboutissant à des matériels flous pour être dans une position de domination à l'égard de tous les matériels qui en seraient ultérieurement tirés .

## RECAPITULATIF

Les trois éléments caractéristiques de cette jurisprudence réalisent clairement un encerclement de l'exclusion prévue, réduite à sa plus simple expression. L'ensemble des trois devrait -juridiquement au moins- conduire à ce que l'on rencontre un brevet à un moment ou à un autre du processus d'élaboration d'une variété, ce qui ruine l'équilibre du système de l'obtention végétale et fait peser des risques considérables sur la circulation des ressources génétiques.

Il ne s'agit pas là d'une jurisprudence irréfléchie, mais d'un changement raisonné de perspective : si l'Office ne peut pas de lui-même transformer le texte de la Convention sur le brevet européen de manière à supprimer l'exclusion des variétés végétales, c'est pourtant ce qui est souhaité. Cette volonté, qui rejoint le projet d'"harmonisation des législations sur les brevets" , établi et discuté par le Comité d'experts de l'OMPI, se manifeste dans le texte des observations faites par l'OEB dans le mémoire "L'interface entre la protection par brevet et la protection par certificat d'obtention végétale" (Doc.CAJ/XXIV/4), en date du mois d'octobre 1989 (Committee of experts on the interface between patent protection and plant breeders' rights, Geneva, January 29 to February 2, 1990, WIPO-UPOV) . L'idée est simple : des brevets doivent pouvoir être délivrés dans tous les domaines de la technique : "c'est pourquoi il est hautement souhaitable, dans le domaine du droit des brevets, de supprimer les dispositions excluant les inventions relevant de la biologie, et notamment les variétés végétales (par exemple art 53 b)". (cf la même proposition faite par B.Roth, précité, 3.1.2.)

Quels arguments sont-ils avancés pour fonder cette volonté de suppression de l'exclusion des variétés végétales ? Tous les motifs tournent autour de l'idée d'une double supériorité, celle du système des brevets sur le système UPOV, et celle du génie génétique sur la sélection :

-le libre accès aux ressources génétiques contenues dans l'invention est posé d'emblée comme un "concept étranger au domaine des brevets, notamment dans le domaine chimique et pharmaceutique" ; c'est exact, et c'est même ce que nous avons défini comme la raison d'être d'un système spécifique. L'OEB critique cette conception de l'innovation en se demandant si la fin du libre accès aux ressources génétiques n'aurait pas, quoiqu'en disent les obtenteurs, un effet positif sur la recherche en incitant les entreprises à "développer des solutions indépendantes". Quoique ce point-clé du raisonnement ne soit pas suffisamment développé, il est simple de comprendre ce que cela veut dire, d'autant plus simple que c'est une idée émise par J.H. Duesing, responsable de Ciba-Geigy, qui l'a développée par ailleurs. Les obtenteurs admettent que le progrès variétal dépend de la libre circulation des ressources génétiques, puisqu'il résulte de la concentration progressive dans une variété de qualités éparses, ce qui

implique de faire des ressources un bien public. Les chimistes pensent au contraire qu'il y aurait intérêt à privatiser ces ressources, pour que chaque entreprise développe un potentiel original qui ne circule pas, et développe ainsi ces fameuses "solutions indépendantes".

C'est probablement le document dans lequel le conflit sur le lien entre régime juridique des ressources génétiques et stratégies d'innovation est le mieux exprimé : les chimistes laissent entendre qu'il y aura une base génétique plus large et plus diversifiée si on laisse les entreprises se l'approprier le temps de la durée du brevet que si on les qualifie comme aujourd'hui de biens communs, ce qui incite tout le monde à travailler dans le même sens sur une base génétique réduite (11).

Ces thèses ont été critiquées par E. Rogge, de l'Université de Münster, qui rappelle le lien entre la spécificité du progrès en biologie où l'on modifie perpétuellement ce qui existe déjà, et la solution juridique de l'obtention végétale, fondée sur le libre accès aux ressources génétiques au profit de l'humanité toute entière (12). **LE DEBAT EST MAJEUR . IL N'EST D'AILLEURS PAS LIMITE A LA BIOLOGIE . L'INFORMATIQUE, AVEC LAQUELLE LA BIOLOGIE ENTRETIENT DES RAPPORTS EVIDENTS, CONNAIT LE MEME TYPE DE DIFFICULTES : IL EXISTE UN PROBLEME DE LIBRE ACCES AUX INTERFACES ENTRE LOGICIELS ( reverse engineering) COMME IL EXISTE UN PROBLEME DE LIBRE ACCES AUX RESSOURCES GENETIQUES . (13)**

En réalité, les positions critiques à l'égard de l'étendue du droit d'obtention végétale sont fondées sur l'idée que les fondements du système de l'obtention végétale ne sont plus "pertinents" à l'heure actuelle. La CIOPORA affirme que les solutions de l'UPOV portent la marque de l'époque à laquelle elles ont été trouvées, époque de relatif sous-développement de l'agriculture (1961) ; ces jugements de valeur s'expliquent par un présupposé selon lequel les techniques du génie génétique sont supérieures à celles de l'amélioration des plantes :

- dès l'introduction du document de réflexion sur l'interface, le représentant de l'OEB parle de la "recherche / développement en génie génétique végétal" , opposée à "l'utilisation de ces résultats aux fins pratiques de développement de nouvelles variétés végétales" . La recherche serait donc d'un côté, l'application de l'autre. Or, ce n'est pas du tout ainsi que les obtenteurs voient les choses, et ce n'est pas ainsi qu'elles se présentent actuellement : la microbiologie donne des "outils" nouveaux à l'amélioration des plantes, sans que celle-ci devienne pour autant une "application" de la microbiologie. Il y a une interdépendance absolue entre les deux. Le Docteur Kley, de l'ASSINSEL pense que certains ne sont pas encore conscients du fait que les procédés d'ingénierie génétique seront aussi communs que les autres pour le sélectionneur. Les derniers mois de 1989 - 1990 semblent lui donner raison, puisque l'on assiste à une intégration des outils du génie génétique dans les firmes semencières, même moyennes, et à un certain retrait des firmes agrochimiques de ce secteur. Il serait donc extrêmement dangereux de sommer le droit d'anticiper sur un mouvement qui n'a pas encore eu lieu.

On retrouve encore une telle appréciation de l'apport de chacun des métiers dans l'étude des relations entre détenteur d'un brevet portant sur un gène et détenteur d'un certificat d'obtention végétale portant sur une variété. L'OEB considère que les deux apports sont au moins équivalents, comparant ainsi un gène à un complexe de dizaines de milliers de gènes.

On ne peut en aucun cas faire une comparaison quantitative. Il semble même qu'une comparaison qualitative soit difficile : bien que personne n'ait entamé de véritable réflexion à ce sujet, la délégation anglaise chargée de discuter le projet de directive de la DG III (cf. ci après) a tout de même fait remarquer que l'on ne voit pas comment comparer une variété à un gène "cela n'aura guère de sens le plus souvent, car le gène est un petit morceau de matériel génétique conférant probablement une propriété particulière, alors que la variété comprend une structure génétique entière conférant une série de caractères" ( Conseil, Bruxelles, 4 décembre 1989, PI 90, 10474 / 89, diffusion restreinte) . La délégation explique que l'on ne peut comparer que deux variétés entre elles, par le truchement des critères de DHS, (et de VAT).

Tout ce que l'on peut dire c'est qu'un gène, même s'il est emprunté à un autre règne du vivant, n'est jamais le seul moyen envisageable pour aboutir au résultat recherché . De plus les caractères agronomiques les plus importants sont généralement fonction d'un grand nombre de gènes, de l'ordre du millier pour le rendement par exemple. L'apport d'un gène de résistance, qui peut être important économiquement pour l'inventeur d'un herbicide, n'est généralement pas fondamental dans le progrès génétique global.

S'il fallait conclure sur le travail de l'OEB dans cette branche du droit des brevets, je dirais que l'Office conduit sa politique jurisprudentielle en anticipant les projets d'extension de la brevetabilité des inventions biotechnologiques en cours dans d'autres instances, l'OMPI, le GATT et la CEE principalement. Du même coup, un engrenage a été créé, la jurisprudence anticipant le contenu des projets de révision, qui se fondent eux-mêmes sur l'évolution de la jurisprudence.

## **SECTION II : LE PROJET DE LA DG III DE LA COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPEENNES : CRISTALLISATION DES ACQUIS, TENTATIVE DE SOLUTION DES CONFLITS**

Le projet de directive a été soumis au Conseil par la DG III de la Commission, Direction générale de l'Industrie, le 20 octobre 1988 et il est l'aboutissement d'un travail commencé dès 1983 à la suite d'un questionnaire sur les biotechnologies envoyé par l'OCDE en 1982. Quand l'affaire a été lancée, les incertitudes sur la propriété industrielle dans le domaine des biotechnologies étaient encore grandes, et le projet était certainement légitime. L'intérêt pour les problèmes de propriété industrielle est mentionné dès 1983 à l'occasion de communications au Conseil (COM(83)672) . Dans un document interne, la DG III indique qu'elle a immédiatement pris contact avec les milieux professionnels intéressés, l'UNICE notamment et divers experts, dont le plus important sera J. Straus, spécialiste de droit des brevets. De ce que l'auteur de ce rapport peut savoir de ces premières expertises, il est clair qu'elles étaient tournées au premier chef vers la pharmacie, la dégradation des produits polluants, et la vision que les industries chimiques se faisaient de l'avenir de l'agriculture. Les semences étaient mentionnées, mais les obtentions animales n'étaient pas envisagées (cf. par ex. doc juillet 1984, III/ 1123/ 84-FR).

Du fait de l'évolution de la jurisprudence de l'OEB, le projet initial est devenu largement inutile puisqu'il consacre un grand nombre de points acquis par la jurisprudence. Les efforts se sont concentrés sur ce qui échappait à la maîtrise de l'OEB, c'est à dire à l'interface entre brevet et obtention végétale.

Le projet porte sur les inventions biotechnologiques en général (procédés et produits) et pose dans un premier chapitre les principes de la brevetabilité de la "matière vivante", ce qui comprend tous les organismes vivants et toutes les parties d'organismes, sauf les variétés végétales et les races animales. Le deuxième chapitre trace l'étendue de la protection, précisant que les brevets de procédé et de produit s'étendent aux produits obtenus à l'aide du procédé ou du produit breveté, même s'il s'agit de variétés végétales et de races animales. Le chapitre 3 envisage des licences croisées obligatoires entre détenteurs de brevets et détenteurs de certificats d'obtention végétale. Le chapitre 4 règle les questions de dépôt et d'accès au dépôt. Le chapitre 5 prévoit un renversement de la charge de la preuve en cas d'obtention d'un produit dérivé. Le 6ème chapitre donne la définition des micro-organismes et matières autorépliquatives.

Si l'on voulait qualifier rapidement ce texte, on serait tenté de dire que les chapitres 1, 4 et 6 cristallisent le travail de l'OEB, à ceci près que les animaux deviennent clairement brevetables, tandis que les chapitres 2, 3 et 5, réglant les rapports entre détenteurs de brevets et détenteurs d'obtentions végétales, tentent de faire sauter les verrous liés à la non brevetabilité des variétés végétales et des races animales.

Ce texte rassemble toutes les inventions biotechnologiques sous le chapeau de l'industrie, ce qui peut sembler étrange, étant donnée l'implication de l'agriculture dans ce domaine. Il a été élaboré à l'initiative des grandes firmes chimiques et pharmaceutiques qui veulent disposer d'un régime uniforme pour la biotechnologie, que les applications soient destinées à la santé humaine, à la fermentation ou à l'agriculture. En réalité, la Direction Agriculture, DG VI, était chargée en même temps de concevoir un texte sur le certificat d'obtention européen, les deux textes devant être cohérents.

Le projet de la DG VI a été présenté le 6 septembre 1990 (JOCE du 28.9.90, n° C 244/1) : la sélection animale, que la direction régule par ailleurs, n'y est pas envisagée ; la réforme de la sélection végétale consiste à créer un certificat d'obtention végétale européen, et surtout un "Office communautaire des variétés végétales prenant des décisions techniques et juridiques, doté de chambres de recours sur le modèle de l'Office européen des brevets. L'existence d'une instance de résolution des conflits changera sans doute considérablement le cours de l'évolution du droit d'obtention végétale. C'est une grande innovation qui tend à soustraire à terme le contentieux aux tribunaux nationaux et aux instances professionnelles d'arbitrage . En fait, le contenu de ce droit devra être conforme au texte révisé de la Convention UPOV ; certains groupes de pression commencent à dire que le projet de la DG VI devra être conforme également à celui de la DG III, ce qui leur semble impliquer qu'il soit "mis en attente" jusqu'à ce que le projet de directive (DG III) soit accepté (14).

Cette hiérarchisation entre les deux textes, qui viendrait finalement uniquement de la plus grande rapidité de la DG III, aboutirait alors à faire prévaloir une philosophie de l'innovation sur l'autre . C'est d'autant plus dommage qu'une grande partie de la directive de la Direction Industrie concerne l'agriculture . Le Comité économique et social, saisi du projet pour avis, s'est montré très préoccupé de cette situation :

"L'agriculture est l'un des secteurs les plus directement concernés car fortement consommateur des produits issus de la biotechnologie. De ce fait le Comité regrette qu'une approche globale n'ait pu appréhender de façon simultanée les problèmes relatifs à la protection juridique des



inventions biotechnologiques et ceux concernant les droits d'obteneurs européens. Le Comité est persuadé que cette approche simultanée aurait été de nature à mettre en oeuvre un système plus équilibré entre le droit d'obteneur et le brevet, en préservant les droits et les intérêts des parties en cause (producteurs agricoles, coopératives agricoles, obteneurs, chercheurs, industriels).

Bien que la directive ait été élaborée avec le consensus de toutes les Directions concernées, la méthode de travail consistant à traiter d'abord de la brevetabilité puis ensuite l'évolution du droit d'obteneur par rapport à cette brevetabilité, n'a pas permis à toutes les parties intéressées d'avoir un dialogue constructif.

En effet la plupart des solutions adoptées sont celles de l'OMPI qui s'est basé pour son étude de 1987 sur la consultation représentant seulement les intérêts de l'industrie" (15).

On ne peut être plus clair . Cette emprise de l'industrie sur l'agriculture mérite d'être examinée ; jusqu'à maintenant l'agriculture s'est industrialisée, donnant naissance à l'agro-industrie. Les obteneurs de végétaux ou d'animaux ont cherché à adapter leurs produits aux possibilités offertes par ailleurs par l'industrie, engrais, robotique etc. Aujourd'hui c'est l'industrie qui tente d'étendre les applications de ses produits directement dans les productions agricoles. Cette démarche nouvelle a été à l'origine de l'ensemble du conflit ; on en trouve de nombreuses traces dans les textes, et tout particulièrement dans les travaux préparatoires . Le texte de la DG III a été préparé par des fonctionnaires de la Commission conseillés par des conseils en brevets (aujourd'hui R.Crespi), des universitaires spécialisés dans le droit des brevets (J.Straus et F.K.Beier du Max Planck Institut), et des représentants des entreprises industrielles (influence très grande de Ciba-Geigy, Sandoz et plus largement de la Chambre de commerce internationale) . Les obteneurs et les représentants des agriculteurs ont été auditionnés sans participer à l'élaboration du texte. Cette situation donne des résultats curieux lors des discussions sur l'interface, les Etats ne pouvant généralement pas présenter de position unique, puisqu'ils se partagent entre la position du ministère de l'industrie, seul représenté à la DG III et à l'OMPI, et la position du ministère de l'agriculture, seul représenté à l'UPOV, les deux délégations ne se rencontrant que dans les discussions sur l'interface, et soutenant des positions encore largement contradictoires malgré des rapprochements successifs.

Le texte de la DG III repose donc sur une vision bien spécifique du progrès en agriculture expliquée dans l'exposé des motifs , dont la phrase-clé pourrait être : "...l'agriculture, qui était une industrie d'exploitation des ressources (...) est devenue une industrie d'exploitation de la science, au fur et à mesure que la science et la technologie ont pris la place de la terre et du travail".

Excessive sur le plan purement technique, cette phrase est inquiétante au regard du caractère déjà contesté de l'agriculture intensive , des pollutions, du gel des terres, etc...Il est vrai que l'exposé des motifs présente l'impasse de l'agriculture intensive comme le résultat du système biologique traditionnel . Il est soutenu que les biotechnologies permettront précisément de sortir de l'impasse agro-chimique, puisque la production végétale ne sera plus destinée uniquement à l'alimentation, forcément limitée, mais aussi aux productions de matières premières industrielles qui ouvrent des marchés beaucoup plus larges. Il n'est pas dit un mot de la responsabilité de la chimie dans les difficultés actuelles, pas plus que des objectifs justifiés que l'on poursuivait, et qui ont été atteints : sortir de la pénurie, disposer de produits alimentaires à des prix peu élevés, et élever le niveau de vie des agriculteurs -partie la moins réussie du programme. (cf COM (88) 496 final / SYN 159, Bruxelles le 21 octobre 1988).

La conclusion de la DG III est qu'il faut enfin confier l'agriculture à l'industrie, seule en mesure de consacrer les investissements nécessaires pour sortir de ce qui est vu comme une sorte d'artisanat. Mais il faut alors un retour d'investissement à la hauteur du sacrifice consenti, ce que le libre accès aux ressources génétiques ne permet pas dans le cadre du droit d'obtention végétale. Cet argument qui, dans certains cercles apparaît comme un argument-massue est en réalité assez fragile ; d'une part, en pourcentage du chiffre d'affaires relativement modeste de l'industrie des semences, les investissements de recherche des obtenteurs sont comparables à ceux des chimistes. D'autre part et surtout, les investissements fournis aujourd'hui dans le cadre des biotechnologies sont anormalement importants et peu rémunérateurs parce que l'on est en phase de recherche fondamentale que les entreprises privées ne sont sans doute pas à même d'assumer entièrement. Des techniques très coûteuses aujourd'hui deviendront banales demain sans qu'il soit nécessaire de changer l'ordre juridique; le Docteur Kley de l'ASSINSEL, rappelle que la culture de tissus, très onéreuse il y a quelques années, est à la portée de tous aujourd'hui (IOM/II/8, p.40 \*\*colloque UPOV). Il y a là un problème d'adéquation entre capitaux publics et privés, dans la gestion de la temporalité de la recherche et non un problème de choix de la propriété intellectuelle.

L'autre idée répétitive est la nécessité de suivre le mouvement américain en faveur de la généralisation des brevets. C'est un argument fort au regard de la compétitivité des entreprises, mais on constate qu'il est utilisé par les Américains, pour presser la brevetabilité des animaux par exemple, chaque région du monde faisant ainsi jouer la menace. A ce sujet, le Comité économique et social a fait aussi une remarque intéressante (n°2.11 à 13) : après avoir indiqué qu'il se soucie de donner autant de chances à la recherche européenne qu'à la recherche américaine, il signale que ce n'est sans doute pas uniquement un problème de droit des brevets, mais aussi de motivation accrue des chercheurs, ce qui impliquerait de trouver un système de participation des chercheurs aux fruits de leurs inventions (refonte du système de l'invention de salarié ?).

L'auteur de ce rapport travaillera le projet de directive, non à partir de la version publiée, dépassée aujourd'hui, mais à partir de la version dite 4212/90, du 22 janvier 1990. Il faut noter que ce nouveau texte ne tient pas le moindre compte des critiques émises par le Comité économique et social dont les conclusions ne sont jamais évoquées.

## **I. La consolidation des acquis de la jurisprudence de l'OEB**

1) Le texte confirme qu'un certain nombre d'arguments plus ou moins forts que la doctrine et les tribunaux ont opposés à la brevetabilité des biotechnologies ne sont pas, ou plus reconnus.

Le vivant sous toutes ses formes et dans toutes ses utilisations est reconnu brevetable avec trois exceptions interprétées de manière restrictive :

- les variétés végétales au sens de la Convention UPOV (art 3)
- les races animales, sachant que l'on ne sait plus ce qu'est une race (art 3)
- l'être humain en tant que tel, dont les gènes, les cellules et les organes sont brevetables, ainsi que les procédés du

type de la fécondation in vitro (art 2)

L'objet d'une invention qui faisait partie d'un matériel préexistant, n'est pas une découverte ; en clair, cela signifie qu'un gène, un micro-organisme, ou tout autre élément isolé à partir d'un produit de la nature est une invention et non une découverte. (art 8)

2) Le texte précise quelles sont les inventions brevetables eu égard à ces principes (art. 3) . On trouve :

-tout le matériel biologique pris en tant que composant d'organismes vivants : ADN, plasmides, cellules

-les plantes envisagées à titre individuel

-les ensembles végétaux autres que les variétés, c'est-à-dire, les populations, les espèces, familles, classes. Certaines délégations ont émis des doutes à cet égard, mais il semble peu probable que l'on revienne en arrière.

Le problème posé par ces brevets est que l'on ne voit pas très bien comment on va définir, délimiter ces ensembles flous que sont des populations ; si l'on cède à cette tendance, on peut dire que toute variété végétale risque rapidement d'être dépendante d'un brevet pris sur un ensemble plus large puisqu'une variété reprendra par nature un certain nombre de caractéristiques de ces objets flous (problème aggravé par le texte de l'art 4, sur la brevetabilité des utilisations de variétés végétales).

3) L'évolution en matière de définition des procédés non essentiellement biologiques (brevetables) est confirmée par les articles 5, 6, 7. Le procédé essentiellement biologique (non brevetable) semble être défini, directement ou indirectement selon les versions, comme "celui qui se limite à la sélection d'un matériel biologique existant en vue de lui laisser accomplir dans des conditions naturelles sa fonction biologique" . Cette définition est si étroite que l'on ne voit plus très bien ce qui, dans les conditions actuelles du travail du sélectionneur, ne serait pas brevetable.

Cette vision large de ce qui est microbiologique est encore étendue par le fait qu'il suffit qu'une étape essentielle soit microbiologique pour que le procédé soit considéré comme brevetable dans son intégralité.

Ici encore, on aboutit au même problème que précédemment ; les sélectionneurs utilisent déjà presque tous des procédés ayant une étape microbiologique, telle qu'elle est ici définie .

4) Le projet confirme l'existence d'une exception de recherche strictement limitée à l'expérimentation (art 10) . Elle ne doit pas être confondue avec un accès au matériel breveté, qui permettrait de créer de nouveaux matériels et de les commercialiser librement. Certaines délégations (danoise, allemande, française, néerlandaise et britannique) ont demandé "la suppression de cet article, estimant qu'il est contraire à un des principes fondamentaux du droit des brevets, à savoir que les produits ou procédés brevetés peuvent servir à des fins expérimentales . Cet article empêcherait l'industrie de poursuivre ses recherches et de

développer les brevets existants". L'article est effectivement peu clair. Tous les droits des brevets connaissent l'exemption de recherche et l'on ne voit pas très bien ce qu'il y avait d'urgent à harmoniser. Il semble surtout que l'on ait voulu limiter l'exemption. En cas d'exploitation commerciale du nouveau produit obtenu, le deuxième inventeur serait semble-t-il considéré comme contrefacteur rétroactivement, dès les phases expérimentales elles-mêmes.

Le danger principal pour la liberté de la recherche semble résulter surtout de l'articulation entre cette possible limitation, le renversement de la charge de la preuve, et la théorie des équivalents dans l'appréciation de la contrefaçon.

5) Plusieurs articles de la directive assimilent un organisme et ses variants, ce qui correspond à la pratique de l'OEB sans qu'il soit nulle part indiqué à partir de quel moment un organisme cesse d'être un variant pour devenir un organisme autonome.

## II. L'adaptation du droit commun des brevets au vivant : l'épuisement des droits

Les droits conférés par le brevet s'étendent à toutes les générations de l'organisme breveté (art.11 et 12-1). Cela implique la suppression du privilège du fermier, autrement dit, l'agriculteur devra payer des redevances pour chaque génération de semences (ou de veaux).

L'article semble prévoir pourtant une exception à ce principe, probablement en faveur des industries de la fermentation où les générations se succèdent à intervalles très rapprochés. Dans ce cas, la rémunération de l'inventeur est donc calculée de telle manière qu'elle soit réalisée en une seule fois. C'est le même système aujourd'hui pour les animaux, ce qui explique qu'une saillie puisse coûter 200 000 F pour des chevaux de course.

## III. Le dépassement de la jurisprudence de l'OEB

On atteint désormais la partie essentielle, et problématique, du projet de directive, qui comprend trois points principaux : l'extension d'un brevet de produit ou de procédé au matériel végétal dans lequel ils sont incorporés, les modalités d'exploitation des brevets par les détenteurs de certificats d'obtention végétale, et réciproquement, et la présomption de contrefaçon d'un objet breveté lorsque le deuxième inventeur a eu accès au dépôt du premier matériel breveté.

### 1) Les phénomènes d'extension des droits du titulaire du brevet

Le droit commun des brevets admet que le produit obtenu directement par un procédé breveté est lui-même breveté d'une part, et que le brevet d'un produit intermédiaire s'étend au produit fini qui l'inclut. Ces dispositions ont toujours posé des problèmes lorsque l'objet concerné par l'extension n'est pas brevetable. Pendant longtemps, les produits pharmaceutiques n'ont pas été brevetables, alors que leurs procédés de fabrication l'étaient. Il y avait donc une extension du procédé au produit qui aboutissait à un résultat proche de la brevetabilité du produit lui-même.

Aujourd'hui, le projet de directive envisage deux systèmes distincts. L'exclusion concernant l'être humain est absolue : le brevet du procédé de fécondation in vitro dont le

produit serait un embryon humain ne s'étendra pas à l'être humain en tant que tel (mais la question reste posée de savoir si les cellules embryonnaires des 14 premiers jours seront qualifiées d'êtres humains). A l'inverse les exclusions concernant les variétés végétales et les races animales sont relatives. Non brevetables "per se", les variétés végétales sont couvertes par les brevets de procédé sur le fondement de l'art 12-2. L'article 13 prévoit d'autre part que le brevet sur un produit intermédiaire s'étend à tout produit (variété) dans lequel il aura été incorporé.

\*\*\*La première hypothèse concerne l'extension du procédé au produit, lorsqu'il s'agit d'un procédé brevetable aboutissant à une variété végétale. Si l'on suit le droit commun des brevets, cette variété est brevetable ; mais les variétés sont exclues de la brevetabilité par l'art 3 du projet. Pourtant l'alinéa 12-2 dispose : "l'extension de la protection que confère le brevet à un procédé visé au paragraphe 1 à un produit obtenu par ledit procédé n'est pas affectée par l'exclusion de variétés végétales ou de races animales de la brevetabilité".

Les délégations allemande, espagnole, italienne et néerlandaise ont fait remarquer la contradiction et émis une réserve ou demandé la suppression du paragraphe 2. La délégation française estime que la protection du procédé s'étend à la plante comme individu, mais pas à la variété en tant que population.

Le représentant de la Commission semble au contraire tenir absolument à cette formulation, sans expliquer comment il résout la contradiction avec l'UPOV et avec l'art 3. IL SEMBLE BIEN POURTANT QUE L'ON ABOUTISSE LA A UNE BREVETABILITE INDIRECTE DES VARIETES, PRODUITS DE PROCEDES BREVETABLES .

Sur le plan législatif, cinq hypothèses étaient envisageables :

- > pas d'extension
- > extension à la plante individu
- procédé breveté ---> extension à la variété au sens botanique
- > extension à la variété DHS
- > extension aux populations floues

La première solution est inéquitable pour le détenteur du brevet, car un procédé qui n'est pas lié à un produit a peu de valeur. Dans le domaine du vivant, cela n'en aurait pas du tout si le produit est autoreproductible.

Les autres solutions sont, soit contraires à la non brevetabilité des variétés végétales, soit dangereuses à terme, car tout le travail subséquent des concurrents qui retravaillent l'individu ou la population risque de se trouver dépendant des populations ou des individus de départ.

\*\*\*La seconde hypothèse concerne un produit breveté dont le prototype est le gène . Si ce gène est inclus dans un autre produit, en l'occurrence une variété, les droits conférés par le brevet s'étendront "à tout produit dans lequel la dite information génétique a été incorporée et est importante pour l'utilisation dudit produit". Les délégations ne sont pas encore d'accord sur le texte définitif, notamment sur la notion d' "importance", et sur la nécessité de limiter ou non l'extension aux revendications expresses faites par le titulaire du brevet.

En principe, les experts en brevet admettent qu'il n'y a pas de véritable extension du brevet à la variété végétale concernée, mais simplement un droit de suite sur le gène breveté, qui ne pourrait donc pas être réincorporé dans une autre variété sans autorisation du titulaire du brevet. Le projet ainsi exposé paraît légitime, car sans droit de suite, les brevets de gènes n'auraient pas de valeur. Mais la rédaction du texte n'est pas parfaitement claire : les droits conférés devraient s'étendre < dans > la variété, et non < à > la variété comme le texte le prévoit. Certains experts en brevet trouvent la précision ridicule. D'autres pensent au contraire qu'il y a là un moyen indirect d'arriver à breveter des variétés (J Schmidt). Dans le doute, notons que le ridicule ne tue pas.

Mais ce système présente l'inconvénient d'instituer deux régimes juridiques différents pour le gène. S'il s'agit d'un gène incorporé par les techniques d'ingénierie génétique, l'inventeur disposera d'un droit de suite ; si au contraire, il est incorporé par les techniques classiques, ce droit de suite n'existe pas, même dans le projet de révision de l'UPOV. Autrement dit, les gènes "traditionnels" enrichissent le patrimoine commun tout de suite alors que les gènes "modernes" ne l'enrichissent qu'à l'expiration du brevet. Est-il légitime qu'il y ait deux régimes distincts ?

Il y a un quasi-consensus pour admettre que oui. Les sélectionneurs admettent facilement qu'un gène "artificiel", pris dans un règne du vivant différent, pourrait ne pas être en libre accès, car on ne peut pas dire qu'il fasse partie des ressources génétiques naturelles. En effet, les techniques traditionnelles utilisent des gènes "disponibles" au sens où ils sont déjà présents dans le règne végétal ; la technique permet de les transférer d'une population à l'autre, à l'intérieur d'une même entité. A l'inverse quand on s'intéresse au gène d'un micro-organisme, on l'isole, puis on lui met un vecteur adéquat au végétal, sans quoi l'intégration ne marcherait pas. Le gène n'est donc pas un gène "disponible", mais un gène "bricolé". Ce raisonnement n'est pas parfaitement convaincant si l'on considère l'unité des techniques de sélection qui intégreront des gènes, quelle que soit leur origine ; le problème est de savoir s'il faut une unité du statut des ressources génétiques, ou pas. L'auteur de ce rapport tend à penser que cette unité est importante, et que l'on est en train de la mettre à mal (sur gènes endogènes et exogènes, cf doc interface, n°3, n°84 et 87).

De plus, on peut déplorer le type d'incitation qui résulte de cette distorsion du régime juridique du gène selon son origine : on pousse ainsi à la recherche et à la multiplication de gènes isolés, ce qui renforce la vision modulaire du vivant, alignement de gènes envisagés comme entités séparées, au détriment de ce que les agronomes appellent "l'équilibre de structure" de la variété. Il n'est pas évident que cela soit profitable à long terme. C'est d'ailleurs une auto-critique que se font fréquemment les chercheurs, et l'on peut regretter que la richesse des visions scientifiques ne se reflète pas lors des discussions juridiques ; en effet, en réalité, les choix juridiques aboutiront à favoriser l'une ou l'autre de ces deux visions du vivant.

Les phénomènes d'extension qui viennent d'être décrits sont une application du droit commun des brevets, qui n'avait été que partiellement réalisée par la jurisprudence de l'OEB, l'affaire Lubrizol ne visant que l'un des cas de figure, mais on peut dire que les deux articles réalisent une généralisation de l'affaire Lubrizol ; ils vont plus loin puisqu'il semble que, même les variétés DHS seraient concernées par l'extension. Ils rompent avec le droit commun

des brevets en affirmant à plusieurs reprises, que l'extension se produit, même si elle n'a pas été revendiquée (solution discutée par un grand nombre de délégations).

## 2) Les rapports entre titulaires de brevets et titulaires de certificats d'obtention végétale

Tout le monde a réalisé dès le départ, que les industriels utiliseraient des variétés végétales protégées par des certificats, tandis que les obtenteurs utiliseraient des procédés ou des produits brevetés. C'est là, rappelons-le, que se situe la difficulté de l'interface, puisque les obtenteurs estimaient que l'on peut utiliser une invention sans autorisation, ni rémunération, à la condition que le produit qui en dérive soit suffisamment distant du produit de départ, sachant que dans ce domaine les "distances" entre deux inventions sont très faibles. Les industriels à l'inverse pensent que l'on ne peut utiliser une invention qu'à des fins expérimentales ; le produit dérivé de cette expérimentation serait généralement une invention dépendante de la première, qui ne pourrait être utilisée qu'avec l'autorisation du titulaire du brevet, et moyennant redevances.

Si on laissait les choses en l'état, les industriels avaient un libre accès gratuit aux variétés, tandis que la réciproque n'était pas vraie.

La Commission proposa une première transaction dans une version non publiée : au cas où un industriel intégrait un gène dans une variété, il disposait d'une licence automatique immédiate, et réciproquement.

Il y eut une véritable levée de boucliers du milieu professionnel des brevets contre l'idée de licence obligatoire, comme si elle était radicalement étrangère au droit des brevets. La réalité est autre ; toutes les législations connaissent la licence obligatoire sur le fondement de l'intérêt public. Mais, ce qui est en cause ici, ce sont les licences dans l'intérêt d'entreprises privées qui ont mis au point des brevets dépendants, et la situation dans les différents Etats est moins homogène. Certaines législations comme la législation suisse connaissent la licence obligatoire lorsqu'elle est nécessaire pour l'exploitation d'un brevet dominé. La législation française la connaît en cas de brevet de perfectionnement seulement. On prétend souvent que les Etats-Unis ignorent le concept de licence obligatoire ; si c'est apparemment exact, ils utilisent toutefois le concept de "patent misuse" pour débloquer les situations liées aux brevets de barrage par exemple .

Mais il reste tout-à-fait exact que la licence obligatoire en cas de dépendance est une situation rare ou exceptionnelle en droit des brevets ne serait-ce que parce que les stratégies d'innovation cherchent à l'éviter ; la dépendance est à l'inverse le phénomène de base de l'innovation en matière végétale.

Le résultat de cette levée de boucliers fut de transformer le projet de la DG III. Sa version publiée du 20 octobre 1988 établit "l'équilibre" suivant

- licence de droit du produit breveté en faveur d'un obtenteur qui ne peut exploiter son droit exclusif qu'en enfreignant les droits liés au brevet
- à la condition que la variété protégée constitue un "progrès technique significatif
- redevance
- la licence de droit ne peut être obtenue qu'à l'issue d'un délai de 3 ans

-le titulaire du brevet dispose à son tour d'une licence de droit sur la variété incluant le gène ; il l'obtient sans délai.

Ce système était manifestement déséquilibré, à la fois pour les questions de délai et parce que l'échange gène/ variété est la plupart du temps déséquilibré, une variété ayant généralement plus de valeur qu'un gène -sauf cas tout à fait particuliers . Ce déséquilibre a été mis en évidence dans l'Avis du Comité économique et social qui le qualifie de "grave inéquité juridique". Cette appréciation tend à être confirmée par l'étude des premiers contrats signés entre détenteurs de gènes et détenteurs de variétés : dans beaucoup de contrats étudiés les gènes sont fournis gratuitement, et ne feront l'objet d'une rémunération que si une nouvelle variété vraiment performante voit le jour ; fréquemment, le gène lié à une résistance à un herbicide, ou à l'augmentation de la teneur sèche d'un légume de conserve ne sera même jamais rémunéré. L'industriel est payé par l'utilisation de l'herbicide ou les bénéfices réalisés dans l'activité de conserverie. Non seulement l'obteneur ne rémunère pas le fournisseur de gène, mais il est généralement payé pour son travail d'intégration.

Mais l'avis du Comité n'a pas été suivi, et la nouvelle version de la directive prévoit désormais un délai de 10 ans pour disposer de la licence de droit -ce qui n'a plus aucun sens. On ne voit plus très bien à quoi cela correspond car les délégations semblent majoritairement trouver ce délai beaucoup trop long, et pourtant le représentant de la Commission ne paraît pas décidé à l'abandonner.

Personne ne semble songer beaucoup à la faisabilité générale d'un tel système à moyen ou long terme. On a essayé d'imaginer la chaîne des redevances qu'il faudrait payer à la suite d'insertions successives de gènes brevetés. On a conclu qu'il n'y avait pas là de danger véritable ; compte tenu du temps nécessaire pour insérer ces gènes, on a admis que les premiers tomberaient dans le domaine public quand les autres arriveraient. Bernard Le Buanec a calculé que cela ferait tout au plus 3 à 4 nouvelles variétés dépendant les unes des autres (Biofutur, oct 1987) ; c'est exact dans une perspective linéaire et verticale (un gène + un gène ...)(Straus UPOV de Caj/ XXIII 7, p.10 n°65) ; mais cela devient faux si l'on retient l'effet cumulatif : un gène + un procédé + un matériel semi-fini, etc. concentrés dans la même variété . L'accumulation d'un tel ensemble de redevances dans une variété paraît difficilement tenable. Les produits considérés s'adressent à des agriculteurs et ne fournissent pas une très haute valeur ajoutée, ne pouvant pas être commercialisés à des prix très importants.

Le problème de la dépendance ne doit pas être étudié uniquement sous la forme d'une chaîne verticale, gène --> variété--> gène, etc où le temps exerce un effet d'effacement progressif. Il faut aussi l'envisager d'une manière horizontale, car on concentre de multiples variétés et de multiples gènes. Prenons l'exemple extrême d'une entreprise qui commence un programme sur une espèce qu'elle n'avait jusqu'alors jamais travaillée. Elle met en culture toutes les variétés performantes du moment, des matériels semi-finis, des ressources anciennes, sauvages, etc. Jusqu'à maintenant tout cela était en libre accès gratuit ; dorénavant, les variétés originales qu'elle arrivera finalement à sortir comprendront des caractéristiques de tous ces matériels contenant des produits ou des procédés brevetés, pour lesquels il faudra obtenir des autorisations et payer des redevances. Payer un gène est toujours possible ; payer une trentaine de gènes rend la nouvelle variété inaccessible du fait de son prix.



EN REALITE, ON NE VOIT PAS TRES BIEN COMMENT ON POURRAIT TROUVER DE SOLUTION SANS REFLEXION PLUS APPROFONDIE SUR LA VALEUR RESPECTIVE DES APPORTS DE CHACUN DES ACTEURS : DES GENES ET DES PROCEDES D'UN COTE, DES VARIETES DE L'AUTRE. C'EST CE TRAVAIL QU'A ESSAYE DE FAIRE L'UPOV, CHANGEANT AINSI LE RAPPORT DE FORCES ENTRE INDUSTRIELS ET OBTENTEURS . TOUS LES PROBLEMES, MALHEUREUSEMENT NE SEMBLANT PAS AVOIR ETE COMPRIS, PRINCIPALEMENT CELUI DE LA DEPENDANCE GENERALISEE QUI VA RESULTER DU SYSTEME QUI EST EN TRAIN DE SE METTRE EN PLACE . OBTENTEURS ET TITULAIRES DE BREVETS ONT CHERCHE A EGALISER LEURS DROITS SANS FAIRE D'ETUDE ECONOMIQUE LE PRIX DU PRODUIT FINAL AYANT INTEGRE UNE SERIE DE REDEVANCES .

### 3) Le renversement de la charge de la preuve

On a déjà évoqué ce problème dans le chapitre III. L'auteur de ce rapport a admis qu'il pouvait être légitime, même si ce n'était pas sans inconvénient, de consacrer une telle modification importante du droit commun des brevets : le projet de directive prévoit qu'un tiers fabriquant un produit identique au produit obtenu par un procédé breveté est considéré comme contrefacteur jusqu'à preuve du contraire (deux régimes différents selon que le produit est un produit nouveau ou au contraire un produit connu). L'auteur de ce rapport trouve qu'il y a autant d'inconvénients à le faire qu'à ne pas le faire. On rappellera simplement que le danger principal résulte de l'articulation entre cette disposition, la limitation de l'exemption de recherche et l'utilisation de la théorie des équivalents.

### 4) Les revendications tacites

Sans que cela soit clairement indiqué dans le texte du projet, le représentant de la Commission a soutenu à plusieurs reprises que le brevet accordé à un procédé ou à un produit s'étendait au matériel dans lequel il est incorporé, même si ce matériel n'a pas été revendiqué . La question est délicate : c'est une modification importante du droit des brevets, même s'il y a déjà des précédents en chimie (produits considérés comme équivalents) . Ici, le phénomène est beaucoup plus massif. Un procédé a vocation à concerner l'ensemble du monde végétal. On ne va évidemment pas revendiquer une par une toutes les combinaisons possibles . Et pourtant, la revendication abstraite couvre un domaine anormalement large, et laisse au titulaire du brevet la possibilité de bloquer un certain nombre de réalisations intéressantes en focalisant son action sur certains points particuliers. Les délégations sont également partagées sur la légitimité de cette réforme.

## IV. La légitimité du projet de la DG III

En cherchant à intégrer à toutes forces le végétal dans le droit des brevets, la DG III était contrainte de sortir, malgré ses dénégations, du cadre conventionnel dans lequel se situent les Etats membres, ce qui crée un grave problème de compétence sur lequel le Parlement européen devrait se prononcer au mois de septembre ou octobre 1990 . La Commission l'admet d'ailleurs implicitement dans les "considérant" du projet, faisant valoir dans les alinéas 4, 18 et 20, les grands principes du droit commun qu'il convient d'adapter pour certains, de modifier pour d'autres. La remarque en est faite par l'Office européen des brevets (doc 5428/89 PI 18, remarques envoyées à la Commission, 29 mars 1989). De ce simple fait, on

sort du cadre normal des directives qui servent à harmoniser des disparités au sein de principes communs, mais pas à transformer le contenu des engagements internationaux des Etats membres.

### **SECTION III : LE PROJET DE REVISION DE LA CONVENTION UPOV**

Le projet de révision de la Convention UPOV fait l'objet de critiques sévères d'une partie du "monde du brevet", qu'il s'agisse de la doctrine ou des délégations qui participent à la négociation de l'interface. J. Straus avoue "se méfier beaucoup" d'un système qui fait dans la hâte un certain nombre de réformes dont "l'élan vient de l'extérieur" (16). Le représentant de la Commission dit, contre toute évidence, que le système de dépendance qui sera mis en place par cette révision ne concerne pas le droit des brevets.

Les propositions qui sont faites sont de nature à rétablir une certaine égalité entre les deux régimes juridiques. En effet, c'est essentiellement par deux méthodes que le droit des brevets avait étendu son champ d'application au monde végétal : la première était l'interprétation restrictive de la notion de variété, seule entité exclue de la brevetabilité ; la seconde était l'extension des droits du titulaire d'un brevet de procédé ou de produit sur les végétaux incluant ou dérivant de l'objet breveté. On pouvait légitimement penser -malgré les dénégations de certains- qu'à moyen terme, toutes les variétés végétales seraient dans la sphère de dépendance d'un et probablement plusieurs brevets.

Il était donc logique de répondre en renforçant le droit d'obtention végétale . Comme les obtenteurs ne pouvaient pas s'opposer à l'évolution de l'interprétation du droit des brevets dans le domaine du vivant, ils firent évoluer leur propre droit, ce qui résout certains problèmes, mais cristallise certains conflits, et n'est pas forcément favorable à l'intérêt général.

*NDA : L'auteur a travaillé à partir du texte proposé à la réunion de Genève du 23 au 26 avril 1990, dit Seme draft PM/1/2.*

#### **I. La définition de la variété**

Le texte donnera probablement une définition générale du concept de variété, envisagée comme une sous-division de l'espèce, et qui se présente comme une entité aux fins de culture ou "de toute autre forme d'utilisation", ce qui est nouveau. Le droit de l'obtenteur pourra donc s'exercer lors d'une utilisation industrielle du matériel végétal (pharmacie par exemple). Des cultures de cellules pourraient ainsi relever du droit de l'obtenteur.

La définition sera complétée par une série d'exemples, parmi lesquels figurent toutes les formes que peut affecter une variété (par exemple une culture cellulaire qui, régénérée donnerait une variété). Mais la forme peut être aussi celle de variétés populations (art.2).

Ces trois précisions, logiques dans le système de l'obtention végétale, risquent de créer des conflits systématiques avec le droit des brevets, qui rappelons-le, permet tout aussi logiquement la brevetabilité de cellules et de populations. Bien des conflits n'auront pas lieu puisqu'une culture de cellules végétales ne répondra pas, dans certains cas, aux conditions de DHS, tandis que d'autres ne répondront pas à la condition d'activité inventive par exemple.

Mais des revendications concurrentes surgiront certainement.

## II. Les produits tirés de la variété (art 2)

Il est prévu que le droit de l'obteneur s'étendra aux produits tirés de la variété, qu'il s'agisse de produits directs comme les fruits ou les fleurs, ou de produits transformés comme les huiles essentielles de plantes à parfum ou le composé chimique produit au moyen d'un procédé biotechnologique.

La première branche de l'alternative était déjà acquise en France, mais ce n'était pas le cas dans tous les pays. Ici encore, il s'agit d'une extension logique. L'extension aux produits transformés (dont la production sans le consentement du titulaire de la variété serait alors une contrefaçon) est une bonne chose car la rentabilité de la recherche sera beaucoup plus importante. Néanmoins, dans le cas des produits transformés, le conflit avec le brevet est évident, puisqu'il s'agit de produits issus d'un procédé biotechnologique et donc brevetables (cf aussi 17-4 et 17-5).

## III. La dépendance

L'article 17-2 tente de régler à son tour les rapports entre détenteurs de droit d'obtention végétale et détenteurs de brevets : le droit d'obtention confèrera à son titulaire le droit d'empêcher toute personne qui n'aurait pas son consentement d'exploiter une variété essentiellement dérivée d'une variété protégée, que ce soit directement ou indirectement, si la variété protégée n'est pas elle-même une variété essentiellement dérivée.

C'est évidemment l'article le plus problématique de tous ; il fut conçu pour que les titulaires de brevets de gènes ne puissent exploiter une variété dans laquelle ils auraient inséré ce gène qu'avec l'accord du détenteur de la variété-mère, ce qui rapproche le DOV du brevet qui reconnaît la dépendance à l'égard de l'idée-mère. Dès la première opération, des difficultés surgissent, puisqu'il faut envisager de développer une casuistique sur la notion de variété essentiellement dérivée. IL ME SEMBLE, BIEN QU'AUCUN TEXTE POSITIF NE PERMETTE DE LE PROUVER, QUE LE CONFLIT SE RESOUDRA FINALEMENT DE LA MANIERE SUIVANTE : SOIT LE BREVET ADAPTE AU VIVANT ASSOUPLE SA NOTION DE DEPENDANCE POUR PERMETTRE LE PROGRES GENETIQUE, ET IL SERA DEvenu SEMBLABLE EN TOUS POINTS A L'OBTENTION VEGETALE, SOIT LE DROIT D'OBTENTION VEGETALE METTRA EN OEUVRE UNE DEPENDANCE "DURE", ET IL DEVIENDRA PROCHE DU SYSTEME DU BREVET . Dans l'un ou l'autre cas, l'un des deux systèmes deviendra inutile.

L'idée de la révision est d'arriver à résoudre le problème qui avait été causé en 1961 par l'affirmation du libre accès aux fins de création variétale, en gardant les avantages du système et en éliminant les inconvénients. Je ne reviendrai pas sur les avantages de la libre disponibilité des ressources génétiques contenues dans une invention. Ce principe avait été critiqué, par les obteneurs eux-mêmes dès l'origine, parce qu'il "s'appliquait indifféremment au cas où la variété-fille est très différente de la variété mère et au cas où la différence entre les deux est minime, bien que se rapportant à un "caractère important" (CAJ /XXIII /2, p.16).

Les conflits avaient dans l'ensemble pu être à peu près résolus, sans recours aux tribunaux, par des arbitrages interprofessionnels dans une profession assez homogène, qui fonctionnait un peu comme une série de clubs. Avec l'ouverture de la profession et le conflit de jugement porté sur la valeur des gènes par rapport à la valeur des variétés, le conflit ne pouvait plus être résolu à l'amiable.

L'objectif des obtenteurs est donc de conserver le libre accès gratuit lorsqu'il y a eu un vrai travail du deuxième obtenteur, et d'instituer une dépendance, concept inconnu jusqu'à maintenant, lorsqu'il s'agit d'un travail automatique, ce qui réglerait à la fois leurs problèmes internes, et les problèmes avec l'ingénierie génétique. Ceci dit, l'appréciation n'est pas simple. Bernard Le Buanec a bien expliqué la solution préconisée actuellement par une grande partie des obtenteurs, sans qu'il y ait unanimité (position contraire de la CIOPORA). "Les variétés protégées doivent pouvoir être utilisées librement dans des programmes de création variétale fondés sur le principe de recombinaison génétique après hybridation, et les nouvelles variétés obtenues dans ces programmes doivent pouvoir être protégées et commercialisées librement par leur obtenteur. Une nouvelle variété, obtenue à partir d'une variété protégée, sera dépendante de cette variété si leurs génomes sont très voisins. Cette situation peut être rencontrée dans le cas d'utilisation de techniques telles que la mutation, le rétrocroisement, l'introduction d'ADN étranger. La nouvelle variété est "essentiellement dérivée" de la variété initiale. Sa commercialisation doit dépendre de l'autorisation donnée par le propriétaire de la variété initiale, accompagnée, le cas échéant, des conditions financières de la licence.

Le titre de protection de la nouvelle variété doit être attribué selon la procédure classique. En revanche, le critère de dépendance sera, lui, déterminé après analyse du génome proprement dit, par la méthode du polymorphisme de longueur des fragments de restrictions de l'ADN (RFLP). Il appartiendra aux experts de fixer le seuil de similitude génétique à partir duquel il y aura lieu de déclarer la dépendance. Dans le cas du maïs, ce seuil pourrait être compris entre 75 et 85 %. Ces résultats demandent à être affinés pour le maïs et définis espèce par espèce. Notons bien que cette notion de distance génétique est totalement indépendante d'une valeur économique. En cas de dépendance, l'autorisation de commercialisation sera donnée par le propriétaire des droits sur la variété initiale. La notion de progrès économique sera alors prise en compte pour la fixation des droits de licence de la variété dépendante." (17)

L'auteur de ce rapport ne peut rien dire sur la valeur du seuil proposé, et qui laisse la perspective d'un vaste débat scientifico-économique. Plus on abaisse le chiffre exigé, plus on se rapproche du système du brevet, plus on le monte, plus on reste proche de système initial de l'obtention végétale. Sur le plan juridique, l'idée se tient malgré une complexité moins grande qu'il n'y paraît, si l'on réfléchit que les analyses nécessaires à ce type de contrôles sont de plus en plus couramment effectuées aux fins de distinction.

On se doute pourtant que l'appréciation de la valeur respective des inventions n'ira pas sans mal : l'un des documents de l'UPOV (CAJ /XXIII /2, p.17) signale déjà que, si l'incorporation d'un gène ne donne généralement qu'une variété dérivée, un gène peut, dans certains cas, constituer une réelle innovation, quelle que soit la technique d'introduction. Mais la dépendance s'appréciera in abstracto quelle que soit la valeur économique de chaque innovation, cette valeur étant au contraire importante pour déterminer le niveau des redevances.

Il est évident que, à partir d'une variété dérivée, on peut tirer une nouvelle variété dérivée. Le projet de révision de l'UPOV prévoit que la troisième variété sera dépendante de la première et non de la seconde. Autrement dit, l'insertion de gènes les uns après les autres rattacherait toutes les variétés-filles à une variété-mère unique (17-2, deuxième phrase). Ce rattachement trouvera toutefois assez vite ses limites, du moins on peut le supposer puisque le rattachement cessera lorsque les deux génomes seront suffisamment distants. Dans cette hypothèse la troisième ou quatrième variété serait-elle alors rattaché à la seconde ? Le texte, pour l'instant, n'est pas clair. Un certain nombre d'hypothèses ne sont jamais envisagées : est-il, par exemple envisageable qu'une variété puisse être dérivée de deux ou trois variétés-mères en même temps ? Ce n'est pas, en soi, absurde. Comment, alors régler les relations entre tous ces matériels ?

#### SECTION IV : LES COMITES D'EXPERTS SUR L'INTERFACE

Bien que tous les travaux de l'OMPI et de l'UPOV de ces dernières années portent sur l'interface, nous retiendrons ici à titre principal la réunion de Genève, du 29 janvier au 2 février 1990, organisée sous l'égide de l'OMPI et l'UPOV, et celle qui s'est déroulée à Paris, les 5 et 6 avril 1990, sous l'égide de la CCI. L'interface est définie comme l'ensemble des "aspects de la relation existant entre les deux formes de protection, la mesure dans laquelle elles se rejoignent, elles s'opposent, elles se chevauchent ou présentent des lacunes sur le plan de la protection" (WIPO /UPOV / CE / I 2, n°4). La plupart des problèmes ont été abordés, mais pas toujours dans toutes leurs dimensions. CE QUI PARAÎT MANQUER LE PLUS A LA REFLEXION AUJOURD'HUI EST UN TRAVAIL QUE, SEULS DES SÉLECTIONNEURS POURRAIENT RÉALISER, ET QUI CONSISTERAIT À MONTER QUELQUES SCHEMAS DE SÉLECTION CARACTÉRISTIQUES DES TECHNIQUES ACTUELLES, EN INDIQUANT TOUTE LA GÉNÉALOGIE DE L'INVENTION. ON POURRAIT ALORS PARLER PLUS SÉRIEUSEMENT DES PROBLÈMES DE DÉPENDANCE, EN FAISANT LA DISTINCTION ENTRE CE QUI POURRAIT ÊTRE UTILISÉ LIBREMENT ET GRATUITEMENT DANS LE CADRE DE L'EXEMPTION DE RECHERCHE ET CE QUI SE RETROUVERAIT INTÈGRE AU PRODUIT FINAL, ET QUI JUSTIFIERAIT, OU NON, UNE DÉPENDANCE. POUR LE MOMENT, L'AUTEUR DE CE RAPPORT NE DISPOSE PAS D'UN TEL TRAVAIL. AUCUN DOCUMENT NE FAIT RÉFÉRENCE À L'EXISTENCE D'UNE TELLE ÉTUDE QUI PERMETTRAIT, SEULE, AU LÉGISLATEUR DE SE PRONONCER EN CONNAISSANCE DE CAUSE.

##### I. Les problèmes liés aux définitions des objets protégeables

\*\*\*Il n'y a pas de consensus sur la légitimité de l'exclusion des variétés végétales de la brevetabilité. On peut admettre que les Offices de brevet sont partagés, certains respectant cette exclusion, d'autres non, alors que presque tous les spécialistes de l'obtention végétale sont favorables au maintien de l'interdit de double protection - mais il n'y a pas unanimité. Pendant longtemps, l'UPOV a maintenu fermement l'interdit de la double protection pour une même espèce. Mais le principe fut entamé dès la révision de 1978 pour permettre l'adhésion des USA. Il est fort probable qu'il sera supprimé en 1991, ce qui laissera à chaque Etat la liberté de décider de manière autonome s'il le conserve ou non.

L'Office européen des brevets, après s'être décidé en faveur d'une exclusion entendue de manière restrictive (affaire Lubrizol), semble aller de plus en plus vers la suppression de l'exclusion.

\*\*\* Il y a un consensus sur la définition de ce que doit être une variété exclue de la brevetabilité. Tout le monde tend à admettre qu'il ne s'agit que des variétés répondant aux normes de DHS (position GIBIP par exemple). L'auteur de ce rapport a déjà exprimé des réticences à cet égard : l'homogénéité et la stabilité sont, dans le secteur du vivant la seule manière de définir avec une certaine précision l'objet protégé. Toute incertitude sur ces conditions revient à protéger un objet flou, ce qui posera des problèmes considérables dans la définition de la dépendance.

Certes, le droit des brevets permet théoriquement de définir le produit par le procédé qui permet de l'obtenir (affaire Lubrizol). Mais comment va-t-on connaître le spectre exact du produit protégé de manière à pouvoir défendre le titre ? On ne trouve nulle part de renseignement sur ce problème. Le droit des brevets semble avoir commencé à prendre conscience du problème, en admettant que l'on puisse déposer un matériel et ses variants ; c'est une première approche de l'homogénéité, largement insuffisante encore.

Le second inconvénient de la définition restrictive de la variété exclue tient à la possibilité de manipulation qui a déjà été signalée : des inventeurs pourront être tentés d'obtenir des brevets pour des variétés réalisées volontairement hors des normes de DHS, et occupant donc de larges spectres, ce qui leur permettrait sans doute d'invoquer la dépendance pour les variétés DHS qui se trouveraient à l'intérieur du spectre. Pour le moment, ce problème qui me paraît être l'un des plus graves à terme, est peu discuté (CE I 4 n°191)

\*\*\* Il y a une forte opposition sur la définition des formes que pourra prendre la variété, si la révision de l'UPOV est décidée dans les termes prévus. On sait que les variétés peuvent se présenter sous plusieurs formes ; semences, plantes, parties de plantes, cellules... (sur ce qu'est une variété pour un sélectionneur, cf des développements intéressants dans UPOV, comité administratif et juridique, 24<sup>ème</sup> session, avril 1989, CAJ XXIV/4, n°4 et sv). La révision a pour objet de préciser que toutes ces formes sont comprises sous le terme variété. Or ces formes sont par ailleurs considérées comme brevetables. Il semble y avoir un certain consensus pour affirmer que, lorsque ces formes sont équivalentes à une variété DHS, elles sont du ressort du COV, lorsqu'elles ne le sont pas, elles sont du ressort du brevet. Il semble que les parties soient d'accord sur le principe de séparation, mais que l'on n'ait pas trouvé de formulation qui satisfasse tout le monde ; il existe en effet une ambiguïté sur le terme "partie de plante" utilisée par l'UPOV, et qui couvre la cellule, brevetable par ailleurs. Le conflit principal me paraît pourtant résulter du projet de l'UPOV d'inclure dans l'étendue du droit d'obtention les produits industriels résultant d'une variété, et produits par un procédé biotechnologique.

## II. La dépendance

L'essentiel du débat porte sur la nature de la dépendance ; chacun admet le principe de la dépendance, que ce soit dans le sens brevet - obtention végétale ou dans le sens obtention végétale - brevet. Il ne semble plus être question dans les discussions entre professionnels, du délai imposé par la DG III de la Commission des Communautés européennes. Or la

dépendance, dont chacun sent qu'elle sera au coeur du système d'innovation des biotechnologies, exige que les inventeurs se concèdent mutuellement des licences. La question porte donc essentiellement sur le caractère obligatoire ou non des licences croisées, dont chacun sait qu'elles seront nécessaires.

L'enjeu est important ; l'autonomie actuelle entre les obtentions végétales, qui résulte du principe du libre accès, permet de réaliser la circulation maximale des ressources génétiques . Le système envisagé pour l'avenir à l'UPOV, qui se partage entre l'autonomie d'un côté, et des licences volontaires pour les variétés essentiellement dérivées de l'autre, ne permettra qu'une circulation plus limitée des ressources . Il n'est pas encore possible d'imaginer quelles seront les entraves qui résulteront de ce nouvel arrangement ; cela dépendra sans doute des normes techniques qui seront ultérieurement mises au point pour fixer la distance génétique minimale entre deux variétés, espèce par espèce.

Le brevet répond, selon les pays, à deux modèles différents : certains pays ne connaissent de licence obligatoire que dans l'intérêt public (cas très rares) . D'autres connaissent des licences obligatoires lorsque l'exploitation de la seconde invention dépend de la concession de la licence de la première invention . Il s'agit donc de licences dans l'intérêt de l'industrie . La pratique de ces pays montre que l'on connaît peu de cas où le deuxième inventeur est obligé de demander en justice la concession de la licence ; mais l'analyse de ce phénomène, pourtant crucial pour notre problème, est délicate . Certains prétendent que les cas sont rares parce que la perspective d'une action en justice incite les acteurs à s'arranger à l'amiable, ce qui signifierait qu'en réalité il y a beaucoup de licences de dépendance. D'autres penchent plutôt pour le fait que la plupart des cas de dépendance ont lieu dans les relations entre le titulaire d'un brevet et les licenciés qu'il s'est choisis ; la concession de licences croisées sur les perfectionnements est alors prévue dans le contrat de concession de la licence principale. Hors des contrats de licence, on chercherait systématiquement à se situer hors de la zone d'influence du brevet, ce qui supprimerait le problème à sa racine, mais ne peut être envisagé dans le domaine des biotechnologies végétales.

Les deux positions sont donc représentées dans le débat. Certains Etats refusent toute forme de licence obligatoire (Etats Unis) ou ne l'admettent que dans l'intérêt public (Allemagne Fédérale), ce qui est presque équivalent (18). Beaucoup d'autres Etats proposent, avec plus ou moins de conviction des licences obligatoires généralement assorties d'une condition ayant trait au "progrès technique" pour certains, à la "contribution à l'état de l'art" pour la Grande Bretagne . Cette seconde approche est plus facile à mettre en oeuvre pour l'appréciation des avantages qui résultent d'un nouveau gène ou d'une nouvelle variété.

Industriels et sélectionneurs ne partagent généralement pas le point de vue des Etats, et se montrent plutôt opposés aux licences obligatoires ; ils pensent qu'elles ont l'inconvénient d'obliger l'obtenteur d'un matériel de grande valeur -gène ou variété- à mettre son invention à la disposition de tous, ce qui lui ôte une partie de sa valeur économique. L'industrie donne comme exemple un gène utile en pharmacie humaine, cloné dans un micro-organisme. Il pourrait être expédient d'en faire la "culture" en le transférant dans une variété végétale à haut rendement qui exprimerait le gène en question. Il est bien évident que la première invention est de grande valeur alors que la seconde ne fait, au mieux, qu'améliorer la rentabilité de la production. La dépendance est évidente puisque l'on retrouve le gène. Mais l'industrie conteste qu'une licence obligatoire soit équitable (CE I 4 n°351). De la même manière les obtenteurs

ne veulent pas être obligés de concéder une licence pour une variété de grande valeur qui pourrait être captée sous prétexte d'introduire des gènes qui ne seraient bien souvent qu'un moyen d'avoir accès à l'exploitation de la variété. Leurs arguments ne manquent pas de poids.

On peut donc penser qu'il y a un consensus large des milieux professionnels du brevet et de l'obtention végétale contre les licences obligatoires, alors que les représentants des Offices sont partagés (OMPI UPOV CE I 4 p.70 et sv. et UPOV CAJ XXIV 4 n°100 et sv). La décision est difficile à prendre. Les licences volontaires reposent sur l'autonomie de la volonté, et l'idée libérale de la main invisible. Il est certain que les échanges se feront. Mais il ne faut pas ignorer les limites de la solution. Concrètement, cela signifie que l'accès aux gènes ou aux variétés se fera sur un mode bilatéral et non sur un mode généralisé ; cela favorisera des relations d'affaires suivies entre grandes entreprises ayant de larges stocks de gènes et de variétés à échanger, au détriment des entreprises moyennes, dont la place est plus importante dans l'activité semencière qu'elle ne l'est dans l'industrie pharmaceutique ou chimique.

### III. La dépendance en droit français

*N.B. : Cette partie reflète un travail, non encore publié, de Joanna Schmidt sur la notion de dépendance des brevets biotechnologiques*

Puisque de nombreuses productions de la biotechnologie risquent d'être dépendantes, il faut essayer de comprendre ce que cela signifie en droit français (19). L'étude de la dépendance relève de la contrefaçon. Il y a dépendance chaque fois qu'un brevet, valable du point de vue de la brevetabilité ne peut être exploité sans que cela constitue une contrefaçon d'un brevet antérieur appartenant à un tiers "Cette situation, à première vue étonnante, s'explique par la distinction entre les règles de brevetabilité et celles de la contrefaçon. Alors que la brevetabilité d'une invention s'apprécie par les différences, la contrefaçon s'apprécie par les ressemblances " ; c'est cette rupture entre les deux types d'appréciation qui crée des recouvrements. Le second brevet est dépendant du premier en ce sens que son exploitation suppose l'autorisation du titulaire du brevet antérieur, dit brevet dominant.

Cela recouvre deux situations distinctes, le perfectionnement d'un brevet antérieur, et la dépendance pure.

1) Le brevet de perfectionnement nous intéresse ici dans la mesure où le titulaire du brevet de perfectionnement est différent du titulaire du brevet principal. Le régime du brevet de perfectionnement est très particulier ; si les deux titulaires de brevet n'arrivent pas à s'entendre à l'amiable sur la concession de licences, il est possible de demander au tribunal de débloquer le système en concédant des licences croisées de manière autoritaire.

Il y a perfectionnement lorsque la seconde invention garde la même "idée-mère" que la première ; deux inventions qui concourent à deux buts distincts, quoique s'attachant au même objet de base, sont autonomes : c'est ainsi que un appareil visant à éliminer la buée qui se forme dans une serre n'est pas rattaché à la serre (trib.corr. Seine, 7 décembre 1875 : Ann.1876, 166). Pour qu'une invention constitue un perfectionnement, il faut non seulement qu'elle vise le même but, mais qu'elle utilise le même principe ; dans l'affaire Promoveo-



Sobioda (Lyon, 5 déc.1974 ; PIBD 1975, n°147, III 158 - Cass com 20 déc.1976 PIBD 1977 n°191 III 187) le premier brevet était un brevet de procédé d'identification de bactéries utilisant les propriétés enzymatiques des bactéries pour leur identification. La Cour constata que le deuxième brevet mettait en oeuvre "un procédé spécifique différent", mais admit implicitement que tous les brevets basés sur l'utilisation des propriétés enzymatiques des bactéries auraient été des perfectionnements du premier, ce qui donne une étendue très large au premier brevet. J. Schmidt conclut : "la notion de rattachement est en droit français suffisamment floue pour recevoir un large domaine d'application. Son utilisation devrait s'en trouver facilitée dans le domaine de la biotechnologie, où les "liaisons" entre inventions sont particulièrement ténues. Il serait opportun de pouvoir qualifier de "perfectionnement" la plupart de ces inventions, pour pouvoir bénéficier du régime légal de la licence obligatoire qui ne s'applique pas aux situations de "dépendance pure".

2) Apprécier la dépendance implique que, par une première opération, on ait déterminé exactement la portée de l'objet protégé par le brevet prétendument contrefait. La portée d'un brevet dépend de la nature de l'invention qu'il protège, et Joanna Schmidt distingue trois hypothèses, selon que l'on se trouve en présence d'un produit, d'un procédé ou de la combinaison de moyens connus.

a. Dans notre domaine, l'invention de produit (un gène) débouchera sur la revendication de ce gène dans des ensembles larges et toute utilisation du gène dans un organisme quelconque donnera naissance à un titre dépendant. L'auteur demande que l'on coupe court aux dérives possibles en décidant que le brevet ne couvre que les applications expressément revendiquées et précisées. Il ne semble pas que l'on aille dans ce sens : le titulaire du brevet de gène exercera son droit sur toutes les matériels comprenant le gène, même si le matériel dans lequel il a été inséré est globalement inattendu par rapport aux exemples d'utilisation donnés dans le brevet .

#### b. Les inventions de procédé

Après avoir rappelé le projet de directive de la DG III, Joanna Schmidt fait valoir que "le brevet de procédé débouchant sur un produit couvrira ainsi une étendue immense, si l'on rappelle que tous les brevets pris ultérieurement sur des fragments ou modifications de ces plantes ou animaux seraient dépendants du brevet initial de procédé".

c. Quant aux inventions de combinaison, J.Schmidt insiste surtout sur les dangers qui résultent de l'accueil de la théorie des équivalents par la jurisprudence. Elle permet d'être indépendant de la lettre des revendications faites par le titulaire du brevet. "Le brevet couvrant des moyens techniquement équivalents à ceux d'un brevet antérieur est un brevet dépendant de celui-ci. La dépendance existe même si le second brevet porte sur des moyens inventés postérieurement au premier : la revendication fonctionnelle autorise cette solution. Cette théorie devrait s'appliquer aux inventions biotechnologiques. Plus qu'ailleurs, l'aspect fonctionnel est important dans ce domaine. Ainsi p.ex. l'invention utilisant des fragments d'anticorps est une contrefaçon par équivalence du brevet couvrant un anticorps entier, dès lors qu'elle remplit la même fonction que celui-ci. A supposer que le fragment ait été breveté, ce brevet serait dépendant de celui sur l'anticorps entier."

L'auteur conclut son étude de la dépendance par ces termes : "En conclusion, il est permis de penser que la notion de dépendance ne présente pas d'originalité particulière à

propos des inventions biotechnologiques. Il est en revanche probable que cette notion trouvera dans ce domaine des applications beaucoup plus fréquentes et redoutables que dans les autres secteurs de la science et de la technique". Je serais tentée pour ma part, de renverser un peu la proposition, et de dire que si le juge ou le législateur n'arrivent pas à mettre au point une notion originale de dépendance -qui se rapprocherait de ce qui est fait pour l'obtention végétale- les conséquences en seront redoutables en terme de concentration des moyens de recherche.

Les avis sont évidemment partagés ; J.Straus qui a traité le même sujet dans une conférence à la CIOPORA (20) l'a fait tout-à-fait différemment ; l'essentiel de son article s'attache à démontrer que l'on ne comprend pas pourquoi les obtenteurs (moins la CIOPORA) sont si attachés à l'indépendance des inventions alors que c'est probablement à l'origine de la multiplication de mini-inventions et de la faible diversité génétique des variétés cultivées, tout le monde travaillant sur les mêmes bases. Le grand argument de J.Straus consiste à montrer qu'un très petit nombre de variétés occupe la plus grande partie des surfaces cultivées. Si la constatation est exacte, l'interprétation qui en est donnée est contestable ; en effet, cette situation résulte de la structure de commercialisation des semences et non des caractéristiques des variétés, moins encore du mode de protection de l'innovation. En réalité, la perte de diversité génétique visible à l'observation des surfaces cultivées est partiellement compensée par la concentration de diversité, en amont des cultures, dans les banques de gènes, les collections, les conservatoires, les programmes de sélection, et dans les semences performantes elles-mêmes, qui concentrent des qualités autrefois séparées. Le problème est que l'on ne peut pas savoir à quel niveau global se situe la compensation.

De plus les mini-inventions constituent un phénomène très général qui n'épargne pas le droit des brevets ; il est très accentué dans la cadre de la protection des logiciels où, tant le droit d'auteur que le droit des brevets semblent se révéler incapables d'arriver à gérer le foisonnement des dépôts (software patents : law of the jungle, the economist, 18 august 1990). Il ne faut surtout pas croire qu'il existe quelque part une solution miracle : il semble surtout que le monde de la création soit de plus en plus productif dans tous les domaines, ce qui est normal dans une société complexe qui consacre une grande part de sa richesse au financement de la recherche ; le fonctionnement de la recherche publique sur le mode de la recherche privée n'arrange pas les choses.

#### IV. Vers un développement des inventions de sélection

Les corps chimiques sont classés par familles, chaque famille ayant en commun certaines propriétés. En principe, tous les composés de cette famille ont donc une certaine propension à l'équivalence, ce qui explique que l'on puisse breveter une famille générale : "on a reconnu la nécessité juridique et économique de donner au premier inventeur d'un certain nombre de composés, ayant des structures très proches les unes des autres, une protection lui permettant d'empêcher un tiers de reproduire librement l'enseignement du brevet dans la réalisation d'un homologue des produits effectivement décrits, qui serait doué des mêmes propriétés"(22). "La famille générale est justifiée si tous les membres qui la composent, qu'il s'agisse de produits, de moyens ou de produits en vue de leur application, peuvent être considérés comme équivalents les uns des autres ; ils remplissent la même fonction en vue du même résultat " (23).

Mais à l'intérieur de ces familles de corps, certains composés ont un intérêt particulier, soit qu'ils aient la propriété classique à un degré supérieur à la moyenne, soit qu'ils aient une propriété inattendue. L'idée générale est donc de permettre la brevetabilité d'une famille, brevet large destiné à rémunérer le premier inventeur, mais d'autoriser d'autres inventeurs qui découvriraient à l'intérieur de la famille un corps ayant de telles propriétés intéressantes à breveter la nouvelle invention, dite invention de sélection.

Les inventions de sélection existent depuis longtemps dans le domaine de la chimie ; après avoir posé des problèmes dans le cadre de l'ancien droit français des brevets qui ignorait le concept d'activité inventive, les inventions de sélection semblent avoir trouvé aujourd'hui un relatif équilibre entre l'excès de généralité qui stériliserait toute une famille alors que l'on n'exploiterait que quelques unes de ses possibilités, et le foisonnement des sélections qui viderait de tout contenu le droit du titulaire du brevet de famille.

La nouveauté est généralement assez facile à démontrer, le brevet étant examiné principalement au regard de l'activité inventive dont il a fallu faire preuve pour passer des propriétés déjà divulguées dans le cadre du brevet général portant sur la famille, aux propriétés nouvelles revendiquées pour l'invention de sélection. On admet généralement qu'il est nécessaire que l'effet nouveau soit en même temps surprenant. La brevetabilité de la sélection dépend donc en fait largement de la manière dont le brevet de famille a été rédigé : s'il est à la fois suffisamment large pour comprendre dans la généralité de ses termes de multiples applications, et suffisamment précis pour que les sélections rentrent dans le champ de ce qui est revendiqué, il y aura peu de sélections possibles ; dans le cas contraire elles seront plus facilement envisageables. Tout le monde admet aujourd'hui qu'il n'y a guère de règle générale applicable en la matière. On ne peut réaliser d'appréciation que de manière casuistique (directives OEB, C II.4.9).

La caractéristique de ces brevets de sélection est d'être en général sous la dépendance du brevet de famille. Le principe est que le corps nouveau n'est nouveau que pour la propriété qui l'a distingué de l'ensemble de la famille ; pour tout le reste il est identique et reprend les caractéristiques du brevet dominant.

Il semble qu'un grand nombre d'inventions biotechnologiques sont destinées à être des inventions de sélection, et donc une fois encore sous la dépendance d'un brevet dominant. En effet, dans le domaine végétal, on sait que de nombreuses populations seront brevetables comme produits de procédés brevetés. Ces populations ne correspondront pas aux normes de DHS ; or pour pouvoir commercialiser du matériel répondant aux normes de qualité, il faudra sélectionner à l'intérieur des populations, des variétés DHS. On peut s'attendre à ce qu'elles soient considérées sur le modèle des inventions de sélection comme des inventions dépendantes. Le cas topique pourrait être celui d'un brevet pris sur une nouvelle espèce. La création de variétés dans cette espèce serait donc dépendante du brevet de l'espèce.

### Références du Chapitre V : Brevet, Obtention végétale, Complétude et Interface

- (1) M.A.Hermitte : Propriété intellectuelle et création végétale, in Innovation dans les semences- Recherche et industrie, INRA, Actes et communications, n°4-1989
- (2) Georges Bonet : Le système de l'obtention végétale, in Le droit du génie génétique végétal, sous la dir. de M.A.Hermitte, Librairies Techniques, 1987.
- (3) Commentaire de l'arrêt Basset-SACEM, M.A.Hermitte, chronique de droit de la concurrence, Journal du droit international, 1988, n°2, p.535.
- (4) Exposé des Motifs du projet de directive de la DG III, doc. COM (88) 496 final / SYN 159, 21 oct.1988, n°37.
- (5) Europe grants first patent of plants, signé DD, Science, vol.240, 1142.
- (6) Nature, 26 août 1982.
- (7) Position reprise par Eucarpia european association for research on plant breeding Pflanzenzüchtg. 91, 264, 1983.
- (8) Current problems in the protection of inventions in the field of plant biotechnology, Bâle, juin 1986, à demander à Ciba-Geigy.
- (9) J.Straus : AIPPI and the protection of inventions in plants, IIC n°5 /1989, p.605 et cf. notes sur le conflit avec A.Heitz, Senior counsellor à l'UPOV, au sujet de l'article que ce dernier a fait paraître sur l'histoire de l'élaboration de la Convention UPOV.
- (10) B.Roth est chez Ciba Geigy ; il est l'auteur de rapports qui ont largement influencé la DG III.
- (11) J.Straus : Plant biotechnology, industrial property and plant genetic resources, A quaterly journal of the world intellectual property organisation, mars-juin 1988, n°21, p.41.
- (12) E.Rogge : De la possibilité d'application des principes énoncés par l'arrêt "virus de la rage" de la Cour suprême Fédérale aux inventions de la microbiologie, notamment dans le domaine des obtentions végétales. GRUR, 1988, 9, p.653.
- (13) J.Huet : Le reverse engineering, ou ingénierie inverse, et l'accès aux interfaces dans la protection des logiciels en Europe : questions de droit d'auteur et de droit de la concurrence. Dalloz, 1990, 16ème cahier, chr. p.99.
- (14) GIFAP comments on the legal protection of inventions in the field of plants and plant biotechnology, position distribuée au Parlement européen en décembre 1989, par le groupement international des associations nationales de fabricants de produits agrochimiques, n°C. 89/ DG/ 1510.
- (15) Bruxelles, le 26 avril 1989, CES 550 / 89-SYN 159
- (16) J.Straus, note 11
- (17) Biofutur, mars 1990
- (18) Sur le droit comparé des licences obligatoires, l'auteur de ce rapport n'a pas fait de recherche spécifique et s'est référé aux commentaires du représentant de la DG III, version 4212 précitée.
- (19) Sur la question des droits antérieurs et de la dépendance, cf le colloque "Inventions et droits antérieurs" Librairies techniques, 1979, et tout particulièrement l'article de J.M.Mousseron.

- (20) Le principe de la dépendance dans le droit des brevets et le droit de l'obtenteur, *Propriété industrielle*, décembre 1987, p.473.
- (21) Software patents : law of the jungle, *The economist*, 18 août 1990.
- (22) M.de Haas : Brevet et médicament en droit français et en droit européen. *Librairies Techniques*, 1981, n.519
- (23) id. n°613

## CHAPITRE VI :

### LA PROTECTION DES INNOVATIONS PORTANT SUR LE REGNE ANIMAL

Cette question est de loin la plus délicate de celles qui sont traitées dans ce rapport . Je ne reviendrai pas sur les questions éthiques qui ont été traitées dans le chapitre II ; elles sont particulièrement ardues du fait de la complexité et de l'ambivalence des liens qui existent entre l'homme et l'animal . Il est difficile de savoir comment vont s'affronter le milieu industriel, demandant la brevetabilité, et la population, qui tend à accorder une grande place symbolique à un certain nombre d'espèces animales.

Il s'agit là d'un choix fondamental à bien des égards : sur le plan international, les Etats-Unis, après le premier coup de force, semblent attendre la réaction européenne, ce qui ne veut pas dire qu'ils s'aligneraient dessus en tout état de cause. Il serait pourtant maladroit de considérer que la brevetabilité est définitivement acquise aux Etats-Unis. En fait, il y aurait là une négociation de type politique, qu'il serait intéressant de mener, entre élus européens et américains pour tenter de la faire échapper à la technocratie internationale. Il peut en effet être souhaitable d'aligner les conditions de la concurrence entre les différentes aires géo-économiques, mais il faut résister à l'idée que le seul système permettant cet alignement est le brevet. Un droit d'obtention animale, conçu sur le modèle de l'obtention végétale, est parfaitement envisageable, encore que difficile et long à mettre au point.

La difficulté est encore accrue par l'inexistence de la doctrine juridique sur la sélection animale. On admet en général que l'absence de tout droit de propriété intellectuelle sur la sélection animale crée une situation de vide juridique, ce qui se révèle tendancieux, voire inexact ; on admet en second lieu que les transformations de la sélection animale viendront de la transgénèse, ce qui incite à reprendre le modèle de la brevetabilité du transfert de gène dans le règne végétal. Or, à moyen terme, les projets concernent surtout l'intégration de techniques comme le sexage, le clonage et la fécondation in vitro dans les filières actuelles de sélection dont il convient donc de connaître l'organisation.

L'amélioration génétique des cheptels a été rationalisée en France par la loi sur l'élevage, en 1966. Il existe donc des structures juridiques d'encadrement des innovations qui ont bien fonctionné malgré les critiques dont elles avaient été l'objet à l'époque du vote de la loi. Le rôle prépondérant des structures publiques dans les choix génétiques peut et doit être contesté ; il n'en reste pas moins que le progrès génétique a été extrêmement rapide.

Ensuite, il faudrait essayer de réfléchir aux limites de ce modèle en accordant la priorité aux transformations dont les schémas de sélection sont susceptibles de faire l'objet à court terme, la transgénèse n'étant qu'un élément pris en compte à moyen terme. Les mutations techniques immédiates sont attendues de l'utilisation en routine de trois techniques, la fécondation in vitro, le sexage des embryons, et le clonage des individus les plus performants. La transgénèse s'appliquera sans doute à ces embryons, mais à moyen ou long terme seulement.

La révolution principale est liée à l'abaissement des coûts d'un embryon obtenu par fécondation in vitro (on cherche à obtenir à court terme l'embryon pour un coût de 1 dollar). Cela permettrait de produire des embryons en rationalisant l'utilisation de la lignée maternelle comme on a rationalisé dans les années 60 l'utilisation de la lignée paternelle par l'insémination artificielle et la congélation du sperme. Autrement dit, les femelles les plus compétitives subiront des stimulations hormonales permettant de récupérer en un laps de temps très court une grande quantité d'ovules. Ils pourront ensuite être fécondés par la semence d'un ou plusieurs mâles choisis parmi les meilleurs reproducteurs ; les embryons seront ensuite transférés dans des vaches de qualité inférieure servant de mères porteuses. La dissociation des fonctions génétique et gestatrice des femelles offre de multiples avantages : on peut par exemple garder et reproduire un troupeau de vaches rustiques, adaptées à un milieu difficile et une alimentation peu coûteuse, portant des embryons de grande valeur qui seront vendus à la naissance ou peu après. Cette rationalisation sera améliorée par le clonage des embryons qui permettra à terme de multiplier les individus les plus intéressants. Le sexage enfin permet de ne garder que les femelles des races laitières.

Tout le monde connaît le revers de la médaille, qui est la perte de diversité génétique des troupeaux. La variabilité génétique à l'intérieur de la race est actuellement très grande, ce qui est parfois occulté par la diminution du nombre d'espèces et de races, observation exacte et préoccupante (1). Il faut donc prévoir tout de suite les instruments financiers, institutionnels et juridiques qui permettront d'assurer une conservation des ressources génétiques qui soit adaptée à ces nouveaux schémas de sélection. Il faut le faire AVANT qu'ils ne soient mis en place, ce qui n'est pas évident, et se souvenir que les précautions qui avaient été prises lors du développement de l'insémination artificielle pour conserver les "berceaux de race" ont été un échec.

Ces projets constituent l'essentiel des recherches menées dans le cadre de l'agriculture ; il est nécessaire de les connaître pour comprendre les avantages et les limites du système qui est actuellement en place. Ils ont été occultés par le discours tenu sur la transgénèse qui poursuit, pour le moment, des objectifs assez différents. La transgénèse est importante pour les modèles animaux utilisés pour l'expérimentation médicale, mais c'est un marché limité, qui ne concerne pas l'agriculture. A l'inverse, la transgénèse pourrait aboutir, à une échéance encore assez lointaine, à des animaux de ferme métabolisant mieux la nourriture, ayant une croissance plus rapide ... Il s'agira généralement, au moins dans un premier temps, d'un seul gène introduit dans le génome de l'animal, ce qui posera des problèmes assez semblables à ceux que l'on a rencontrés dans le règne végétal. On aura aussi peut-être des animaux producteurs de divers produits chimiques de grande valeur ajoutée que l'on pourrait récupérer, dans le lait par exemple. On admet en général que l'opération ne serait rentable que si de petits troupeaux suffisaient à l'approvisionnement. On ne peut donc pas parler d'activité agricole au sens classique du terme. Ces projets paraissent encore aléatoires, à la fois pour des raisons de rentabilité économique par rapport aux micro-organismes ou à la synthèse classique des molécules, et parce qu'ils n'ont pas une très bonne image dans le public.

C'est sur ces bases que nous pouvons aborder l'étude de la loi sur l'élevage ; puis nous rappellerons les acquis du droit des brevets, la manière dont ce droit peut s'appliquer aux techniques de fécondation in vitro, au sexage et au clonage.

Enfin, nous montrerons comment il peut s'appliquer à la transgénèse.

## SECTION 1 : LA SELECTION TRADITIONNELLE ET LA LOI SUR L'ELEVAGE

### Bref rappel historique :

Sous la Monarchie, les autorités publiques avaient peu de moyens techniques et administratifs pour prendre en main l'amélioration génétique des cheptels. Pourtant des efforts ont été faits, en particulier pour les chevaux, qui avaient une grande importance stratégique, et dont la France a souvent manqué. En conséquence, les haras royaux eurent pour projet, avec plus ou moins d'efficacité, de s'assurer le monopole des étalons autorisés à la monte (2). On trouve une trace vivante des efforts tentés par Louis XVI, avec le troupeau Merinos de Rambouillet. Constitué à la suite de deux importations successives en provenance d'Espagne, l'une effectuée en 1786, l'autre en 1801 : ce troupeau qui tend à décroître est cité en modèle dans le monde entier, toutes les données d'état-civil de chaque animal ayant été consignées depuis mai 1867, ce qui permet des études des effets de la consanguinité sur une profondeur de 49 générations (3).

Mais l'effort de rationalité gagne en intensité au XIX<sup>ème</sup> siècle, lorsque divers groupements tentent de constituer les premiers livres généalogiques de certaines races. Un livre généalogique est un recueil où l'on consigne autant que faire se peut l'état-civil d'un individu, en indiquant le maximum de renseignements concernant ses ascendants, ses descendants et ses conjoints. C'est la base de toute sélection à la condition que l'organisation soit suffisamment efficace pour concerner une large population et fournir des renseignements sur les caractères de chaque individu, ce qui permet de tester progressivement les qualités des géniteurs. Les tests sont longs à mettre en place car on ne peut tester les qualités d'un géniteur que sur les performances de ses descendants, les femelles pour les qualités laitières, les mâles pour les qualités de boucherie. Cette organisation est extrêmement difficile à mettre en place car la structure de l'élevage est très dispersée. La mise en place d'un livre généalogique requiert la coopération des éleveurs qui gèrent un troupeau de la race concernée. Il faut qu'ils admettent des contrôles fréquents de leurs produits, par exemple la surveillance du régime de lactation, ou de la courbe de prise de poids. C'est en effet sur ces données une fois rassemblées que sont établies les performances des géniteurs et, à plus long terme les caractéristiques de la race.

Après avoir fonctionné longtemps à petite vitesse à partir de structures privées reposant sur le bon vouloir de chacun, l'Etat a commencé à organiser le système à partir de 1946 en réglementant l'insémination artificielle ; mais la loi ne visait que la qualité de la prestation de service en exigeant certaines garanties de compétence pour accorder à une personne la licence d'inséminateur. Le texte ne s'intéressait pas à la qualité des animaux détenus dans les centres d'insémination. Des contrôles ont commencé à être organisés dans le cadre du décret du 27 mars 1948 et ont été progressivement étendus.

### I. Les objectifs de la loi de 1966

La loi de 1966 a cherché à répondre à une situation économique préoccupante : il semble que la France ait accusé un retard dans la qualité génétique de son cheptel d'une part, et que d'autre part les agriculteurs se soient désintéressés de l'élevage au moment précis où la



consommation de viande augmentait, créant une situation de pénurie, vérifiée dans l'ensemble du Marché commun. En 1966, les objectifs sont donc clairs : il s'agit d'améliorer l'équilibre de la filière viande, ainsi que l'équilibre entre les deux filières lait et viande. Cela passe par le progrès génétique, au moment précis où la pratique de l'insémination artificielle se fait plus courante, à la fois parce que les éleveurs commencent à être sensibles à ses avantages, et parce que la congélation du sperme permet des actions beaucoup plus programmées et plus souples en même temps. Mais le législateur se préoccupe au moins autant de l'amélioration du niveau de formation des éleveurs, de la qualité de l'alimentation des animaux, que de l'aide au financement de nouveaux locaux, un des objectifs étant l'augmentation de la taille des troupeaux et des exploitations, ainsi que la modernisation des étables (4).

La loi de 1966 va poser les bases d'une organisation originale qui repose sur un contrat social qui semble avoir bien fonctionné : d'un côté, l'Etat va mettre à disposition une structure scientifique et technique destinée à faire descendre le progrès génétique que l'INRA, ou les entreprises privées sont capables de mettre au point ; de l'autre, les éleveurs sont incités, voire contraints à fournir de l'information sur les performances de leurs animaux, information qui va être centralisée, analysée, et remonter vers les structures scientifiques. Le rapport du sénateur Goven parle de "donner aux éleveurs les garanties qu'ils sont en droit d'attendre en contrepartie de l'effort de discipline qui leur est demandé".

En sélection animale, l'information sur les individus et leur généalogie est déterminante ; on apprécie les résultats de l'orientation de la sélection à l'intérieur d'une race en fonction de la qualité des individus qui la composent au regard des qualités des générations précédentes. Il est donc nécessaire de collecter l'information sur les caractéristiques du nombre maximal d'animaux formant la race à l'instant t. C'est l'une des grandes réussites de la loi sur l'élevage que d'avoir su convaincre progressivement les éleveurs de se plier aux contrôles de performance sur leur cheptel, et de transmettre ces informations aux responsables de la sélection, ce qui permet d'analyser l'impact du choix des reproducteurs de la génération précédente, et d'infléchir le choix des reproducteurs de la génération suivante. La qualité des résultats de ce réseau repose sur l'assiette de l'information : plus le cheptel identifié et contrôlé est large, plus l'information traitée est pertinente, plus la sélection est efficace. Cette collaboration entre les producteurs de l'amélioration génétique et les utilisateurs est nécessaire : en effet, à l'inverse de ce qui se passe dans le domaine végétal, celui qui produit le progrès génétique ne peut le tester lui-même, seul dans ses étables et ses laboratoires ; il est obligé de collaborer à long terme avec les utilisateurs pour savoir combien de litres de lait produisent les filles de son reproducteur, etc. Le processus de l'innovation n'est donc pas ramassé sur une seule unité, mais sur un ensemble très dispersé d'acteurs. C'est par une coopération réussie entre ces nombreux acteurs que passe une bonne sélection .

## II. L'orientation de la sélection

Il faut distinguer deux grandes modalités de la sélection animale : les bovins, caprins, ovins, et équidés fonctionnent sur un modèle généalogique où la qualité de l'individu est prépondérante et dépend de la manière dont le matériel génétique des ascendants se recombine lors de la méiose. Chaque ascendant transmet sur un mode aléatoire la moitié de ses caractéristiques génétiques. Toute la valeur de l'individu dépend de la part héritable de ses caractéristiques propres, de ce que l'on appelle son index (5). Chez les volailles et les lapins, on utilise des souches se rapprochant de lignées parentales, et on commercialise les hybrides.

On se rapproche de ce type de schéma pour les porcins. Nous ne parlerons pas des hybrides car la protection est très bien assurée de facto par leur caractère hybride. Elle est encore renforcée par l'utilisation de labels et de marques de fabrique.

En 1966, députés et sénateurs ont été d'accord pour considérer l'organisation de la production du progrès génétique comme un service d'intérêt général (6) ; non que les entreprises privées de sélection aient été exclues, mais on a estimé que leurs productions devaient être orientées et contrôlées par les services nationaux ou régionaux du ministère de l'agriculture, où l'INRA exerce une influence que certains acteurs du privé contestent. La sélection n'est pas libre comme en matière végétale : les orientations sont données par le ministère, ou au moins agréées. Elles sont conçues espèce par espèce, race par race, et peuvent s'étendre à des variétés spécifiques ou à des souches; finalement chaque reproducteur mâle doit être autorisé.

## II-A. LES STRUCTURES NATIONALES

Quatre structures nationales coopèrent pour assurer l'orientation de la sélection : le Conseil supérieur de l'élevage, la Commission nationale d'amélioration génétique, les Instituts techniques nationaux et les Unités nationales de sélection et de promotion de la race.

a. LE CONSEIL SUPERIEUR DE L'ELEVAGE est placé directement auprès du ministre pour le conseiller sur les grandes options (7). Ces tâches sont beaucoup plus larges que la seule amélioration génétique. Il rassemble des représentants de tous les secteurs concernés depuis les services vétérinaires jusqu'aux Finances, ainsi que des représentants des milieux professionnels concernés. Il est divisé en comités . Les problèmes sont envisagés espèce par espèce. Le ministre détermine par arrêté les races ou variétés pour lesquelles il reconnaît qu'il y a lieu d'encourager des actions (subventions par exemple). Le ministre encourage certains programmes de sélection, autorise des expérimentations qui se situent en dehors de ces programmes et contrôle les cessions d'animaux reproducteurs, ce qui lui donne un très grand pouvoir d'orientation de la sélection, pouvoir contesté par certaines entreprises privées. Mais il faut bien dire que, pour l'instant au moins, le progrès génétique en France semble avoir été satisfaisant.

b. Les problèmes qui nous intéressent sont plus particulièrement pris en charge par la COMMISSION NATIONALE D'AMELIORATION GENETIQUE (8) . Elle regroupe des représentants de l'administration et des milieux professionnels . Divisée par espèce, elle donne les avis sur lesquels le ministre se fonde pour prendre les décisions majeures en matière d'orientation de la sélection dans l'espèce ; elle est compétente pour conseiller l'agrément des unités de sélection, l'agrément de chaque reproducteur, la définition des normes de sélection, l'agrément des essais, la définition des normes que doit respecter la monte publique espèce par espèce et région par région. C'est également le ministre qui définit les normes auxquelles obéit une race, sur avis de la Commission et des différents organismes techniques qui collectent l'information .

c. LES INSTITUTS TECHNIQUES NATIONAUX (9) ont été conçus pour être des relais entre la recherche fondamentale et l'expérimentation poursuivie à la base . Ils regroupent "les associations professionnelles spécialisées et assurent des tâches d'intérêt général. Ils seront

assistés par des experts scientifiques et des techniciens venant soit de la profession, soit de l'administration, en étroite liaison avec l'INRA" (10).

d. LES UNITES NATIONALES DE SELECTION ET DE PROMOTION DE LA RACE ont été conçues pour remplacer les anciennes associations tenant les herdbook , associations qui furent créées entre 1850 et 1920 (11). Ce sont des groupements sans but lucratif, agréés par arrêtés du ministre de l'agriculture, pour des races reconnues. Chargés de l'étude et de la promotion de la race, ils en déterminent le modèle, en précisent l'orientation et définissent le programme de sélection. Ils sont constitués entre éleveurs exploitant un cheptel de reproducteurs, organismes participant à la sélection et utilisateurs. Le groupement est chargé de tenir le livre généalogique, d'établir la liste des reproducteurs reconnus et de certifier les références. Il centralise les informations en provenance de trois collèges, les éleveurs de la base de sélection, c'est-à-dire tous les éleveurs pratiquant l'identification-filiation de leur cheptel et le contrôle des performances, les organismes conduisant des programmes de sélection intéressant la race (centres de production, firmes de sélection), les utilisateurs d'animaux reproducteurs . De plus, les unités assurent la tâche fondamentale de "mise à l'épreuve de la descendance" (12).

Cette tâche est l'un des maillons du système ; il s'agit de tester les produits d'un reproducteur et d'insérer les résultats dans sa généalogie, sachant que certains caractères fondamentaux sont peu héréditaires comme par exemple la durée de lactation. Pour les tests, on apprécie essentiellement trois catégories de caractères, les caractères morphologiques, les caractères psychologiques (certaines races ont des femelles bonnes mères tandis que d'autres ont des femelles mauvaises mères) et physiologiques. Les caractères testés pour les performances laitières sont de plus en plus nombreux -quantité de lait, quantité de matière grasse, de protéines, taux butyreux et taux protéique. La difficulté de conception des modèles d'évaluation tient aux multiples corrections qu'il faut insérer (environnement, ascendance, descendance, conjoints). (13)

Ce qui est important au niveau juridique, c'est de comprendre l'importance du test du jeune reproducteur, effectué sur de petites populations -l'éleveur étant dédommagé pour avoir accepté une monte dont le résultat est aléatoire- . Le reproducteur ne sera agréé pour être utilisé sur une plus large échelle que si les résultats du test sont concluants (14). Ces tests ont donc une double fonction : au niveau de l'individu, ils sont une condition de son agrément ; au niveau collectif, leur prise en compte modifie légèrement les normes de la race qui évolue ainsi doucement en fonction des reproducteurs retenus (15).

IL EST IMPORTANT DE COMPRENDRE QUE LA RACE A UN CONTENU EVOLUTIF PUISQU'ELLE EST CONSTAMMENT REDEFINIE EN RELATION AVEC LA TRANSFORMATION DES PERFORMANCES OBTENUES . En effet, si certaines caractéristiques à déterminisme simple apparaissent fixées (couleur), les animaux constituant la race forment un groupe hétérogène, en particulier pour les caractères d'intérêt économique . F.Grosclaude insiste sur le fait que, sous l'effet de la sélection, une "race est toujours en évolution génétique : le pool génique d'une génération est différent de celui de la génération précédente " . Il fait remarquer que cette observation est exacte, que l'on travaille dans le cadre de la race, ou avec des souches comme pour les volailles. C'est ce qui explique que les races puissent se subdiviser en variétés qui correspondent "à une fraction des animaux d'une race que des traitements particuliers de sélection ont eu pour effet de distinguer du reste des

animaux de la race" (décret du 14 juin). C'est ainsi que les culards ont été tirés des "Charolaises" et des "Maine Anjou" à la suite d'un programme de sélection spécifique. (16)

Même si l'on peut attendre certains progrès des nouvelles techniques, l'utilisation de la génétique moléculaire n'a pas permis "de mettre en évidence un seul gène qui soit spécifique d'une race, c'est-à-dire présent chez tous les animaux, absent ailleurs".

Le contenu de la race est évolutif, mais la définition juridique permet d'accueillir ces évolutions puisque le décret précité du 14 juin 1969 prévoit qu'"une race doit recouvrir un ensemble d'animaux d'une même espèce présentant entre eux suffisamment de caractères héréditaires communs. Le modèle de la race est défini par l'énumération de ces caractères héréditaires avec indication de leur intensité moyenne d'expression dans l'ensemble considéré". Comme l'énumération des caractères varie sous l'effet de la sélection, la définition du contenu de la race évolue en même temps.

Ces unités de sélection sont spécialement chargées, en coopération avec d'autres organismes, de la présentation des informations qu'elles rassemblent et qu'elles traitent. C'est encore le ministre qui précise la nature des renseignements relatifs à la valeur génétique des reproducteurs qui doivent être rendus publics.

## II-B LES STRUCTURES REGIONALES

Les structures régionales sont au nombre de trois, les Etablissements de l'élevage, les centres de production du matériel génétique, et les centres d'insémination, auxquels il faudrait ajouter les sections régionales des Unités de sélection qui assurent dans le cadre régional les fonctions définies ci dessus à l'échelon national.

La région n'est pas ici une circonscription purement administrative ; on parle en effet de "région naturelle" et elles correspondent effectivement à une unité qui prend son sens par l'utilisation d'une race dont les représentants sont en nombre suffisant pour que la collecte des données donne des résultats exploitables ( au minimum 50 000 femelles de plus de 2 ans pour l'espèce bovine, auxquelles on peut ajouter les femelles d'autres espèces en faisant des péréquations).

a. Le fonctionnement des ETABLISSEMENTS DE L'ELEVAGE (EDE) a été organisé par le décret du 14 juin 1969 (17). Ils assurent l'identification des animaux, sur le modèle de l'état civil, avec enregistrement de l'ascendance, des caractères et des performances. Le système de numérotation est uniformisé et propre à chaque espèce. L'établissement assure aussi le répertoire des cheptels immatriculés, et s'occupe de la communication de l'information à divers services, dont les services vétérinaires.

b. Il y a un CENTRE DE PRODUCTION DE LA SEMENCE dès que l'on peut constater "l'entretien d'un dépôt de reproducteurs mâles agréés ou dont la mise à l'épreuve sur la descendance est autorisée " (sur programme approuvé par le ministre de l'agriculture). La production peut être assurée aussi bien par des entreprises privées de type industriel que par des coopératives regroupant des éleveurs, producteurs de reproducteurs. ON A ICI L'UNE DES DERNIERES PRODUCTIONS DE L'INNOVATION QUI SOIT ENCORE LARGEMENT AUX MAINS DES AGRICULTEURS EUX-MEMES, au moins pour

certaines espèces ; et beaucoup d'entre eux peuvent se vanter d'être à la pointe du progrès. C'est sans doute cette caractéristique qui risque d'être remise en cause avec l'avènement des biotechnologies modernes qui nécessiteront d'utiliser des techniques, des équipements et des compétences techniques qui ne seront pas à la portée des coopératives, au moins si elles sont entendues au sens classique du terme.

Ces centres fonctionnent sur un mode concurrentiel puisqu'ils peuvent fournir n'importe quel centre d'insémination, et que les éleveurs peuvent demander à leur centre la semence de leur choix. Mais la vente de la semence est tout de même très encadrée puisque l'on ne peut utiliser un reproducteur qu'après qu'il ait été agréé, une fois que les tests sur la descendance sont achevés. L'activité de production est donc libre, mais la vente ne l'est pas, ce qui assimile le matériel génétique à tous les produits présentant un risque, dont la qualité doit être contrôlée avant qu'ils puissent être mis dans le commerce. D'autre part les centres ne disposent pas de tous les atouts dont dispose en général une entreprise privée puisqu'ils sont soumis à des obligations liées à leur fonction d'intérêt général : l'obligation la plus exorbitante du droit commun concerne les contraintes qui leur sont imposées en matière de mise à disposition de l'information. Ils sont en effet obligés d'identifier chaque individu, en tant que tel et au sein de sa généalogie et de sa race, d'indiquer la date de récolte du sperme, le nombre de doses fabriquées, les inséminations pratiquées et les résultats des tests sur descendance. Il y a donc une très grande transparence de l'information sur les résultats du patrimoine génétique du reproducteur. **CONTRAIREMENT AUX PRATIQUES COMMUNES QUI REGISSENT LA TECHNOLOGIE, L'INFORMATION ICI EST PUBLIQUE ET DOIT CIRCULER.**

Ces précautions qui ont parfois été critiquées sont légitimes ; en effet, un reproducteur unique peut ensemençer un nombre considérable de femelles, et donc influencer largement l'évolution du cheptel. C'est ce qui est à l'origine du succès de l'insémination contrôlée, mais c'est ce qui ferait le danger d'inséminations libres.

Cet agrément des reproducteurs est la règle de base de ce que l'on appelle la "monte publique" ; ce vieux concept juridique a franchi gaillardement les étapes de l'évolution technique. Désignant initialement la monte naturelle, il a désigné ensuite la monte artificielle où le même type de règles d'agrément doit être respecté, et il désigne à juste titre depuis 1986 la production et le transfert d'embryons bovins (18). Quelle que soit la technique, l'idée exprimée par les décrets de juillet 69 sur la monte publique est toujours la même. Tout reproducteur doit être agréé en fonction de ses qualités génétiques. Les croisements sont rationalisés dans certaines limites. Pour le moment, les textes portent surtout sur la rationalisation de l'utilisation du mâle ; la production d'embryons porte déjà une plus grande attention au choix de la femelle. Si l'on arrive à maîtriser en routine la stimulation hormonale et la fécondation in vitro, il est plus que probable que l'utilisation du patrimoine génétique des ovules sera aussi contrôlée que celle du sperme.

c. Le dernier maillon de la chaîne régionale est le **CENTRE D'INSEMINATION**, exerçant les activités de mise en place de la semence. Curieusement, c'est la seule catégorie d'établissement parmi toutes celles qui viennent d'être décrites, dont le régime ait été étudié par les juristes (19). C'est, pour notre propos, le maillon le moins intéressant, car il devrait en principe exercer peu d'influence sur l'évolution génétique d'une race. Ce n'est pourtant pas tout-à-fait le cas.

Le centre de mise en place n'exerce qu'une activité de prestation de service, limitée à l'insémination, l'éleveur ayant le libre choix de la semence qui peut provenir de n'importe quel centre de production de semence. Pourtant, le régime juridique des centres de mise en place exerce une influence indirecte mais sans doute importante sur le choix de la semence. En effet, la loi de 1966 et le décret du 22 mars 1969 (20) qui régulent les activités de la production et de la mise en place de la semence ont prévu que les centres de mise en place disposaient d'une exclusivité géographique. Autrement dit chaque éleveur, qui est libre du choix du centre de production, ne peut s'adresser qu'à un seul centre de mise en place. Or, ces centres sont dans certains cas en même temps centres de production, ou bien passent des contrats d'approvisionnement avec les centres de production de leur choix. Il en résulte évidemment une tendance des centres de mise en place à conseiller la semence de leur choix. Ils ont certes l'obligation de fournir l'éleveur en fonction de sa propre demande, mais on se doute des jeux d'influence auxquels ce monopole peut donner prise.

Lors du vote de la loi sur l'élevage, il avait été admis que ce monopole était indispensable pour éviter les effets pervers de la concurrence acharnée que les centres se faisaient : il avait été effectivement constaté que les centres arrivaient à faire baisser excessivement le prix de la semence en pesant sur les producteurs pour gagner des clients chez les utilisateurs. L'impact est d'autant plus probable qu'il existe encore trop souvent, aussi bien en production végétale qu'en production animale une certaine indifférence des utilisateurs à l'égard du patrimoine génétique des produits qu'ils utilisent. Cette indifférence ne cède que lentement malgré l'élévation du niveau de la formation.

La conclusion de ceux qui se sont penchés sur le système est que, malgré des difficultés permanentes, il fonctionne de manière globalement satisfaisante. Mais il reste difficile pour un juriste de porter une appréciation motivée.

Le monopole a été contesté à deux reprises, sa légalité tout d'abord, sa compatibilité avec le traité de Rome ensuite. La Cour de Justice a fait une réponse prudente. Elle a rappelé que l'art.37 du traité qui a pour objectif l'élimination des restrictions quantitatives dans les échanges entre Etats membres peut concerner les monopoles qui affectent les échanges de marchandises, mais ne concerne pas les prestations de services. Elle n'exclut toutefois pas qu'un tel monopole puisse avoir un effet indirect sur la libre circulation des marchandises, en l'espèce le sperme, aujourd'hui les ovules et les embryons. C'est donc indirectement qu'un tel monopole pourrait être attaqué (Aff.271/81, 28 juin 1983, Rec.1983-6, p.2057).

En réalité, ce sont surtout les normes d'import-export des matériels génétiques qui sont ici en cause. Elles sont en pleine réorganisation par les autorités de Bruxelles qui mettent en place les structures normatives nécessaires à leur libre circulation. Le mouvement n'est pas tout-à-fait achevé et nécessiterait une étude à part entière.

### III. La protection de l'innovation dans le cadre de la loi de 1966.

Si la loi de 1966 est à l'évidence un encadrement public du progrès génétique, elle n'est pas l'un des outils de la propriété intellectuelle puisqu'il n'est nulle part question d'un droit exclusif sur la part incorporelle de l'invention que représente un reproducteur. La réponse est donc claire : il n'y a pas de propriété intellectuelle sur l'animal en tant qu'invention. A cet égard, l'affirmation maintes fois répétée dans les cercles de la propriété industrielle est exacte.

CELA N'EMPECHE PAS QU'IL EXISTE UNE REMUNERATION DE L'INVENTION, CONTRAIREMENT A CE QUI EST GENERALEMENT AFFIRME . MAIS LE MONTANT DE LA REMUNERATION REPOSE SUR UNE METHODE D'APPRECIATION DE LA VALEUR DE L'INVENTION QUI N'EST PAS CELLE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE ; ALORS QUE LES DROITS DE PROPRIETE INTELLECTUELLE SONT SANCTIONNES PAR LES MECANISMES LIBERAUX DU MARCHE, LA VALEUR DE L'INVENTION EST APPRECIEE ICI PAR DES TESTS OBJECTIFS FAISANT ENSUITE L'OBJET D'UNE SANCTION ADMINISTRATIVE . C'EST UN SYSTEME JACOBIN AU LIEU D'ETRE UN SYSTEME LIBERAL . BIEN QUE LE JACOBINISME SOIT ASSEZ MAL VU AUJOURD'HUI, IL CONVIENT DANS LE CAS D'ESPECE D'EN APPRECIER LA VALEUR .

RAPPELONS RAPIDEMENT LES FONDEMENTS ECONOMIQUES DU SYSTEME DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET LE REGIME JURIDIQUE QUI PERMET DE LES METTRE EN OEUVRE . L'idée est d'utiliser le droit pour créer un monopole sur un micro-marché (produit ou procédé), monopole qui ne pourrait exister "de facto". L'outil juridique est le droit exclusif temporaire ; son originalité est de porter sur un objet incorporel. En effet, l'exclusivité que donne le droit de propriété sur un objet corporel, par exemple sur une nouvelle molécule, n'aurait pas de sens s'il fallait le limiter aux objets concrètement fabriqués par l'inventeur puisque n'importe qui pourrait copier cet objet après l'avoir acheté et le produire à son tour puisqu'il y a eu transfert de propriété du fait du contrat de vente. Le monopole ne durerait donc que le temps nécessaire à la copie, ce qui peut être très bref. Il fallait donc capter l'essence abstraite de l'invention, ce qui explique que le monopole porte sur l'essence de l'invention et non pas seulement sur les objets concrets qui l'incarnent.

C'est un monopole de droit et non un monopole de fait, et il n'est pas inutile pour notre propos de rappeler la différence entre les deux. Le monopole légal est donné par la loi, qu'il s'agisse du droit de brevet ou du monopole d'EDF, et s'il est attaqué, il peut être défendu devant les tribunaux. Le monopole de fait est une situation économique , dont un agent dispose pour des raisons contingentes extrêmement variées, depuis la situation géographique jusqu'à la réussite d'une filière intégrée. Si un concurrent réussit à s'imposer sur son marché, le monopole de fait ne peut être défendu devant les tribunaux.

Il faut encore rappeler que les droits de propriété intellectuelle donnent lieu à une rémunération aléatoire caractéristique des mécanismes de l'économie de marché. En effet, une fois que le brevet a été octroyé, son titulaire dispose d'un monopole temporaire ; mais sa rémunération peut être nulle si le public n'achète pas son produit. Plus le produit est vendu, plus la rémunération est importante. Le montant de cette rémunération dépend donc d'un mélange inextricable de facteurs objectifs et de facteurs subjectifs qui, ensemble concourent à la décision d'achat : qualité, prix, mode, publicité etc.

ESSAYONS MAINTENANT D'ANALYSER LES MODALITES DE LA REMUNERATION DE L'INVENTION DANS LE CADRE DE LA LOI SUR L'ELEVAGE. La propriété de l'animal reproducteur donne bien une exclusivité, mais l'objet de ce droit est corporel et non incorporel. Pourtant, nous verrons que, en l'état actuel des techniques, cette propriété corporelle suffit à assurer l'exclusivité sur l'invention ; cela ne durera peut-être plus

très longtemps, et il faut réfléchir aux techniques de remplacement. Nous verrons qu'il y a un monopole de fait et non un monopole de droit sur l'objet de l'invention. Ensuite, nous étudierons le mécanisme de rémunération de l'invention. Il repose, non pas sur la sanction du marché, mais sur des tests objectifs repris dans une décision d'agrément qui, elle, peut comporter des éléments subjectifs.

### III-A. Un monopole de fait équivalant à un monopole de droit

On l'a déjà évoqué : pour les bovins, les ovins et les caprins, il suffit d'avoir la propriété de l'animal reproducteur pour décider de la manière dont on gère son patrimoine génétique, monte naturelle ou artificielle, monte privée ou publique. Du fait du caractère aléatoire de la recombinaison avec le patrimoine génétique de la femelle, le reproducteur ne peut être "copié" par un tiers, et l'essence de l'invention est partiellement perdue à chaque génération. Ici donc, pour le moment, la propriété corporelle se confond avec la propriété incorporelle. De la même manière dans le cas des volailles, l'inventeur détient la propriété corporelle des souches parentales ou grand-parentales et ne commercialise que des hybrides n'ayant aucune valeur de reproduction.

### III-B. La rémunération de l'invention

En production animale, toute invention n'est pas proposée au public puisque l'on ne donne l'agrément aux reproducteurs qu'après avoir testé la valeur de leur descendance. Autrement dit, ce sont les pouvoirs publics en collaboration avec le secteur privé qui réalisent un premier tri entre les inventions. C'est cette phase qui n'est pas libérale. Les critères du tri sont mis en application d'une manière objective puisqu'un grand nombre d'entre eux font appel à des données mesurables (taux protéique, prise de poids par jour...), mais le choix des critères est un choix plus ou moins "politique" : développer le "morceau du boucher" chez les bovins correspond à une demande des consommateurs ; développer le nombre de litres de lait par vache est un choix économique et social qui a des répercussions fondamentales sur la sélection. C'est ainsi que la politique de réduction de la production laitière mise en œuvre avec les quotas laitiers a redonné vie à certaines races rustiques que l'on croyait vouées à disparaître. On a pu observer à cet égard l'avantage de la France qui a conservé un tissu paysan encore assez dense par rapport aux pays comme la Grande Bretagne et l'Allemagne Fédérale. Avec peu de paysans, ces pays sont obligés de se lancer dans des politiques de conservation onéreuses alors que le tissu agricole français réalise une certaine conservation spontanée des races rustiques, peu aidée par le secteur public (21).

Autrement dit, on retrouve le même mélange de critères objectifs et subjectifs que dans le système du brevet, mais l'objectivité est peut-être plus grande, et surtout la subjectivité n'est pas de même nature. La "mode" en vogue dans le secteur public sera certainement différente de celle qui serait en vogue spontanément chez les éleveurs ; c'est tout de même un phénomène subjectif.

IL RESTE QUE, FINALEMENT, L'AGREMENT PUBLIC VA CONCENTRER LES ACHATS SUR UN CERTAIN NOMBRE DE REPRODUCTEURS DE LA MEME MANIERE QUE LE FONT LES MECANISMES DE MARCHE. DANS UN DEUXIEME TEMPS LES ELEVEURS VONT CHOISIR AUSSI LIBREMENT QUE N'IMPORTE QUELLE AUTRE CATEGORIE D'UTILISATEURS, PARMIS LES REPRODUCTEURS QUI



LEUR SONT PROPOSES . L'articulation du monopole de fait avec le régime juridique mis en place lors de la loi sur l'élevage constitue donc un ensemble dont l'effet incitatif est assez proche de celui que provoque un droit de propriété intellectuelle même si les modalités de l'action sont profondément différentes.

## SECTION 2 : LES NOUVELLES TECHNIQUES DE SELECTION

*N.B. : cette partie a été rédigée antérieurement à la décision de la Chambre de recours de l'OEB portant sur la brevetabilité de la souris de Harvard, le 3 octobre 1990. Or la Chambre de recours a infirmé la décision de la division d'examen rendue le 14 juillet 1989. Les transformations seront signalées sans pouvoir être analysées dans les délais impartis.*

Bien qu'il y ait eu depuis une vingtaine d'années des tentatives sporadiques de certains offices de brevets pour breveter des races animales, on peut dire que le mouvement n'a vraiment commencé qu'en 1987 avec la décision de l'office américain d'admettre la brevetabilité d'une huître polyploïde, obtenue par des variations de pression hydrostatique. En Europe, on peut déjà prévoir que l'obtention animale va utiliser en routine des procédés qui seront sans doute qualifiés, selon les critères de l'OEB, de procédés "non essentiellement biologiques" . La question se posera donc de savoir dans quelle mesure les animaux obtenus par ces procédés (brevetables), et les générations successives obtenues ensuite par reproduction sexuée seront brevetables. L'OEB vient de répondre que tout était brevetable, sauf les races animales qu'il convenait donc de définir avec précision. L'office a d'autre part demandé à ce qu'une réflexion plus approfondie soit menée autour de la question de la contrariété aux bonnes moeurs, particulièrement semble-t-il pour les animaux de laboratoire, en ce qu'ils sont véritablement créés pour être malades (pour les questions éthiques, cf. chap.II de cette étude).  
(22)

### I. Les procédés brevetables

On sait que l'article 53 b, 2ème phrase de la Convention de Munich prévoit que les procédés microbiologiques et leurs produits sont brevetables. La décision du 3 octobre 1990 vient de le rappeler et de conclure dans l'affaire de la souris transgénique que la division d'examen doit se prononcer pour savoir si la micro-injection d'une séquence oncogène dans un embryon de souris est un procédé microbiologique. Si c'est le cas, le produit de ce procédé est brevetable, à moins qu'il puisse être qualifié de race à part entière. Il faudra donc que la division d'examen qualifie la micro-injection. Si l'on applique au règne animal les acquis de l'OEB dans le règne végétal, ce sera certainement un procédé microbiologique, puisque l'office a admis que toute invention qui comporte une étape qui n'est pas essentiellement biologique est assimilée à un procédé microbiologique. Rentreraient donc fort probablement dans cette définition la transgénèse, la fécondation in vitro et le clonage. A l'inverse, si les procédés de sexage sont certainement brevetables, on ne peut pas dire qu'ils produisent des animaux.

#### I-A. La transgénèse

La transgénèse consiste à transférer une séquence d'ADN dans un embryon. Cette séquence pourra être prise à l'intérieur de l'espèce receveuse, comme ce fut le cas pour la souris oncogène. Mais elle peut être prise à l'extérieur de l'espèce ; ce sera souvent le cas pour

faire produire un facteur humain dans les tissus ou les fluides d'un animal. Il faut donc repérer et isoler le gène souhaité, le construire de telle manière qu'il soit transférable, et le transférer au stade embryonnaire. Généralement l'insertion n'est réussie et le gène ne s'exprime que sur un petit nombre d'embryons qu'il faut donc repérer. Ce n'est qu'après cette étape que la reproduction sexuée peut prendre le relais.

La transgénèse n'a d'application aujourd'hui que sur les animaux servant de modèles de laboratoire, dits modèles expérimentaux. L'idée est toujours de créer une lignée animale qui présente une pathologie de manière héréditaire : cancer, diabète, hémophilie, etc. Deux objectifs sont essentiellement poursuivis : d'un côté, mieux comprendre les mécanismes de transmission du gène défectueux, de l'autre disposer de modèles de laboratoire sur lesquels expérimenter des traitements. Pour beaucoup de maladies, cette fonction est en réalité assurée depuis déjà longtemps par des modèles animaux que l'on sélectionne ou que l'on rend malades par des facteurs extérieurs. Ce sont dans l'ensemble des marchés plutôt restreints.

A plus long terme, on envisage d'améliorer les races animales à usage agricole en utilisant les techniques du génie génétique pour transférer des gènes de résistance aux maladies, de rapidité de prise de poids, amélioration de la lactation, etc. Il s'agit de projets beaucoup plus intéressants pour l'agriculture. Mais la plupart des caractères importants sur le plan agronomique sont polygéniques, et la maîtrise de ces ensembles complexes paraît encore très éloignée à la majorité des chercheurs. D'autre part, les choix économiques et sociaux seront ici certainement difficiles : les techniques de sélection traditionnelles permettent déjà d'obtenir des individus plus performants, qui ne sont pas économiquement rentables du fait de la politique des quotas laitiers par exemple. Les objectifs restent donc extrêmement difficiles à formuler car ils sont sociaux autant que techniques.

Entre ces deux projets, on trouve, réalisable peut-être à moyen terme, un objectif tout-à-fait nouveau, celui d'utiliser les animaux comme producteurs de produits chimiques ou pharmaceutiques rares. L'idée des chercheurs est d'introduire par exemple un gène permettant de produire en grandes quantités le facteur de coagulation du sang, de manière à faciliter les soins dispensés aux hémophiles. Les produits seront généralement récoltés dans le sang de l'animal, dans le lait, ou dans certains tissus. C'est ainsi que la société Transgène vient d'obtenir des lapins dont le sang incorpore une telle protéine ; mais L.M.Houdebine fait remarquer qu'en l'état actuel des résultats, il faudrait abattre plusieurs millions de lapins pour disposer du produit en quantités suffisantes (INRA mensuel, n°49). L'intérêt de ces recherches n'est pas encore démontré car la logique économique pousse à insérer des gènes très "efficaces", mais la plus grande efficacité risque d'aboutir à l'empoisonnement de l'animal. Il faut donc trouver un équilibre entre la productivité et la viabilité, ce qui n'est pas simple. Les défenseurs des animaux suivent avec beaucoup d'attention ces recherches : chaque fois que c'est possible, des cultures de tissus ou de micro-organismes seraient évidemment préférables à tous points de vue.

Bien qu'en Europe, on ne dispose pas de décision définitive à cet égard, il est probable que la transgénèse sera considérée comme un procédé microbiologique brevetable ; quoiqu'il soit plus contestable, le raisonnement semble devoir être étendu à la fécondation in vitro.

## I-B. La fécondation in vitro

La transformation principale qu'induit la fécondation in vitro est de donner une valeur au matériel génétique des femelles, auquel on portait relativement peu d'attention jusqu'ici. En effet, on pouvait concentrer le matériel génétique des mâles en un lieu de production, mais il était hors de la portée des firmes de sélection d'entretenir en nombre suffisant des reproductrices d'élite pour fournir en veaux les éleveurs. Chaque éleveur était donc responsable du matériel génétique des femelles ; on ensemait des vaches qui n'étaient pas spécialement sélectionnées, avec la semence du reproducteur agréé. Il en résultait une déperdition relativement importante de l'innovation à la génération suivante. Dès maintenant, la stimulation hormonale permet de disposer d'un grand nombre d'ovules d'une même reproductrice en même temps. On cherche même à arriver à provoquer la maturation artificielle des ovules, ce qui permettrait de récupérer sur une vache à l'abattoir l'ensemble de son matériel génétique. Il deviendra intéressant pour une entreprise d'effectuer sur les femelles le même travail de sélection et d'appropriation que sur les mâles. Les règles d'agrément devront être revues en conséquence.

On peut imaginer que les entreprises -ou les coopératives- détiendront des mâles et des femelles sélectionnés en fonction des performances de leur descendance, ce qui réduira sans le supprimer l'aléa portant sur la transmission des caractères héréditaires. La fécondation in vitro donnera des embryons qui concentreront deux ascendances sélectionnées au lieu d'une seule. D'après J-J.Colleau (Jouy-en-Josas), "le résultat technique d'une telle opération est de rapprocher le niveau génétique moyen des animaux présents chez l'éleveur de celui des meilleurs reproducteurs de la race". De telles opérations, bien diffusées, devraient augmenter assez rapidement les index des reproducteurs.

Apparemment, il n'est pas difficile d'en rester à une simple évolution de la loi sur l'élevage, évolution qui a déjà été entreprise avec la réglementation du transfert d'embryons (27 000 transferts par an en France). Il y aurait généralement monte privée pour l'obtention de l'embryon, novée en monte publique lorsqu'on réalise le transfert de l'embryon. Mais en réalité, les choses seront vite plus compliquées. En effet, les procédés de fécondation in vitro, de congélation, de sexage et de transfert sont brevetables car il est à peu près certain, quoique cela n'ait pas encore été jugé, qu'ils seront qualifiés de procédés non essentiellement biologiques ; c'est déjà la doctrine des Instituts de la propriété industrielle qui ont octroyé des brevets pour des procédés de clonage et de congélation. D'autre part, si l'on suit les indications fournies par le projet de directive de la DG III, l'embryon serait le produit (brevetable) de la fécondation in vitro, procédé brevetable. Cela posera donc de nouveau des problèmes d'interface entre le système des brevets et le système actuel de l'agrément.

## I-C. Le clonage

C'est le clonage dont les effets perturberont le plus le système actuel en donnant la possibilité de contrefaire l'invention contenue dans l'embryon. Les progrès dans ce domaine sont rapides : on obtient déjà un nombre important de clones, même si l'on bute encore sur des taux assez faibles de gestations efficaces. Le clonage est à l'évidence un procédé non essentiellement biologique brevetable ; certains l'assimilent à une méthode chirurgicale, brevetable puisqu'elle serait poursuivie à des fins non thérapeutiques (25).

L'obligation de passer à une propriété incorporelle lorsque cette technique - qui permet de multiplier et donc copier une invention - sera disponible, impose de penser au choix entre un système d'obtention animale, fondé sur un accès aux ressources génétiques et un système de brevet fondé sur une appropriation privative de la ressource. Le choix est encore plus difficile qu'en matière végétale car on n'a pas l'expérience concrète de systèmes d'obtention animale. Il existe bien des lois de ce style en Hongrie et en Tchécoslovaquie, mais il est impossible d'en tirer un bilan positif ou négatif. (26)

Actuellement, en France, un groupe de réflexion du ministère de l'agriculture est en place. Il conviendrait de lui laisser du temps ; la rapidité de l'évolution du droit des brevets à cet égard est malheureuse car elle se fonde surtout sur l'expérience par trop spécifique des modèles expérimentaux utilisables dans la recherche médicale et l'industrie pharmaceutique.

Une réflexion sur le maintien de la diversité génétique s'impose en même temps, quoique les avis des chercheurs sur les conséquences à long terme de l'utilisation de ces techniques en routine soient divergents.

## II. Les produits brevetables

Nous rappellerons pour mémoire quelques points qui paraissent acquis dès maintenant. Tout le matériel infra-cellulaire comme les gènes est aujourd'hui breveté ; nous avons déjà expliqué les conditions du dépôt des séquences d'ADN et des cellules. Les parties d'animaux, telles les lignées cellulaires non susceptibles de donner un animal sont également considérées comme brevetables, via les dispositions concernant les micro-organismes. Leur dépôt ne pose pas de problèmes. L'utilisation de ces matériels est également brevetable. C'est ainsi par exemple que seront brevetées des lignées cellulaires issues des tumeurs cancéreuses d'un animal.

L'incertitude reste lorsque le produit dont le brevet est demandé est un animal, une race, une variété, une lignée, une espèce... On se souvient que le texte des différentes langues dans lesquelles la Convention de Munich est rédigée diffère, l'un parlant de race, le deuxième de variété, le troisième d'espèce. De toute manière, chacun de ces termes recèle une difficulté technique préalable. Races et variétés sont des ensembles d'individus dont le point d'équilibre est en perpétuelle évolution, pouvant donc difficilement faire, tels quels, l'objet d'un brevet (27). La difficulté est déjà moins grande pour les souches, plus fixées. Aucun individu animal ne peut prétendre représenter à lui seul une race, comme c'est le cas pour le végétal. Chaque individu appartient à une race ou une variété, en même temps qu'il contribue à la faire évoluer. Au niveau de l'espèce, l'évolution est moins gênante car elle ne se fait pas sentir avec suffisamment de force, dans la temporalité juridique tout au moins. Mais ce que l'on ne sait pas encore apprécier, c'est la signification d'une hybridation interspécifique en termes de création d'une espèce nouvelle. A partir de quand l'insertion de gènes exogènes contribue-t-elle à la création d'une nouvelle espèce ?

On sait que le projet de directive de la DG III veut lever ces incertitudes : il confirme la brevetabilité de tout le matériel infracellulaire et prévoit la brevetabilité de tout ce qui échappe à la notion de race, qu'il s'agisse des individus, des espèces, des familles ou des genres.

Nous allons donc étudier le droit positif et le projet de directive, en ce qu'ils concernent la brevetabilité des gènes, des animaux, ou des espèces, envisagés comme "produits".

## II-A. Définition du produit brevetable

Traditionnellement un produit est un "objet matériel, déterminé, qui se distingue des autres objets similaires". Après avoir donné cette première ébauche de définition, L.Petranker rappelle les grandes définitions ; celle de E.Pouillet "un corps certain, déterminé, un objet matériel ayant une forme, des caractères spéciaux qui le distinguent de tout autre objet", celle de M.Casalonga, "corps tangible et éminemment matériel", celle de P.Roubier, "corps déterminé ayant une composition ou une structure particulière qui le distingue des autres corps". L.Petranker signale que cette définition a toujours été interprétée de manière large, permettant de déclarer produit brevetable, un jouet, un jet de fumée lâchée par un avion à titre publicitaire, une cafetière, une manche de vêtement, un biberon à soupape ... (28)

On voit que l'animal peut entrer dans cette définition, à la double condition de ne pas y voir de problème éthique, et de considérer l'individu de manière statique et non dans sa capacité évolutive. A l'inverse, les souches ou les races ne répondent pas bien aux contraintes de cette catégorie puisqu'elles ne sauraient être qualifiées de produits tangibles ni déterminés.

Le produit peut être décrit soit en faisant référence à sa constitution, sa composition, son agencement interne, soit par le procédé qui permet de le préparer. Dans le domaine biologique, on a vu que la description est largement remplacée par le dépôt. Le dépôt paraît bien fonctionner pour les gènes. Mais on a souvent dit que c'était un obstacle à la brevetabilité des animaux, car on ne voyait guère les Instituts chargés du dépôt entretenir des cheptels entiers ; ce n'est guère sérieux, car on fait de grands progrès dans la congélation des embryons, et l'on pourra peut-être un jour recourir à la technique des empreintes génétiques. Il est plus difficile de prétendre que l'on pourrait ainsi déposer une race ou une espèce. En attendant, il est probable que les animaux seront encore longtemps définis par la manière de les obtenir, complétée par le dépôt d'un individu.

Pour le moment, il semble que la pratique de rédaction de ces brevets consiste à revendiquer le procédé de préparation de la lignée cellulaire concernée, caractérisée par divers facteurs, l'animal transgénique obtenu par la mise en oeuvre du procédé, les cellules de l'animal caractérisées en ce qu'elles expriment l'oncogène concerné, les tumeurs résultant de la transformation des cellules, la protéine obtenue par le procédé... Certains conseils en brevet s'abstiennent de revendiquer l'animal lui-même, estimant qu'il n'est pas nécessaire de créer un problème éthique alors que cette revendication n'est pas indispensable à la solidité du brevet.

"Si le produit est défini par son procédé d'obtention, le brevet couvre uniquement le produit tel qu'obtenu par le procédé revendiqué. L'obtention du même produit par un procédé différent est libre" (29). Dans le domaine du vivant, il est difficile de penser que l'on obtiendra exactement le même animal avec un procédé différent ; mais on retrouve la question de savoir si un animal très proche entrera ou non dans la sphère du brevet. Dans le droit commun des brevets, le demandeur devrait prouver que le produit argué de contrefaçon a bien été obtenu par le procédé breveté, ce qui est difficile ; si l'on suit le projet de directive de la DG III, ce sera au contraire au défendeur de prouver qu'il n'a pas utilisé le procédé breveté,

ce qui sera difficile. Si le produit breveté est défini par sa structure, "le brevet couvre toutes les opérations sur le produit, quel que soit son procédé d'obtention ; ce brevet se trouvera dominant à l'égard de tous les brevets de procédé, application ou combinaison aboutissant à, procédant de, ou utilisant le dit produit" (29).

## II-B. Les brevets de produit dans le règne animal

a. On sait que les produits infracellulaires sont brevetables dès maintenant. Un gène et le procédé de transfert du gène sont brevetables. Mais comme le gène ne trouve son intérêt en agriculture que s'il s'exprime dans un animal, il faut déterminer quelle est la portée du brevet de gène au regard de l'animal dans lequel il a été incorporé.

b. On peut imaginer que le brevet portant sur le gène lui-même suffise à assurer la protection de l'innovation sans qu'il soit nécessaire de considérer que l'animal dans son ensemble est couvert par le brevet. En effet, un tel animal est caractérisé par le fait qu'il est effectivement porteur du gène, objet de l'invention, mais il est par ailleurs d'une race ou d'une lignée connue que l'insertion du gène ne transforme pas radicalement. Un "droit de suite" du brevet du gène dans tous les animaux de toutes les générations pourrait assurer la protection de l'inventeur ; on peut se demander s'il faut considérer que ce droit couvre les animaux dans lequel le gène est présent mais ne s'exprime pas . Certains estiment que c'est nécessaire puisque cet animal peut servir à la reproduction d'un animal chez lequel le gène s'exprimera.

Le projet de la DG III vise à résoudre ce problème en disposant dans l'article 13 qui règle la portée des brevets de produit. Il dispose que "le droit conféré par le brevet à une invention qui consiste en, ou qui est caractérisé par une information génétique déterminée, s'étend à tout produit dans lequel cette information génétique a été incorporée et est importante pour l'utilisation dudit produit ". La mention de l'importance du gène dans l'utilisation du produit conduit à ce que seuls les animaux qui expriment le gène puissent être couverts par le brevet. Cela paraît raisonnable.

Mais l'extension de l'invention portant sur le gène à l'animal est moins légitime . Comme le fait remarquer J.Schmidt, ce texte "qui n'est pas relatif à la brevetabilité mais à la portée des brevets de produit, (...) étend la portée du brevet à tous les produits comportant ce gène. N'est-ce pas une manière détournée d'admettre que le brevet peut couvrir toute une variété ou une espèce ? De plus tout brevet pris ultérieurement et reproduisant le gène breveté sera dépendant du brevet initial. Lorsque le brevet revendique l'application à laquelle le produit est destiné, on peut interpréter cette mention soit comme un exemple d'utilisation du produit, auquel cas le brevet couvrira toutes les applications possibles du même produit et sera donc dominant à leur égard, soit lui donner le sens d'un brevet d'application, qui ne couvre que celle-ci. En matière de biotechnologie, il serait opportun d'adopter la seconde solution et de limiter la portée du brevet aux seules applications expressément mentionnées dans les revendications".

De plus, on retrouve ici le même problème qu'avec le règne végétal. On aura deux catégories de gènes : les gènes isolés, donc brevetés, pour lesquels il n'y aura pas de libre accès, et les gènes non isolés qui sont en libre accès pour tous. Il est ainsi parfaitement imaginable d'isoler un gène contenu dans le sperme d'un reproducteur agréé, de l'isoler et donc de le breveter . On ne voit pas comment le propriétaire du reproducteur pourrait s'en apercevoir.

En l'état actuel du droit positif, la réponse à la question de savoir si l'inventeur d'un gène peut revendiquer l'animal dans lequel il a inséré ce gène, est encore incertaine. Elle a été posée à l'OEB dans l'affaire de la souris de Harvard. La conclusion de la Division d'examen est que les revendications de Harvard portant sur les mammifères, ou les rongeurs transgéniques présentant l'oncogène breveté concernent un objet exclu de la brevetabilité, et ne sont pas admissibles pour ce motif (pt. 7.1.8.). On a déjà donné une partie des arguments utilisés ; l'idée générale est que la Convention doit être interprétée en fonction de l'intention de ses rédacteurs. L'exclusion concernait très vraisemblablement les animaux en général (7.1.4.). La Division appuie ensuite l'argumentation de texte sur un raisonnement plus prospectif consistant à montrer que "l'expression race animale ne constitue pas un critère suffisant pour la démarcation entre objet brevetable et objet non brevetable" (7.1.6.), contrairement à la notion stable de variété végétale. Elle fait remarquer qu'il n'existe pas de définition consensuelle des races animales . Il semble que cette absence de base scientifique reconnue l'ait conduite à interpréter de manière large l'exclusion des races animales.

c. Mais on pouvait imaginer de demander la brevetabilité de l'animal ou de populations animales en tant que produits directement obtenus à partir d'un procédé brevetable. C'est un principe du droit commun des brevets. Il est bien évident qu'il pose ici un problème spécifique du fait que le produit en question est exclu de la brevetabilité. Certains n'y voient pas d'obstacle, en s'appuyant sur la différence exacte mais tout de même byzantine au regard des effets concrets entre la notion de produit breveté, et celle de produit couvert par un brevet, ce qui serait le cas en l'occurrence. Une telle solution aurait pour effet, à terme de rendre brevetables un grand nombre d'animaux ou de populations animales, puisque les sélectionneurs utiliseront fréquemment une étape qui ne sera pas essentiellement biologique.

Cette solution est promue par le projet de directive qui, dans l'article 12-2, précise que l'extension de la protection du brevet de procédé au produit n'est pas affectée par l'exclusion de variétés végétales et de races animales . Comme le fait remarquer J.Schmidt, "cette extension se produira automatiquement, quelle que soit la rédaction des revendications (...) selon les explications fournies par les représentants de la Commission. (...) l'étendue du monopole telle qu'envisagée par le projet de directive semble excessivement large.

Le droit positif , ici encore, est incertain, tant que la politique de l'OEB n'est pas définitive. La décision de la Division d'Examen repose sur une analyse très fine du procédé d'obtention impliquant une transgénèse ; il faudrait distinguer deux étapes différentes, "l'étape non biologique mentionnée au point 7.2.1. (NDA : insertion de l'oncogène dans le génome de l'embryon) et l'étape de sélection mentionnée au paragraphe 7.1.7. (la référence est floue et pourrait concerner à la fois l'étape biologique de la sélection d'animaux ayant naturellement l'oncogène et ensuite la reproduction sexuée entre les animaux manipulés) destinée à étendre les revendications à des générations d'animaux n'ayant pas fait eux-mêmes l'objet de manipulations génétiques. Ces deux étapes aboutissent à deux produits différents. Les animaux qui ont eux-mêmes fait l'objet de manipulations génétiques sont les produits d'un procédé qui n'est pas essentiellement biologique, tandis que les générations ultérieures sont le produit d'une reproduction sexuée qui est exclusivement biologique (...) La relation établie artificiellement entre les deux étapes vise à tourner la disposition d'exclusion contenue dans l'article 53-b CBE, premier membre de phrase".

Le sens de cette décision est très clair : les animaux issus d'embryons effectivement manipulés et eux seuls, sont bien les produits directs d'un procédé brevetable. Mais la Division fait remarquer que la revendication du produit n'est pas admissible car elle tombe dans le domaine de l'exclusion prévue à l'art. 53- b ; les procédés permettant d'obtenir des variétés végétales ou des races animales ne peuvent, par hypothèse être considérés comme microbiologique . La division fait remarquer que c'est d'ailleurs conforme à la terminologie scientifique qui n'assimile pas micro-organismes et animaux au stade cellulaire. On pourrait aussi dire que la portée d'un brevet doit être limitée à l'essence de l'invention ; or l'essence de l'invention est le transfert du gène , et non pas l'animal, alors que l'essence de l'animal est l'animal, qui se trouve être cancéreux . Mais le fait qu'il soit cancéreux n'est qu'une caractéristique qui ne modifie pas son essence. **CETTE ANALYSE A ETE INFIRMEE PAR LA CHAMBRE DE RECOURS TECHNIQUE.**

Le problème de l'étendue des brevets de procédé ne s'épuise pas avec la transgénèse ; il faut encore savoir si l'embryon obtenu par fécondation in vitro peut être considéré comme un produit directement obtenu par un procédé brevetable. Pour l'auteur de ce rapport, ce n'est pas le cas : l'embryon n'est pas différent de ce qu'il aurait été à la suite d'une monte naturelle. Mais si l'on se réfère aux explications données par la DG III au sujet de l'embryon humain, il semble bien que la solution contraire pourrait être retenue (30).

Cela n'aurait en réalité pas grand intérêt économique, tant que les utilisateurs des embryons achetés ne peuvent réaliser le clonage à l'intérieur de leur exploitation. En effet, le prix de vente de l'embryon pourra comprendre la rémunération du patrimoine génétique de chacun des deux ascendants et des divers procédés qui ont été mis en oeuvre pour aboutir au transfert (le sexage préalable par exemple). On reste ici à l'intérieur de la sphère d'efficacité de la propriété corporelle, car la valeur reproductrice de l'animal adulte est incertaine, même si sa valeur propre est acquise. Cela pourrait changer avec la disponibilité du clonage, car il y aurait alors possibilité de multiplier, et donc de copier l'invention contenue dans l'embryon. Il serait alors probablement nécessaire de passer à un régime de propriété incorporelle, quel qu'il puisse être, obtention animale ou brevet, ce qui sera le choix fondamental à effectuer pour l'avenir de la sélection animale.



## Références du Chapitre VI : la protection des innovations portant sur le règne animal

- (1) La gestion des ressources génétiques des espèces animales domestiques, Colloque de Paris, 18 et 19 avril 1989, Publications du Bureau des Ressources Génétiques, Lavoisier, 1989
- (2) B.Lizet : La bête noire. A la recherche du cheval parfait. Paris, 1989. J.P.Digard : L'homme et les animaux domestiques. Anthropologie d'une passion. Fayard. Le temps des sciences. 1990.
- (3) P.Prodhomme : L'exemple du troupeau ovin Mérinos de Rambouillet, in La gestion des ressources génétiques des espèces animales domestiques, p.191.
- (4) Loi n°66-1005 du 28 décembre 1966, p.11 619, Travaux préparatoires ; cf. spécialement les rapports Fouchier (Assemblée Nationale, Commission de la production, n°2168) et Golven (Sénat, Commission des Affaires économiques, n°63). Conseil économique et social, Rapport sur l'élevage, 24 mai 1966, et avis de Lucien Biset, 25 et 25 octobre 1966, (n°12 et 19) . Sur cette loi, cf. la seule thèse disponible, Jean Lecoite : Les problèmes juridiques de l'insémination artificielle des animaux d'élevage en France, thèse Paris II, 1976, non publiée.
- (5) V.Ducrocq : Les techniques d'évaluation génétique des bovins laitiers . INRA, production animale, 1990, 3 (1).
- (6) Il y a eu une certaine unanimité entre le politique et la doctrine sur ce point . On peut le vérifier dans toutes les références de la note 4 et se reporter aux informations données par Edgar Faure, rapporteur du projet de loi. Les critiques ont porté sur d'autres points, en particulier le monopole géographique des centres d'insémination artificielle.
- (7) Décrets du 19 août 1964 (JO 25 août, p.7777) et 9 janvier 1968 (JO du 10, p.379)
- (8) décret précité du 9 janvier 1968
- (9) Instituts techniques nationaux, lois d'orientation agricole de 1960 et 1962, rôle réaffirmé par la loi de 1966.
- (10) Rapport Golven, précité, p.21 et 47.
- (11) décret 69-667 du 14 juin 1969 relatif à l'amélioration génétique du cheptel, JO du 21, p.6293.
- (12) Amélioration génétique des animaux d'élevage, collection INRAP.
- (13) Pour les races laitières, cf la méthode BLUP, Bonaiti et al., INRA, production animale 1990, 3 (1) et (2).
- (14) L'agrément du reproducteur est indispensable dans le cadre des règles sur la monte publique, décret du 22 mars 1969, JO du 23, p.2947.
- (15) Sur le concept de race, cf R.Laurens, in op.cit. note 1, et F.Grosclaude, note sur la notion de race dans les espèces animales de ferme, non publié.
- (16) Thèse J.Lecoite, p.256, 257.
- (17) JO du 21 juin 1969, p.6290
- (18) Arrêté du 8 septembre 1986 relatif aux conditions zootechniques exigées pour la production et la transplantation d'embryons de l'espèce bovine, qui renvoie aux articles 2 à 9 du décret du 27 mars 1969 sur la monte publique.
- (19) thèse J.Lecoite précitée ; J.Lecoite : la loi sur l'élevage de 1966 est-elle libérale ? Rev. de d.rural, 1973, p.535 ; J.Chevallier : Centre d'insémination artificielle, organisme d'intervention, même revue n°34 1974 ; A.Textier : La légalité du monopole de mise en place en matière d'insémination artificielle animale, même revue, n°88 1980 .
- (20) JO du 23, p.2948.

- (21) La gestion des ressources génétiques, cité note 1.
- (22) Sur la problématique américaine, cf Patenting life : The Office of Technology Assesment, Washington, 1989, et W.Lesser : Animal Patents - the legal, economic and social issues : Ed.by William Lesser, november 1989. Le lecteur français peut se les procurer facilement chez "Globe book services", tel :071-379 4687 à Londres.
- (23) L.Gruszow et B.Remiche : La protection des inventions. Larcier. Bruxelles, 1978, p.306 et sv.
- (24) J.Gantois : l'AFNOR s'intéresse aux biotechnologies, Biofutur, mars 1987, p.27.
- (25) M.Marandon : Méthodes thérapeutiques et de diagnostic ; la jurisprudence des chambres de recours de l'OEB . RDPI, 1988,n°17, p.33.
- (26) La loi tchèque parle clairement d'obtentions végétale et animale, contenues dans le même texte et respectant les mêmes principes ; la loi hongroise parle de brevet, mais elle est conforme aux principes de l'UPOV, tout particulièrement pour ce qui concerne le libre accès aux ressources génétiques. Il est toutefois difficile d'en tirer une expérience utilisable, car peu d'animaux ont été protégés, et le système de production de l'innovation est encore trop différent des systèmes capitalistes pour que l'on puisse se livrer valablement à une comparaison.
- (27) cf. les raisonnements de la Division d'examen, 14 juillet 1989, pts.7.1.6. et 7.1.7.
- (28) Jurisclasseur brevets, fasc.190.
- (29) J.Schmidt : La notion de dépendance des brevets biotechnologiques . A paraître, cf annexes.
- (30) projet de la DG III, version 4212, p.5

## CHAPITRE VII :

### LE DEFICIT DEMOCRATIQUE

L'affirmation d'un déficit démocratique fait désormais partie de la langue de bois . Tout le monde a conscience d'un dérèglement du système, mais nous n'avons que peu de fragments d'explications. On ne peut pourtant se désintéresser du constat et remettre l'analyse à demain : la relative défiance des citoyens à l'égard du politique, les taux d'abstention lors des votes, l'abandon de certains lieux traditionnels de lutte politique au profit du mouvement associatif, tant d'autres indices sont là pour le rappeler.

L'auteur de ce rapport n'est pas compétent pour mener à bien une analyse politique de ce phénomène ; mais il lui est possible de donner des éléments techniques qui pourront servir à d'autres. La manière dont a été conduite l'élaboration du droit en matière de protection des innovations portant sur les organismes vivants peut être considérée comme une bonne hypothèse de travail. En effet, un certain nombre de choix de société se sont profilés tout au long de ce rapport : comment les agriculteurs peuvent-ils recevoir les innovations, y a-t-il des limites liées aux coûts de production et, in fine, au prix de l'alimentation ? Quels rapports notre société veut-elle entretenir avec le monde des micro-organismes, du végétal, avec les animaux ? Quels sont les droits intellectuels qui conviennent le mieux aux différentes stratégies d'innovation ? Y a-t-il des limites éthiques à la brevetabilité ?

Certains courants, aux Etats-Unis, estiment que cette question de la brevetabilité du vivant fait partie du domaine réservé à la loi, tant du fait de ses répercussions sur les agriculteurs, que des options qu'elle oblige à prendre vis-à-vis de notre conception du vivant : Mr. Justice Brennan, Mr Justice White, Mr. Justice Marshall et Mr Justice Powell qui soutinrent les premiers cette position dans l'opinion dissidente qu'ils firent valoir dans l'arrêt Chakrabarty, avaient sans doute raison . Pourtant ce n'est pas une opinion majoritaire car la plupart des "experts" soutiennent que l'on est là dans un domaine strictement technique . Alors, finalement, la question que nous devons nous poser est de savoir QUEL SENS AURAIT , EN FRANCE, EN 1990, UN TEL APPEL AU LEGISLATEUR ? Et l'on verra que , en l'état actuel de nos institutions et du fonctionnement de notre démocratie, UN TEL APPEL AU LEGISLATEUR AURAIT SANS DOUTE PEU DE SENS . Pourquoi ?

Dans ce domaine, on est aux marges de la bioéthique, expression qui gagne du terrain, même si le terme était à l'origine réservé à l'application des biotechnologies à l'être humain . Comme dans les autres domaines relevant de la bioéthique, on avance que le déficit démocratique résulte principalement de la technicité des problèmes, tant scientifiques que juridiques. Les comités d'éthique sont composés en grande partie de scientifiques car il faudrait un haut niveau pour comprendre comment les problèmes se posent. On est très vite amené à douter de la valeur universelle de cette explication. Certes, des notions complexes sont mises en jeu, et il est vrai qu'il faut bien connaître les questions. Mais je me demande si

la familiarité requise avec le sujet traité ne sert pas davantage à déjouer les simplifications abusives cachant les options idéologiques des groupes de pression plutôt qu'à démêler un réel trop complexe.

Car il m'apparaît finalement que le problème qui m'était posé ici est simple et se résume à quelques options dont tout le reste découle. Options éthiques d'une part, options techniques d'autre part, options économiques enfin, dont l'ensemble compose l'image d'une solution à la recherche de son équilibre.

Je ne reviendrai pas sur les deux premiers aspects qui ont été largement développés. Je ferai une remarque sur l'option économique : tout le monde sait que les démocraties occidentales sont à un moment charnière de leur existence, du fait de l'effondrement du système communiste d'une part, et de l'inégalité grandissante entre le Nord et le Sud d'autre part. Les critiques naturels des excès du capitalisme ont aujourd'hui tendance à porter leur attention vers d'autres lieux, adhérant avec près de trois siècles de décalage à la théorie de la main invisible. Il serait trop long d'analyser les quatre articles, topiques à bien des égards, que Marcel Gaucher a fait paraître dans le numéro anniversaire de *Débat* (1) : tirons simplement l'idée que cet homme de gauche constate que l'histoire a tranché, et que les solutions à nos problèmes sont à chercher du côté du développement du capitalisme, du surcroît de science, de technique et d'industrie. Je n'en ai pour ma part jamais douté : que l'on reconnaisse la place de la sphère marchande dans la société, quoi de plus équitable ? Mais est-il pour autant équitable que cette place soit prépondérante voire envahissante, que les mécanismes de marché soient reconnus comme adaptés à tous les objets et toutes les situations, voilà ce dont on peut douter - comme on peut douter que la liberté contractuelle soit en tous points, et en toute situation conforme à l'intérêt du plus grand nombre.

Il y a donc de nouvelles pistes critiques à trouver, reposant moins sur des idéologies préfabriquées, que sur des choix de société effectués cas par cas. Micro-organismes, végétaux et animaux ne relèvent pas forcément de la même approche, et leur régime juridique dépend des rapports que l'on entretient avec eux.

La question qui se pose alors est de savoir comment nous pourrions effectuer ces choix de manière démocratique. Le tableau qui résulte de ce rapport est assez sombre, car les parlementaires n'auront pas pu ne pas s'apercevoir que tout est quasiment achevé avant même que beaucoup d'entre eux n'aient eu connaissance du problème. C'est sur ce constat que je me propose d'achever mon travail. Les raisons du désaisissement parlementaire me sont en effet apparues de manière très évidente au fur et à mesure que j'écrivais l'histoire de ces évolutions du droit, et l'on constatera qu'elles n'ont pas grand chose à voir avec la complexité du dossier. Deux raisons concourent au dessaisissement du législateur : l'élaboration du droit est ici transnationale, et se fait sous la pression de l'Office américain des brevets, les choix résultent du jeu croisé de groupes de pression dont la représentativité est faible.

## **SECTION I : LA TRANSNATIONALISATION DE L'ELABORATION DU DROIT**

Le lecteur l'aura constaté tout au long de ce travail ; les choix qui ont présidé à la protection de l'innovation dans ce secteur sensible que sont les biotechnologies ont été effectués progressivement au sortir de la guerre lors de toute une série de réunions de comités d'experts, dont le mandat était d'unifier les droits européens des brevets. C'est lors des

conférences qui ont précédé la préparation de la Convention de Strasbourg qu'il a été décidé d'exclure du mandat des négociateurs les variétés végétales et les races animales et d'y inclure les procédés microbiologiques. Les représentants des Etats dans ces conférences ne sont évidemment pas des élus, ce sont des fonctionnaires, en l'occurrence des représentants des différents Instituts de propriété industrielle. Les conférences accueillent aussi des groupes d'experts issus de l'industrie privée, comme la chambre de commerce internationale, et les conseils en brevets réunis en associations, comme l'AIPPI par exemple (cf. section 2).

On peut estimer que c'est la Convention de Strasbourg qui a ouvert la porte à la brevetabilité du vivant par le truchement de la notion de procédé microbiologique, dont l'interprétation de plus en plus large a permis d'englober progressivement la quasi totalité du vivant (la dernière incertitude sur les races animales devrait être levée incessamment). Or la lecture des travaux préparatoires est désolante : personne à l'époque n'a soulevé la moindre question éthique puisqu'on ne pensait viser par là que la production d'antibiotiques. L'affirmation de la brevetabilité des procédés microbiologiques qui induit aujourd'hui une véritable révolution n'a donc pas fait l'objet de la moindre discussion entre experts.

De plus, les acquis de cette convention ont été intégrés par la loi française en 1968, à nouveau sans la moindre discussion. La lecture des travaux parlementaires sur le sujet est à nouveau désolante. Si certaines réformes de la loi de 1968 ont été abondamment discutées, ce qui concerne la biologie n'a pas été abordé ; tout était présenté comme l'alignement du droit interne sur les engagements internationaux pris à Strasbourg. Or ce texte n'est entré en vigueur qu'en 1980, bien après que les réformes nationales aient absorbé son contenu.

Il se trouve en effet que le Gouvernement n'avait pas soumis le texte de la Convention de Strasbourg à l'approbation parlementaire, quand bien même il visait, en 1963, à modifier des dispositions législatives. Lorsqu'en 1980, la Convention entra en vigueur, elle était conforme au droit interne, ce qui rendait inutile a posteriori la consultation du Parlement (2).

Par une série de jeux entre le niveau national et le niveau international, la question ne fut donc jamais discutée solennellement au Parlement.

Le mouvement s'est encore accentué. L'extension de la brevetabilité des micro-organismes aux produits du corps humain est le fait des Instituts de propriété industrielle. Ce sont certes des Instituts nationaux, mais ils travaillent en symbiose avec les Instituts des autres pays, et sont très influencés par les décisions américaines. L'extension de la brevetabilité des procédés non essentiellement biologiques aux populations végétales, voire animales a été décidée par les tribunaux dans certains pays (Allemagne Fédérale), par l'Office européen des brevets pour les autres pays.

Toutes ces évolutions restaient lentes et incertaines tant qu'elles n'étaient pas fixées par des lois ; mais s'adresser aux législateurs comportait de multiples inconvénients : discussions publiques, divergences plus ou moins profondes entre les pays.

On coupait court à toutes ces difficultés en passant par les institutions du Marché commun. Une directive du Conseil des Communautés européennes devait permettre une élaboration de type technocratique, et un texte finalement uniforme pour tous les pays du Marché commun, texte très inspiré des solutions américaines. Le processus a été compliqué

par l'avis sévère du Comité économique et social et par l'intervention des Verts au Parlement européen. Mais il n'est pas évident qu'ils soient assez puissants pour rendre à la discussion des fondements démocratiques : retarder un texte ne permet pas forcément de le modifier.

Il faut noter que la voracité actuelle des autorités européennes commence à poser de graves problèmes ; si le Marché commun s'est tenu pendant longtemps dans sa sphère de compétence, qui est la sphère de l'économie, il a trouvé aujourd'hui un moyen imparable de l'étendre considérablement. Il suffit en effet de qualifier quelque chose de marchandise pour que le principe de libre circulation des marchandises lui soit applicable, et que cela relève de la création du grand marché et donc largement du processus d'élaboration du droit par directives.

Or de multiples produits ont une nature ambiguë, à la fois économique et "humaniste". C'est ainsi que le sang, qualifié de médicament, donc de marchandise, est tombé dans la compétence des autorités de Bruxelles. L'organisation française du sang, reposant sur le don et l'absence de profit des centres de transfusion, est désormais mise en concurrence avec les multinationales du sang, reposant sur l'achat et le profit. Il en résulte une mise à l'écart du système français, voté par le Parlement, sans que le législateur ait été consulté (3).

Le problème est un peu le même pour le végétal et l'animal ; il y a là un choix de société faisant intervenir d'autres considérations que les considérations économiques. Faire traiter le dossier, sans autre précaution par Bruxelles, revient à ne prendre en considération qu'une vision industrielle relativement étroite ; et c'est bien ce qui ressort du texte proposé par la DG III.

Cette tendance est encore aggravée par la pression américaine . Dans un article au Monde Diplomatique, J-P.Berlan a bien montré que l'évolution de cette branche du droit européen, hors de toute procédure démocratique, avait été provoquée par un arrêt de la Cour Suprême des Etats-Unis, et un certain nombre de décisions de l'Office Américain des brevets (4). Au nom de la compétitivité internationale, toutes les structures à fonctionnement démocratique sont privées de leur compétence traditionnelle : les Parlements, mais aussi l'Office mondial de la Propriété Industrielle qui, "freiné" dans ses décisions par la présence d'un grand nombre de pays en développement, se trouve contourné par d'autres institutions plus efficaces comme le GATT. Car, en dernière analyse, il semble bien que les Etats Unis cherchent à se servir du GATT et des possibilités de représailles commerciales qui en découlent, pour faire admettre partout dans le monde, hors de tout processus démocratique, la brevetabilité généralisée du vivant.

Certes, la compétitivité est un objectif que l'on doit prendre en compte ; mais il ne faut pas croire que l'on peut copier un choix juridique sans insérer en même temps un fragment de la société que l'on copie. Or la compétitivité économique peut concerner tous les secteurs de la vie quotidienne . Imiter le droit économique américain revient à intégrer progressivement tout le système de valeurs et de contre-valeurs qu'il véhicule. Il est intéressant de constater que les Etats-Unis sont en train de réaliser les impasses d'une société fondée sur la recherche du profit, comme objectif premier ; un article du 1 janvier 1990 du Time, qui prétendait faire le bilan des années 80, tournait autour de l'idée que la politique du profit avait conduit aux fractures des sociétés ; de la société nationale avec l'élargissement du fossé entre les riches et les pauvres, de la société internationale avec la fracture Nord-Sud (5). L'idée est d'une telle banalité qu'on pourrait la croire acquise. Il n'en est rien ; après une longue période de

"capitalisme critique" qui n'a pas été si néfaste aux sociétés démocratiques, nous en revenons à l'Enrichissez-vous ! L'article du Time commence sur une citation : "L'avidité c'est bien. L'avidité c'est ce qu'il faut, c'est clair et cela incarne l'essence de l'esprit de progrès... Retenez mes mots, c'est ce qui sauvera l'Amérique". Et c'est au moment précis où les Etats-Unis commencent une critique, que nous essayons d'acclimater les institutions dépassées du libéralisme extrême !

## SECTION II : LE JEU DES GROUPES DE PRESSION

Mais une autre forme plus ancienne de désaisissement du Parlement résulte du jeu des groupes de pression . Je n'hésiterai pas à dire, à l'issue de cette étude que le véritable législateur en ce domaine, est le consensus qui finit par être trouvé entre les groupes de pression. L'équilibre final dépend donc de la représentativité de chacun, et des lacunes de la représentation, qui font que certains intérêts ne sont pas pris en compte. Il n'y a pas, ou il n'y a guère de distance entre la vision du droit que donnent les professionnels en fonction de leurs intérêts légitimes, et le texte qui est finalement adopté. J'essaierai rapidement de décrire les forces en présence, la manière dont elles agissent, et les lacunes qui subsistent, une fois le processus presque achevé.

### I. L'offensive de l'industrie

L'action a été lancée par l'agro-chimie, la pharmacie, et dans une moindre mesure par l'industrie pétrolière. Cela se comprend aisément . Ces trois branches industrielles liées entre elles représentent à elles trois un chiffre d'affaires mondial considérable. Or, la plupart de leurs activités traditionnelles sont susceptibles d'être complétées ou dans certains cas remplacées par les biotechnologies. Il est donc vital de contrôler le développement de ce nouveau mode de production pour arriver à conserver la maîtrise des filières de remplacement des productions actuelles.

Anticiper sur de nouvelles productions, même si elles sont loin d'être au point, était légitime, car c'est ainsi que l'on prépare une politique de recherche à long terme. Anticiper sur les modalités de protection d'innovations encore balbutiantes était à l'inverse imprudent, car on ne protège bien que ce que l'on connaît. Or l'idée fut tout de suite admise que, si l'industrie récupérait le vivant dans ses attributions, elle se devait de lui appliquer le même système de protection de l'innovation qu'à tous les autres objets d'industrie.

Un grand mouvement fut donc mis en route, animé par deux associations qui réclamaient depuis longtemps l'intégration des végétaux et des animaux dans les systèmes des brevets, l'AIPPI, et la CCI . Les premiers lieux visés furent les Instituts de la propriété industrielle qui répondirent en agissant sur deux fronts : les fonctionnaires entreprirent un effort de doctrine, et plus concrètement acceptèrent de délivrer un certain nombre de brevets portant sur des produits et des procédés biotechnologiques.

En second lieu, le groupe de pression mit au point deux stratégies, l'une reposant sur l'exploitation des forces de réflexion endogènes, l'autre sur l'exploitation de forces exogènes. La première aboutit à un certain nombre de rapports faits par des représentants de firmes comme Sandoz ou Ciba-geigy, qui furent largement diffusés à l'extérieur et servirent de base

de réflexion à toute l'industrie . C'est ainsi que le rapport de J.Roth , celui de J-H Duesing et celui de Clive Morris ont circulé dans toutes les institutions. Ils ont abouti en 1986 à la "Déclaration de la Chambre de commerce internationale relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques", déclaration que j'ai publiée dans l'ouvrage collectif "le droit du génie génétique végétal" (6). Elle fut présentée comme une déclaration unanime de toute l'industrie concernée, et j'eus du mal à faire admettre d'ajouter un Nota bene précisant que pas un seul semencier n'avait été consulté.

La deuxième stratégie consista à faire appel à des forces extérieures : F.K.Beier, R.S.Crespi, et J.Straus rédigèrent le rapport pour l'OCDE en 1985, M.Hüni celui qui servit de base aux documents de l'OMPI des années 1986 et 1987, documents fondamentaux dans l'évolution de la matière (7) ; J.Straus fut ensuite l'inspirateur du projet de directive de la DG III de la CEE. F.K.Beier et J.Straus (Max Planck Institut) ont démultiplié ce travail initial en écrivant sur le sujet dans toutes les revues de propriété industrielle . R.S.Crespi, conseil en brevets, est aujourd'hui conseiller de la DG III pour achever le projet de directive.

Les conseils en brevets ont, dans tous les pays, publié un très grand nombre d'articles demandant l'achèvement rapide des travaux de la DG III, critiquant toute décision de justice paraissant restrictive ou tout article faisant valoir un autre point de vue que le leur. Pour ne donner que quelques exemples, on peut citer en 1989 l'article de R.Whaitte et N.Jones, conseils à Londres, ou en 1990 l'article de EM McMahon, conseil à Toronto qui sont en faveur d'une réforme rapide(8). Ou encore, un compte rendu paru en France dans le Bulletin documentaire de la propriété industrielle : abandonnant le style généralement neutre de ces comptes-rendus, le rédacteur résume l'article d'un auteur anglais, Mme.Llewelyn qui rappelait les avantages du système de l'obtention végétale, et commence par ces mots : Mme.Llewelyn "s'érige dans cet article quelque peu polémique en défenseur des droits des obtenteurs de la Communauté économique européenne, ..." (9). Or il y a bien un débat, et l'on ne peut que s'en réjouir, mais il est plutôt insuffisant, et l'on ne peut le qualifier de polémique sans en diminuer la portée.

Le groupe de pression s'appuie encore sur les multiples prises de position de différentes associations professionnelles, telles l'UNICE qui représente les grandes industries à Bruxelles (sorte de CNPF européen), le CEFIC (industries chimiques), ou le GIFAP (produits agrochimiques). Malgré l'impression de diversité qui résulte de la multiplicité des sigles, ce sont en fait toujours les mêmes entreprises qui réapparaissent, et donc les mêmes positions qui sont prises.

Ses interventions sont techniques, mais aussi plus générales : ainsi un récent document édité sur cette question par le CEFIC parlait de la manière dont l'Europe doit "manager, non réglementer, les impacts sociaux de la révolution biotechnologique" ; on ne peut imaginer conception moins politique des choses . Et pourtant, il n'est pas certain que la société demande à être gérée comme un stock de produits, au demeurant explosifs !

## II. La réponse de l'agriculture

L'agriculture a été longue à répondre car pendant un certain temps elle n'a pas cru au sérieux de ces attaques, pour des raisons que l'auteur de ce rapport se révèle incapable d'analyser de manière convaincante . Mais l'évolution de la jurisprudence de l'OEB et surtout



la publication du projet de directive de la DG III semblent avoir provoqué la réaction : il fut donc décidé de préparer une révision de la Convention UPOV ayant pour but de durcir le droit d'obtention végétale par la création de la notion de variété essentiellement dérivée, ce qui aurait pour conséquence de contraindre les industriels à négocier l'échange gènes-variétés . Au lieu d'être très déséquilibrées, les positions respectives devenaient à peu près tenables.

Certes le consensus n'est pas encore total, mais le conflit est bien apaisé . Cet apaisement repose, comme je l'ai expliqué au chapitre V , parfois sur des solutions véritables, parfois sur des points laissés dans l'ombre. La stratégie a été différente de celle de l'industrie : les obtenteurs se sont tournés vers l'UPOV, ce qui était naturel, sans tellement chercher à intervenir devant la DG III ou l'OEB, les contacts avec ces fonctionnaires ayant été indirects lors des travaux sur l'interface. Cela a probablement été plutôt négatif, car il aurait été préférable d'exercer une influence sur la construction de cette nouvelle branche du droit des brevets pour la rapprocher du droit d'obtention végétale, plutôt que de renforcer le droit d'obtention végétale pour le rapprocher des brevets.

Ceci dit, les associations d'obteneurs (COMASSO, ASSINSEL, GIBIP etc) ont joué un rôle important dans le recentrage du conflit, alors qu'il avait été possible de penser pendant un certain temps que le milieu professionnel admettrait finalement de plus ou moins bon gré le retour au système des brevets.

### III. Les groupes de pression parallèles

Cette qualification n'est sans doute pas totalement satisfaisante. J'entends par là les groupes qui n'appartiennent à aucun des deux milieux professionnels. Le plus important d'entre eux est le COPA-COGECA, Fédération européenne regroupant toutes les associations d'agriculteurs de la Communauté, soit 10 000 000 d'agriculteurs. Il est curieux de voir que cette association qui s'est tout de suite préoccupée des conséquences de la brevetabilité des plantes et des animaux sur les agriculteurs, et qui a pris clairement position contre l'extension de la brevetabilité aux organismes complexes et contre la suppression du privilège du fermier, n'a jamais été prise en considération dans les discussions. Toujours auditionnée, elle n'est jamais écoutée.

Il faut ensuite parler de l'intense activité de l'ICDA, association coordonnant des ONG de solidarité avec le Tiers monde, qui a cherché à rassembler groupes politiques, associations et scientifiques s'opposant pour des raisons généralement très diverses et parfois peu compatibles à tout ou partie de la brevetabilité du vivant. Le travail de ce réseau a surtout consisté à transmettre des informations, mettre des politiques en contact avec des scientifiques susceptibles d'apporter des fondements techniques à leurs positions politiques, organiser des auditions, élaborer une publication destinée au Parlement européen et aux organisations internationales susceptibles de s'y intéresser comme la FAO ou le PNUE . L'idée était surtout de faire sortir cette question de l'approche strictement technique qui avait été la sienne jusqu'à ce jour, pour montrer les implications sociales, politiques, nationales et internationales qui sont les siennes (10).

### IV. Les modalités de l'action

On l'a déjà laissé entendre, chaque groupe a agi principalement auprès de ses protecteurs naturels : les ministères de l'Industrie et la DG III pour les chimistes, les

ministères de l'Agriculture et l'UPOV pour les obtenteurs, le Parlement européen et l'ONU pour les Verts et les ONG.

L'aspect "bataille" est admis, voire revendiqué par les industriels et par les Verts, plutôt gommé du côté de l'agriculture : "Des entreprises vont se battre contre l'exclusion de la brevetabilité des animaux" (11), "La Commission refuse une deuxième fois de rencontrer les ONG pour faire face aux conflits de la brevetabilité du vivant" (12), "Un brevet relatif à une plante pourrait donner lieu à une nouvelle bataille juridique" (13), "La ligue des jeunes du parti du Centre a décidé de former opposition contre les brevets biotechnologiques" (14).

La France n'est pas très familière avec le lobbying qui existe comme ailleurs, mais de manière moins organisée et surtout moins transparente. Il s'est, à Bruxelles, très rapidement développé et officialisé (15). Il existe aujourd'hui de multiples associations professionnelles installées à Bruxelles, et travaillant régulièrement auprès de la Commission, et plus récemment auprès du Parlement européen. Une partie de ce travail est plutôt utile, lorsque deux conditions sont réunies. Il faut qu'il s'agisse d'un sujet purement économique d'une part, et que toutes les parties concernées sont représentées d'autre part. Les règlements sur le transfert de savoir faire, les accords de franchise, les accords de recherche-développement, la distribution automobile, le contrôle des concentrations, semblent ainsi avoir abouti à des textes plus ou moins satisfaisants. Pour réaliser ce travail considérable, la Commission ne dispose que d'un personnel réduit qui ne lui permettrait pas de le mener à bien. Ce sont donc les personnes concernées qui préparent le travail. De la confrontation des points de vue, s'ils sont tous représentés, peut naître un droit bien adapté aux besoins des professionnels.

Le modèle n'est plus très satisfaisant lorsqu'il s'agit de secteurs qui mélangent considérations économiques, sociales, et éthiques. Rien alors ne remplace le débat politique ; aucun groupe de pression ne peut prétendre lutter contre des groupes industriels, aucun groupe de pression ne peut représenter l'intérêt général ; les apports des uns et des autres ne sont tout simplement pas du même ordre : comment comparer les productions tangibles de l'industrie avec une réflexion sur le symbolique, menée par une ONG humanitaire ?

### **SECTION III : LES IMPASSES ACTUELLES DE LA DEMOCRATIE**

Je n'aurai donné ici que des pistes de recherche techniques, ce qui est une réponse un peu décevante à la question de la démocratie -d'autant plus que l'on ne voit guère comment sortir des impasses qui ont été décrites. En effet, il est légitime de vouloir régler ce genre de problèmes sur une base transnationale, car l'industrie est transnationale, et l'homogénéité des règles améliore le caractère équitable des règles du jeu. Mais cet objectif, qui doit être poursuivi avec patience, ne vaut sans doute pas que l'on y perde son âme. Or l'impression que laisse cette élaboration transnationale des règles de droit, est que la perte des valeurs qui l'accompagne vient plus des limites étroites du mandat du personnel qui négocie l'unification que du caractère transnational de l'élaboration : en effet, ce ne sont pas des représentants du peuple qui participent aux négociations mais des experts. Ces experts, quelles que soient par ailleurs leurs convictions personnelles, sont incités à défendre des positions corporatistes, qui ne peuvent tenir compte de visions politiques globales.

Lorsque les Parlements nationaux sont saisis aux fins de ratification pour les Conventions, de transposition pour les directives, il est trop tard pour que puisse avoir lieu un véritable débat politique. C'est donc "avant", que le Parlement devrait intervenir ; autrement dit, ce qui manque à nos sociétés, c'est un mécanisme de préparation démocratique des comités d'experts . Les représentants des Etats ne devraient partir négocier que munis d'un mandat donné par leurs Parlements, puisque c'est désormais en amont de la loi nationale que la plupart des grands choix s'effectuent. Il est inutile de souligner à quel point cette suggestion va à l'encontre de toutes les traditions et de toute l'organisation politique.

Le jeu des groupes de pression paraît encore plus difficile à rendre démocratique ; le fonctionnement d'un groupe de pression coûte très cher, ce qui donne la prime à l'industrie. Certes, de petits groupes fonctionnent sur le bénévolat et les mécanismes compensateurs de nos démocraties (subventions, fondations, etc.). Mais on se doute que leurs possibilités d'action sont plus réduites. De plus, le système des groupes de pression a l'inconvénient de dégager dans chaque groupe quelques "spécialistes" du problème qui s'affrontent éternellement avec les mêmes arguments, les mêmes transparents, et les mêmes conférences , devant des auditoires différents et oublieux. Le débat est donc peu mobile. Autre inconvénient, le caractère presque professionnel de ces spécialistes fait qu'ils sont pressés d'aboutir à un résultat concret, qu'il y ait ou non urgence, ce qui tend à réduire le temps de la réflexion de la société dans son ensemble. Or, on ne voit guère comment freiner cette tendance, à l'inverse de la première pour laquelle il existe des solutions, certes difficiles à mettre en oeuvre.

## Références du Chapitre VII : le déficit démocratique

- (1) Marcel Gaucher : Sous l'amour de la nature, la haine des hommes . Le Débat, n°60 1990.
- (2) Sur cette question, cf. J.M.Mousseron, traité des brevets précité, note 164 et la question écrite n°43796 de J.Foyer, qui y est reproduite.
- (3) Un numéro de La nouvelle Gazette de la Transfusion est consacré à ce problème ; des grèves de donneurs de sang ont eu lieu. L'ensemble du système est déséquilibré. juin 1990, n°61 S.Miara : La libre circulation du sang dans la Communauté européenne - marché du sang et éthique transfusionnelle, Mémoire de DEA de droit communautaire, Centre européen universitaire de Nancy, septembre 1990, sous la dir. de M.A.Hermitte.
- (4) J.P.Berlan , Le Monde Diplomatique, décembre 1988.
- (5) Sur la crise éthique aux Etats-Unis, cf. un article très intéressant du Time, à la double rubrique "Business" et "Ethics", 1 janvier 1990, Freed from Greed ?
- (6) Librairies Techniques, 1987, p.233
- (7) Biotechnologie et protection par brevet, une analyse internationale, OCDE, 1985 : Pour l'OMPI, cf principalement le texte établi par le Bureau international de l'Union de Paris : Comité d'experts sur les inventions biotechnologiques et la propriété industrielle, deuxième session, Genève, 3-7 février 1986, in La propriété industrielle , juin 1986, et surtout le même Comité d'experts réuni pour la troisième session du 29 juin au 3 juillet 1987, BIOT/CE/III/2, qui présente des questions, des réponses, et une sorte de projet de loi servant de base de travail commune
- (8) PIBD, 1989, n°462, II-124 et Patent world, n°18, nov.1989.
- (9) PIBD, 1990, n°469, II-3
- (10) Patenting life forms in Europe - An international conference at the European Parliament, 7-8 february 1989
- (11) New Scientist, 11 février 1988, p.21
- (12) CEAT Coordination européenne des Amis de la Terre, Bruxelles
- (13) New Scientist, 16 décembre 1989, p.10
- (14) Liste d'associations ayant pris position contre la brevetabilité du vivant aux Pays Bas :  
Association of cooperative enterprises for the production and trade of agricultural products  
Association of dutch flower auctions  
Consumer alliance  
Dutch association of Countrywomen  
Dutch agricultural Youth Board  
Dutch association of breeders and traders in seed and plant material  
Dutch organisation for international development cooperation  
Evert Vermeer Foundation  
Foodworkers Union  
Consumer contact  
Biotechnology and society contact group  
Foundation for nature and environment  
Friends of the Earth  
Landbouwschap  
National cooperative Council for agriculture and horticulture
- (15) Th.Jean : Les associations professionnelles et le droit européen de la concurrence. Mémoire de DEA de droit communautaire, sous la dir. de M.A.Hermitte, Centre européen universitaire de Nancy, septembre 1989.

**B. L'ORGANISATION ET LA PROTECTION JURIDIQUES DE LA CREATION DE  
NOUVELLES RACES ANIMALES**

**par Jean-Christophe GALLOUX**

**Maître de Conférences à l'Université de LYON II,**

**Avocat à la Cour de LYON**

**Remerciements :**

*Cette étude n'aurait pu être complétée dans un temps aussi court sans le concours apporté par les personnels de l'INRA, de l'INSERM, de l'INPI, de l'Institut Mérieux, de l'Institut Pasteur, de l'Institut de Sélection Animale ; les services de la Commission des Communautés Européennes (the Concertation Unit for Biotechnology in Europe [CUBE, DG XII notamment], de l'Ambassade de France à WASHINGTON, de l'Ambassade de France à LONDRES, de l'Office Européen des Brevets (Münich), de l'OMPI (Genève), de l'Office Fédéral des Brevets (Berne), d'ORGANIBIO ; des sociétés Rhône-Poulenc, SANOFI, TRANSGENE ; du Cabinet GUTTMANN-PLASSERAUD (Conseils en Brevets) ; de Monsieur O'CONNOR (Office of Technology Assessment, Washington) et de Monsieur le Professeur J. AZEMA (AIPPI). Qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude.*

## SOMMAIRE

<b>Introduction .....</b>	<b>297</b>
<b>1. Le cadre juridique .....</b>	<b>305</b>
<b>1.1 les dispositions générales relatives à l'utilisation des animaux .....</b>	<b>305</b>
1.1.1. la protection des animaux sauvages apprivoisés ou tenus en captivité et les animaux domestiques.....	305
1.1.2. la protection des animaux utilisés à des fins de recherches scientifiques ou expérimentales.....	306
<b>1.2. les dispositions relatives à l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés .....</b>	<b>308</b>
1.2.1. la normalisation des pratiques biotechnologiques relatives aux animaux génétiquement modifiés .....	308
1.2.2. la réglementation des pratiques biotechnologiques relatives aux animaux génétiquement modifiés .....	309
<b>1.3. les dispositions relatives à l'élevage et à l'environnement.....</b>	<b>311</b>
1.3.1. les dispositions relatives à l'élevage.....	312
1.3.2. les dispositions relatives à l'environnement .....	313
<b>2. la protection des innovations relatives à la création d'animaux modifiés génétiquement.....</b>	<b>316</b>
<b>2.1. la protection par les brevets d'invention des innovations relatives à la création d'animaux modifiés génétiquement.....</b>	<b>317</b>
2.1.1. généralités .....	317
2.1.2. la question de la brevetabilité des innovations relatives aux animaux génétiquement modifiés.....	319
2.1.3. la portée de la protection juridique conférée par les brevets d'invention relatifs aux animaux modifiés génétiquement .....	332

<b>2.2. la protection des inventions relatives aux animaux modifiés génétiquement par des mécanismes juridiques ne faisant pas appel à un droit de propriété industrielle .....</b>	<b>335</b>
2.2.1 les mécanismes juridiques permettant de protéger les inventions relatives aux animaux génétiquement modifiés.....	336
2.2.2. la typologie contractuelle dans le cadre de l'obtention d'animaux génétiquement modifiés .....	341
2.2.3. les relations entre la protection juridique et le type d'innovation relative aux animaux génétiquement modifiés.....	343
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>349</b>



## INTRODUCTION

Les progrès considérables enregistrés dans le domaine de la génétique moléculaire depuis trois décennies et l'élaboration des techniques du génie génétique (1) qu'ils ont permis, débouchent désormais sur des applications commerciales. Suivant en cela l'ordre de l'évolution naturelle des espèces, les premières réalisations pratiques et industrielles sont d'abord apparues dans le domaine microbiologique entendu dans son sens large (c'est-à-dire les microorganismes et les cultures cellulaires). Les applications dans les domaines végétal et animal ont vu le jour plus récemment.

### L'apparition du problème dans l'histoire récente des biotechnologies

Ainsi, les premières tentatives d'introduction d'un matériel génétique étranger à l'intérieur du génome d'un animal peuvent être datées de 1974 (2) ; les résultats les plus significatifs n'ont été obtenus qu'au début des années quatre-vingt (3). En raison de la plus grande complexité présentée par les organismes supérieurs, les progrès techniques n'ont pas été aussi rapides que chez les microorganismes et chez les plantes. De l'avis des spécialistes consultés, les techniques du génie génétique ne sauraient être efficacement sinon communément utilisées dans le règne animal avant la première décennie du troisième millénaire. Cette échéance a pu paraître assez lointaine pour qu'aucune réflexion juridique d'envergure n'ait été sérieusement engagée au sujet des animaux modifiés génétiquement, jusqu'à une période récente, alors qu'une telle réflexion avait été initiée de longue date dans le domaine microbiologique (4). Au plan français, l'analyse est très en retard par rapport aux travaux publiés en Allemagne et dans les pays anglo-saxons.

La pratique juridique semble, en ce domaine, avoir précédé les approches doctrinales. La délivrance d'un brevet portant sur une huître polyploïde par l'Office des Brevets des Etats-Unis d'Amérique (5), a révélé aux communautés juridique et politique l'existence d'un problème éventuel spécifique aux animaux, et a fait ressentir la nécessité d'une analyse ad hoc. En effet, l'Office Américain publiait à titre de règle, que tout organisme multicellulaire, animal y compris et hormis l'homme, était susceptible d'être breveté (6). La délivrance par le même office d'un brevet pour une souris transgénique le 12 avril 1988 (7), plaça les autorités américaines au pied du mur. Les autorités européennes allaient peu après devoir affronter la même question, lors de l'examen par l'Office Européen des Brevets (ci-après OEB), de la même demande de brevet (8). La France qui se trouve au rang des Nations les plus avancées dans ce domaine, n'échappe pas à la nécessité d'engager une réflexion sur ces questions débattues aux plans européen et mondial. L'Institut National de la Propriété Industrielle (ci-après l'INPI) vient de publier la première demande de brevet pour une autre souris transgénique(9).

Il nous a été demandé de brosser le cadre juridique dans lequel les innovations faites dans ce champ technologique s'insèrent en portant une attention plus particulière aux dispositions juridiques permettant de protéger ces innovations. Ces deux directions formeront les développements de deux parties successives qu'il faut appréhender de façon à la fois autonome et complémentaire.

### **La notion de division du travail juridique**

Il nous paraît important d'indiquer d'emblée que le système juridique français, à l'instar des systèmes juridiques occidentaux, se fonde sur une certaine division du travail juridique. Il est de mauvaise politique législative et peu conforme à la rationalité du système, que des mécanismes de droit spécifiques visent des buts étrangers à ceux pour lesquels ils ont été établis. Ainsi en est-il, par exemple, des droits de propriété incorporels qui ont été créés pour inciter auteurs et inventeurs à l'innovation et non pour protéger l'environnement ou la santé publique ; cette dernière tâche incombe à des mécanismes juridiques différents. Une certaine complémentarité doit cependant exister entre les divers mécanismes du droit pour des raisons évidentes de cohérence du système légal. La définition du terme microorganisme doit, par exemple, être identique dans les textes qui régissent leur dissémination dans la nature et leur dépôt dans le cadre d'une procédure de délivrance d'un brevet (10).

Afin de bien saisir dans quelle mesure les innovations relatives à la réalisation d'animaux génétiquement modifiés peuvent s'insérer dans le cadre juridique existant, et dans quelle mesure elles réclament l'élaboration de règles nouvelles, il convient de déterminer en quoi ces innovations prennent à défaut les règles juridiques en vigueur, les rendent inadaptées ou inefficaces. Liminairement, il convient de déterminer précisément le cadre et le contenu de ces innovations:

### **Le principe de la promotion de l'amélioration génétique des races animales**

L'amélioration des qualités des animaux utiles à l'homme est une préoccupation constante depuis l'époque néolithique (11). Cette amélioration constitue en effet un élément essentiel de la domestication, en ce sens que la domestication s'accompagne progressivement de la transformation des espèces sauvages dans un sens voulu par l'homme. La domestication induit ainsi entre l'homme et les organismes vivants un type de rapports fondamentalement différent de ceux qui existent naturellement (le commensalisme, la symbiose ou le parasitisme). La domestication suppose que l'homme puisse contrôler de façon continue certains facteurs évolutifs afin de les contraindre dans un sens qui lui soit favorable. Elle a exigé qu'il domine la biologie de la reproduction des espèces visées comme aussi, dans certains cas, leur biologie nutritionnelle. Les sélections opérées par l'homme sur les espèces animales ont profondément modifié leur patrimoine génétique, produisant par rapport à la sélection naturelle des effets convergents ou divergents (12). Scientifiquement et juridiquement, la domestication se définit en relation avec les modifications génétiques recherchées chez les animaux (13).

Si individuellement les modifications génétiques induites par l'homme peuvent être importantes par rapport à l'état sauvage, elles sont demeurées très limitées en raison du faible nombre d'espèces pour lesquelles la domestication a réussi : quelques dizaines d'espèces sur plus d'un million et demi que compte le règne animal. Au surplus, l'amplitude des modifications induites se trouve bornée par les caractères génétiques possédés par les espèces en cause et ralentie par des facteurs temporels. En effet, le travail de sélection s'étend sur de nombreuses générations et il est impossible de transférer à une espèce les caractères possédés par une autre, dans la même mesure où les espèces sont interstériles.

L'avènement des techniques de l'ingénierie génétique offre à l'homme un instrument autrement plus puissant de modification génétique des espèces animales. Les techniques de transfert génétique permettent de s'affranchir des barrières interspécifiques et de réaliser des modifications dans un laps de temps incomparablement plus court qu'avec les méthodes de sélection et de croisement traditionnelles. En théorie, les techniques de l'ingénierie génétique ouvrent complètement le règne du vivant à l'amélioration génétique : une séquence génétique responsable d'un caractère intéressant peut être découverte chez une espèce sauvage et sans intérêt culturel pour être transférée chez une espèce traditionnellement domestiquée ou couramment utilisée en agriculture, par exemple.

En conclusion, le principe même de la modification génétique des animaux se trouve déjà justifié dans les pratiques agricoles immémoriales et consacré juridiquement par les textes promouvant l'amélioration génétique des races animales domestiques (14). Entre les techniques traditionnelles d'amélioration et celles qu'engendrent les technologies génétiques nouvelles, ne subsiste qu'une différence quantitative tenant à l'étendue des modifications réalisables. Il reste cependant, que l'importance des pouvoirs ainsi conférés à l'homme peut faire douter de la validité du principe initial dans le cas des technologies génétiques nouvelles.

### **Les catégories d'innovations génétiques dans le règne animal**

Si le cadre de l'amélioration ou de la modification génétique des espèces animales peut être posé avec une certaine simplicité, son contenu technique et pratique révèle immédiatement une grande complexité dont les développements juridiques auront à tenir compte.

### **La diversité et la complexité de la question**

Cette complexité résulte de la conjonction de trois types de diversité :

- diversité du règne animal
- diversité des techniques employées
- diversité des fins humaines poursuivies.

### *La diversité du règne animal*

Le domaine de l'animalité est immense (15). Le critère essentiel de l'animalité réside dans la structure cellulaire des organismes qui appartiennent à son règne, et qui commande un métabolisme fondamentalement différent de celui des végétaux. La cellule animale ne comprend ni chloroplaste ni membrane cellulosique ; il en résulte un métabolisme hétérotrophe alors qu'en principe le végétal est toujours autotrophe. Les confins du règne végétal et du règne animal demeurent imprécis puisque les protistes ou organismes unicellulaires que les taxonomistes rangent habituellement parmi les animaux, se partagent en fait entre les deux règnes. Ces incertitudes taxonomiques sont la source de délicates questions juridiques. Nous verrons ultérieurement que les protistes, plus couramment désignés sous le terme "microorganismes" ne sont pas considérés dans la pratique biotechnologique comme des animaux.

Le règne animal comprend actuellement 1 200 000 à 1 500 000 espèces dont les deux-tiers appartiennent à la classe des insectes. Les vertébrés ne comptent que 70 000 espèces. L'inventaire faunique se modifie constamment avec la découverte d'espèces nouvelles comme avec la réorganisation de la classification. La diversité des organismes vivants regroupés dans ce règne lui confère une grande hétérogénéité qui complique singulièrement une appréhension juridique globale et unitaire. En effet, les problèmes juridiques s'attachant le plus souvent au mode de vie des existants (déplacement, reproduction, conditions d'élevage ou de confinement), ils ne sauraient être exactement semblables pour une population de moustiques et pour une population de bovins. Enfin, l'homme appartient au règne animal, d'un point de vue biologique.

### *La diversité des techniques employées*

Des précisions de vocabulaire méritent d'être employées pour ce qui concerne l'obtention de nouvelles races animales. A côté des méthodes traditionnelles d'obtention qui s'appuient essentiellement sur les techniques de croisement et de sélection, on trouve désormais des techniques modernes qui permettent une intervention précise et directe au sein du génome animal (16). Les animaux sont dits "transgéniques" lorsqu'une information génétique étrangère a été introduite dans leur génome par micro-injection, utilisation de vecteurs viraux, utilisation de cellules "E.S.", ou par l'introduction directe du gène dans les spermatozoïdes (17) ; ces animaux sont parfois désignés sous le terme de "chimères génétiques".

A l'heure actuelle, la plupart des nouvelles races animales sont obtenues par la mise en oeuvre de ces procédés. Les chimères proprement dites désignent les animaux obtenus à la suite de la substitution de cellules embryonnaires d'un individu appartenant à une espèce donnée, par des cellules provenant du blastocyte d'un individu appartenant à une espèce proche (18). Des modifications génétiques peuvent enfin être obtenues par mutagénèse (en théorie), et par l'induction polyploïde. L'huître polyploïde du Pacifique pour laquelle le premier brevet "animal" a été délivré aux Etats-Unis, a été créée par des procédés mécaniques mettant en oeuvre des variations de pression hydrostatique (19). Le terme "d'animal génétiquement

modifié" nous paraîtrait le plus approprié pour comprendre l'ensemble des organismes dont le génome a été modifié par des procédés biotechnologiques non traditionnels. Nous conserverons ce terme en précisant toutefois qu'il s'accorde mal au vocabulaire adopté au plan communautaire (20).

### *La diversité des fins poursuivies*

Si le but immédiat de l'obtention d'un animal génétiquement modifié est la réussite de cette modification héréditaire, les fins en vue desquelles elle est réalisée sont fort diverses. Leur identification et leur analyse s'annoncent essentielles dans la mesure où les utilisations des animaux génétiquement modifiés vont permettre de déterminer le secteur économique touché par ces innovations, le type d'espèces en cause, le nombre d'organismes susceptibles d'être concernés et les modalités de leur utilisation. Trois types d'utilisation d'animaux génétiquement modifiés sont actuellement en vue (21) :

- des modèles expérimentaux
- des fermenteurs vivants
- des animaux à usage agricole au sens large.

*Les modèles expérimentaux* : les modèles expérimentaux sont des animaux destinés à des recherches fondamentales cliniques ou vétérinaires, voire à des recherches appliquées en matière de toxicologie par exemple. Ces modèles vont permettre d'étudier in vivo le fonctionnement des gènes, en particulier les modalités de leur expression dans un organisme (22). Les mêmes animaux constituent des modèles d'étude de maladies variées d'origine héréditaire. Enfin, les modèles expérimentaux servent à éprouver, en tant que prototypes, les animaux destinés à d'autres usages tels que les fermenteurs vivants et les animaux à usage agricole au sens large (23). Ces animaux arrivent d'ores et déjà sur le marché et des entreprises françaises en produisent et sont sollicitées par des clients usagers. Leur marché se révèle étroit et spécifique. Il est constitué d'organismes de recherche publics ou privés, médicaux-cliniques ou pharmaceutiques. Le milieu des producteurs et des utilisateurs apparaît assez homogène, la plupart des acteurs se connaissent et collaborent de longue date. Il y a peu de débouchés pour un type particulier d'animal génétiquement modifié. Nous avons eu connaissance de plusieurs cas dans lesquels un seul institut était intéressé par la souche transgénique développée, celle-ci présentant des caractéristiques génétiques particulièrement adaptées à des essais de carcinogénèse et de mutagénèse nécessaires dans le cadre de la mise sur le marché d'une nouvelle spécialité pharmaceutique, ou d'un nouveau produit chimique. Les petits mammifères sont les plus largement utilisés comme modèles expérimentaux, en grande majorité des souris, mais on emploie parfois des salmonidés, dont les oeufs nombreux sont facilement manipulables. Les modifications génétiques sont généralement obtenues par micro-injection. La valeur unitaire d'un animal de laboratoire servant de modèle expérimental n'est jamais très élevée (de l'ordre d'une dizaine de francs pour une souris obtenue selon des procédés traditionnels). La valeur d'une souris issue d'une souche transgénique peut être plusieurs dizaines de fois supérieure à ce prix (24). La dissémination de ces animaux est réduite même si leur production est importante, dans la mesure où ils demeurent confinés dans des laboratoires.

*Les fermenteurs vivants* : ce sont des animaux génétiquement modifiés produisant des protéines rares d'intérêt clinique ou vétérinaire dans des fluides biologiques aisément collectables, tels que le lait, le sang, le blanc d'oeuf etc... Les animaux les plus couramment utilisés sont la souris, le lapin, la chèvre et le porc, suivant les rendements obtenus (25). Les animaux génétiquement modifiés peuvent également produire des lignées cellulaires prélevées sur les tumeurs qu'ils développent suite à l'expression d'un oncogène qui leur a été injecté. Ces lignées cellulaires serviront à la confection d'anticorps monoclonaux.

Ces animaux intéressent évidemment l'industrie pharmaceutique. En raison du rendement des animaux fermenteurs et des besoins existants de protéines rares, il semble possible de couvrir un marché grâce à la production d'un troupeau relativement réduit (26). De ce fait leur dissémination semble réduite et leur confinement possible, même s'ils vivent à l'intérieur. En raison de la plus-value apportée par la valeur même des produits recherchés, les animaux fermenteurs représentent un capital considérable, sans commune mesure, par exemple, avec les animaux d'expérimentation. Les productions de ce type sont envisagées dans un avenir proche.

Les animaux à usage agricole au sens large : à terme, les biotechnologues visent au contrôle génétique complet des caractéristiques culturellement importantes que l'homme a toujours recherché à améliorer au travers de la domestication : poids en viande, lactation, résistance à la maladie, rapidité de développement etc... La plupart de ces traits phénotypiques sont sous le contrôle d'un ensemble de gènes ou sont le résultat d'interactions complexes. Ainsi, les experts dans ce domaine n'attendent pas que des produits de consommation courante apparaissent sur le marché avant une ou deux décennies (27). Toutefois de remarquables et rapides progrès sont accomplis dans le domaine de la résistance des animaux à des maladies spécifiques qui pourraient déboucher sur des applications commerciales dans un avenir proche (28). Ces dernières recherches touchent autant les vertébrés utilisés dans les élevages que des insectes (29). A côté de ces animaux modifiés génétiquement expressément destinés à des activités agricoles, il faut ranger les animaux utilisés dans la lutte biologique, sanitaire ou antiparasitaire. Les techniques biotechnologiques modernes permettent d'envisager la création d'insectes génétiquement modifiés ayant des caractéristiques saines qui pourraient supplanter les espèces à caractères nuisibles (comme la faculté pour les moustiques de transmettre les germes responsables du paludisme), ou permettant de les détruire ou de les neutraliser en s'accouplant avec elles. De telles innovations s'adressent principalement au marché agrosanitaire et aux industries chimiques.

La valeur des produits en cause dans les différentes cas varie avec leur nombre. Plus le taux de reproduction est élevé plus leur prix sera bas. En toute hypothèse, le coût d'un individu génétiquement modifié ne peut être très élevé s'il veut être compétitif avec les animaux traditionnels. Quant à leur dissémination, elle est importante dans le cas des animaux à usage strictement agricole et très importante dans le cas des animaux utilisés pour la lutte biologique. On ajoutera que la question de la dissémination des premiers se double de celle de leur consommation.

Après avoir déterminé le cadre et le contenu des innovations technologiques que représente l'apparition d'animaux génétiquement modifiés, il échoit de préciser les critères qui permettent de conclure que la législation française actuelle s'avère suffisante, insuffisante ou inadaptée à les encadrer. Du seul point de vue de la technique juridique, l'absence de textes spécifiques aux animaux modifiés génétiquement ne révèle pas en soi une insuffisance de la législation, encore qu'il existe des textes récents qui prennent en compte ces objets nouveaux. Il n'existe pas de vide juridique puisque le travail du juriste consiste précisément à interpréter les dispositions en vigueur de façon qu'elles régissent les situations nouvelles. L'insuffisance, la suffisance ou l'inadaptation d'un texte réside plutôt dans les conséquences qu'emporte l'interprétation qui a été faite ou qui est susceptible de l'être. Il convient d'examiner si ces conséquences rejoignent les préoccupations manifestées par le législateur ou le rédacteur du texte en cause, et si, d'une façon générale ces conséquences sont socialement et économiquement acceptables. Ces deux critères doivent être au surplus placés dans une perspective internationale.

L'acceptabilité sociale des conséquences d'un développement technologique est devenue depuis plusieurs années un point de repère fondamental pour l'élaboration de textes juridiques. Son examen renvoie à la recherche des valeurs essentielles partagées par les citoyens (30). La création d'animaux génétiquement modifiés a soulevé dans certains milieux des oppositions et des craintes qui doivent être prises en considération et analysées(31). Les risques éventuellement encourus par la santé de l'homme et son environnement doivent être également mesurés.

Les conséquences économiques de la mise en place des structures juridiques ou de leur fonctionnement ne peuvent pareillement être mésestimées. Si une analyse de l'impact économique réel des biotechnologies animales sur les structures industrielles et agricoles nationales concernées n'a pas été encore menée (32), il reste que la France ne peut a priori se permettre de renoncer au développement de ces technologies sans prendre un risque industriel. Les chiffres les plus récents confirment les faiblesses française et européenne dans le domaine des biotechnologies : les pays membres de la CEE ne déposent que 19% du total des brevets dans ce champ (la France comptant pour moins d'un quart de ce chiffre) contre 41% pour les Etats-Unis et 36% pour le Japon ; les entreprises européennes pharmaceutiques, chimiques et biotechnologiques qui représentent 82% de l'investissement mondial en ces domaines, le réalisent pour 64% aux Etats-Unis et pour 2% en Europe (33).

Ces différentes considérations sont bien entendu à placer dans un contexte international. Le développement de la science moderne en général et des biotechnologies en particulier nécessite une large coopération internationale qu'atteste la mobilité des chercheurs. Un développement économique harmonieux implique des transferts technologiques et par conséquent une certaine homogénéité juridique entre les réglementations des partenaires économiques. Tout déséquilibre peut conduire à des conséquences financières et sociales négatives (34). C'est la raison pour laquelle les forums internationaux de coopération économique et technique ont, depuis ces dernières années, largement évoqué ces questions (35). L'attitude des partenaires européens et des autorités communautaires doit être appréciée dans ce cadre.

Ces différents points ne seront pas spécifiquement développés dans le cours de l'étude qui nous a été commandée. Ils servent seulement de points de référence pour l'appréciation des développements de nature juridique auxquels nous nous bornerons.



## **1. LE CADRE JURIDIQUE**

Le cadre juridique dans lequel doivent s'insérer les animaux génétiquement modifiés s'entend pour l'essentiel des dispositions générales relatives à l'utilisation des animaux, à celles relatives à l'utilisation et à la mise sur le marché des organismes génétiquement modifiés, et des réglementations générales relatives à l'élevage et à la police vétérinaire.

### **1. 1. LES DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES A L'UTILISATION DES ANIMAUX**

En raison des manipulations dont sont l'objet les animaux génétiquement modifiés, il convient de savoir si ces traitements contreviennent aux dispositions légales et réglementaires régissant tant la protection des animaux domestiques et les animaux sauvages apprivoisés ou tenus en captivité, que les expériences pratiquées sur les animaux.

#### **1. 1. 1. LA PROTECTION DES ANIMAUX SAUVAGES APPRIVOISES OU TENUS EN CAPTIVITE ET LES ANIMAUX DOMESTIQUES**

L'article 453 du Code pénal réprime "les peines graves" ou les "actes de cruauté envers un animal domestique apprivoisé ou tenu en captivité" et prévoit pour leurs auteurs une peine d'amende de 500 F à 15 000 F et un emprisonnement de 15 jours à six mois ou l'une de ces deux peines seulement. L'article 276 alinéa premier du Code rural interdit par ailleurs d'exercer "des mauvais traitements envers les animaux domestiques ainsi qu'envers les animaux sauvages apprivoisés ou tenus en captivité". Aucun de ces textes ne semble s'appliquer aux animaux génétiquement modifiés. L'acte de cruauté ou le sévère grave visé par le premier texte, se caractérise par un acte "d'une gravité dépassant les limites de la brutalité, dénotant la volonté perverse, proche de la barbarie et du sadisme, de faire souffrir un animal d'une manière raffinée" (36).

Le mauvais traitement caractérise un acte de brutalité inutile et excessive (37). Les méthodes employées aux fins d'obtenir des animaux génétiquement modifiés ne peuvent se ranger dans aucune de ces catégories. Il n'y a pas de brutalité, pas plus que de l'excès ou de la fantaisie dans les procédures de micro-injection ou de recombinaison génétique ; l'animal ne souffre pas au moment où l'acte est accompli puisqu'il n'est pas muni, au stade cellulaire ou embryonnaire, d'un système nerveux qui fasse de lui un "être sensible".

Au demeurant, il n'est pas certain que le terme "animal" employé par les textes précités, s'applique aux formes embryonnaires des animaux sur lesquels les procédures biotechnologiques sont pratiquées. En effet, la directive du Conseil 86/609/CEE du 24 novembre 1986 (38) concernant la protection des animaux utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques, précise que le terme animal exclut "les formes foetales ou embryonnaires" autres que "les formes larvaires autonomes et/ou capables de reproduction".

(article 2a). Le décret n87-848 du 19 octobre 1987 mis en application des articles 454 du Code pénal et 276 du Code rural (39), conformément au texte communautaire, donne une version un peu différente en excluant du champ des expériences "les expériences faites sur les animaux invertébrés et sur les formes embryonnaires des vertébrés ovipares" (article 2a). La directive européenne doit primer le texte français et ce dernier étant inclu dans le même article 276 du Code rural (alinéa 3), il conviendrait de donner au terme "animal" un sens identique à son alinéa premier et second (40). L'alinéa second de l'article 276 du Code rural annonce des décrets en Conseil d'Etat déterminant des "mesures propres à assurer la protection de ces animaux contre les mauvais traitements ou les utilisations abusives et à leur éviter des souffrances lors des manipulations inhérentes aux différentes techniques d'élevage.

Aucun texte ne vise les techniques biotechnologiques modernes. Les animaux génétiquement modifiés ne souffrent en principe pas, au cours de leur existence, des manipulations dont ils ont été l'objet dans les premiers stades de leur développement. Tout au plus a-t-on pu noter chez certains individus des troubles du métabolisme que l'on ne peut véritablement qualifier de souffrance, ou si une souffrance est réellement apparue, l'expérience n'a pas été renouvelée (41). Pour ce qui concerne les animaux d'expérimentation chez lesquels les mêmes techniques permettent d'induire des tumeurs ou d'autres formes de pathologies, leur destination les fait tomber dans le champ d'application des textes relatifs à l'expérimentation proprement dite.

#### 1. 1. 2. LA PROTECTION DES ANIMAUX UTILISES A DES FINS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES OU EXPERIMENTALES

Ces animaux sont protégés dans le cadre de l'alinéa 3 de l'article 276 du Code rural qui renvoie au décret du 19 octobre 1987 pour les modalités de cette protection. Ce texte est lui-même complété par les arrêtés du 19 avril 1988 (42). Les animaux "modèles expérimentaux" entrent en principe dans le champ d'application de cette réglementation. Mais, comme il a été vu plus haut, les techniques de modification génétique ne seront pas réglementées (43) dans la mesure où elles ne sont pas qualifiées d'expérimentation. Certes, l'éventuelle douleur ne se produirait pas chez l'animal lors de l'accomplissement de la chirurgie génétique, mais au moment où l'animal développerait, par exemple, la tumeur désirée. En pratique, il est extrêmement délicat de juger si l'animal porteur de la tumeur souffre ou ne souffre pas, d'autant qu'il sera généralement sacrifié bien avant d'atteindre le stade final de la maladie, stade auquel la souffrance a la plus grande chance de survenir. Les mesures relatives à la protection des animaux d'expérimentation s'appliquent dès lors aux animaux modifiés génétiquement lorsqu'ils auront dépassé le stade embryonnaire. Ces mesures sont rappelées dans les guides de bonnes pratiques de recherche et de développement d'animaux transgéniques (44).

TABLEAU I

**TYPOLOGIE DES ANIMAUX  
GENETIQUEMENT RECOMBINÉS**

<b>TYPES D'USAGE / QUALITES</b>	<b>ESPÈCES CONCERNÉES</b>	<b>MARCHÉ CONCERNÉ</b>	<b>VALEUR DE L'ANIMAL</b>	<b>MODE DE DISSÉMINATION</b>
<b>FERMENTEURS VIVANTS</b>	mammifères	industries pharmaceutiques	très importante	peu importante
<b>MODÈLES EXPÉRIMENTAUX</b>	petits mammifères poissons	industrie chimique et pharmaceutique	peu importante	confinement
<b>ANIMAUX À USAGE AGRICOLE</b>				
- stricto sensu	espèces domestiquées ou utiles à l'agriculture	agriculture élevage	peu importante dépend du taux de reproduction	importante + consommation humaine
- pour la lutte biologique	insectes	industrie chimique agriculture	très peu importante	très grande

## **1. 2. LES DISPOSITIONS RELATIVES A L'UTILISATION D'ORGANISMES GENETIQUEMENT MODIFIES.**

L'encadrement des pratiques biotechnologiques modernes participe à la fois de la normalisation et de la réglementation (45).

### **1. 2. 1. LA NORMALISATION DES PRATIQUES BIOTECHNOLOGIQUES RELATIVES AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES.**

Le milieu professionnel national et international est la source d'une importante normalisation (standardisation) des pratiques dans le champ biotechnologique. En France, le travail de normalisation échoit pour l'essentiel à l'A.F.N.O.R. ; plus particulièrement à la Commission Générale des Biotechnologies (CGB) "chargée de formaliser les contraintes technico-commerciales pour passer du terrain de l'innovation à celui de la production" (46). Y sont associés des partenaires non professionnels intéressés ou agissant dans ce champ technologique, regroupés pour la plupart au sein de l'Organisation Nationale Interprofessionnelle des Biotechnologies (ORGANIBIO) (47). Les pratiques de recherche et de production d'animaux génétiquement modifiés faisant appel à des étapes techniques utilisées en microbiologie, se trouvent pour une large part régies par les normes déjà édictées pour celle-ci. Le passage de la recherche et de l'isolement d'une séquence génique intéressante à son introduction dans un individu donné puis à son élevage, s'effectue suivant les étapes suivantes, réunissant des compétences et des installations fort diverses :

- une étape de biologie moléculaire au cours de laquelle les constructions génétiques et les transferts génétiques seront accomplis ;
- une étape de biologie cellulaire qui permettra d'évaluer la capacité des gènes à s'exprimer dans des conditions proches de l'in vivo ;
- une étape de transgénèse proprement dite au cours de laquelle les embryons seront manipulés et transférés ;
- une étape de développement pendant laquelle seront assurés la sélection, l'entretien et l'étude des animaux obtenus.

Les deux premières étapes font appel à un niveau d'équipement des modes opératoires et un confinement décrits dans "le Guide de bonnes pratiques de recherche et développement dans le domaine de l'utilisation des microorganismes et des cellules d'organismes supérieurs" (48). Les autres étapes font l'objet d'une étude au sein des organisations précitées, qui devrait aboutir à la création d'une nouvelle norme spécifique à la recherche et au développement des animaux transgéniques d'ici un ou deux ans(49). On ne manquera pas de noter que le développement des standards français se fait en harmonie avec ceux déjà élaborés par les partenaires communautaires et internationaux (50).

## 1. 2. 2. LA REGLEMENTATION DES PRATIQUES BIOTECHNOLOGIQUES RELATIVES AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES.

1. 2. 2. 1. Au plan national, l'encadrement réglementaire des pratiques biotechnologiques s'appuie sur deux commissions administratives, la Commission de Génie Génétique (CGG) et la Commission du Génie Biomoléculaire (CGB). La CGG, créée en 1989 (51), est chargée d'évaluer les dangers potentiels liés à l'utilisation des techniques de génie génétique et de classer en fonction de ces risques, les organismes biologiques génétiquement modifiés, ainsi que les procédés utilisés pour les obtenir. Elle ne procède qu'à la surveillance des activités de recherche et non à celle des activités de production. La CGG peut être consultée par toute personne publique ou privée comme par le ministre de tutelle ou tout autre ministre sur toute question relative aux transferts d'éléments génétiques permettant d'obtenir des organismes génétiquement modifiés ; elle intéresse donc les recherches menées sur les animaux. A côté de son rôle consultatif, la CGG assure un rôle normatif en définissant les classes d'organismes selon leur caractère dangereux, et les expériences mettant en oeuvre les techniques d'ingénierie génétique. A cette fin, elle peut émettre des avis publics et des recommandations relatives aux précautions à prendre dans les laboratoires et les activités de recherche. Toutes ces activités retentissent sur la sécurité des recherches menées sur les animaux et contribuent à l'améliorer.

La CGB encadre, en aval de la CGG les usages des produits issus du Génie Biomoléculaire. Créée par arrêté du Ministère de l'Agriculture du 4 novembre 1986 (52), la CGB a reçu pour mission de "donner un avis sur toutes les questions relatives aux risques et aux conditions d'emploi des produits issus du génie biomoléculaire (et les biotechnologies plus généralement), notamment les risques de dissémination d'organismes vivants issus de ces techniques". Cet avis pourra être utilisé par toute commission compétente pour la mise sur le marché de produits concernés. Dès lors, elle représente l'expertise ad hoc des commissions d'homologation de produits relevant du ministère de l'agriculture, voire des autres Ministères qui pourront être concernés par des produits de cette origine. Ainsi, la demande d'homologation d'un produit échoit au ministère de l'agriculture, les responsables de la procédure adressent directement le dossier à la CGB.

En dehors de la procédure d'homologation des produits, pour laquelle sa saisine est obligatoire, la CGB peut être saisie pour avis de toute question relevant de sa compétence technique, par les professionnels du secteur public ou privé. Pour ce qui a trait aux disséminations d'organismes génétiquement modifiés dans la nature, il existe une coopération remarquable entre la CGB et les professionnels concernés : tous les projets sont soumis amiablement à la commission et ses avis sont suivis lors même qu'aucun caractère obligatoire ne leur soit attaché. Le développement des animaux génétiquement modifiés passe donc nécessairement par l'examen de la CGB, de même que leur mise sur le marché éventuelle. Il conviendrait toutefois d'affirmer le rôle réglementaire et obligatoire de la CGB et de mieux préciser sa place dans le circuit des examens techniques préalables à la mise sur le marché des animaux génétiquement modifiés.

La réglementation des pratiques biotechnologiques se trouve enfin complétée par le décret du 30 juillet 1985, qui ajoute une rubrique 58-11e au cadre réglementaire établi en vertu

de l'article 44 du décret du 21 septembre 1977 relatif aux installations classées (53). Les "centres de préparation industrielle de produits mettant en jeu des microorganismes pathogènes et des manipulations virologiques et microbiologiques, des procédés biochimiques et des recombinaisons génétiques" sont soumis au régime de l'autorisation administrative, en vue de laquelle sera réalisée une enquête publique relative aux incidences éventuelles des activités concernées, dans les conditions prévues par la loi. Le texte ne s'applique qu'aux installations industrielles et non aux laboratoires de recherche fondamentale ; sont plus particulièrement visés les centres de fabrication de vaccins et de sérums, les centres d'expérimentation de produits vivants recombinés végétaux ou microbiologiques de même que les pilotes et industries utilisant des organismes recombinés pour la synthèse de produits divers(54). En l'état actuel du texte réglementaire et nonobstant le caractère imprécis des termes qu'il emploie (55), il apparaît pour le moins que deux des étapes techniques nécessaires à l'élaboration d'animaux génétiquement recombinés entrent dans son champ d'application.

Ainsi, jusqu'à la mise en application de la nouvelle réglementation communautaire le système français peut paraître suffisant pour assurer la sécurité des pratiques de recherche et de production d'animaux génétiquement modifiés. Encore faudra-t-il mieux préciser les textes en vigueur et assouplir le régime administratif des installations classées en exigeant qu'une simple déclaration pour les procédés ne faisant appel qu'à des organismes peu ou non pathogènes selon les classifications en cours et utilisés à des fins de recherche (56).

1. 2. 2. Au plan communautaire, le Conseil des Communautés Européennes a récemment adopté deux directives, l'une relative à l'utilisation confinée de microorganismes génétiquement modifiés (57), l'autre relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement (58). Les deux textes vont modifier l'ordonnement juridique français existant, sa mise en conformité devant intervenir avant le 23 octobre 1991. Plusieurs groupes de travail notamment au sein du Ministère de l'environnement sont actuellement au travail pour adapter le cadre français ; un certain nombre de mesures touchent les animaux génétiquement modifiés.

La directive relative à l'utilisation confinée de microorganismes génétiquement modifiés édicte des règles destinées à contrôler plus sévèrement ces activités et à assurer une meilleure information inter-étatique sur l'existence des risques associés à celles-ci au niveau communautaire (59). L'importance du contrôle varie en raison du caractère pathogène des matériels employés, du caractère industriel ou scientifique de l'activité et selon qu'il s'agit ou non d'une première utilisation des matériels biologiques. Les utilisations de microorganismes génétiquement recombinés sont soumises à une autorisation administrative ou à une pseudo-notification à l'autorité administrative compétente selon les hypothèses (60). Ces dispositions s'appliqueront nécessairement en amont des animaux modifiés génétiquement, dans la mesure où leur obtention passe par l'utilisation de techniques visées par le texte communautaire (61). La transcription en droit français va conduire à une surveillance plus rigoureuse de ces activités biotechnologiques, qui contrevient expressément aux positions précédemment adoptées au sein de l'OCDE (62). Selon les tendances actuellement perçues au sein des groupes de travail oeuvrant sur ce projet, les modifications à apporter au système

d'encadrement français devraient déboucher sur une modification législative de la loi sur les installations classées et sur l'institutionnalisation tant de la CGG que de CGB dont les pouvoirs et le champ d'action devraient être étendus.

La directive relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement concerne directement les animaux génétiquement modifiés puisque ces derniers entrent indubitablement dans son champ d'application (63), pour autant que la modification ait été obtenue à l'aide des techniques précédemment énoncées (64). Le texte communautaire établit une procédure administrative de notification et d'approbation au cas par cas. Les modalités de cette procédure varient selon qu'il s'agit de disséminations expérimentales ou de disséminations commerciales, comme la mise sur le marché de produits contenant des organismes modifiés génétiquement ou consistant en de telles entités (65).

Dans cette dernière hypothèse, le fabricant ou l'importateur doit notifier par demande à l'autorité administrative compétente qui procède à son examen formel et au fond, notamment au regard de l'évaluation des risques et des précautions d'emploi. Le dossier est transmis à la Commission des Communautés Européennes à Bruxelles et distribué aux autorités compétentes de chacun des états-membres. La mise sur le marché est délivrée dans les conditions fixées au cours de la procédure d'approbation. La réception en droit français de ces dispositions nécessitera, comme il a été rappelé plus haut, un renforcement des pouvoirs de la CGB (66), déjà en charge de l'examen de ces questions, une extension de son champ de compétence (67) et une meilleure définition de son fonctionnement en rapport avec les commissions d'homologation spécialisées (68).

Les services de la Commission des Communautés Européennes prévoient de compléter les présentes dispositions relatives à la mise sur le marché des organismes génétiquement modifiés par de nouveaux textes, dont certains seront consacrés aux animaux transgéniques. Pour l'heure des textes sont à l'étude auprès de différents services et aucune version n'est disponible dès lors que la Commission n'a pas arrêté en ce domaine des lignes directrices (69). En tout état de cause, aucune urgence ne se fait sentir en la matière dans la mesure où la consommation d'animaux modifiés génétiquement à une vaste échelle n'est pas envisagée avant la prochaine décennie. Les premières mises sur le marché prévues à court ou moyen terme, concernent pour l'essentiel des fermenteurs vivants et des animaux d'expérimentation destinés à des marchés restreints et non à la consommation pour le public. On notera enfin qu'il n'est pas certain qu'une telle législation soit édictée car aucune évidence scientifique ne vient montrer que la viande des animaux génétiquement modifiés présentât des particularités par rapport à la viande des animaux traditionnels, telles qu'elles exigent un contrôle sanitaire différent ou renforcé.

### **1. 3. LES DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES A L'ELEVAGE ET A L'ENVIRONNEMENT.**

La création d'animaux modifiés génétiquement et leur utilisation tombent dans le champ d'application des lois générales relatives à l'élevage et à l'environnement au sens large

(y incluse la santé publique). Ce cadre réglementaire très complet apparaît adapté pour régir les créations et l'utilisation des animaux modifiés génétiquement. La seule question méritant d'être discutée étant celle d'une éventuelle protection spécifique de la diversité génétique.

### 1. 3. 1. LES DISPOSITIONS RELATIVES A L'ELEVAGE.

Le droit positif français promeut une politique d'amélioration génétique des espèces domestiquées dans laquelle peut aisément se couler l'élaboration de nouvelles races animales issues des techniques de l'ingénierie génétique, dans la mesure où ces animaux sont destinés à des usages agricoles. Il est évident que les animaux "fermenteurs vivants" ou les "modèles expérimentaux" ne sauraient être concernés par ce cadre législatif et réglementaire, pas plus que les animaux destinés à la lutte biologique.

La loi du 28 décembre 1966 (70) sur l'élevage bovin, porcin, ovin et caprin représente l'ossature de la réglementation actuellement en vigueur. Elle organise l'amélioration génétique autour de la notion de race : le Ministère de l'Agriculture détermine les races ou les variétés pour lesquelles il y a lieu d'encourager les actions d'amélioration génétique, et éventuellement les standards auxquels les animaux concernés doivent satisfaire. Pour chacune des races, une UPRA (Unité Nationale de Sélection et de Promotion) est constituée (71). D'autres organismes interviennent dans le contrôle et la gestion de l'élevage et de la qualité génétique du cheptel : ainsi les EDE (Etablissements d'Elevage) (72) et la C.N.A.G. (Commission Nationale d'Amélioration Génétique) (73).

La politique d'amélioration génétique élaborée au sein des structures existantes s'appuie notamment sur un contrôle étroit des matériels de reproduction. Un monopole de l'insémination artificielle des animaux domestiques a été confié à des centres spécialement agréés par le Ministère de l'Agriculture (74). L'importation et l'exportation de semence de reproducteurs est également étroitement réglementée (75). Toutefois, la Directive 77/504 du Conseil des Communautés Européennes, du 25 juillet 1977 concernant les animaux de l'espèce bovine reproducteurs de race pure (76) enjoint aux Etats-Membres de veiller à ce que ne soient pas entravés les échanges intracommunautaires de matériel génétique provenant de bovins reproducteurs de race pure. L'élaboration d'animaux génétiquement modifiés pouvant donner naissance à de nouvelles races domestiques génétiquement améliorées doit pouvoir en théorie entrer dans ce cadre juridique préétabli. Il reste que l'organisation même du contrôle et de la distribution des semences améliorées pourra se trouver fortement modifiée. En effet, l'arrivée dans une communauté fortement structurée et homogène qu'est celle des sélectionneurs de bétail, de nouveaux acteurs économiques que seront les laboratoires de transgénèse peut entraîner un changement des comportements et des pratiques susceptible de nécessiter une adaptation du cadre juridique existant. L'ouverture du marché français suite à l'entrée en vigueur de la directive communautaire précitée avait pareillement suscité des difficultés (77). Pour l'heure, il est prématuré de conclure à la nécessité d'adopter un nouveau cadre réglementaire, et ceci d'autant plus que les animaux d'élevage modifiés génétiquement n'apparaîtront pas sur le marché avant une décennie selon les prévisions les plus optimistes. Si une réflexion venait à être engagée en ce domaine elle serait essentiellement de nature économique et n'affecterait le droit que sous l'angle du droit de la concurrence.



Dans le domaine de l'amélioration génétique de l'espèce équine, qui échappe au champ d'application de la loi du 28 décembre 1966, les haras et les sociétés de course demeurent les acteurs principaux (78). Comme précédemment, il est difficile de prévoir en ce domaine l'impact des nouvelles techniques d'amélioration génétique d'autant que peu de recherches y semblent tournées.

Les petites espèces domestiques, les volailles en particulier ne font l'objet d'aucune réglementation particulière quant aux conditions de leur amélioration génétique. Leurs caractéristiques biologiques (petite taille, population nombreuse, diversité des espèces, faible intervalle entre les générations et fort taux de reproduction) rendent délicate et inutile la mise en place d'une structure réglementaire ad hoc (79). Par ailleurs le marché de la production y est très structuré et aux mains de sélectionneurs peu nombreux qui effectuent un travail d'amélioration génétique important et constant (80). L'impact de l'arrivée de nouvelles entités modifiées génétiquement peut être économiquement déterminant mais n'aura aucune conséquence juridique au plan des structures réglementaires. La situation des espèces aquatiques est voisine de la précédente quoique se dessine depuis la loi du 29 juin 1984 (81) une volonté de procéder à l'amélioration qualitative des populations exploitées. Pareillement, aucune structure administrative ne contrôle ni ne coordonne une éventuelle amélioration génétique.

Pour être complet, on relèvera des carences identiques pour les insectes utiles en agriculture (vers à soie, abeilles etc...) ce qui ne signifie nullement que les milieux professionnels ne soient inorganisés ou qu'aucune recherche d'amélioration génétique voire même de modification génétique ne soit menée.

La seule analyse juridique ne permet pas actuellement d'indiquer si des structures administratives de contrôle d'une amélioration génétique effectuée sur des insectes est nécessaire.

### 1. 3. 2. LES DISPOSITIONS RELATIVES A L'ENVIRONNEMENT

#### 1. 3. 2. 1. LES DISPOSITIONS RELATIVES A LA SANTE PUBLIQUE

Elles ne peuvent intéresser, à notre sens, que les animaux utiles pour l'agriculture. En effet, les animaux fermenteurs vivants sont déjà pris dans un triple faisceau de contrôles : celui de leur élaboration, de leur dissémination et celui de l'homologation ou de la mise sur le marché des produits qu'ils sont susceptibles de synthétiser (82). N'étant pas, en théorie, destinés à une autre forme de consommation, aucune autre disposition sanitaire ne semble nécessaire. L'autorisation de les consommer devra être demandée, le cas échéant à la Commission ad hoc du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique en France (83). Les animaux génétiquement modifiés servant de modèles expérimentaux sont pareillement soumis à un faisceau de contrôles suffisants : relatif à leur élaboration et à leur utilisation dans le cadre des laboratoires qui les emploient. Les animaux destinés à la consommation humaine ou animale doivent faire l'objet d'un contrôle spécifique en raison de leur destination. Bien qu'aucune

évidence scientifique n'ait permis de douter de l'inocuité pour l'homme ou les autres animaux, de la chair des organismes modifiés génétiquement, il y aura lieu d'organiser un contrôle strict. Comme il a été vu précédemment, l'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène et de Sécurité de France, voire de l'Académie Nationale de Médecine semble opportun avant toute mise sur le marché de telles viandes. A côté de cet examen de principe qui pourrait être délivré pour chaque catégorie d'animal génétiquement modifié, un contrôle sanitaire des viandes pourrait s'exercer dans le cadre préétabli de la police sanitaire des animaux et des viandes (84).

L'ensemble doit se fondre dans la réglementation générale des produits alimentaires (85).

Les animaux modifiés génétiquement destinés à la lutte biologique posent un problème particulier dans la mesure où ils n'entrent dans aucune catégorie juridique ou technique existante. Ils ne peuvent être considérés comme des pesticides au sens strict (86), ni véritablement comme des animaux domestiques. Les risques qu'ils sont susceptibles d'engendrer sont d'ordre environnemental au sens large et non simplement relatif à la santé publique, en raison de leur dissémination que l'on peut présumer massive et de leurs effets radicaux sur les populations-cibles. Ils devraient faire l'objet d'une homologation spéciale à la procédure de laquelle la Commission du Génie Biomoléculaire serait étroitement associée.

### 1. 3. 2. 2. LES DISPOSITIONS RELATIVES A LA DIVERSITE GENETIQUE.

Les modifications génétiques apportées aux animaux à l'aide des techniques biomoléculaires modernes permettent d'obtenir des combinaisons qui ne pourraient naturellement advenir. Se pose alors la question des conséquences que peuvent causer les interférences entre les populations "naturelles" d'animaux et les populations d'animaux génétiquement modifiés. Les groupes écologistes ont manifesté leur inquiétude à ce sujet (87) en mettant en avant que la dissémination des nouvelles entités animales risquait soit de porter atteinte à la diversité génétique du vivant, soit encore à l'intégrité génétique des espèces concernées. Le débat de fond demeure de nature scientifique et se trouve loin d'être tranché. On a pu ainsi remarquer, à titre de comparaison, que l'accroissement de la recherche culturale suscitée par la ratification par les Etats-Unis de la Convention UPOV (Paris 1961) avait permis de multiplier par trois le nombre de variétés développées de blé et de soja, et par six celles de coton, sur une période de dix ans (88). Nous nous bornerons ici à exposer le cadre juridique actuel en ce qu'il a trait aux animaux. Le droit positif français reconnaît indubitablement le principe d'une protection de la diversité génétique du vivant(89). Celle-ci s'exprime essentiellement par le biais de la sauvegarde des espèces sauvages et de certaines espèces domestiques en voie de disparition, et de la préservation des équilibres écologiques. Il est vrai que les effets de l'érosion génétique proprement dite due à l'homogénéisation des espèces domestiques n'est pas appréhendée en tant que telle par le droit, mais cette carence est surtout due à une méconnaissance scientifique du phénomène. Encore est-elle pondérée par les mesures de sauvegarde prises à l'égard des espèces ou des variétés domestiques menacées. Les modifications génétiques touchant les animaux seront surtout effectuées sur les espèces d'intérêt économique et agricole. Les atteintes éventuellement concevables à la diversité génétique ne sauraient provenir des animaux modifiés génétiquement utilisés comme

fermenteurs vivants et comme modèles expérimentaux, en raison des faibles populations nécessaires et des mesures de confinement qui peuvent être aisément prises à leur égard. Demeurent concernés les animaux d'élevage et davantage encore les animaux utilisés dans le cadre de la lutte biologique (en particulier les insectes).

Par ailleurs, le système juridique français maintient une "distinction manichéenne entre nuisibles et utiles" qui continue de menacer, sous le couvert des articles 393 et 394 du Code Rural, de nombreuses espèces anciennes de poissons et de mammifères dont certaines sont domestiques. Une application abusive de ces textes pourrait conduire à la disparition d'un important patrimoine biologique. Parmi les mesures positives existant au profit de la sauvegarde des animaux domestiques ou d'intérêt agricole, on relèvera les initiatives ponctuelles prises pour le sauvetage des variétés animales domestiques en voie de disparition sous les auspices de l'INRA (90), et les mesures prohibant l'introduction dans un écosystème, d'animaux de nature à menacer son équilibre ou l'existence de certaines espèces en son sein (91). Parallèlement, les structures de contrôle de l'insémination artificielle du gros bétail, telles qu'elles existent actuellement en France (92), pourraient être aisément utilisées pour la surveillance de la dissémination des nouvelles variétés obtenues par les techniques de l'ingénierie génétique. Une autre mesure utile serait la réglementation de la constitution de véritables réserves de variabilité génétique par l'intermédiaire de la conservation de populations témoins, et, le cas échéant par la mise en place de véritables banques génétiques où seraient conservés des gamètes d'animaux, à l'instar de ce qui se met en place en matière végétale (93).

Pour ce qui concerne la protection des insectes domestiques ou utiles, aucune mesure positive n'existe actuellement. Une réflexion paraît nécessaire à cet égard.

Certaines critiques ont également avancé l'idée que les modifications génétiques effectuées sur les animaux seraient de nature à porter atteinte à l'intégrité des espèces concernées(94), cette intégrité s'analysant comme le droit d'exister en tant que créature séparée et identifiable. Quelque généreuse que puisse apparaître cette pétition, elle ne saurait trouver aucun écho en droit français, puisque les animaux, à la différence de l'homme, sont et demeurent des objets de droit et non des titulaires de droits (95).

En conclusion, le système juridique français se révèle apte à réglementer l'apparition d'animaux modifiés génétiquement, sous réserve d'y apporter quelques retouches et compléments. La question de principe de la protection de la diversité génétique demeure posée dans le cadre général de l'amélioration génétique des êtres vivants tant par les procédés traditionnels de sélection que par les procédés biotechnologiques modernes. Elle doit être résolue globalement. Mais la possibilité de créer de nouvelles races ou variétés animales grâce aux techniques de l'ingénierie génétique ne lui confère pas un caractère de gravité ou d'urgence. Si les tentatives de résolution par l'élaboration de constructions conceptuelles restent intéressantes (96), il nous semble qu'un train de mesures ponctuelles, telles que celles proposées précédemment, coordonnées et ordonnées sous l'affirmation du principe de la conservation de la diversité génétique, soit suffisant.

## **2. LA PROTECTION DES INNOVATIONS RELATIVES A LA CREATION D'ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT.**

- Les problèmes liés à la protection juridique des animaux modifiés génétiquement sont d'un intérêt crucial. Pour des raisons économiques évidentes, les investissements consacrés à la recherche et au développement doivent être récupérés à l'occasion de la mise sur le marché des nouveaux produits. En raison des sommes considérables engagées dans la R. et D. et de la faible valeur intrinsèque des produits, l'innovation doit pouvoir être exploitée sans crainte d'être copiée par la concurrence, pendant un laps de temps suffisant et/ou sur une vaste échelle géographique. Dès lors, une protection juridique économiquement optimale doit conférer une réservation des résultats de la recherche au profit des innovateurs, qui interdise aux tiers de s'en emparer pendant le temps nécessaire à leur exploitation. Le mécanisme de cette réservation doit être par ailleurs reconnu sur l'ensemble des marchés sur lesquels les produits sont commercialisés, ce qui implique une harmonisation internationale des règles juridiques (97). La mondialisation de l'économie et des marchés en biotechnologie exige donc que les problèmes de la protection juridique des innovations biotechnologiques soient résolus "ab initio" sur un plan international, sous peine d'entraîner des distorsions de concurrence importantes entre les partenaires économiques. Les incertitudes juridiques qui ont cours actuellement en Europe préjudicient indubitablement au développement des biotechnologies, si l'on compare les taux d'investissement entre la CEE et les Etats-Unis (98). Les industriels français et les chercheurs, comme leurs homologues européens, ne font pas mystère de ce qu'ils investiront par priorité dans les pays où la recherche se trouve la plus adéquatement protégée. Les investisseurs étrangers, américains notamment, ne manquent pas de s'inquiéter de l'insuffisance actuelle de la protection des innovations biotechnologiques en Europe (99).

Les questions relatives à la protection juridique des innovations biotechnologiques sont, en résumé, essentiellement commandées par des impératifs économiques. Ce sont des buts de cette nature qu'une protection adéquate doit servir. Comme le rappelait la Division d'examen de l'OEB dans sa décision du 14 juillet 1989 (100) "le droit des brevets n'est pas le bon outil juridique pour régler les problèmes qui peuvent se poser sur les risques [environnementaux] mentionnés". Nous avons observé que cette tâche incombait et se trouvait assumée par d'autres mécanismes juridiques. Ceci ne signifie pas pour autant que la protection conférée doive dans le même temps s'abstraire de l'ensemble du cadre juridique et social dans lequel elle a vocation à s'insérer. La protection juridique des innovations biotechnologiques doit être conforme à l'ordre public et aux bonnes moeurs ; en d'autres mots, elle doit paraître socialement acceptable. La meilleure solution devra concilier ces deux impératifs d'efficacité économique et d'acceptabilité sociale.

- Dans le domaine de la technologie, le système du brevet d'invention représente habituellement la protection juridique la plus efficace. Son application aux innovations biotechnologiques, parmi lesquelles les animaux génétiquement modifiés se placent, suscite

d'importantes difficultés juridiques et des polémiques d'ordre politique et éthique. Mais à côté de ce système particulier de réservation, d'autres mécanismes juridiques coexistent, susceptibles d'apporter des solutions ponctuelles. Ces deux types de protection seront examinés successivement.

## **2. 1. LA PROTECTION PAR LES BREVETS D'INVENTION DES INNOVATIONS RELATIVES A LA CREATION D'ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT.**

### **2. 1. 1. GENERALITES.**

#### **2. 1. 1. 1. LES BREVETS DANS LE DOMAINE DES BIOTECHNOLOGIES.**

Le brevet d'invention confère à son titulaire "un droit exclusif d'exploitation" de l'invention qu'il a revendiquée, pendant une période de 20 ans, en contrepartie de la divulgation de cette invention auprès du public. Le brevet d'invention est une forme de propriété, opposable à tous, et à ce titre il participe aux mécanismes d'une économie de marché (101). Les auteurs s'accordent généralement à reconnaître quatre fonctions principales au système du brevet : la reconnaissance au profit de l'inventeur ou du déposant d'une véritable propriété ; la rémunération de ceux-ci ; l'encouragement des investissements et des innovations ; la divulgation rapide et à une vaste échelle des reconnaissances techniques (102).

Le droit des brevets d'inventions se trouve régi en France par la loi n 68-2 du 2 janvier 1968, modifiée (ci-après, la loi française) (103). Sa forme actuelle résulte de son harmonisation avec la Convention sur la délivrance de brevets européens, faite à Munich le 5 octobre 1973 (ci-après CBE), à laquelle la France est partie aux côtés de treize autres Etats européens. L'harmonisation européenne en matière de brevets d'invention a franchi une étape décisive avec l'accord intervenu entre les Etats-membres de la CEE le 15 décembre 1989 pour l'application de la Convention relative au brevet européen pour le marché commun (104) (ci-après, convention sur le brevet communautaire ou CBC). Le cadre juridique se trouve enfin complété par le traité de Budapest sur la reconnaissance internationale du dépôt des microorganismes aux fins de la procédure en matière de brevets, fait à Budapest le 28 avril 1977, entré en vigueur le 19 août 1980 et ratifié par la France.

L'introduction de nouvelles dispositions dans le système du brevet d'invention, par le traité de Budapest, signifiait les difficultés que rencontrait l'industrie biotechnologique naissante pour rechercher ce type de protection. L'évolution ultérieure allait mettre en évidence de nouveaux obstacles juridiques à la protection par brevet des innovations biotechnologiques, dans les pays adhérents de la CBE notamment.

La problématique de la protection des innovations relatives aux animaux modifiés génétiquement s'inscrit dans la problématique générale des innovations biotechnologiques. Dans la mesure où cette dernière se trouve examinée dans d'autres études, nous nous bornerons aux seules questions intéressant les animaux.

Certes ces questions ont été débattues dans plusieurs forums internationaux [OCDE (105), OMPI (106), GATT (107)] mais une moindre attention leur a été portée. La Commission des Communautés Européennes a, dans le cadre de proposition de directive concernant la protection juridique des inventions biotechnologiques (108) qu'elle a présentée, abordé le sujet de la protection des animaux. Le texte a été discuté devant le Parlement Européen et fait actuellement l'objet d'une troisième lecture. L'analyse juridique se nourrit essentiellement de ces textes, auxquels vient s'ajouter une jurisprudence parcimonieuse émanant soit de l'INPI, soit, surtout, de l'Office Européen des Brevets (ci-après OEB). Ce dernier attire en effet la grande majorité des demandes de brevets déposées par les inventeurs français dans le domaine des biotechnologies. L'issue qui sera trouvée à l'instance actuellement pendante devant la Chambre de Recours de l'Office Européen des Brevets relativement à un brevet revendiquant, entre autre, une souris modifiée génétiquement (109), permettra indubitablement de préciser la jurisprudence de l'Office sur la délicate question de la brevetabilité "per se" des animaux, encore que les juridictions nationales des pays membres de la CBE ne soient nullement liées par les décisions prises par l'OEB. En France, la discussion se trouve également relancée par la publication de la première demande de brevet concernant un animal modifié génétiquement (110). Les juristes suivront avec intérêt l'examen de cette demande qui devrait fixer la position de l'INPI.

Quoiqu'il en soit, la situation juridique est identique dans tous les pays adhérents de la CBE : ils demeurent dans une certaine expectative. Si les pays-membres de la CEE restent dans l'attente de nouvelles dispositions communautaires, les autres pays (111) évaluent la possibilité d'amender leur loi nationale sans pour autant contrevenir aux dispositions de la Convention de Munich(112). Une législation spécifique est également à l'étude aux Etats-Unis. Les études en cours nous serviront à mieux appréhender les analyses juridiques que nous conduirons en droit français.

## 2. 1. 1. 2. LES TYPES D'INVENTIONS RELATIVES AUX ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT.

Selon les articles 29 et 30 de la CBE relatifs aux revendications repris en droit français, il existe quatre catégories possibles d'inventions : elles peuvent avoir pour objet un procédé, un produit, un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé, et une utilisation des produits. En réalité, la pratique industrielle établit deux grandes catégories d'inventions : les inventions de produits et les inventions de procédés.

On entend par produit "un objet matériel, réalisant une unité fonctionnelle, et se distinguant par les caractéristiques de sa constitution, c'est-à-dire par sa composition, sa structure ou sa forme". Le procédé s'entend "de tout moyen qui, dans l'application qui lui est donnée, conduit à l'obtention d'un résultat ou d'un produit" (113). Dans le domaine biotechnologique en général et pour les animaux modifiés génétiquement en particulier, les inventeurs ou les déposants présentent une chaîne de revendications qui combine les différents types légaux. C'est ainsi que la demande de brevet français n 2.637.613 déposé récemment par la Société TRANSGENE va revendiquer :

1) Le procédé de préparation d'une lignée cellulaire stable produisant une protéine déterminée, caractérisée par divers facteurs...

22) L'animal transgénique obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 21...

24) Les cellules d'un animal transgénique selon l'une des revendications 22 ou 23, caractérisée en ce qu'elle exprime l'oncogène et la protéine déterminée...

26) Les tumeurs résultant de la transformation des cellules selon l'une des revendications 24 ou 25...

29) La protéine obtenue par le procédé selon la revendication 28... etc...

Ces chaînes de revendications appartiennent à la technique rédactionnelle et servent à "verrouiller" au mieux l'invention globale de telle manière que la protection accordée soit la plus efficace possible (de façon à éviter que les concurrents puissent tourner les revendications qui délimitent la protection accordée). Ces chaînes de revendications ne sont permises qu'autant que le principe de l'unité de l'invention est respecté(114).

L'exemple précédent montre clairement que l'invention relative à un animal génétiquement modifié ne comporte pas, en général, qu'une seule revendication portant sur l'animal en lui-même. L'élaboration d'une telle entité nécessite comme on l'a vu, toute une série d'opérations intermédiaires et successives qui peuvent être pour chacune d'entre elles considérées comme une invention brevetable. Du point de vue strictement technique, l'éventail suivant d'inventions relatives aux animaux peut être relevé :

- les animaux et races (ou autres degrés taxonomiques) animales "per se" (115) ;
- les animaux ou les races animales en tant que produits d'un procédé (116) ;
- les procédés de production d'un animal ou d'une race animale(117) ;
- les procédés de production ou de préparation de matière ou de parties animales (118), des séquences géniques, des protéines des organites intracellulaires ou des lignées cellulaires notamment (119) ;
- les utilisations d'animaux ou de parties d'animaux (120).

Toutes ces inventions ne bénéficient pas d'un régime de protection identique à l'heure actuelle, dès lors qu'elles tombent sous des catégories juridiques différentes de brevetabilité. Aussi conviendra-t-il de bien préciser dans le cours des analyses en quoi il s'agit d'une invention relative aux animaux et de définir exactement ce terme "d'animal" afin de le distinguer le cas échéant, de ses parties ou de ses composants biologiques. La protection par brevet d'invention des innovations relatives aux animaux génétiquement modifiés suscite deux séries de problèmes juridiques : dans quelle mesure ces innovations peuvent-elles être brevetées en France actuellement ; quelle est la portée du droit éventuellement conféré ?

## 2. 1. 2. LA QUESTION DE LA BREVETABILITE DES INNOVATIONS RELATIVES AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES.

Pour plus de clarté, nous reprendrons chacune des catégories d'innovations afin d'examiner les conditions dans lesquelles elles peuvent être brevetées. Dans le souci de ne pas

alourdir les développements là où les problèmes ont été abordés à l'occasion d'autres rapports, nous distinguerons les catégories d'innovations dans lesquelles les problèmes juridiques peuvent être considérés comme résolus, de celle où ils peuvent être considérés comme difficilement surmontables en l'état actuel des textes : il s'agit des animaux ou des races animales appréhendés comme produits, en tant que tels.

## 2. 1. 2. 1. LES PROBLEMES DE BREVETABILITE QUI PEUVENT ETRE CONSIDERES COMME RESOLUS.

2. 1. 2. 1. 1. Le principe de la brevetabilité de la matière vivante ou des structures du vivant doit être considéré comme confirmé en droit positif. Les expressions "appropriation du vivant" ou "brevetisation du vivant" n'ont pas un sens précis. Scientifiquement et juridiquement, le vivant est appréhendé au travers des formes ou des structures particulières par lesquelles il se manifeste à l'homme (121). Une analyse précise du droit positif français contemporain permet d'affirmer qu'il ne contient aucun principe selon lequel les formes vivantes parce qu'elles sont telles, font l'objet d'une protection spécifique, les distinguant en cela des objets inanimés. On ne peut extrapoler à l'ensemble des entités vivantes ou des structures du vivant les protections qui existent au bénéfice de certains animaux supérieurs (122) et de l'homme (123). D'ailleurs, la protection particulière du vivant fondé sur des motifs religieux, n'existe dans la tradition chrétienne de l'Occident qu'à l'égard du seul vivant humain (124). D'un point de vue strictement théologique, les réalisations des généticiens relèvent de l'art et non de la création au sens métaphysique de ce terme. Les généticiens ne "créent pas la vie", ils emploient des matériaux biologiques, ils copient des structures chimiques ; ils se contentent de fabriquer de nouvelles formes de vie. En ce sens ils n'interfèrent pas avec la création véritable. "... Toutes les formes fabriquées par l'homme sont des formes accidentelles. La technique humaine ne s'exerce que sur ce que la nature a déjà fait exister en acte" (125).

Le "Comité d'experts sur les inventions biotechnologiques et la propriété industrielle de l'OMPI" lors de sa dernière réunion, a préconisé qu' "un produit ne soit pas exclu de la protection par brevet ou réputé non brevetable du seul fait qu'il constitue ou qu'il contient de la matière vivante" et qu'il doit en être de même pour les procédés (126). Ces solutions ont reçu l'assentiment général des délégations présentes, dont la délégation française (127). L'article 2 de la Proposition de Directive du Conseil n'en dispose pas autrement : "l'objet d'une invention ne sera pas exclu de la brevetabilité au seul motif qu'il se compose de matière vivante". Les délégations des pays membres sont également d'accord sur la nouvelle version proposée de cet article (128). Ce principe est désormais admis aux Etats-Unis, au Japon (129), et la loi suisse doit être révisée dans ce sens quoique la question était pratiquement résolue dans ce pays (130).

2. 1. 2. 1. 2. La brevetabilité des utilisations de parties d'animaux, de races animales ou des animaux et des races elles-mêmes ne paraît pas devoir susciter de difficultés particulières dans la mesure où elles remplissent les conditions générales de la brevetabilité que sont la nouveauté, l'activité intensive et l'application industrielle (131).

- Pour ce qui concerne les fractions d'animaux ou de races animales, un consensus semble s'être dégagé puisque la proposition de directive du Conseil ne prévoit rien à leur égard. Les



débats au sein de l'OMPI n'ont pas davantage mis en évidence de difficultés ; il a été seulement noté que les fractions visées ne doivent pas être destinées à servir de substrat à l'obtention d'un animal ou d'une variété animale (comme des gamètes, des oeufs fécondés ou des embryons), auquel cas il ne s'agirait plus de fractions proprement dites mais des entités biologiques en tant que telles (132).

Une attention particulière doit être portée au fait que de nombreuses fractions biologiques sont d'origine humaine. Dès lors, peut se poser la question de la conformité de l'utilisation de ces matériels à l'ordre public et aux bonnes moeurs, puisque la contrariété de l'invention à ceux-ci la rendrait non brevetable en application de l'article 7 de la loi française.

A notre sens, il faut distinguer l'invention d'utilisation de l'invention de produit portant sur des éléments biologiques humains (tels que des lignées cellulaires ou des séquences géniques). Dans la seconde hypothèse, à la différence de la première, il n'y a pas appropriation de l'élément biologique, ce qui enlève au problème une caractéristique polémique certaine qui sera discutée ultérieurement. Par ailleurs, il faut bien insister sur le fait que ce n'est pas l'invention intrinsèquement contraire à l'ordre public ou aux bonnes moeurs qui se trouve prohibée, mais celle dont la seule publication ou la mise en oeuvre y serait contraire. Cette dernière proposition se trouvant au surplus atténuée en ce que le texte de la loi précise que la mise en oeuvre d'une invention ne peut être considérée comme contraire à l'ordre public ou aux bonnes moeurs du seul fait qu'elle est interdite par une disposition législative ou réglementaire. Or, aucune disposition législative ou réglementaire n'interdit a priori et de façon générale l'utilisation d'éléments biologiques d'origine humaine (133). Le champ d'application de l'article 7a est donc très limité, et les rejets de demande de brevet fondés sur cette disposition sont très rares (134). En dépit de l'utilisation très répandue de ces éléments biologiques d'origine humaine dans les inventions biotechnologiques à des fins thérapeutiques, et ceci depuis plus d'une dizaine d'années, aucun rejet n'a été prononcé de ce chef par l'office français des brevets ou par l'OEB ; aucun contentieux judiciaire n'a été relevé.

- Pour ce qui concerne l'utilisation d'animaux ou de races animales, une hésitation semble permise. La proposition de directive s'en fait directement l'écho puisqu'elle précise en son article 4 : "Les utilisations des variétés végétales ou animales ou des procédés de leur reproduction constituent un objet brevetable". Les versions ultérieurement rédigées disposent de même, sous l'exclusion des procédés essentiellement biologiques(135). Les délégations des pays-membres ont accueilli favorablement cette rédaction, les seules réserves ayant trait à l'utilisation des variétés végétales, ce qui est hors de notre propos. Nous appuyons cette opinion, en l'absence de jurisprudence sur ce point. Dans un domaine voisin, celui des produits chimiques, la pratique des offices des brevets était de délivrer des titres pour les utilisations lors même que ces produits étaient alors exclus de la brevetabilité. Aussi bien, et sous réserve des implications que la brevetabilité des utilisations des variétés végétales pourraient avoir au regard de la Convention UPOV, nous estimons que les utilisations des animaux et des races animales sont brevetables tant sous la loi française que sous la CBE (136). D'un point de vue juridique il nous paraît déterminant de rappeler que les dispositions relatives aux exclusions de la brevetabilité doivent être interprétées restrictivement (137) ; l'on

ne peut sans abus étendre la prohibition édictée à l'article 7c de la loi française à l'égard des races animales (comme produits), à leurs utilisations.

2. 1. 2. 1. 3. La brevetabilité des fractions ou des parties d'animaux ou de races animales est actuellement largement possible. Les exemples donnés précédemment l'attestent. Cette pratique, qui une nouvelle fois n'a pas donné lieu à un contentieux, demeure toutefois discutée.

Le premier problème est de connaître le degré d'assimilation des fractions d'animaux ou de races animales aux animaux ou aux races animales, exclues de la brevetabilité en application de l'article 7 c de la loi française. D'un point de vue technique, les fractions animales infracellulaires telles que les séquences géniques, sont considérées comme des produits/molécules chimiques(138). Pour les produits synthétisés par les animaux ou des fractions d'animaux ou de races animales, la question ne se pose même pas : il s'agit également de produits chimiques. Les lignées cellulaires, cellules embryonnaires et hybridômes sont assimilés à des microorganismes dans la pratique des brevets en France comme dans la plupart des pays européens et à l'OEB, puisqu'ils partagent avec les protistes d'évidentes caractéristiques biologiques (139). Ces matériels peuvent être déposés auprès d'Autorités de Dépôt Internationales, en application des dispositions du traité de Budapest, dans le cadre de la procédure d'octroi d'un brevet (140). La pratique biotechnologique entend le terme microorganisme en son sens le plus large, comme toute matière qui peut être déposée et autorépliquable (141). En toutes hypothèses, ces matériels biologiques ne peuvent être assimilés à des animaux ou à des races animales. Le cas des embryons et des cellules germinales doit toutefois être réservé dès lors qu'ils sont susceptible de d'engendrer l'individu (142).

La proposition de directive, a, pour couper à toute discussion(143), expressément inclu "les parties de races animales" dans le domaine de la brevetabilité (article 3 paragraphe 1), les versions ultérieures précisant "matériel biologique, y compris les parties d'animaux autres que les races animales en tant que telles". La rédaction de cette disposition fait l'objet d'un débat entre les délégations des pays-membres, mais le principe même de la brevetabilité de ces fractions biologiques est accepté (144). A notre avis, les pratiques scientifiques et industrielles paraissent bien fondées, conformes aux pratiques observées chez les principaux partenaires économiques aux Etats-Unis et au Japon. Si des incertitudes demeurent, elles s'attachent à des détails sémantiques qu'une jurisprudence plus abondante devrait peu à peu résorber. Il serait sans aucun doute préjudiciable au développement de ces techniques de revenir sur les acquis de cette pratique maintenant bien établie.

- Le second problème a trait à la brevetabilité-même des matériels biologiques d'origine humaine. Le cadre de ce rapport ne nous permet pas de développer une argumentation qui a été largement exposée par ailleurs (145). Nous voudrions seulement attirer l'attention sur le fait que les éléments et les produits du corps humain peuvent faire l'objet d'une véritable appropriation par la voie de la propriété corporelle. Le caractère extracommercial de ces éléments ou de certains d'entre eux, ne fait pas obstacle au principe de cette appropriation d'une part et, d'autre part ne semble s'appliquer qu'entre l'individu donneur et le premier bénéficiaire des éléments. Quant aux découvertes qui peuvent être faites sur les éléments

corporels prélevés chez un individu patient ou volontaire sain, il n'est pas certain qu'elles appartiennent à leur inventeur(146). Toutes ces questions touchent directement le droit des brevets et n'ont été qu'incidemment et en tout cas insuffisamment abordées par le Groupe d'Etude du Conseil d'Etat dans son rapport sur "les Sciences de la Vie : de l'éthique au droit" (147). Une rédaction hâtive de dispositions intéressant le droit civil ou le droit de la santé risque de rendre totalement indisponibles les matériels biologiques humains pour l'industrie et la recherche et d'empêcher toute prise de brevet à leur égard. S'agissant d'indisponibilité ou d'inappropriation, il faudrait en outre considérer que ces matériels ne peuvent pas davantage faire l'objet d'une propriété corporelle (148)! En conclusion, il conviendra, quelle que soit la solution adoptée, d'examiner les conséquences de la réglementation relative aux éléments et produits du corps humain sur la protection des innovations biotechnologiques en général, et relatives aux animaux génétiquement modifiés en particulier.

2. 1. 2. 1. 4. La brevetabilité des procédés d'obtention d'animaux ou de races animales n'est admise qu'autant qu'il ne s'agit pas de procédés essentiellement biologiques, cette exclusion ne s'appliquant pas aux procédés microbiologiques et aux produits obtenus par ces procédés, aux termes de l'article 7c de la loi française (149). Si les procédés d'obtention d'animaux modifiés génétiquement ou de races animales sont qualifiables de méthodes de diagnostic, thérapeutiques ou de traitement chirurgical appliqués au corps humain (150) ou animal, ils sont pareillement exclus de la brevetabilité.

- Le caractère flou de l'expression "essentiellement biologique" et l'opposition entre les niveaux microbiologique et biologique ont été la cible depuis plusieurs années de critiques unanimes de la part des praticiens et des spécialistes (151). Toutefois les incertitudes créées par la rédaction des textes européen et français tendent à se dissiper à l'aide du travail doctrinal et de la jurisprudence (152).

La distinction entre les procédés biologiques et les procédés microbiologiques a été opérée à une époque où les progrès de la génétique demeuraient encore imprévisibles, soit dans le courant des années soixantes. L'opposition entre les deux types de procédés repose moins sur l'échelle de l'intervention humaine que sur son importance (153). On avait pu supposer que les procédés microbiologiques devaient s'entendre de ceux faisant appel à un microorganisme (154). Cette solution semble être retenue par les instances d'examen de l'OEB pour lesquelles un procédé d'obtention d'un animal, même mis en oeuvre au niveau cellulaire ne peut recevoir la qualification de microbiologique mais celle de biologique (155). En toute hypothèse un procédé microbiologique est brevetable.

Dans un souci de clarification, la proposition de directive du Conseil a posé en son article 5 que "les procédés microbiologiques constituent un objet brevetable... Ce terme désigne, notamment, les procédés exécutés à l'aide d'un microorganisme, comportant une intervention sur un microorganisme ou produisant un microorganisme". Les délégations des pays-membres ont accueilli favorablement cette proposition dans une rédaction légèrement modifiée (156). Aussi bien, certaines étapes techniques permettant d'obtenir des animaux modifiés génétiquement sont assurément brevetables pour être qualifiées de microbiologiques (157).

L'interprétation du terme "essentiellement biologique" n'ouvre pas à une discussion moins délicate. Selon la jurisprudence disponible à l'INPI (158), la qualification de procédé essentiellement biologique n'exclut pas les interventions mineures de l'homme ; sont essentiellement biologiques les procédés qui font essentiellement appel aux lois de la nature. Les discussions engagées au niveau de l'OMPI ont montré que l'analyse du terme "essentiellement" conduisait à analyse casuistique (159). Les pays-membres de l'Organisation ont mis cependant en évidence que le critère de la distinction entre le biologique et l'essentiellement biologique résidait dans l'importance de l'intervention humaine dans le cours des processus vitaux. Les directives d'examen de l'OEB vont dans ce sens (160) de même que la jurisprudence récente de la Chambre de Recours Technique (161). L'article 7 de la proposition de directive reprend de près la formulation adoptée par les instances de l'OEB (162). Les modifications rédactionnelles de l'article lui ont fait perdre beaucoup de sa clarté en mêlant à cette question déjà délicate, celle de la multiplicité des étapes techniques (163). Dans la mesure où l'exclusion légale est interprétée restrictivement, il est permis d'avancer que les méthodes mises en oeuvre pour obtenir des animaux modifiés génétiquement sont pour la plupart brevetables si l'intervention de l'homme est suffisamment importante, si un tel animal n'eût pu voir le jour sans son intervention déterminante dans le cours des processus vitaux. Seuls demeureraient exclus de la brevetabilité, en dernière analyse, les procédés d'obtention naturels (164). Il conviendra que la jurisprudence précise peu à peu le cadre technique de cette exclusion qui ne peut être plus clairement énoncée que dans la décision précitée de l'OEB. Pour être complet, nous signalerons que l'INPI a délivré plusieurs brevets relatifs à des procédés d'obtention d'animaux (non modifiés génétiquement) tant sous l'empire de la loi de 1968 que sous celui de la loi modifiée (165). Dès lors, la délivrance d'un brevet pour un procédé de modification génétique ne serait pas une première juridique.

La dernière difficulté suscitée par la lettre de l'article 7c s'attache à la multiplicité des étapes dans la réalisation du procédé : comment doit-on qualifier celui-ci lorsque certaines d'entre elles sont de nature microbiologique, biologique et essentiellement biologiques tour à tour ? La nécessité de donner à l'article 7c une interprétation restrictive, devrait conduire à considérer un procédé comportant plusieurs étapes dans lequel une étape inventive au moins n'est pas essentiellement biologique, comme globalement brevetable. Le comité d'experts de l'OMPI préconise cette solution (166). A la vérité, la question n'a d'intérêt qu'au regard du dernier membre de phrase de l'article 7c, afin de savoir si un produit peut être breveté en tant qu'il a été obtenu par un procédé microbiologique (167). D'une façon générale, si l'on recherche la protection des seuls procédés, peu importera leur qualification dès lors qu'ils peuvent être brevetables. La proposition de directive précise en son article 6 : "les procédés à plusieurs étapes sont assimilés aux procédés microbiologiques si la substance de l'invention est incorporée dans une ou plusieurs de leurs étapes microbiologiques". Les délégations nationales paraissent s'accorder sur une version légèrement différente faisant dépendre l'assimilation d'un procédé à un procédé microbiologique à l'exigence d'au moins une "étape essentielle" du procédé, de nature microbiologique. Cette version nous semble plus restrictive que la solution préconisée par le comité d'experts de l'OMPI (168). Sur ces points techniques, il conviendrait de rédiger les textes de la façon la plus large afin de laisser aux tribunaux le soin d'apporter les corrections que ne manqueront pas d'exiger les évolutions techniques.

- Les procédés utilisés pour l'obtention d'animaux modifiés génétiquement ne sont pas brevetables comme insusceptibles d'application industrielle, s'ils sont considérés ainsi que des "méthodes de traitement chirurgical ou thérapeutique... du corps animal" ou des "méthodes de diagnostic appliquées au corps animal" (169). L'interprétation exacte de cette disposition importe puisque de nombreuses recherches actuellement effectuées, ont pour but d'améliorer des caractères phénotypiques, ou de conférer aux animaux une résistance accrue envers certaines pathologies. Par ailleurs, d'autres méthodes nécessitent une intervention à certains égards chirurgicale (170). En l'état actuel des jurisprudences française et européenne (OEB), l'exclusion précédente est interprétée fort restrictivement de sorte qu'elle ne touche pas en pratique la plupart des procédés d'obtention d'animaux génétiquement modifiés. En effet, il est désormais établi que la seule intervention sur le corps animal ne suffit pas à rendre applicable l'article 6 paragraphe 4, il faut que le but de cette intervention soit réellement thérapeutique, c'est-à-dire curative ou prophylactique (171). Ainsi seront brevetables les traitements cosmétiques (172) ou les procédés destinés à augmenter la quantité ou la qualité d'un produit d'origine animale (173). L'interprétation restrictive et téléonomique ne paraît pas partagée par les juridictions de tous les pays-membres (174), de sorte que la proposition de directive a inclu un article 18 reprenant la ligne jurisprudentielle dominante (175). La dernière version du texte (176) propose une interprétation beaucoup plus large destinée à pallier les risques résultant de la coexistence, à l'intérieur d'un même procédé global, de méthodes "techniques" et de méthodes qui pourraient s'analyser en des méthodes diagnostiques ou thérapeutiques, et donc susceptible d'invalider l'ensemble du procédé. Les délégations des pays-membres sont soit favorables à cette version, soit la considèrent comme superflue. Nous inclinons vers cette dernière opinion : la jurisprudence actuelle nous semble assez précise pour éclairer sans ambiguïté les dispositions légales en vigueur.

La réforme législative suisse ne traite pas de ces détails. Quant à la situation juridique nord-américaine, elle apparaît moins controuée, encore que cette impression résulte d'une organisation différente du droit des brevets.

2. 1. 2. 1. 5. La brevetabilité des procédés d'obtention de fractions ou d'éléments d'animaux ou de races animales est admise dans les mêmes conditions légales que les procédés d'obtention d'animaux ou de races animales. Avec cette différence que les situations techniques, et donc juridiques sont ici plus simples.

2. 1. 2. 1. 6. La brevetabilité des animaux ou des races animales en tant que produits d'un procédé microbiologique, en application du dernier membre de phrase de l'article 7c, doit être écartée. Selon une interprétation répandue (177), et résultant d'une interprétation restrictive relative à l'exclusion de la brevetabilité des races animales, les produits de procédés microbiologiques brevetables, seraient, quels qu'ils soient, brevetables eux aussi. Lorsque les produits consistent en des microorganismes, la brevetabilité est désormais admise, et les directives d'examen de l'OEB expriment sans ambiguïté cette possibilité (178). La question s'est récemment posée de savoir si le produit pouvait consister en un animal ou en une race animale (179). La division d'examen de l'OEB dans sa décision du 14 juillet 1989 a indiqué : "En règle générale, les produits issus d'un procédé microbiologique peuvent bénéficier d'une

protection en vertu de l'article 53b CBE, second membre de phrase. Ce membre de phrase doit être interprété à la lumière du premier membre de phrase ; si le produit obtenu par un procédé tombe sous l'exclusion expresse énoncée dans le premier membre de phrase de ladite disposition, le second membre de phrase ne peut être interprété comme vidant le premier de son sens. Ceci signifie pour le moins que les procédés permettant d'obtenir des variétés végétales ou des races animales au sens du premier membre de phrase de ladite disposition ne doivent pas être considérés comme des procédés microbiologiques..." Il s'agit ici d'une position de principe, dans la mesure où la division d'examen avait précédemment remarqué que l'ensemble du procédé revendiqué pour obtenir un animal transgénique ne s'analysait pas en un procédé microbiologique, certaines étapes demeurant de nature biologique (l'insertion d'un oncogène dans l'animal par un moyen technique) voire exclusivement biologique (la sélection dans la descendance des porteurs de l'oncogène), ce qui excluait certains produits revendiqués du bénéfice de cette disposition. Cette décision n'est pas définitive ; sa critique repose pour l'essentiel sur des arguments de texte (180) et de vocabulaire(181). Nous partageons l'argumentation de la division d'examen en ce sens que le point le plus important est l'exclusion de la brevetabilité expressément affirmée des races animales : adopter l'interprétation des demandeurs conduit à vider cette affirmation de son sens, alors même qu'elle est contenue dans le même article.

## 2. 1. 2. 2. LE PROBLEME DE LA BREVETABILITE DES ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT EN TANT QUE TELS.

Deux obstacles s'opposeraient à la brevetabilité "per se" des animaux modifiés génétiquement : celui tiré de la contrariété à l'ordre public et aux bonnes moeurs de telles inventions ; celui tiré de l'exclusion expresse des races animales du champ de la brevetabilité.

2. 1. 2. 2. 1. L'argumentation éthique doit être distinguée de l'argumentation juridique fondée sur l'article 7a de la loi.

- La réalisation de nouvelles races animales à partir d'animaux génétiquement recombinés serait, selon certains, une innovation insusceptible d'être brevetée en raison de ce que la manipulation des structures vivantes heurterait des convictions religieuses et éthiques et remettrait gravement en cause les relations que l'homme entretient avec la nature (182). Encore que les fondements éthiques ou religieux affirmés soient peu explicités (183), ils ne sauraient être discutés ici. Il y a seulement lieu de constater leur existence et de les respecter comme il se doit dans une société libre et démocratique. La seule question pertinente au juriste est de savoir comment s'articulent ces opinions et l'exigence légale de conformité à l'ordre public et aux bonnes moeurs. Ce standard juridique constitue l'un des points d'entrée les plus importants des normes morales dans le droit. Ceci ne signifie pas, cependant, que toute valeur morale ou toute opinion éthique entrent par cette seule qualification dans le cadre des bonnes moeurs ou de l'ordre public. La qualité des normes prises en considération par les bonnes moeurs et l'ordre public, et leur contenu sont beaucoup plus étroits que l'ensemble des valeurs morales ou des opinions éthiques qui ont cours en un temps et un lieu donnés. Quant à leur qualité, ces normes doivent apparaître comme suffisamment admises par une large majorité de

citoyens pour servir de référence aux comportements. Quant à leur contenu, il est essentiellement relatif à la morale sexuelle, au respect de la personne, pour ce qui concerne les bonnes moeurs, et aux exigences fondamentales de la vie en société, pour l'ordre public (184). Ainsi, toute opinion, toute valeur, aussi légitime soit-elle et aussi largement répandue soit-elle, n'a pas vocation à entrer dans le corpus des règles sociétales élémentaires que recensent les notions d'Ordre Public et des bonnes moeurs. Les attitudes devant la vie ont considérablement évolué depuis deux générations en France : le récent débat sur l'avortement l'a montré. Une liberté limitée d'avorter a été accordée aux femmes lors même qu'il existât une très forte opposition éthique et religieuse à cette libéralisation, et que l'ordre public jusqu'au changement législatif interdît de telles pratiques.

Le système juridique français ne comprend pas de principe général affirmant l'inappropriabilité du vivant ou une sacralité particulière du vivant, qui soit de nature à traduire un ensemble de valeurs reçues par une large part de la population. Il ne semble pas davantage exister un consensus sur ces valeurs. Dès lors il ne nous paraît pas que l'ordre public français ou les bonnes moeurs soient contrariés par les pratiques biotechnologiques actuelles relatives aux animaux pour autant qu'elles demeurent conformes au cadre juridique actuellement en vigueur. La Division d'examen de l'OEB a statué en ce sens dans l'instance relative à "la souris transgénique de Harvard" (185). Il en serait différemment si une invention revendiquait, par exemple, des animaux modifiés génétiquement expressément destinés à souffrir (186).

- Il résulte de la discussion précédente que toute intervention relative à l'individu humain et dans une certaine mesure, au corps humain, entre en revanche dans le cadre des bonnes moeurs et de l'ordre public. Comme il a été vu, le régime des produits et des éléments du corps humain demandent à mieux être précisés. Par ailleurs, on ne saurait tolérer que l'individu humain soit breveté, non plus que les éléments biologiques permettant de le reproduire : les cellules germinales et l'embryon quel que soit le stade de son développement. Ces prohibitions doivent-elles être expressément reprises dans un texte légal ou leur évidence les destine-t-elles à appartenir aux règles d'ordre public ? L'approche américaine semblerait retenir la première solution (187). L'exclusion de la brevetabilité de l'être humain a été ajoutée dans un nouveau "considérant" de la proposition de directive communautaire (188) ; un "considérant" n'ayant pas de force normative, il conviendrait que celui-ci soit inséré dans le corps même de la directive. Si la voie d'une prohibition expresse est choisie, elle doit s'accompagner des précisions nécessaires car seul l'être humain existant comme personne et les éléments biologiques nécessaires à sa procréation doivent demeurer hors du champ de la brevetabilité.

2. 1. 2. 2. 2. L'exclusion du champ de la brevetabilité des animaux et des races animales demeure sous l'empire des textes en vigueur. L'article 7c de la loi française comme l'article 53 b de la CBE dont il découle, excluent les "races animales" du champ de la brevetabilité. Certains auteurs ont cru trouver un fondement à cette prohibition dans des raisons d'ordre éthique (189). La chose peut paraître surprenante puisque cette prohibition ne figurait pas dans la loi française de 1968 non modifiée, de telle sorte que quelques demandes de brevet portant sur des races animales ont été déposées et ont fait, après examen, l'objet d'une décision de délivrance (190). Les négociateurs de la Convention de Strasbourg en 1963, puis de la

Convention de Munich en 1973, ont plus sûrement voulu éviter un débat de fond sur une catégorie d'inventions sans grand intérêt, puisque le caractère technique de l'amélioration animale restait à l'époque douteux ; par ailleurs, les progrès de la génétique moléculaire étaient imprévisibles (191). Les races animales ne furent ainsi exclues du champ de la brevetabilité que dans la Convention de Munich, l'article 2 par. 6 de la Convention de Strasbourg permettant aux états signataires de ne pas délivrer de brevets pour les races animales et les procédés essentiellement biologiques d'obtention d'animaux. L'existence d'un régime de protection spécifique pour les plantes justifia leur exclusion dans la Convention de Munich. L'arrivée sur le marché d'animaux modifiés génétiquement relance le débat juridique. En effet, la protection du produit reste la clé de voute de la protection par brevet ; elle est seule de nature à conférer à l'inventeur une sécurité minimale (192). Le noeud de la problématique demeure la définition de la notion de "race animale" et par conséquent, la portée de l'exclusion.

- Si l'on se réfère à une interprétation restrictive de l'article 7c, comme il se doit s'agissant d'une exclusion de la brevetabilité, on pourrait soutenir que les inventions revendiquant d'autres degrés de la taxonomie zoologique, comme la famille ou le genre sont a priori brevetables. Cette interprétation a été accueillie favorablement par les offices de brevets d'Allemagne Fédérale, d'Espagne, des Pays-Bas, du Portugal et du Royaume-Uni, selon les réponses fournies à l'OMPI(193). L'attitude de l'INPI et de l'OEB a toujours été plus réservée sur ce point. Lord COCKFIELD au nom de la Commission, estimait cependant dans sa réponse à la question écrite n°517 187, le 23 septembre 1987, que "même si l'article 53b de la CBE et les dispositions similaires des lois des états-membres excluent la brevetabilité des variétés animales en tant que telles, il n'en reste pas moins possible de prendre un brevet pour un animal ayant subi une modification génétique si les conditions de reproductibilité peuvent être remplies" (194). L'Office Fédéral Suisse des Brevets a publié au mois de mars 1986 de nouvelles directives d'examen interprétant l'article 53b de la CBE (à laquelle la Confédération est partie) permettant d'accueillir les revendications concernant les animaux (même si les races animales seront refusées) dont "les caractères spécifiques d'espèce ne sont pas définis dans les revendications" puisque l'article 1a LBI de la loi fédérale exclut du brevet les animaux "seulement dans la forme génétiquement fixée de la race"(195). Jusqu'à présent, aucun de ces offices n'a délivré de brevet pour un animal. Les tentatives pour contourner la prohibition édictée par l'article 53b de la CBE (ou l'article 7c de la loi française) ont reçu l'appui de deux décisions rendues par les instances de l'OEB : CIBA-GEIGY, T 49/83 (196) et LUBRIZOL-GENETICS, T 320/87 (197). Il s'agissait de savoir si les produits revendiqués, des matériels de propagation végétaux ou des plantes, devaient être considérés comme des variétés végétales au sens de l'article 53b de la CBE. Dans la première décision la Chambre de Recours a noté que la revendication ne portait pas sur des plantes dans la forme génétiquement fixée d'une variété ; elle n'était dès lors pas contraire aux dispositions de l'article 53b de la CBE (198). Dans la dernière décision, la Chambre de Recours Technique a estimé que les produits en cause ne constituaient pas des variétés végétales au sens de l'article 53b interprété à la lumière des dispositions correspondantes de la Convention UPOV, pour le respect desquelles l'exclusion de ces produits a été introduite dans le texte européen.



Les promoteurs de l'interprétation restrictive de l'article 53b pouvaient raisonnablement penser que le même mécanisme serait sans difficultés appliqué à l'égard des races animales. La décision de la division d'examen du 14 juillet 1989 a démenti cette analyse, en s'appuyant sur des arguments sémantiques et téléologiques : le terme "race animale" demeure trop imprécis d'un point de vue technique pour délimiter restrictivement l'exclusion ; il ne s'accorde pas aux versions anglaise et allemande du texte de la CBE ("animal varieties" et "tierarten") marquant ainsi la volonté des auteurs de la convention d'exclure non pas un groupe particulier, mais les animaux en général.

- La notion clé reste celle de "race animale", selon l'expression employée tant par la loi française que par la version française de la CBE. Aucun texte de nature juridique ne définit ce que recouvre cette notion ; au demeurant, elle est de nature exclusivement biologique. Si les problèmes de classification ont donné et donnent toujours lieu à d'importants débats théoriques (199) et techniques(200), les scientifiques s'accordent généralement à définir la race comme une subdivision de l'espèce, désignant une population d'individus ayant une ascendance commune et présentant de minimes caractères biologiques (morphologiques, éthologiques et génétiques) discriminants constants. La race est également appelée sous-espèce ; ce dernier terme se trouve surtout employé comme distinction morphologico-taxonomique, tandis que le terme de race est utilisé pour caractériser les différenciations génétiques observées chez l'homme ou chez les animaux domestiques (201).

Cette approche scientifique ne résoud pas les problèmes strictement pratiques auxquels un examinateur pourra se trouver confronté : dans quelle mesure l'animal revendiqué en tant qu'individu constitue-t-il une race qui représente une population ? Un individu stérile pourrait-il représenter une race tandis qu'il ne peut engendrer ? Comment mesurer les traits génétiques ou phénotypiques discriminants ? Les races, par définition sont des populations mouvantes et parfois éphémères, puisqu'elles sont interfécondes, à la différence des espèces (202). Il nous paraît illusoire d'attendre à l'heure actuelle un secours quelconque de la taxonomie, aussi utile qu'elle soit d'un point de vue scientifique. Cette constatation condamne toute discussion juridique fondée sur la taxonomie actuellement disponible (203).

L'article 3 de la proposition de directive du Conseil prévoit expressément la brevetabilité des classifications juridiques autres que les races animales. La délégation française est opposée à la brevetabilité d'animaux en tant que telle (204). Aucune explication d'ordre juridique n'a été apportée pour justifier cette position qui semble être la conséquence d'options de politique agricole. Par le passé, les délégations françaises avaient adopté dans les forums internationaux des positions plus nuancées (205).

- Il reste qu'actuellement, le problème juridique central demeure la portée de l'exclusion relative aux races animales en l'absence d'une définition "efficace" de la notion de race. Deux solutions peuvent être adoptées en droit interne. Soit l'on considère l'impossibilité de délimiter le champ de l'exclusion comme le signe que tous les animaux, qu'ils soient ou non revendiqués sous la forme d'une race, sont exclus de la brevetabilité. Soit l'on considère, suivant en cela une interprétation restrictive, que l'impossibilité de caractériser précisément les appartenances raciales de l'invention revendiquée, ne permet pas en conséquence de l'exclure. Au plan européen, le débat est encore plus obscurci par la rédaction divergente des trois

versions de la CBE : "races animales", "animal varieties" et "tierarten" ne recouvrent pas la même réalité taxonomique. S'agit-il d'une maladresse rédactionnelle des auteurs de la Convention, ou d'une manifestation de la volonté d'exclure tous les animaux du champ de la brevetabilité, il est difficile de trancher (206) ? La division d'examen a choisi, dans la décision qu'elle a rendue le 14 juillet 1989, la première solution s'appuyant par ailleurs sur une analyse historique de l'exclusion des animaux de la brevetabilité dans la CBE. Ces arguments ont été reçus de façon très critique par la doctrine spécialisée. Bien qu'extrêmement délicate, la question de la brevetabilité des animaux peut paraître moins insoluble au plan national qu'au plan européen : le terme race n'est pas ambivalent et n'a pas à être interprété en rapport avec d'autres versions linguistiques ; historiquement il n'y a pas de tradition, en droit positif des brevets, d'exclusion des animaux du champ de la brevetabilité.

En conclusion, les incertitudes juridiques demeurent grandes et quelle que soit la solution adoptée par la Chambre des Recours de l'OEB, elle sera critiquée par l'une ou l'autre des parties. Elle ne s'imposera pas aux juridictions des pays signataires de l'OEB. Il convient donc de rechercher une approche législative et commune à cette question. Parallèlement, il convient de réfléchir sur la notion de race, comme cela fût fait pour la notion de variété pour les végétaux, afin de proposer une définition techniquement et juridiquement utile. En ce sens, l'initiative prise au sein du Ministère de l'Agriculture, de créer un groupe de travail sur cette notion, apparaît bienvenue. En tout état de cause, il est anormal de laisser sans protection des innovations techniques sous le prétexte de l'obsolescence des textes juridiques ou de leur obscurité.

2. 1. 2. 3. Le point des législations étrangères. A l'exception des Etats-Unis d'Amérique, où il existe une jurisprudence favorable, la plupart des pays capables de mettre en oeuvre les techniques de l'ingénierie génétique avouent que la brevetabilité des animaux ou des races animales est juridiquement incertaine.

- Depuis la décision de l'Office des Brevets et des Marques accordant un brevet revendiquant la souris génétiquement modifiée inventée par LEDER et autres (207), la brevetabilité des animaux est désormais acquise, sauf législation nouvelle contraire (208), les tentatives engagées par les défenseurs du droit des animaux pour faire invalider la nouvelle politique de l'Office ayant échoué (209). Toutefois aucun brevet n'a été délivré depuis ; plusieurs dizaines de demandes sont actuellement pendantes (210). Cette période a été mise à profit pour de nombreuses consultations et plusieurs projets législatifs ont été proposés. Le "House Committee on the Judiciary" a tenu trois séries d'auditions publiques sur le sujet et l'Office of Technology Assessment a élaboré un rapport. Le député ROSE a introduit le 5 août 1987 un texte proposant d'interdire la délivrance de brevets pour les animaux génétiquement modifiés pendant deux ans et de révoquer tous les brevets existants concernant ces inventions(211). Ce projet a été rejeté le 13 juillet 1988 par la Sous-Commission Judiciaire de la Chambre des représentants. Le Sénateur HATFIELD a déposé un nouveau projet devant le Sénat le 29 février 1988, qui, comme le précédent, exclut les animaux de la brevetabilité, mais sans limite de durée (212). Ce projet demeure à l'examen en Sous-Commission. Le député KASTENMEIER a déposé le 30 juin 1988 deux projets approuvés le 13 juillet 1988 par la Sous-Commission ad hoc et dont l'un a été adopté par la Chambre des représentants le 15

septembre 1988 (213). Il n'interdit que la délivrance des brevets portant sur les êtres humains et prévoit un certain nombre de privilèges au bénéfice des agriculteurs pour l'utilisation d'êtres vivants brevetés. Ce texte n'a pas été adopté par le Sénat pendant le 100e Congrès et n'a donc plus de chance d'être définitivement voté. Le même député a redéposé un texte semblable le 22 mars 1989 actuellement à l'examen (214). Le 12 septembre 1989, le député CARDIN a proposé d'imposer un moratoire de deux ans pour la délivrance de brevets relatifs à des animaux modifiés génétiquement, ce texte demeure, comme le précédent, à l'examen (215). En dernier lieu, le sénateur HATFIELD a déposé un nouveau projet de loi imposant un moratoire de cinq ans pour la délivrance de brevets sur les animaux génétiquement modifiés. Cette période servira, selon l'auteur de la proposition, à évaluer les problèmes éthiques, environnementaux et économiques et à trouver un accord avec les pays signataires de la CBE. La lenteur avec laquelle les chambres examinent ou laissent dormir les projets de loi, donne à penser que rien ne sera décidé avant que la situation juridique ne soit éclaircie chez les principaux partenaires commerciaux des Etats-unis, en particulier en Europe. Les discussions engagées au sein du GATT sont également un test, puisque les questions relatives à la propriété industrielle y seront débattues.

- Parmi les pays occidentaux, un certain nombre s'est montré favorable à la protection par brevet des animaux ou des races animales en tant que telles (216). La position canadienne est plus ambiguë, car le principe de la brevetabilité d'animaux modifiés génétiquement a été affirmé (217) mais sa mise en oeuvre demeure impossible car le dépôt de matériel biologique ne remplace pas la description écrite dans ce pays (218). En Suisse, la réforme législative actuellement soumise à examen ne précise rien quant à la brevetabilité "per se" des animaux, qui paraît acquise dans le cadre des directives d'examen de l'Office Fédéral précédemment visées. La position de la Suisse dans les négociations du GATT reflète cette analyse (219).

- Les pays de l'est européen présentent indubitablement les législations les plus favorables à la brevetabilité "per se" des animaux ou des races animales. La loi hongroise de 1969, modifiée en 1983 accorde aux sélectionneurs d'animaux, une protection similaire à celle qui existe pour les variétés végétales (UPOV)(220). La Bulgarie, la Roumanie et l'Union Soviétique protègent également les innovations dans ce domaine avec cette différence que seul un "certificat d'auteur d'invention" est délivré et non un brevet. De tels titres ont été octroyés pour des animaux "per se" (221).

Les réunions du Comité d'Experts sur les Inventions Biotechnologiques et la Propriété Industrielle au sein de l'O.M.P.I. se sont interrompues depuis 1988. Les positions adoptées au niveau du GATT, de l'OEB et de la CEE permettront d'alimenter de nouvelles discussions.

La question juridique du dépôt des matériels vivants n'est pas abordée ici dans la mesure où elle se trouve déjà traitée dans les études relatives aux microorganismes et aux végétaux.

L'éventuelle brevetabilité d'animaux en tant que tels ne nécessite pas de formalités différentes de celles qui ont cours pour les brevets revendiquant des fractions d'animaux ou de races animales.

### 2. 1. 3. LA PORTEE DE LA PROTECTION JURIDIQUE CONFEREE PAR LES BREVETS D'INVENTION RELATIFS AUX ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT.

Les problèmes juridiques suscités par la protection conférée par le brevet dans le domaine de l'innovation génétique animale, sont ceux qui se posent à l'égard de l'ensemble des inventions biotechnologiques (222). Les particularités de la matière vivante commandent une adaptation des règles juridiques existantes. Ces particularités sont la variabilité du vivant, qui engendre des difficultés quant à l'étendue de la protection octroyée ; la reproductibilité (le plus couramment chez les animaux supérieurs, sexués) qui a pour conséquence qu'une invention vivante peut se multiplier ou être facilement multipliée sans recourir à la mise en oeuvre du procédé technique par lequel elle a été obtenue, et qui remet en cause le principe de l'épuisement du droit après la première commercialisation du produit breveté. Ces questions sont de toute première importance dans le domaine de l'ingénierie génétique animale : un droit de brevet n'a aucune utilité s'il ne confère qu'une protection limitée à son titulaire. Nous nous bornerons à quelques observations relatives à l'étendue de la protection et à son contenu en ce qui a trait plus particulièrement aux animaux modifiés génétiquement.

#### 2. 1. 3. 1. L'ETENDUE DE LA PROTECTION CONFEREE AUX ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT

Les questions relatives au droit conféré sont résolues au sein de chaque pays membre de la CBE, par les tribunaux saisis d'une action en contrefaçon. Aucune décision n'a été rendue sur ce sujet dans aucun des pays-membres, de sorte que l'incertitude Juridique est pesante pour les titulaires de brevets.

2. 1. 3. 1. 1. LES GENERATIONS SUCCESSIVES. Un brevet délivré pour un animal modifié génétiquement, "per se", ne peut être efficace si le droit ne couvre également les générations ultérieures issues de cet animal. Ce principe a été admis par la Commission qui l'a inséré dans l'article 11 de la proposition de Directive. Les délégations des pays-membres ont accepté le principe avec quelques variantes rédactionnelles (223). Techniquement, il importe plus précisément de savoir si seront protégées les générations animales hybridées, en cas de reproduction sexuée comme c'est le cas pour la plupart des animaux, lorsque les souches parentales portent par exemple un gène nouveau hérité d'un animal génétiquement modifié, et ne l'expriment pas. A l'occasion d'un croisement ultérieur, le gène pourra à nouveau fonctionner dans la descendance. Cette éventualité est évoquée dans l'article 13 de la proposition de directive. Aux termes de la nouvelle rédaction proposée, "le droit conféré par le brevet à une invention qui consiste en, ou qui est caractérisé par une information génétique déterminée, s'étend à tout produit dans lequel cette information génétique a été incorporée et est importante pour l'utilisation dudit produit". Comme l'a indiqué la délégation française, il vaudrait mieux que la protection s'étende à tous les produits qui contiennent l'information formant l'essence de l'invention. En effet, si l'on retient le critère de "l'incorporation fonctionnelle" du gène, selon lequel la protection n'est admise qu'autant que le gène incorporé est "important pour l'utilisation" de l'animal, ne seront pas couverts les animaux porteurs du gène mais ne l'exprimant pas, alors même qu'ils pourront être utilisés pour obtenir des

animaux qui l'expriment. Ce point mérite d'être précisé dans la mesure où l'étendue de la protection ainsi mise en évidence ne nous semble pas pouvoir découler des seules revendications ou de la description de l'invention (224).

Il conviendrait enfin de préciser que lorsqu'un animal est protégé "per se" doivent l'être également les matériels de reproduction.

2.1.3.1.2. L'INFORMATION GÉNÉTIQUE ET LE GÉNOME ANIMAL Dans l'hypothèse d'un animal modifié génétiquement protégé "per se" par un brevet, la protection couvre à la fois tout l'animal mais que l'animal. En fait ce n'est que la modification génétique en tant qu'elle s'exprime fonctionnellement dans une entité particulière qui est protégée, et protégée au travers de l'entité qui la porte. En d'autres termes, la protection d'une souris porteuse d'un oncogène qui lui a été inséré, ne s'étend nullement aux dizaines de milliers d'autres gènes que cette souris porte naturellement. Dès lors, le brevet combiné avec des exemptions de recherche, telle que celle qui est prévue à l'article 30 b de la loi, permet un libre accès aux ressources génétiques. Cette préoccupation a été opportunément rappelée par la délégation française à l'occasion de la discussion de l'article 3 de la proposition de directive (225).

## 2. 1. 3. 2. LE CONTENU DE LA PROTECTION CONFÉRÉE AUX ANIMAUX MODIFIÉS GÉNÉTIQUEMENT

Les limites apportées au contenu du droit conféré par le brevet, d'application délicate dans le cas d'une invention portant sur un animal modifié génétiquement, demeurent, comme en d'autres matières biotechnologiques l'épuisement du droit et l'extension de la protection au produit directement issu du procédé breveté.

2. 1. 3. 2. 1. L'épuisement du droit de brevet ne peut intervenir, dans le domaine des inventions biotechnologiques, de la même manière que dans le domaine de la mécanique, en raison du caractère autoreproductible ou reproductible du vivant. Le droit conféré sur un animal modifié génétiquement ne peut prendre fin avec la première commercialisation de cet animal, puisque ce dernier pourra être utilisé par l'acheteur pour produire d'autres animaux concurrençant les produits du vendeur initial. La solution consiste à retenir entre les mains du titulaire du brevet une prérogative normalement dévolue à l'acheteur dans le cadre de la vente de l'animal : le droit de le reproduire (226). Cette limitation des droits de l'acheteur, qui est exorbitante du droit commun, ne se justifie qu'autant que la reproduction porte réellement atteinte au monopole du breveté ; il en va différemment quand l'utilisation de l'animal implique nécessairement sa reproduction, ce que le titulaire du brevet a pris en considération et a accepté lors de la mise sur le marché. Comme dans le cas du paragraphe 2. 1. 3. 1. 1., les produits animaux visés par cette disposition sont tous ceux porteurs de l'essence de l'invention. La nouvelle appréciation du principe de l'épuisement du droit a été bien accueillie par les délégations de pays-membres (227). Au vrai, le mécanisme de la réservation de la prérogative juridique au profit d'un inventeur permettant de reproduire une chose, est des plus communs dans le domaine de la propriété intellectuelle. L'article 28 de la CBC permet par ailleurs de mettre en oeuvre ce mécanisme de réservation (228). Ces modifications, ou plutôt, ces précisions apportées au contenu du droit seront loin de résoudre tous les problèmes pratiques.

Si la reproduction de certains animaux modifiés génétiquement peut être contrôlée relativement aisément pour les animaux modèles d'expérimentation et fermenteurs vivants (en raison de leur confinement), ou encore chez certains animaux d'élevage notamment pour lesquels la pratique de l'insémination artificielle est la règle en matière de la reproduction (229), elle échappe à tout contrôle pour tous les autres...

2. 1. 3. 2. 2. La question de l'extension de la protection du procédé breveté au produit directement obtenu par ce procédé dont le principe est énoncé par l'article 28 al. 2. de la loi française (230), a été posée par la division d'examen de l'OEB dans sa décision du 14 Juillet 1989, qui l'a renvoyée à la compétence des juridictions des Etats signataires. "Il appartient aux instances compétentes pour statuer sur les actions en contrefaçon de trancher la question de savoir si les produits obtenus par manipulation génétique seraient couverts par le brevet qui serait délivré et notamment, dans quelle mesure une telle protection s'étendrait aux générations futures" (231). Ce point s'annonce important car l'extension de la protection du procédé au produit obtenu par celui-ci pourrait conférer aux animaux modifiés génétiquement une couverture juridique minimale dans l'hypothèse où ces produits seraient exclus "per se" de la brevetabilité. La mise en oeuvre de cette protection suppose la réunion de trois conditions: que l'animal soit directement obtenu par le procédé ; que l'extension soit admise même si le produit est exclu de la procédure ; que l'extension couvre également les générations ultérieures du produit obtenu.

- L'obtention directe du produit "signifie que le produit doit être obtenu à la fin de l'exécution du procédé. La disposition ne saurait viser un produit intermédiaire" (232). En d'autres termes, le produit pour lequel l'extension de la protection est recherchée doit être le produit final du procédé breveté, celui en vue duquel le procédé est mis en oeuvre. Dans l'hypothèse d'un animal modifié génétiquement obtenu par des procédés de microinjection, le produit final recherché est une lignée cellulaire (développant des tumeurs, s'il s'agit de l'injection d'un oncogène), voire une protéine d'intérêt thérapeutique (si l'animal est utilisé comme fermenteur vivant). Dans ces conditions, la protection accordée par le procédé breveté ne couvrira pas l'animal. Il faut procéder à une approche au cas par cas, tout dépendant du type d'invention et de la forme des revendications.

- L'extension de la protection aux générations ultérieures du produit obtenu et contenant l'essence de l'invention paraît acquise en France (233), mais elle reste controversée entre les membres de la CBE. Les auteurs sont également partagés (234). La proposition de directive a introduit le principe en son article 12, sur lequel la plupart des délégations ont donné leur accord, encore que certaines aient préféré le libellé - très proche - de la solution n 8 préconisée par le Comité d'experts de l'OMPI (235). La délégation française a formulé une réserve d'examen. Le projet de modification de la loi Suisse préconise un mécanisme semblable (236). Comme il a été expliqué plus haut, l'absence de protection pour les générations issues de l'animal protégé en tant que produit du procédé breveté, vide la disposition de son intérêt. En tout état de cause, la protection conférée par cette disposition à d'éventuels animaux modifiés génétiquement demeure beaucoup moins efficace que la protection qui pourrait être octroyée aux produits "per se". En effet, un produit identique ou similaire pourra être commercialisé s'il est obtenu par un autre procédé, sans encourir le reproche de le contrefaire.

- La disposition prévue à l'article 28 al. 2. de la loi française s'applique-t-elle lorsque le produit est exclu du champ de la brevetabilité, comme les races animales, voire, les animaux ? La réponse de la France n'était pas catégorique sur ce point lors des discussions au niveau de l'OMPI (237). Elle semble avoir adopté une position négative dans le cadre des débats sur l'article 12 paragraphe 2 de la proposition de directive du Conseil qui admet le prolongement de cette extension (238). La jurisprudence de l'OEB se révèle toutefois plus favorable (239), et les discussions préliminaires de la CBC semblaient admettre cette interprétation (240). Les incertitudes juridiques subsistent et ne sauraient être sérieusement dissipées sans une jurisprudence nette ou des dispositions positives nouvelles.

Pour ce qui concerne les dispositions envisagées relativement à la délivrance de licences obligatoires pour les inventions revendiquant des animaux modifiés génétiquement, ou l'établissement d'exemptions particulières au bénéfice des éleveurs, nous ne pouvons donner de commentaires juridiques. Il s'agit de questions politiques, justifiées par des impératifs sociaux et économiques. Il convient de déterminer en quoi la délivrance d'un brevet, dans le champ qui nous intéresse, risque de bloquer l'accès à une technologie.

## 2. 2. LA PROTECTION DES INVENTIONS RELATIVES AUX ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT PAR DES MECANISMES JURIDIQUES NE FAISANT PAS APPEL A UN DROIT DE PROPRIETE INDUSTRIEL

L'examen de la pratique biotechnologique contemporaine, n'apporte que des réponses incomplètes à la question posée relative aux possibilités de protection hors le cadre du brevet, des innovations accomplies dans ce champ technologique. Une telle pratique est quasiment inexistante au regard des animaux modifiés génétiquement, du moins dans la phase ultime de la commercialisation du produit. Les rares exemples sont nord-américains et seule une invention a été réellement "commercialisée" ; encore est elle couverte par un brevet (241). Ponctuellement, certains montages juridiques ont pu être observés, qui pourraient être utilisés à plus vaste échelle. Mais pour l'ensemble de ces innovations, quelque soit le type d'animal concerné et le type de marché visé pour la commercialisation du produit, il n'existe que des aménagements possibles, provisoires souvent fragiles et toujours particuliers à un secteur d'activité.

La complexité de la situation se trouve plus facilement appréhendée si l'on place en perspective les trois facteurs selon lesquels elle se compose. Il faut d'abord identifier les mécanismes juridiques employés ou disponibles pour assurer la protection des innovations en cause. En second lieu, il faut dresser une typologie contractuelle : en effet la protection de l'innovation se place à différents stades ; celui, ultime, de la commercialisation du produit demeurant à l'évidence le plus sensible. La construction d'un échec contractuel contribue, dans une certaine mesure, à assurer une meilleure protection. Il convient en dernier lieu de distinguer le type d'innovation en cause : ses caractéristiques techniques et commerciales déterminent largement le besoin et le degré de protection juridique.

## 2. 2. 1. LES MECANISMES JURIDIQUES PERMETTANT DE PROTEGER LES INVENTIONS RELATIVES AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES

Différentes techniques juridiques sont utilisées, souvent simultanément, afin de conférer aux inventeurs une meilleure protection juridique. Se sont essentiellement la propriété corporelle, le régime du secret et les propriétés incorporelles différentes du brevet.

### 2. 2. 1. 1. LA PROTECTION DES INVENTIONS RELATIVES. AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES PAR LA PROPRIETE CORPORELLE

2. 2. 1. 1. 1. Les matériels biologiques et les êtres vivants se présentent d'abord comme des choses tangibles susceptibles d'appropriation par un droit de propriété corporel. Cette affirmation est un truisme à l'égard des animaux : depuis la plus haute antiquité ils sont l'objet des droits de propriété (242). Pour les parties d'animaux et les structures biologiques, le problème est plus original mais doit être considéré comme résolu. Des souches microbiennes, des lignées cellulaires individualisées et identifiables sont également des choses appropriables. Il en est de même, à une échelle plus infime encore, des organites cellulaires et des supports ADN des séquences génétiques. En effet, les molécules ADN qui constituent les supports de l'hérédité sont tout à la fois des molécules chimiques, tangibles, et des molécules informationnelles, appréhendées de façon incorporelle (243). L'origine humaine de ces matériels biologiques ne modifie pas leur nature réelle et donc appropriable. Certes, les produits et les éléments du corps humain sont des choses hors du commerce juridique, et les juristes répugnent à affirmer que l'homme possède sur les éléments corporels un droit de propriété véritable (244). Il n'en demeure pas moins que, séparés du corps, ces éléments circulent entre les équipes de recherche, ou entre les industriels et les chercheurs. Les échanges ne donnent pas lieu, dans la grande majorité des cas, à une contre partie pécuniaire. Cette attitude, conforme à l'éthique de la recherche, ne fait nullement renoncer à la revendication d'un droit de propriété sur les matériels ou les animaux échangés. C'est en vertu de ce droit que le titulaire va par exemple exiger du remettant qu'il ne distribue pas l'animal ou le matériel biologique à une personne tierce, qu'il en prenne soin afin qu'il ne périsse pas, qu'il en fasse retour ou qu'il le détruise en fin d'usage (245). L'affirmation du droit de propriété permet de mettre en oeuvre une technique juridique similaire au prêt à usage. Cette propriété se trouve évidemment limitée dans son objet puisqu'elle ne porte que sur la chose déterminée en la maîtrise de titulaire ; s'il s'agit d'un animal modifié génétiquement nouvellement obtenu, son propriétaire ne pourra pas revendiquer des droits sur n'importe quel animal semblable qu'un chercheur tiers pourrait élaborer ultérieurement et indépendamment du premier. L'invention n'est donc protégée qu'autant qu'elle est réalisée sur un support approprié. La mise en évidence de l'existence d'une propriété corporelle sur les matériels biologiques et les animaux modifiés génétiquement suscite concomitamment la question de sa portée.

2. 2. 1. 1. 2. La portée de la propriété corporelle des matériels vivants se trouve limitée dans son objet en ce qu'elle ne comprend pas les informations convoyées par les supports biologiques ; elle se trouve en revanche étendue aux générations successives issues du matériel biologique ou de l'animal ; elle est enfin opposable à tous.



- La propriété corporelle d'un animal n'emporte pas nécessairement la propriété des découvertes techniques qui seront faites dans les structures de cet animal (246); un patient ne pourra revendiquer les découvertes médicales réalisées à l'aide des échantillons biologiques qu'il aura abandonné aux praticiens. Dans cette mesure, la propriété corporelle est à la fois suffisante et incomplète. Suffisante en ce sens que la détention des supports biologiques permet au détenteur d'empêcher les tiers d'y mener des recherches. Incomplète en ce sens qu'elle ne s'étend pas à ce qui reste incorporel et inconnu. Cette constatation explique certains mécanismes employés dans les contrats d'échange de matériel ou de Recherche et Développement dans le domaine des biotechnologies en général, et des animaux génétiquement modifiés en particulier. Une partie, propriétaire d'un matériel biologique, va confier à l'autre partie le soin de le développer ou de l'analyser, les résultats obtenus étant partagés, soit sous la forme d'une copropriété s'il s'agit d'un objet corporel (une liguée cellulaire par exemple), soit sous la forme d'une attribution par répartition de droits incorporels selon la participation effective où l'innovation réalisée. Dans d'autres hypothèses, le propriétaire du matériel biologique reconnaît au bénéficiaire un droit sur les découvertes effectuées sur ce matériel à charge pour lui d'accorder en retour une licence exclusive d'exploitation sur le savoir-faire créé ou sur le brevet s'il y a lieu ; voire à charge d'accorder prioritairement une telle opportunité. Parfois même, le propriétaire du matériel va consentir à l'échange en exigeant seulement du bénéficiaire qu'il n'utilise pas le matériel ou l'animal à des fins commerciales. C'est ainsi que la société MONSANTO qui avait mis au point dès 1983, des vecteurs de transformation permettant d'insérer n'importe quelle séquence d'ADN dans les chromosomes d'un nombre important de plantes, a pu, grâce à des agréments, distribuer ces vecteurs à de nombreux instituts de recherche.

- La propriété corporelle d'un être vivant emporte celle des individus qui en naissent, sauf disposition contraire: "le croît des animaux (appartient) au propriétaire par droit d'accession". Cette règle s'analyse comme une sorte de droit fondamental de pouvoir croiser et de faire multiplier les animaux que l'on possède. Nous avons observé précédemment que cette disposition s'opposait à une application efficace du contenu de brevet. Elle peut s'avérer également négative si la protection de l'invention repose sur le seul droit de propriété corporel. A supposer que l'inventeur d'une nouvelle lignée animale veuille vendre certains de ses animaux, l'acheteur ne voudra se fournir qu'une seule fois s'il peut les reproduire. Afin de pallier cette difficulté, il peut décider de vendre les animaux mais sans inclure dans le droit réel ainsi transmis à l'acheteur, le droit de les reproduire. D'un point de vue juridique, cette opération demeure une vente puisque des prérogatives réelles ont bien été cédées (celles d'user et d'abuser des animaux et d'en tirer tous fruits hormis ceux du croît). Ce mécanisme reçoit en réalité peu d'applications en raison des problèmes pratiques qu'il suscite.

- La question de la propriété des individus mutés ou dérivés qui se pose dans les contrats de biotechnologie pour les souches de microorganismes, ne paraît pas transposable au cas des animaux modifiés génétiquement, dans la mesure où ces organismes, s'ils sont livrés en groupe, sont plus homogènes et mutent avec moins de facilité. On trouve cependant une technique contractuelle basée sur le principe précédent de la réservation du droit de reproduire les animaux remis, selon laquelle la descendance de l'animal restera acquise au vendeur si elle contient et exprime les éléments essentiels de l'invention. On retrouve ici les préoccupations

manifestées dans le cadre du droit de brevet. Toutefois cette réserve ne peut aller, à notre sens, jusqu'à la revendication des inventions nouvelles qui apparaîtraient dans la descendance, pour des raisons touchant au droit de la concurrence. Par ailleurs, cette disposition ne peut se concevoir sur une durée très longue en considération des problèmes pratiques que suscite son contrôle (247).

- Il est permis enfin de s'interroger sur l'application des règles relatives au droit d'accession en matière mobilière, qui trouvent leur origine dans la propriété corporelle. Régies par les articles 565 à 577 du Code Civil, elles auraient vocation à s'appliquer au "mélange de matières" en quoi pourrait consister le produit d'un croisement entre un animal modifié génétiquement, contenant une information héréditaire lui conférant des qualités recherchées, et un animal "commun". La revendication du propriétaire du premier animal vis à vis d'une progéniture susceptible de porter en l'exprimant la séquence héréditaire artificiellement introduite, serait réglée selon ces dispositions. Elles pourraient constituer une sorte de sécurité pour les propriétaires d'animaux modifiés génétiquement, qui seraient ainsi autorisés à poursuivre, même dans l'hypothèse d'un croisement involontaire (248), l'exercice de leurs prérogatives dans la progéniture des animaux qu'ils possèdent. Toutefois la jurisprudence, plutôt rare sur ces questions, n'a jamais appliqué les textes précités au vivant (249). Pour éviter ces délicates discussions, la pratique tend à prohiber contractuellement la combinaison ou la fusion des matériels biologiques ou le croisement des animaux, soit par les biais d'une clause de prohibition expresse, soit en définissant de manière limitative les usages possible du matériel ou de l'animal concédé, prêté ou vendu.

- L'ultime avantage que présente la propriété corporelle, est son opposabilité "erga omnes", à l'égard de tous. En d'autres termes, le droit de propriété doit être respecté, même par des tiers, lorsqu'il est établi dans le chef de celui qui l'allègue. Mais les simples dispositions contractuelles évoquées dans le cadre du droit de propriété ne valent qu'entre les parties qui les ont formées, même si le cadre général du contrat doit être respecté par les tiers.

## 2. 2. 1. 2. LA PROTECTION DES INVENTIONS RELATIVES AUX ANIMAUX GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉS PAR LE RÉGIME DU SECRET

A la différence de la propriété corporelle, le régime du secret ne constitue pas une appropriation (250) et ne porte pas sur une chose tangible mais sur une information, sur un savoir-faire technique. Le secret représente le régime de droit commun de l'intervention juridique relativement aux résultats de la recherche et du développement des produits; à ce titre il est omni-présent dans le domaine des biotechnologies en général, et des techniques d'obtention d'animaux génétiquement modifiés en particulier la protection conférée par le secret reste modeste. Toutefois, elle permet une commercialisation des informations.

2. 2. 1. 2. 1. L'ÉTENDUE DE LA PROTECTION CONFÉRÉE PAR LE SECRET La protection conférée par le secret repose sur des moyens de pur fait : elle n'existe qu'autant que le secret est préservé. Une fois l'information divulguée il n'existe plus aucun moyen d'empêcher qu'elle soit utilisée par ceux qui en auront eu connaissance. Les seules règles juridiques relatives au secret ont justement pour but d'éviter qu'il soit révélé hors du cercle où

il doit être celé. C'est ainsi qu'encourent une responsabilité pénale les usurpateurs de savoir-faire (251). La règle s'applique largement à tous les secrets de type technique, toutes les connaissances secrètes c'est à dire qui ne sont pas accessibles à des tiers. Toutefois seule la divulgation du secret se trouve réprimée, non son exploitation. Le bénéficiaire de la communication illicite peut être poursuivi comme complice de l'infraction principale (252), ou comme receleur s'il a exploité le secret en connaissant son origine frauduleuse(253). La preuve de la divulgation frauduleuse est souvent difficile à rapporter de sorte que l'infraction est rarement établie. La responsabilité civile de l'usurpateur de savoir-faire peut être engagée simultanément ou indépendamment de sa responsabilité pénale, au titre de la concurrence déloyale (254). Le fait de surprendre les informations qu'un concurrent a voulu garder confidentielles constitue un acte contraire aux usages commerciaux et industriels qui engage la responsabilité de son auteur. Constitue pareillement un acte de concurrence déloyale le fait de reproduire secrètement, dans le cadre d'une exploitation, une technique disponible mise au point par un concurrent, ou de la reproduire dans le but de créer ou de rechercher une confusion avec les produits de celui-ci. Ces mécanismes juridiques sont transposables à la recherche industrielle et académique (hormis dans la dernière hypothèse qui exige une exploitation de type commercial ou industriel). On retrouve des clauses de confidentialité dans la grande majorité des contrats de biotechnologie : tous les membres des équipes de recherche y sont astreints. Ces mesures sont particulièrement strictes dans les contrats de Recherche et Développement conclus entre les industries et les institutions académiques. Toutefois ces clauses ne portent que sur des informations / résultats de recherche, techniques, données et procédés. Les animaux génétiquement modifiés, les parties ou les fractions de ceux-ci ne seront pas couverts par le secret, mais seulement les informations nécessaires à leur obtention. Or, lorsqu'il s'agit d'une innovation vivante, l'animal ou le matériel biologique, s'il est reproductible, suffit à produire cette innovation. Le secret en matière biotechnologique doit donc s'accompagner d'une protection par la propriété corporelle des matériels obtenu pour être pleinement efficace.

2. 2. 1. 2. 2. La commercialisation des information protégées par le secret est une pratique courante dans le domaine des biotechnologies à l'instar des autres domaines techniques. L'opération juridique la plus répandue est la licence de savoir-faire. Elle peut être accessoire à un contrat de licence de brevet (255), ou constituer l'objet principal de la convention. La constitution d'un "dossier technique secret" (dossier de savoir-faire) aux fins de commercialisation des techniques mises au point est largement pratiquée, par exemple, au sein de l'INRA mais peu encore dans le cadre de l'amélioration animale ; les méthodes traditionnelles d'amélioration n'étant pas brevetables, cette solution juridique demeure la seule possible (256). Il est difficile de parler de rentabilité économique pour ces commercialisations, il s'agit plutôt de ressources d'appoint (257). Le défaut de droit réel reconnu sur les informations, la lourdeur du contrôle dû à la sauvegarde de secret et la fragilité de la protection conférée en conséquence, ne permettent pas d'attribuer une licence de savoir-faire autrement qu'à titre exclusif (lorsqu'elle n'est pas l'accessoire d'une licence de brevet), c'est à dire qu'au profit d'un seul partenaire. Elle ne peut donc se couler que dans des structures de production monopolistiques ou très fortement concentrées. Enfin, cette pratique n'est pas adéquate pour les innovations pionnières qui constituent un saut technologique important; le régime du secret n'octroyant aucune réservation réelle, expose aux coups des avancées

technologiques concurrentes ultérieures. A l'inverse, une avancée technologique importante non divulguée peut ralentir le cours de la recherche au plan scientifique mondial en différant la divulgation des connaissances (258). Les innovations dans le domaine de l'ingénierie génétique animale sont de celles-là.

### 2. 2. 1. 3. LA PROTECTION DES INVENTIONS RELATIVES AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES PAR DES DROITS DE PROPRIETE INCORPORELLE AUTRES QUE LE BREVET

2. 2. 1. 3. 1. Certains auteurs ont su songer à ranger sous la protection accordée par le droit d'auteur (259), les innovations génétiques (260). La comparaison du langage humain et du code génétique permettrait de considérer la composition génétique nouvelle obtenue chez un être vivant original admissible à cette protection. Il est vrai qu'à certains égards, l'enchaînement des nucléotides évoque un code véritable et une forme de langage très proche du langage informatique (261). Toutefois, la loi du 3 Juillet 1985 relative au droit d'auteur et aux logiciels informatiques, n'est pas conçue pour protéger ce type de réalisations. Par ailleurs, la mise en oeuvre de la protection par droit d'auteur exige la connaissance intime du génome des individus susceptibles d'être protégés, par le biais de leur déchiffrement, une meilleure connaissance de la complexité des mécanismes d'expression des gènes et une plus grande compréhension des relations entre le génotype et le phénotype, ce qui n'est pas le cas actuellement. Pour ces diverses raisons, l'idée de protéger la création biotechnologique par la voie du droit d'auteur "ne saurait-être retenue comme une alternative sérieuse" (262).

2. 2. 1. 3. 2. La protection des nouvelles races animales créées par les techniques de l'ingénierie génétique à l'aide du droit des marques ont parfois été évoquée(263). La loi du 31 décembre 1964 permet de protéger toutes sortes de signes servant à distinguer des produits parmi lesquels des animaux pourraient figurer. Toutefois, la protection légale s'attache non pas à la qualité technique du produit mais à son image en terme de marketing. Dans cette mesure, le droit des marques peut constituer une protection incidente pour l'ensemble des produits d'un sélectionneur par exemple, non une protection directe.

2. 2. 1. 3. 3. On rencontre enfin dans les contrats de biotechnologie nord-américains mais aussi français et européens, la revendication d'une propriété sur toute information susceptible d'avoir une valeur commerciale, liée au matériel biologique ou génétique considéré(264). Cette réservation privative existerait même en dehors des formes juridiquement reconnues du droit de brevet et du droit d'auteur. Elle reçoit des dénominations diverses et un contenu différent au gré des contrats : "propriété industrielle", "droits sur la technologie", "propriété incorporelle de toute nature", couvrant pêle-mêle les secrets commerciaux, les découvertes, les résultats, les données obtenues, l'information confidentielle etc. Ces formules contractuelles montrent le besoin qui se fait sentir dans la pratique industrielle, de bénéficier d'une protection des informations techniques (au sens large) sous la forme d'un droit de propriété incorporelle parallèle mais distinct du brevet. Pour l'heure, le droit positif français ne reconnaît pas l'existence d'un droit de propriété sur l'information hors les droits de propriété incorporelle légalement reconnus. Le débat doctrinal est cependant lancé en France (265) et quelques décisions de jurisprudence ont semblé le faire avancer. Mais la position de principe

demeure et les tentatives contractuelles doivent être considérées, pour l'instant, comme vaines. Les droits allégués ont peut-être une valeur juridique entre les parties au contrat qui les stipule; ils ne sauraient être valables "erga omnes", comme leurs promoteurs le soustrairaient.

## 2. 2. 2. LA TYPOLOGIE CONTRACTUELLE DANS LE CADRE DE L'OBTENTION D'ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES

L'animal génétiquement modifié est obtenu à l'issue d'une série d'étapes techniques qui peuvent faire l'objet d'opérations juridiques séparées. La protection obtenue au cours des étapes contractuelles intermédiaires prépare celle recherchée lors de l'étape ultime : la mise sur le marché de l'innovation.

### 2. 2. 2. 1. LES ETAPES CONTRACTUELLES INTERMEDIAIRES

Les étapes contractuelles intermédiaires correspondent approximativement aux deux phases techniques qui permettent d'élaborer des animaux génétiquement modifier par transgénèse (266). Il convient d'abord d'isoler et de cloner la séquence génétique que l'on veut injecter dans le génome de l'animal, le cas échéant, construire un système vectoriel. Par la suite, il convient de transférer la séquence voulue dans les embryons animaux, les réimplanter, surveiller la gestation et réselectionner parmi la progéniture celle qui exprime le gène, et parfois même les individus capables de transmettre le nouveau caractère à sa descendance. Un même opérateur économique contrôle rarement le cycle de production de façon intégrée, ce qui implique des relations contractuelles. Les séquences génétiques sont obtenues soit directement soit dans le cadre d'échanges formalisés entre équipes de recherche, soit encore utilisés sous licence puisque ces objets sont éligibles tant à une protection par brevet qu'à une protection par secret. La protection la plus efficace commencera par la prise d'un brevet sur la séquence recherchée. Dans le cas où il s'agit d'un matériel d'origine humaine, il aura pu être prélevé au cours d'un traitement thérapeutique ou à l'occasion d'une investigation diagnostique. Dans la rigueur des principes, l'échantillon biologique prélevé et destiné à une éventuelle exploitation commerciale doit avoir été recueilli avec le consentement du patient ; du moins le patient doit-il être averti de l'usage nouveau auquel ses éléments corporels sont destinés (267). Il nous paraît conforme à l'éthique médicale de faire remplir au patient un formulaire de consentement éclairé en ce sens, ce que la pratique médicale néglige souvent de faire en France. La construction vectorielle, mais plus sûrement encore la "construction" d'animaux transgéniques va conduire à la rédaction d'accords de recherche ou de collaboration entre industriels et scientifiques. Ces accords de recherche ne diffèrent guère de ceux que l'on peut observer dans d'autres champs technologiques. Ils règlent la participation financière entre les parties et surtout les problèmes relatifs à la propriété des résultats obtenus ou des matériels obtenus. Les règles de confidentialité sont strictement énoncées et les modalités des publications scientifiques sont organisées de telle façon qu'elles ne puissent nuire à la prise d'un brevet (268). Enfin, une répartition des bénéfices tirés d'éventuelles licences concédées sur les innovations réalisées peut être évoquée. Le dernier type d'engagement rencontré dans le cadre de ces étapes contractuelles intermédiaires, a trait aux formalités de dépôt des matériels biologiques au cours de la procédure de délivrance du brevet. A nouveau, une attention toute particulière est accordée aux problèmes de confidentialité, assurée à ce stade par le mécanisme

du secret (269). En résumé, la protection des innovations relatives aux animaux génétiquement modifiés peut être considérée comme satisfaisante dans le cadre contractuel intermédiaire en raison de la combinaison de la propriété corporelle des matériels, de leur brevetabilité de principe et du régime du secret. Il faut convenir que les seuls risques encourus à ce stade proviennent soit d'une divulgation intempestive, soit de l'avance technique des concurrents. Cette dernière éventualité est minimisée par la prise de brevets de plus en plus précocement dans le cours des recherches. Aussi, la seule protection conférée par les droits autres que le brevet et les techniques contractuelles est-elle inefficace à cet égard, si elle l'est en revanche au regard du premier risque évoqué.

## 2. 2. 2. 2. LA COMMERCIALISATION DES INNOVATIONS RELATIVES AUX ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT

La commercialisation des innovations relatives aux animaux modifiés génétiquement est un domaine de pure prospective pour le juriste en raison des incertitudes qui pèsent sur la brevetabilité des animaux ou des races animales. Au surplus, la distribution à grande échelle d'animaux génétiquement modifiés demeure un phénomène inédit. Les rares cas de "commercialisation" que nous ayons pu observer concernent des animaux d'expérimentation distribués à certains laboratoires. De nombreuses souches génétiquement recombinées circulent sans protection par brevet. Dans certains cas, les laboratoires envisagent de vendre ces animaux sous les conditions juridiques habituelles des animaux d'expérimentation traditionnels, car aucun espoir de développement commercial n'a été à l'origine de ces résultats et ne semble se profiler à l'avenir. Dans d'autres cas, les animaux sont transmis sous des restrictions sévères quant à leur reproduction, leur dissémination, leur revente ou leur prêt, à des tiers. Ces mécanismes s'apparentent à ceux que nous avons évoqués au chapitre de la protection par la propriété corporelle. Au demeurant, ces prohibitions apparaissent très théoriques car les fournisseurs de tels matériels vivants n'ont pas les moyens de contrôler les usages qu'ils imposent. La diffusion importante de ces matériels est un signe que leurs inventeurs ont préféré rentabiliser une partie de leurs investissements le plus rapidement en diffusant massivement l'innovation à un coût relativement faible. Ces exemples ne sauraient être extrapolés compte tenu de la spécificité de ces innovations et de leur marché, comme nous l'analyserons ultérieurement.

On peut imaginer qu'à côté des techniques faisant appel à la propriété corporelle, la commercialisation des animaux modifiés génétiquement non protégés par un brevet pourra s'effectuer sous couvert d'une licence de savoir-faire. Mais on ne saurait viser par ce moyen, à une diffusion importante des produits. Les problèmes liés à la protection juridiques des innovations dans le cadre de leur commercialisation représentent un réel souci pour les industriels et les laboratoires de recherches et à aucun moment il ne nous a été présenté une solution juridique satisfaisante pour les résoudre globalement, sans faire appel aux mécanismes de la réservation par brevet.

## 2. 2. 3. LES RELATIONS ENTRE LA PROTECTION JURIDIQUES ET LE TYPE D'INNOVATION RELATIVE AUX ANIMAUX GENETIQUEMENT MODIFIES

Le besoin de protection juridique des innovations animales se mesure à trois facteurs techniques que sont leurs caractéristiques biologiques, l'importance de leur dissémination, le type de marché sur lequel elles seront commercialisées. Ces divers facteurs dépendent eux-mêmes du type d'usage auquel les innovations sont destinées.

### 2. 2. 3. 1. LA PROTECTION JURIDIQUE DES ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT UTILISES COMME MODELES EXPERIMENTAUX

La protection des animaux utilisés comme modèles expérimentaux paraît possible par le biais d'arrangements contractuels plutôt que par le biais techniques

- On pourrait en effet imaginer de fournir à la clientèle des sujets stériles, de façon à ce que les difficultés liées à la reproductibilité des innovations soient aplanies. Cette solution doit être écartée pour plusieurs raisons. La stérilisation sera obtenue par des moyens traditionnels de sorte que son application systématique à des populations nombreuses d'animaux et à des fins non expérimentales ou thérapeutiques, pourrait être qualifiée de mauvais traitement (270). Au surplus, la stérilisation des animaux induit chez eux des changements physiologiques généralement incompatibles avec l'usage auquel on les destine. Les protocoles d'expérimentations sont très stricts sur l'état physiologique des animaux sur lesquels elles sont pratiquées, et des modifications importantes peuvent invalider les résultats obtenus. Enfin, de telles pratiques seraient mal acceptées par une clientèle fidélisée qui y apercevrait une marque de défiance peu favorable à l'établissement de bonnes relations contractuelles.

- D'autres facteurs apparaissent en faveur du développement d'une protection contractuelle relativement efficace(271). En premier lieu, l'étroitesse du marché, entièrement ciblé dans certains cas, facilite le contrôle de la dissémination des innovations. Ces innovations sont destinées aux laboratoires industriels ou de recherche académique de manière exclusive. Certaines innovations ne peuvent être utilisées que par plusieurs laboratoires, lorsqu'elles représentent des modèles d'expérimentation conçus pour tester des produits spécifiques.

Dans cette hypothèse, le fournisseur ou l'inventeur des animaux n'a pratiquement pas à craindre que l'innovation lui soit dérobée, sauf avec la complicité du client; une telle éventualité est peu envisageable compte tenu des risques encourus et du peu de bénéfice que le client pourrait en retirer. En second lieu, le milieu professionnel est homogène. Un auto-contrôle y règne, de sorte que tout comportement déloyal y est remarqué et peut être sanctionné socialement. Cet auto-contrôle se trouve renforcé par la réglementation de l'activité professionnelle. Ainsi, les protocoles d'expérimentation font référence à l'origine des animaux utilisés, et tous ces renseignements sont exigés et contrôlés par les administrations qui délivrent les homologations ou les autorisations de mise sur le marché des produits(272). Certaines souches animales traditionnelles ont acquis une véritable notoriété en raison de leurs qualités, qui leur confère un type de protection comparable à celui d'une marque(273). Dès lors, les tentatives de piratage d'une souche sont à la fois peu avantageuses d'un point de vue

économique, elles seront rapidement détectées dans le milieu et peuvent enfin conduire à des incidents dans le cours des procédures d'homologation administratives.

L'arrivée d'animaux génétiquement modifiés sur le marché devrait augmenter considérablement les possibilités de test "in vitro" mais laisser intactes les structures actuelles. Une protection contractuelle reprenant les mécanismes précisés plus haut (réservation des droit de reproduction, prohibition de la revente ou du prêt des animaux à des tiers, etc.) pourrait octroyer une protection minimale pour les applications techniques les plus spécifiques. Il n'en demeure pas moins que les innovations pionnières couvrant de nombreuses applications techniques et donnant une avance technologique importante à un inventeur, seraient mal protégées par un simple réseau de clauses contractuelles. Par ailleurs les laboratoires producteurs d'animaux modifiés génétiquement, n'ont ni l'habitude, ni l'intention, ni les structures pour effectuer des contrôles pour vérifier l'application des accords passés. Une protection par brevet les libérerait d'un tel souci ou d'une adaption commerciale qui pourrait se révéler coûteuse. D'un point de vue strictement économique, le prix des animaux modifiés génétiquement est incomparablement plus élevé que celui des animaux modèles expérimentaux traditionnels (274). Ce prix peut être acceptable pour les compagnies chimiques ou pharmaceutiques si ces animaux permettent d'affiner certains résultats de tests en carcinogénèse et en mutagenèse, de développer de nouveaux tests et surtout de raccourcir les délais nécessaires pour accomplir certaines tests (275). La rentabilisation des investissements de R et D engagés jusqu'à présent dans ce domaine ne sera pas réalisée avec la commercialisation des quelques souches mises au point (276), mais sur l'ensemble du développement de ce secteur économique. Dès lors, le surcroît économique pour le consommateur final du médicament ou du produit chimique que des animaux modifiés génétiquement auront aidé à tester et à expérimenter, s'annonce négligeable, s'il peut être calculé.

## 2. 2. 3. 2. LA PROTECTION DES ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT UTILISES COMME FERMENTEURS VIVANTS

Les animaux utilisés comme fermenteurs vivants sont destinés à produire des molécules de haute valeur pour l'industrie pharmaceutique principalement. Le marché de ce type d'animaux modifiés génétiquement se trouve également très ciblé. Les capacités de production de certaines espèces animales et les quantités nécessaires desdites molécules font qu'en général les experts s'accordent à penser que les besoins en de tels animaux pour chaque type de production seront réduits (277). Il est raisonnable d'imaginer que l'élevage de bétail utile, les opération de recueil et de purification des produits seront contrôlées directement ou indirectement par les industries chimiques ou pharmaceutiques mettant sur le marché les spécialités dans la composition desquelles entrent les produits synthétisés. Si ces mêmes industries ne contrôlent pas aussi les laboratoires mettant au point les animaux producteurs, ils seront liés contractuellement par des licences du savoir-faire ou des accords de collaboration, de recherche et développement. Cette structure assez intime entre les partenaires, et le fait que les animaux puissent être aisément confinés sinon étroitement surveillés (278), permettent d'envisager une protection par secret des animaux modifiés génétiquement (279). Une stricte confidentialité devra être introduite dans les contrats et un contrôle sévère des animaux et de



leur reproduction devra être assuré ; c'est en fait le maintien du troupeau producteur qui posera le plus de problèmes pratiques. La divulgation des produits synthétisés, dont beaucoup sont déjà connus, ne devrait pas permettre, en théorie de déflorer les procédés d'obtention desdits animaux. Les caractéristiques des animaux fermenteurs vivants devront cependant être dévoilés dans le cadre des procédures de mise sur le marché ou d'homologation des produits; toutefois les textes en vigueur énoncent le principe de la sauvegarde des secrets commerciaux, industriels ou de fabrication dans le cours de ces procédures (280). Les inspecteurs chargés de la surveillance des installations classées et les commissions administratives de contrôle comme la CGB sont astreintes aux mêmes règles de confidentialité (281). Ces activités sont tout à fait nouvelles bien qu'elles rappellent les activités traditionnelles de fermentation effectuées par des microorganismes. Il est difficile de prévoir quel sera leur développement à l'avenir. A court ou moyen terme, de nombreuses molécules d'intérêt thérapeutique pourraient être produites par ces méthodes; l'augmentation de la production et les faibles coûts de fonctionnement des procédés devraient permettre, lorsque les investissements seront rentabilisés, de baisser les prix à la consommation des produits synthétisés.

### 2. 2. 3. 3. LA PROTECTION JURIDIQUE DES ANIMAUX MODIFIES GENETIQUEMENT UTILISES A DES FINS AGRICOLES

Cette catégorie se révèle peu homogène; les situations diffèrent considérablement à l'intérieur même d'une utilisation comme l'élevage. Il convient d'opérer des distinctions.

2. 2. 3. 3. 1. LA PROTECTION DES ANIMAUX D'ELEVAGE le terme élevage est pris ici dans son acception la plus large désignant l'utilisation d'animaux par l'homme pour leur viande ou les produits qu'ils élaborent. Plusieurs de leurs caractéristiques affectent l'analyse juridique : les structures de production du marché.

- Les gros animaux d'élevage (ovins, bovins, caprins et chevaux) se caractérisent par un taux de reproduction peu élevé et par une dissémination relativement importante (282) quoique contrôlée, puisque ce sont des animaux domestiqués. Techniquement, les modifications génétiques envisagées à moyen ou long termes vont toucher peu de gènes de sorte que l'innovation va se transmettre et s'exprimer efficacement pendant plusieurs générations; à la différence d'améliorations génétiques traditionnelles qui s'épuisent rapidement avec des croisements, ce qui oblige l'éleveur à recourir à des reproducteurs de qualité à chaque génération. Les structures agricoles demeurent peu concentrées dans ce secteur(283). En revanche, comme il a été observé précédemment, l'organisation de l'amélioration génétique des animaux d'élevage confère un quasi-monopole de l'insémination aux coopératives selon les races considérées. Il ne s'agit pas d'un monopole car il existe quelques producteurs indépendants et chaque éleveur conserve la possibilité de procéder sous certaines conditions à des montes naturelles. Cette concentration varie bien entendu selon les espèces: si l'élevage laitier est désormais très rationalisé (284), l'élevage de viande et l'élevage caprins y viennent peu à peu.(285) Les centres d'insémination et les unités de sélection travaillent conjointement avec l'INRA, qui assure en quelque sorte une mission de service public en la matière. Les améliorations génétiques réalisées depuis des décennies n'ont pas donné lieu, en raison de cette structure économique, à des développements commerciaux

spectaculaires. Le prix d'une saillie reste modeste et bien en dessous des tarifs pratiqués dans les pays riverains ou encore des semences d'origine étrangère. (286) La protection de nouvelles souches animales modifiées génétiquement apparaît difficile dans ce contexte. Une protection par le secret est à exclure et la mise en oeuvre d'une distribution imposant contractuellement aux éleveurs des obligations restrictives quant à la reproduction et à la surveillance du bétail, telles que celles qui ont été précédemment évoquées, paraît pour le moins problématique. On remarquera que ces techniques contractuelles comporteraient les mêmes effets critiqués par les éleveurs (287), qu'un droit de brevet portant sur un animal génétiquement modifié: une restriction à l'usage des animaux vendus et l'avantage qui sera attribué aux grandes structures d'élevage avec lesquelles les obtenteurs d'animaux préféreront contracter. On pourrait concevoir que l'INRA et les organismes professionnels en place se voient accorder en droit le monopole de la distribution des semences d'animaux modifiés génétiquement dans un but de service public moyennant le paiement de redevances de la part des utilisateurs. Toutefois ce système ne serait pas compatible avec les règles de la concurrence actuellement en vigueur au sein de la CEE (288). Au demeurant, il est difficile de prévoir quels types de progrès techniques vont réellement toucher ce secteur et quels seront les impacts économiques de ces progrès sur les structures existantes (289). Il reste que les marges bénéficiaires sont réduites dans le domaine de l'élevage, ce qui obligera les obtenteurs d'animaux génétiquement modifiés à proposer leurs produits à des prix comparables à ceux des animaux traditionnels. Par voie de conséquence, une rentabilisation de la recherche dans ce secteur passe par une distribution large et échelonnée sur plusieurs générations d'animaux. Le système du brevet paraît le mode de protection juridique le plus adéquat pour réaliser ces objectifs en dépit de ses imperfections, face aux techniques juridiques plus traditionnelles.

- Les petits animaux d'élevage suscitent des problèmes très différents des précédents. Leur taux de reproduction est très élevé et leur dissémination à la fois très importante et dans certains secteurs comme l'agriculture industrielle, assez bien contrôlée. Parmi les petits animaux d'élevage, l'aviculture occupe le premier rang par son importance quantitative et commerciale (290). Traditionnellement, les nouvelles races de volailles sont protégées par des procédés essentiellement techniques. Seules sont mises sur le marché, ou plus exactement sont livrées à des éleveurs, des individus rétrocroisés, hybrides, qui présentent les traits phénotypiques intéressants mais qui ne peuvent servir, utilisés comme reproducteurs, à obtenir une lignée d'animaux présentant les mêmes traits (à moins de recommencer un long et coûteux travail de sélection). Les souches parentales, grand parentales et grand-grand parentales et pures au-delà, demeurent aux mains du sélectionneur. Les animaux génétiquement purs pour le, ou les caractères considérés, font l'objet d'une protection très stricte à la fois sanitaire et juridique, dans des enceintes confinées. La structure de production est très concentrée puisque l'on ne dénombre que 12 grands sélectionneurs dans le monde. Chaque sélectionneur possède son réseau d'éleveurs, contrôlé dans la plupart des cas, ou parfois franchisé. Les contrats liant les sélectionneurs aux éleveurs (généralement des éleveurs industriels) imposent une stricte confidentialité pour les souches livrées qui ne peuvent être revendues ou utilisées à des fins de reproduction. Quant aux souches parentales et au-delà, elles ne sont pas accessibles aux tiers. Parallèlement à cette protection qui a révélé son efficacité à l'usage, les sélectionneurs ont eu parfois recours à des brevets sur les procédés d'obtention ou à des marques. Les rares brevets de procédé accordés (291) ont été peu protecteurs puisque la concurrence se mis sur le marché

des produits équivalents à ceux obtenus par ce procédé, assez rapidement. Quant aux marques déposées, elles convrent en fait l'ensemble de la production d'un sélectionneur et non une race particulière. De l'aveu même de leur détenteur, il est difficile de juger de leur portée. En raison de l'apreté de la concurrence et des caractéristiques biologiques de volailles (292), les progrès génétiques sont constamment introduits et une part importante du chiffre d'affaires est consacré à la recherche.

Si les structures commerciales ainsi décrites sont adaptées pour recevoir des animaux modifiés génétiquement, le cadre de leur protection juridique paraît l'être beaucoup moins. En effet, tout dépend de la possibilité d'utiliser la protection technique traditionnelle du rétrocroisement avec des animaux porteurs de séquences génétiques nouvelles. Les travaux récents semblent confirmer que certaines innovations, sinon la plupart, ne pourront s'y prêter. Dans l'hypothèse de l'insertion d'un gène conférant une meilleure résistance à des virus aviaires, l'individu doit en être porteur pour exprimer cette qualité; dès lors les volailles commercialisées auprès des éleveurs en seront toutes porteuses et seront susceptibles, à moins d'être stérilisées, de transmettre la caractéristique recherchée à leur descendance. Compte tenu des populations produites, le contrôle de la non-reproduction de ces volailles représente une tâche considérable, coûteuse et sans doute illusoire pour le sélectionneur.

La situation prévalant pour les autres catégories de petits animaux (293) reste plus mal connue. Théoriquement, elle se rapproche de la situation des gros animaux, aux structures d'amélioration génétique près. Le secteur de la pisciculture s'annonce comme un grand bénéficiaire puisque les recherches sont prometteuses sur l'amélioration de la résistance des salmonidés. La protection par des moyens contractuels traditionnels pourraient être facilitée par le confinement des animaux, élevés en bassins. Mais une fois encore, les risques de divulgation du secret ou de dissémination des animaux protégés auprès d'éventuels concurrents, sont augmentés en raison de la quantité d'animaux mis sur le marché et de la structure de production et d'élevage, qui multiplie le nombre des intervenants dans les opérations juridiques.

- Les insectes enfin, font l'objet de recherches (les vers à soie en particulier). Leur prolifération naturelle et l'importance des populations rendent toute mesure de confidentialité et de surveillance contractuelle illusoire. Leur mode d'existence biologique les rapproche des microorganismes lâchés dans la nature. Leur protection juridique devrait s'accorder à celle de ces derniers.

## 2. 2. 3. 3. 2. LA PROTECTION DES ANIMAUX DESTINES A LA LUTTE BIOLOGIQUE

Cette utilisation a été seulement suggérée par les progrès technologiques récents(294). Comme pour les animaux utilisés en qualité de fermenteurs vivants, il s'agit ici d'une nouvelle industrie qui n'a pas d'antécédents.(295) Elle n'est agricole que par sa destination et intéresse d'abord les industries chimiques et pharmaceutiques qui contrôlent le secteur des pesticides. D'un point de vue juridique, la protection des innovations faites dans ce champ suscite des problèmes analogues à ceux traités pour les insectes à usage agricole ; seule différence : leur diffusion plus massive encore que pour les autres types d'insectes.

## CONCLUSION

Par delà les conclusions partielles exposées dans le cours de cette étude, quelques idées simples et générales méritent d'être rappelées :

- le règne animal est important et d'une grande diversité de sorte que le droit ne l'appréhende que rarement de façon unitaire.

- les utilisations projetées d'animaux modifiés génétiquement concernent des secteurs économiques différents et non le secteur agricole de manière exclusive; celui-ci sera peut-être même le dernier touché par les innovations.

- l'encadrement juridique des activités de recherche et de production d'animaux modifiés génétiquement est en cours de structuration et apparaît pour l'heure suffisant sous réserves d'adaptations mineures.

- la protection des innovations dans ce champ technologique est encore très imparfaite en raison des incertitudes qui pèsent sur la question de leur brevetabilité et de l'insuffisance générale des protections conférées par les moyens juridiques traditionnels.

- les solutions au problème précédent doivent être recherchées sur un plan international et en considération de tous les intérêts en présence : une pondération de ceux-ci ne saurait conduire à sacrifier certains d'entre eux.

## NOTES ET RÉFÉRENCES

- 1 Défini comme l'ensemble des méthodes et des concepts conduisant à modifier le patrimoine héréditaire d'une cellule par la manipulation de ses gènes ou leur transfert (norme française n° NF X 42000 ; arrêté du 22 janvier 1986).
- 2 R. JAENISH et B. MINTZ, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. vol 71, 1250 (1974). Sur l'ensemble des travaux pionniers : R. JAENISH "Transgenic Animals" Science, vol 24, 468 (1988).
- 3 Avec l'expression par un animal transgénique de la bêtaglobine du lapin : T.E. WAGNER, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. id. 78, 6376 (1981).
- 4 Les scientifiques exprimèrent pour la première fois leur inquiétude à l'égard des recombinaisons génétiques à la conférence de Gordon (USA) en 1973. Le moratoire lancé par 140 scientifiques pour les expériences d'ADN recombinant date de 1975 (ASILOMAR).
- 5 Ex parte ALLEN Bd App. & Int. April 3, 1987.
- 6 Commissioner QUIGG News Release, 4 July 1987.
- 7 Brevet n° 4.736 866 (LEDER & STEWART - President and Fellows of Harvard College).
- 8 Demande de brevet n°85-304-4907.
- 9 Demande n°2 - 637-613, TRANSGENE.
- 10 cf infra.
- 11 Le chien a été domestiqué vers 10 000 avant J.C., le porc, la chèvre et le mouton, 6500 avant J.C. ; v. F.E. ZEUNER "Domestication of animals" in "A History of Technology" Oxford, 1954.
- 12 En ce sens : J. HAMMOND "Farm animals" Londres, 1941.
- 13 En droit français, la domestication se définit comme la modification des espèces vivantes de la part de l'homme, par la sélection : art. 1 du décret n°77-1297 du 25 novembre 1977 relatif aux animaux non domestiques, pris "a contrario".
- 14 L'amélioration génétique constitue la fin essentielle de la loi n°66-1005 du 28 décembre 1966 relative à l'élevage bovin, porcin, ovin et caprin.
- 15 Sur l'ensemble de cette question : sous la direction de A. TETRY et P.P. GRASSE "Zoologie" Tome I "Généralités ; protozoaires, métazoaires" La Pléiade, 1963 ; T. SAUDRY "Animal taxonomy" Londres 1970.
- 16 On se reportera aux apports techniques sur ces points, pour plus amples développements.
- 17 Projet n°2 du Guide de bonnes pratiques de recherche et de développement d'animaux transgéniques ORGANIBIO, 7 juin 1990.

- 18 HOUSE JUDICIARY COMMITTEE REPORT ON H.R. 4970, BNA's Patent, Trademark V. Copyright Journal, vol 36 (9.15.88) p. 519.
- 19 Ex parte ALLEN, 2 USPQ 2d 1425 (P.T.O. Bd Pat App. & Int. 1987).
- 20 La Directive du Conseil 90/219/CEE du 23 avril 1990 relative à l'utilisation confinée de microorganismes génétiquement modifiés (JOCE n°L 117/1 du 8 mai 1990), réserve le terme "génétiquement modifié" aux microorganismes obtenus par la mise en oeuvre de techniques de modification génétique limitativement énoncées : ADN recombinant, incorporation directe de matériel héréditaire et fusion cellulaire conduisant à une nouvelle combinaison des matériaux héréditaires (cf. Annexe 1A et 1B de la Directive).
- 21 Sur l'ensemble de cette question, voir : "New Developments in Biotechnology ; Patenting life" Office of Technology Assessment, WASHINGTON 1988, Chapitre 7 : Patenting of animals - Economic considerations" pp 115 sq ; sous la direction de W.H. LESSER " Animal Patents, the legal, economic and social issues" STOCKTON PRESS 1989, "Technical issues" pp 59 sq ; ORGANIBIO "Guide de bonnes pratiques..." Doc. cit. P.6
- 22 V. par exemple Low & al. "Gonadotroph - specific expression of transgenic mice" Science vol 231 (1986) pp.1002.
- 23 Sur l'ensemble de cette question : Karl EBERT "Prospective developments in laboratory animals" in W.H. LESSER, op.cit. pp 61-69
- 24 La souris transgénique de HARVARD (Cf supra), commercialisée par DUPONT de NEMOURS (licencié exclusif) se négocie entre 250 et 600 F l'unité.
- 25 Une souris peut ainsi produire 10 mg par litre d'hormone de croissance humaine ; un lapin, 1 mg par litre d'eurokinase
- 26 Les experts parlent d'une centaine de têtes de bétail pour la production mondiale du TPa ou du facteur VIII : O.T.A. op. cit. pp 119-120.
- 27 V. William HANSEL, " Prospective developments in animal agriculture" in W. LESSER op.cit pp 70-81 ; "les dossiers INRA" n°1, 1989.
- 28 En particulier, les travaux actuellement en cours sur les virus qui détruisent jusqu'à 20 % des élevages de truites. Les truites transgéniques, produisant un anticorps susceptible de lutter contre l'infection virale sont en cours de réalisation.
- 29 Des recherches sont également menées sur les vers à soie, les abeilles etc...
- 30 Sur l'ensemble de cette question : v. Mark CANTLEY "Democracy and biotechnology. Popular attitudes, information trust and the public interest". Swiss Biotech. vol.5, 1987 p. 10.
- 31 V. notamment les positions manifestées par la "Confédération paysanne" ou le groupe Arc-en-Ciel siégeant au Parlement Européen.
- 32 A supposer encore qu'une telle étude soit possible ou véritablement utile. Pour les plantes modifiées génétiquement, voir : Eric JULLIEN "Les impacts économiques de la

réglementation en matière de propriété intellectuelle en biotechnologie sur l'industrie européenne de l'agroalimentaire" CERNA/CEE, Paris 1989.

- 33 The Economist, 28 juillet 1990 pp 71-72
- 34 L'interdiction faite par les autorités allemandes à la Société HOECHST de produire de l'insuline humaine par des moyens issus de l'ingénierie génétique, en 1989, a conduit cette société à cesser toute activité dans ce champ en Allemagne. Le pays importe toutefois cette même substance produite par les mêmes moyens par la Société Eli LILLY, qui a reçu l'approbation du FDA en 1982. The Economist, *ibid*.
- 35 L'OCDE a consacré quatre études aux problèmes suscités par les biotechnologies : l'OMPT a réuni un comité d'experts ad hoc ; des commissions spécialisées de la FAO discutent également des impacts des réglementations sur la gestion des ressources phylogénétiques ; les négociations engagées cet été dans le cadre de l'URUGUAY ROUND au sien du GATT, abordent aussi les questions relatives aux biotechnologies.
- 36 V. Pierre SOUTY note sous Paris 11 décembre 1970, D 1971 p. 480.
- 37 Rap. MORAS déb. Parl., 1961 p. 1659.
- 38 J.O.C.E. n°L. 358/1 du 18 décembre 1986.
- 39 J.O. du 20 octobre 1987.
- 40 En Grande-Bretagne, the "Animals" (Scientific Procedures) Act de 1986, définit l'animal "as any living vertebrate other than man, including foetal, larval or embryonic forms from the stage of development when in case of mammal, bird or reptile, half of the gestation or incubation period for the species has elapsed..." ; ces dispositions sont reprises dans les "Guidelines on work with transgenic animals" Advisory Committee on Genetic Manipulation HSE/NOTE 9, JANVIER 1989 p 11.
- 41 Certaines anomalies ont pu être notées chez des porcs transgéniques, mais il ne semble pas que l'expérience ait continué : v. R. DRESSER art. cit. p. 423. Au demeurant, les méthodes traditionnelles d'obtention d'animaux arrivent à produire des créatures d'agrément ou pour des buts agricoles affligées de défauts parfois invalidants : certaines races de chiens ont une tête si grosse qu'ils doivent être mis au monde par césarienne, d'autres ont un museau plat de telle sorte qu'ils souffrent de troubles des voies respiratoires, tels autres rongeurs encore ne peuvent être tenus en vie que sous des conditions spéciales etc...
- 42 Fixant les conditions de fourniture aux laboratoires agréés des animaux utilisés à des fins de recherches scientifiques ou expérimentales ; et fixant les conditions d'agrément, d'aménagement et de fonctionnement des établissements d'expérimentation animale ; JO du 27 avril 1988 p. 5607.
- 43 Sur l'ensemble de cette question : v. J.C. GALLOUX "Fabrique moi un mouton..." vers la brevetabilité des animaux chimères en France" JCP 1990 T 3340
- 44 Cf Supra.

- 45 Sur l'ensemble de cette question : v. J.C. GALLOUX "L'encadrement des biotechnologies : de la normalisation à la réglementation des pratiques" Revue de la Recherche Juridique 1990 n° 2 pp. 253-278.
- 46 Jocelyne GANTOIS "L'AFNOR s'intéresse aux Biotechnologies" Biofutur, mars 1987 p. 27.
- 47 dont le siège social est 28, rue St Dominique Paris 7<sup>e</sup>
- 48 Norme NF-X-42-070.
- 49 V. Projet n° 2 d'ORGANIBIO relatif au "Guide de bonnes pratiques de recherche et de développement d'animaux transgéniques" précité. Pour le Royaume-Uni, voir "Guidelines on work with transgenic animals" précité (ACGM, 1989).
- 50 En cette matière le rôle de l'European Federation of Biotechnology est important.
- 51 Décret n° 89-306, JO du 13 mai 1989 pp. 6088-6089.
- 52 J.O. du 25 novembre 1986 p. 14199.
- 53 V. Loi du 19 juillet 1976.
- 54 V. Circulaire du Ministre délégué chargé de l'environnement du 19 septembre 1986.
- 55 Imprécision qui a rendu nécessaire la circulaire précitée ; l'interprétation donnée par ce dernier texte n'est pas exempte de reproches.
- 56 En ce sens : Rapport du Groupe interministériel des produits chimiques, Paris, Juin 1982 (non définitif).
- 57 Directive n°90/219/CEE du 23 avril 1990, JOCE n° L 117/1 du 8 mai 1990.
- 58 Directive N°90/220/CEE du 23 avril 1990, JOCE n° L 117/15 du 8 mai 1990.
- 59 Pour les détails et les commentaires : v. J.C. GALLOUX "L'encadrement des biotechnologies de la normalisation à la réglementation des pratiques" art. cit. pp.274 ss.
- 60 Il s'agit d'une pseudo-notification (art.11) dans la mesure où, contrairement à la notification établie dans le cadre de la loi française sur les installations classées (loi du 16 juillet 1976 précitée et décret d'application du 21 septembre 1977), le texte communautaire attribue à l'autorité administrative de contrôle, un pouvoir discrétionnaire d'appréciation et non pas une compétence liée. Ce point, très critiqué par les milieux professionnels intéressés, va obliger à une modification législative de la loi sur les installations classées.
- 61 Soit notamment (annexe I A, 1<sup>ère</sup> partie) :
  - les techniques de recombinaison de l'ADN ;
  - les techniques d'incorporation dans un microorganisme de matériaux héréditaires par micro-injection, macro-injection et micro-encapsulage ;



- les techniques de fusion cellulaire ou d'hybridation dans lesquelles les cellules vivantes présentant de nouvelles combinaisons de matériaux génétiques héréditaires sont constituées par la fusion de deux cellules ou davantage au moyen de méthodes ne survenant pas de façon naturelle.

- 62 V. "Considérations relatives à l'ADN recombiné" OCDE Paris 1986. Les pays membres étaient convenus de ne pas considérer les techniques de l'ingénierie génétique comme "a priori" sources de risques environnementaux. La position très restrictive adoptée au sein de la CEE fait l'objet de vives critiques de la part des partenaires économiques de la CEE, des États-Unis notamment, qui considèrent cette réglementation comme une barrière injustifiée au libre échange : v. en ce sens F.E. YOUNG et H.T. MILLER "Deliverate releases in Europe : over regulation may be the biggest threat of all" Gene, vol.75, 1989, pp1-2 ; The Economist, art. précit.
- 63 Aux termes de l'article 2 de la directive susvisée :
- "organisme" s'entend de "toute entité biologique capable de se reproduire ou de transférer du matériel génétique"
- "organisme génétiquement modifié" s'entend de tout organisme "dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle".
- 64 - L'annexe I A 1ère partie de cette directive reprend les termes de l'annexe I A 1ère partie de la directive n°90/129/CEE.
- 65 Pour les détails et les commentaires de ces dispositions, v. J.C. GALLOUX "L'encadrement des biotechnologies de la normalisation à la réglementation des pratiques" art. cit. pp.275-277.
- 66 Saisine obligatoire, sanctions et voie de recours, etc...
- 67 Elle n'existe qu'au sein du ministère de l'agriculture ; sa vocation plus large exige qu'elle soit assise sur un plan interministériel.
- 68 Cf. Infra.
- 69 Communications personnelles ; c'est le Biotechnology Regulation Interservice Committee qui examine actuellement ces questions.
- 70 N° 66-1005, J.O. du 29 décembre 1966, pp. 11 619-11 620. Sur l'ensemble de cette question, voir J.C. GALLOUX "Essai de définition d'un statut juridique pour le matériel génétique" Thèse de doctorat d'habilitation en droit, Bordeaux 1988, volume 2 pp 486 ss ; à paraître à Montréal Y. BLAIS éditeur, 1991.
- 71 Décret du 14 juin 1969, J.O. du 21 juin 1969, relatif à l'amélioration génétique du cheptel.
- 72 Créés par décret précité du 14 juin 1969.
- 73 Instituée par la loi du 28 décembre 1966 (article 16).

- 74 Art.308 du Code rural ; décret du 22 mars 1969 (J.O du 23 mars 1969) pour la monte publique ; arrêté du 17 avril 1969 (J.O. du 30 avril 1969) qui prévoit un contrôle de la qualité du matériel génétique etc...
- 75 Décret n°70-137 du 16 Février 1970 (J.O. du 19 février 1970 p. 1766)
- 76 J.O.C.E.L. 206 p.8
- 77 La Commission des Communautés Européennes avait soupçonné le Gouvernement français de violer la directive 77/504 en subordonnant l'octroi de licences d'importation de semence de bovins à des exigences zootechniques telles qu'en pratique, les semences étrangères trouvaient rarement à être distribuées en France (2 à 3 % du marché) et que la distribution en France de semences était concentrée à 95 % entre les mains de deux acteurs économiques. Le recours de la Commission a été néanmoins rejeté, bien que les structures quasi-monopolistiques françaises aient été bien mises en évidence ; v. arrêt de la Cour de Justice des Communautés européennes "Monopoles nationaux : insémination artificielle des bovins", 28 juin 1983, affaire 161/82.
- 78 V. Loi du 2 juin 1891 (Bull. des lois 12è série B 1405 n°23 707 ; décret n° 61-390 du 20 avril 1961 relatif au fonds commun de l'élevage et des courses ; décret n°83-878 du 4 octobre 1983 relatif aux sociétés de courses de chevaux et au pari mutuel.
- 79 En ce sens : INRAP "Amélioration génétique des animaux d'élevage" Paris 1986 p 257.
- 80 Cf infra.
- 81 Loi n°84-512 modifiant les articles 401 à 466 du Code Rural ; v. également art. 424 du Code Rural et les déclarations relatives à l'amélioration des peuplements piscicoles faites par le Ministre de l'Agriculture : J.O. déb. Ass. Nat 13 décembre 1984 p. 6444.
- 82 S'il s'agit d'une substance thérapeutique destinée à l'homme, voir les articles L. 601 et suivants du Code de la Santé Publique relatifs à l'autorisation de mise sur le marché ; articles L. 617-1 et suivants du même code pour les produits vétérinaires. Pour les substances cosmétiques et d'hygiène corporelle, voir les articles L. 658-1 à L. 658-10, L. 636 et R. 5163 du Code de la Santé Publique.
- 83 En ce sens : Projet n°2 du Guide des Bonnes Pratiques de Recherche et de développement d'animaux transgéniques, op.cit.
- 84 Voir les articles 253 et suivants du Code Rural.
- 85 Qui repose pour l'essentiel sur la loi du 1er août 1905 modifiée en dernier lieu par la loi n°83-660 du 21 juillet 1983 relative à la sécurité des consommateurs.
- 86 Sur la législation relative aux pesticides (qui comprennent les insecticides, les fongicides et les herbicides), voir : Michel PRIEUR "La législation des pesticides en France" Revue Juridique de l'Environnement 1987 pp 201 ss.

- 87 Cf supra. Voir également sur cette question : Reid G. ADLER "Controlling the applications of biotechnology : a critical analysis of the proposed moratorium on animal patenting" Harvard Journal of Law and Technology vol.1, 1988 pp 43-46 et les références indiquées.
- 88 House Committee on Agriculture (U.S.A.), H.R. rep. n°1115, 96 th. Cong, 2nd Sess. 4, 1980.
- 89 Sur l'ensemble de cette question : voir J.C. GALLOUX thèse précitée pp 441-469.
- 90 Voir INRAP "Amélioration génétique des animaux d'élevage" op.cit.pp.100 ss. Jacques RUFFIE note "en 1939, la France comptait 21 races de bovins. Elle n'en avait plus que 7 en 1972. Mais cet appauvrissement est observé aussi à l'intérieur d'une même race, par suite de la généralisation de l'insémination artificielle" in "De la biologie à la culture" Flammarion, Paris, 1980 tome 1 pp 116-117.
- 91 Voir art. 413 du Code Rural pour les milieux aquatiques ; art. 38 du décret n° 61-1195 du 31 octobre 1961 pour ce qui concerne les parcs nationaux.
- 92 Cf. supra.
- 93 Sur l'ensemble de cette question, voir : D.L. PLUCKNETT, N.J.H.SMITH, J.T. WILLIAMS et N.M. ANISHETTY "Gene Banks and the World's Food" Princeton University Press, 1987.
- 94 "Species integrity" selon l'expression inventée par M. Jeremy RIFKIN ; voir J. RIFKIN "Letter to William GARTLAND", 49 Fed. Reg. 37016 (20 septembre 1984) ; Sheryl A. BLAIR et A. ROWAN "Of Mice and Men ; Patents and Social Policy Matters" Patent World, janvier 1990 pp 36-37. Rebecca DRESSER "Ethical and legal issues in patenting new animal life" Jurimetrics, vol. 28 n°4, 1988 pp.410 ss.
- 95 Sur une étude doctrinale récente concernant ce problème, voir : Anne-Marie SOHMBOURGEOIS "La personnification de l'animal : une tentation à repousser". Dalloz chr. VII, 1990, pp.33-37.
- 96 Voir par exemple M. A HERMITTE "Le concept de diversité génétique et la création d'un statut de la nature" in "L'homme, la nature et le droit" sous la direction de B. EDELMAN et M. A HERMITTE, Bourgeois, Paris 1988 pp.284 ss.
- 97 "Un régime communautaire de brevets (contribue) à la réalisation des objectifs du traité instituant la Communauté Economique Européenne, et notamment à l'élimination à l'intérieur de la communauté des distorsions de concurrence pouvant résulter de la territorialité des titres nationaux de protection" préambule de l'accord de Luxembourg du 15 décembre 1989 précité.
- 98 Cf supra
- 99 Voir par exemple les entrevues avec les industriels américains : I. TROCHERIS "Les biotechnologies américaines face à l'Europe de 1992 "Biofutur, janvier 1990 pp 36-38 ; MALE et DORR's International Legal Development Bulletin vol. 2 n° 5, 30 novembre 1989.
- 100 Sur la demande de brevet n° 85.304.4907 (souris transgénique de HARVARD précitée).

- 101 Ce n'est pas un hasard si les analyses économiques ont pu établir une corrélation entre le dynamisme industriel, la croissance économique et le nombre de brevets déposés : STI Revue (O.C.D.E.) n°2, 1987 pp. 141 ss ; sur l'ensemble de cette question, M. LEHMANN "Property and intellectual property-Property Rights as Restrictions on Competition in Furtherance of Competition" TTC vol 20, 1989 pp 1 à 15 ; Les pays traditionnellement opposés au système de la propriété individuelle ont eu recours au droit de brevet afin de stimuler la recherche et le développement économique : la Chine au mois de mars 1984 ; l'Union Soviétique qui prévoit d'adopter un cadre juridique comparable à celui de la C.B.E. (voir Iosif E. MAMIOFA "The draft of a new soviet patent law" EIPR, 1990, 1 pp 21 ss)
- 102 Voir MACHLUP "An economic review of the patent system" U.S. Senate study, 85 th Cong. 2nd sess., 1958.
- 103 Modifiée par les lois n° 70-489 du 11 juin 1970, n° 78-742 du 13 juillet 1978 et n° 84-500 du 27 juin 1984.
- 104 JOCE n° L 401 du 30 décembre 1989 p.1
- 105 Voir le rapport établi à la demande de l'OCDE par E.K. BEIER, R.S. CRESPI, J. STRAUS "Biotechnologie et protection par brevet" Paris 1985.
- 106 Un comité d'experts ad hoc a été mis en place dès 1984 ; les derniers rapports établis par ce comité datent respectivement d'avril 1987 (doc. Biot. / CE/III/ 2) et d'avril-juin 1988 (doc. Biot./CE/IV/ 2-3-4). voir également le rapport établi par J. Straus pour l'OMPI doc. BIG/281 de juillet 1985.  
  
Le comité d'experts de l'OMPI n'a pas rédigé de nouveau rapport depuis 1988.
- 107 Négociations de l'Uruguay Round, été 1990. Pour la position de la CEE sur ces points à l'occasion de cette négociation, VOIR DOC. MTN. GNG/NG 11/W/68. Voir également Intellectual Property Newsletter, vol.13 n°5, mai 1990, pp.7-8.
- 108 Doc. COM (88) 496 final /SYN 159 du 21 octobre 1988.
- 109 Demande de Brevet Européen n° 85 304 490 7, Président and Fellow of Harvard College.
- 110 Demande de Brevet 2637.613. TRANSGENE (1990).
- 111 Sur les 14 pays signataires de la CBE, l'Autriche, le Liechtenstein, la Suède et la Suisse ne sont pas membres de la CEE.
- 112 C'est notamment le cas de la Suisse ; cf. infra.
- 113 Paul MATHÉLY "Le droit européen des brevets d'inventions" LINA, Paris 1978 p. 100
- 114 Voir articles 11 et 12 du décret n°79-822 du 19 septembre 1979 relatif aux demandes de brevet d'invention.
- 115 Voir par exemple : brevet U.S. 4 736 866 relatif à la souris oncogène de Harvard ; voir également la demande PCT/US 89/05055 relative à une souris transgénique pour l'analyse de la croissance des cheveux ; la demande PCT/US 89/05210 concernant des animaux

transgéniques dont le type de cellule lymphocytaire mature est épuisé ; la demande PCT/US 89/04686 concernant des animaux transgéniques permettant de tester la résistance à de multiples médicaments ; la demande PCT/US 89/04414 relative à un modèle animal pour maladies humaines ; la demande E.P. 351-921-A pour un animal transgénique contenant le récepteur mutant de la bêta-adrénérine.

- 116 Voir par exemple la demande de brevet français déposée par TRANSGENE, précitée.
- 117 Voir demande WO 8808-026-A du 14/4/87 revendiquant une méthode pour créer de nouveaux croisements d'animaux par l'introduction d'un gène d'une hormone homologue avec l'oeuf dans le nucléus mâle d'un oeuf fertilisé ; brevet français FR 24 23 156 déposé le 20/01/76 revendiquant un procédé de fabrication de poules pondeuses.
- 118 Des séquences d'ADN : brevet TRANSGENE FR n°26 38 643 (1990) revendiquant une séquence codant pour le facteur IX humain ou une protéine analogue ; des protéines particulières : brevet PTC 85/00716 (17.12.85) revendiquant des interférons de chiens et de chevaux ; des vecteurs intra-cellulaires : plasmides ou cosmides, Brevet EP n° 0020147 (25.1.84) ; des lignées cellulaires : cf (demande de ) brevet TRANSGENE relatif à la souris transgénique précité.
- 119 La plupart des brevets précédents revendiquent également les procédés de fabrication desdits produits.
- 120 Voir le brevet OEP-EP n°0022685 (25.1.85), revendiquant l'utilisation d'un vecteur intracellulaire pour la transformation et la détection de cellules encaryotes permettant d'exprimer la protéine codée par l'ADN apporté.
- 121 Sur l'ensemble de la conceptualisation de la notion de vie d'un point de vue juridique, voir : J.C. GALLOUX "Essai de définition..." op. cit. pp.97-147 ; sur la compréhension technique de la notion de vie : J.C. GALLOUX "l'impérialisme du brevet" in "Nouvelles technologies et propriété" sous la direction de E. MACKAAY, Montréal 1990 ; pour des analyses proches : Noël-Jean MAZEN "Réflexions juridiques sur la matériel génétique de l'homme " in "Biotéthique et droit" sous la direction de R. DRAI et M. HARICHAUX, PUF, Paris 1988 pp. 267 ss.
- 122 Cf supra.
- 123 Encore que l'existence de l'homme ne soit pas protégée aux premiers stades de son développement (voir les articles L 162-1 et suivants du code de la santé publique relatifs à l'avortement, l'article L 162-12 relatif à l'avortement eugénique) ; nul ne conteste par ailleurs que les parties de l'homme soient appropriées, au sens juridique (bien que gratuitement échangées) lorsqu'elles sont séparées du corps humain : sur l'ensemble de cette question voir J.C. GALLOUX "Réflexions juridiques sur la catégorie des choses hors du commerce : l'exemple des éléments et des produits du corps humain en droit français " Cahiers de Droit de l'Université LAVAL (Canada), 1989 n°4 vol. 30 pp 1118 et ss.
- 124 Sur l'ensemble de cette question : voir E. KEYSERLINGK "Le caractère sacré de la vie ou la qualité de la vie, du point de vue de l'éthique de la médecine et du droit" Commission de réforme du Droit du Canada, OTTAWA 1980.

- 125 Thomas d'AQUIN "Les principes de la réalité naturelle" Traduction de Jean MADIRAN, Nouvelles Editions Latines, Paris 1963 p. 39
- 126 Solutions n°1 et 4, doc. Bio/CE/IV/3 du 24 juin 1988 pp. 7 et 9.
- 127 Doc. Bio/CE/IV/4 du 28 octobre 1988 pp. 17-18
- 128 "L'objet d'une invention n'est pas exclu de la brevetabilité du seul fait qu'il se compose de matière vivante ou d'un autre matériel, qu'il utilise de la matière vivante ou un autre matériel biologique ou qu'il s'applique à de la matière vivante ou à un autre matériel biologique" (doc.9114).
- 129 Sur l'ensemble de la question : BENT. S.A. et al. "Intellectual Property Rights in Biotechnology Worldwide" N.Y., Stockton Press 1987.
- 130 Voir le message du Conseil fédéral du 16 août 1989 et le projet de modification y annexé (doc.89051).
- 131 Article 6 paragraphe 1 de la loi française. Sur l'ensemble de la question de la brevetabilité des innovations génétiques sous la Convention sur le Brevet Européen voir : J.C. GALLOUX "La brevetabilité des innovations génétiques sous la Convention sur le Brevet Européen : réalités et perspectives" Cahiers de la propriété intellectuelle (Canada) 1990 n°2.
- 132 Voir doc. Bio/CE/IV/2 N°68 p 30.
- 133 Leur utilisation peut se trouver dans certains cas restreinte ou contrôlée : par le sang, voir l'article L.666 du Code de la Santé Publique.
- 134 En tout cas moins d'une dizaine sur près de trente années d'examen : v. J.DIVOY-GARDINIER "Le rejet des demandes de brevets sous l'empire de la loi de 1968 et de la loi de 1968 modifiée "Dossiers Brevets, 1982 (Vè partie) pp 25-26 ; voir également : PIBD 1969 III, 261 ; pour des décisions anciennes : A. 1915-1919 II, 16 ; Trib. Civ. Seine 29 novembre 1913.
- 135 doc.9114 COM.
- 136 En ce sens les observations du comité d'experts de l'OMP, doc. Bio/CE/IV/2 n°68 p. 30.
- 137 Principe d'interprétation unanimement reconnu dans la doctrine et constamment rappelé dans la jurisprudence, notamment de l'OEB : voir les décisions T 320/87, précitée, T 385/86 et T 49/83.
- 138 V. J.C. GALLOUX "La brevetabilité des innovations génétiques sous la Convention sur le Brevet Européen : réalités et perspectives" par. 1.1.1.3 ; P.A. RAUH et H.R. JAENICHEN "Novelty and inventive step in inventions having their proteins or DNA sequences as their subject matter" JPTOS vol. 70, 1988 pp 325 ss.
- 139 Voir les commentaires apportés par les délégations nationales au comité d'experts de l'OMPI, doc. précitée pp.23-24.
- 140 Ibid pp.41-42 ; sur la pratique des IDA voir également : B.A. BRANDON "Role and practices of a patent depository" et C.E. VAN HORN "Biotechnology patenting : new rules and issues

relating to deposits of biological materials" in Biotechnology patent conference, Washington, may 1920 pp 59 ss et 83 ss.

- 141 Sur la définition proposée par le comité des experts de l'OMP : voir doc. Biot/CE/IIIIVV:3 solution n°13 p.17 ; proposition de directive au conseil, article 19 a ; ce dernier texte est toutefois âprement discuté à l'heure actuelle.
- 142 Dans l'attente, bien sûr des progrès techniques qui permettront à l'avenir, de régénérer les animaux supérieurs par voie de parthénogénèse.
- 143 Alors que, pourtant, les pratiques scientifiques industrielles sont très harmonisées sur ce point en Europe...
- 144 Selon la délégation française : "Est brevetable toute matière biologiquement reproductible à l'exception des variétés végétales et des races animales".
- 145 Cf. Les articles que nous avons publiés et notre thèse, auxquels il convient d'ajouter ceux de N.J. MAZEN, M.A. HERMITTE et les suivants, qui exposent très exactement la question : "De la nature juridique du matériel génétique ou la réification du corps humain et du vivant" Revue de la Recherche Juridique 1989 n°3 pp 520 ss ; et encore : J.C. GALLOUX et N.J. MAZEN "Les problèmes juridiques liés à l'établissement de la carte génétique humaine" in Biofutur, octobre 1990.
- 146 Sur l'ensemble de cette question, voir : J.C. GALLOUX "Du droit de l'inventeur sur ses découvertes : à la recherche d'un droit fabuleux" à paraître à la Revue Juridique Thémis (Canada), automne 1990.
- 147 La Documentation Française, Paris 1988
- 148 Le projet de loi relatif à ces questions, dans sa rédaction de décembre 1988, n'est pas plus précis.
- 149 Reprenant mot pour mot l'article 536 de la CBE.
- 150 En raison du défaut d'application industrielle : article 6 paragraphe 4 de la loi française ; article 52 par. 4 de la CBE.
- 151 Voir par exemple BENT et al. op.cit. pp.160 ss ; J. STRAUS "Gewerblicher Rechtsschutz für biotechnologische Erfindungen" C. HEYMANS, Köln 1987 pp. 67 ss ; R. MOUFANG "Patentability of genetic inventions in animals" TTC vol. 20, n°6 1989 pp 836 ss.
- 152 L'OEB a publié en la matière deux décisions importantes : la Chambre de Recours Technique, T 320/87 du 16 novembre 1988 ( LUBRIZOL GENETICS) PIBD 1990 n°478 TTT 329/329 ; JO OEB mars 1990 pp 71-80), et la division d'examen le 14 juillet 1989 (relativement à la souris oncogène de HARVARD, précitée) : cette dernière n'est pas définitive. L'INPI s'est prononcé à cinq reprises sur des questions relevantes.
- 153 En ce sens Rudolph TESCHEMACHER "The practice of the European Patent Office Regarding the Grant of Patents for Biotechnological Inventoins" TTC vol. 19, 1988 pp 28 ss ; directives d'examen de l'OEB chapitre C IV-3.4

- 154 Voir Michel De HAAS " Brevet et médicament en droit français et en droit européen" Litec, Paris 1981 n°642 p 317.
- 155 Décision du 14 juillet 1989 précitée, point 7.4.2.
- 156 doc. 9114 COM : "... procédés qui font appel, sont appliqués ou aboutissent à du matériel microbiologique".
- 157 Telles que les techniques de transfert génétique, de clonage etc... En ce sens, voir J.R. CURRY "The Patentability of Genetically Engineered Plants and Animals in the U.S. and Europe", 1987 p.31
- 158 Décisions de rejet du 2.01.86 : demande de brevet FR 82-01-581 relatif à un procédé d'obtention d'une nouvelle espèce de canard destinée à la production de foie gras ; rejet du 29.07.87, demande de brevet FR 82-06-048 revendiquant un procédé de fabrication de pintades à chair ; rejet du 23.07.87 d'une demande de brevet FR 82-01-581 revendiquant une nouvelle méthode de reproduction sélective d'animaux de laboratoire.
- 159 Voir doc. Bio/CE/IV/2 pp. 8ss.
- 160 Précitées : chap C IV/3-4
- 161 Décision LUBUZOL GENETICS, précitée.
- 162 "Les procédés dans lesquels l'intervention humaine ne se limite pas à sélectionner une matière biologique existante et à lui laisser accomplir une fonction biologique intrinsèque dans des conditions naturelles, mais va au-delà de ces actes, constituent un objet brevetable".
- 163 L'actuelle position de la délégation française qui consiste à réintroduire une définition du terme "essentiellement biologique " nous semble bienvenue ; doc. 4212/90.
- 164 En ce sens A. REMOND "Current trends in Patenting Biotechnological Inventions before the E.P.O." WPT vol.11 n°2, 1989 p.66
- 165 Brevet n°1.576.407 publié le 1er août 1969 relatif à un procédé de fabrication de poulets de taille normale à partir de poules naines et de coqs de taille normale ; Brevet n° 76.01412 (16.11.79) relatif à un procédé de fabrication de poules pondeuses.
- 166 Doc. Bio/CE/IV/2 n°34
- 167 Cf. infra
- 168 La solution retenue par le Comité assimilée aux procédés microbiologiques ceux dont au moins un des éléments essentiels de l'invention se rapporte à une étape microbiologique.
- 169 Art. 6 par. 4 de la loi française reprenant les termes de l'article 52 par 4 de la CBE.
- 170 Sur l'oeuf ou les embryons animaux par exemple : micro-injection, micro-chirurgie, réimplantations etc...



- 171 En ce sens, la directive d'examen de l'OEB C chap IV 4-3 et 4-4 ; sur l'ensemble de la jurisprudence de l'OEB, voir Michel MARANDON "Méthodes thérapeutiques et de diagnostic ; la jurisprudence des Chambres de Recours de l'OEB" RDPT n°17, 1988 pp 33 ss.
- 172 En ce sens : Paris 24 février 1965 et Cass. Com. 17 juillet 1967 (affaire thiloche de strontium) A 1968 p 15.
- 173 En ce sens : Paris 24 septembre 1984, PIBD III 252, 1984
- 174 Sur le rejet d'une demande de brevet portant sur une méthode de transfert d'embryons chez les mammifères : Ctrl Gal des brevets, 5 mars 1984 (G.B.) TTC 1985, vol.16 pp 222 ss.
- 175 "Les méthodes chirurgicales ou diagnostiques pratiquées sur les animaux ne seront exclues de la brevetabilité ou de l'applicabilité industrielle que si elles ont un but thérapeutique".
- 176 "Les techniques de production animale qui impliquent une méthode de diagnostic, de traitement thérapeutique ou d'intervention chirurgicale ne sont pas considérées comme exclues de la brevetabilité pour le seul motif qu'elles impliquent une telle méthode". (doc. III/d/9021:89).
- 177 Sur cette question, voir M. de HAAS op. cit. p316 n°640 et MATHELY op. cit. p 148 ; MOUSSERON op. cit. pp 455-456 n° 435.
- 178 c. II. 4-11
- 179 Demande de brevet relative à la souris transgénique de HARVARD, précitée.
- 180 Sur la syntaxe de l'article 53 b (id. 7c de la loi française), et par comparaison avec les directives d'examen C.IV 3-4 voire avec la règle 28 relative au dépôt des microorganismes et des matériels vivants.
- 181 Sur la notion de procédé globalement microbiologique en présence d'étapes biologiques ; sur la notion de microorganisme et de microbiologie.
- 182 Voir la documentation disponible auprès de la "Confédération paysanne" 17, Place d'Argonne Paris 75019 ; également auprès du groupe Arc-en-Ciel, près le Parlement européen.
- 183 A la différence du débat nord-américain, où plusieurs églises ont fait part de leur hostilité à la brevetabilité des animaux supérieurs, rien de tel n'a émané en France des autorités catholiques voire même du Conseil des églises Protestantes. Pour le débat éthique et religieux nord-américain, voir : House Judiciary Committee Report on HR 4970 (précité), spécialement : part one : chap 1 : "Committee Hearings and Investigation" : part four : chap. 13 : "Moral Arguments Against Patenting Animals" : O.T.A. report "Patenting Life" op. cit. spécialement chap. 8 : "Patenting of animals -Ethical considerations" pp 127 ss ; pp 127 ss ; BARUCH A. BRODY " An evaluation of the Ethical Arguments Commonly Raised against the Patenting of Transgenic Animals" in "Animals patents" op. cit. pp 141-153.
- 184 Voici la définition des deux notions données par le "Vocabulaire Juridique" sous la direction de Gérard CORNU, PUF, Paris 1987.

- 185 Décision du 14 juillet 1989, précitée, point 10.
- 186 En ce sens : R. MOUFANG art. cit. p.844.
- 187 La proposition de loi IIR 4970 mentionne la prohibition "Section 101 of title 35, USC, is amended by adding before the period at the end a comma and the following : except that human being one not patentable subject matter" ; IIR 1556 (Kastenmeier) introduit le 22 mars 1989 ; voir également la décision du commissionnaire des brevets D.J. QUIGG doc. précité, du 9 septembre 1987.
- 188 Doc. III/D9021/89, inchangé jusqu'à la troisième lecture.
- 189 Voir par exemple : MOUSSERON op. cit n°117 pp 65-66 ; opinion reprise dans la réponse ministérielle à la question écrite n° 27677 du 6 juillet 1987 (J.O. déb. A.N. 2 novembre 1987 p.6080).
- 190 Voir J. DIVOY-GARDINIER art. cit. p 27
- 191 En ce sens : F.K. BEIER, J. STRAUS, la Propriété industrielle 1986 pp. 447-459 ; R. MOUFANG art. cit; p.831
- 192 La seule protection offerte par le brevet de procédés demeure insuffisante, car la concurrence peut mettre sur le marché un produit en tous points équivalent à celui obtenu par l'inventeur dès lors qu'il fait appel à un procédé différent. Or, dans l'hypothèse des animaux modifiés génétiquement, le produit final, l'animal, constitue l'essence de l'innovation. La pratique a bien mis en évidence les effets de la protection par le seul procédé, notamment en matière de médicaments (dans les pays d'Amérique Latine) : ils ont été désastreux. Ajoutons que dans le domaine biotechnologique, l'absence de protection des produits vivants, donc capables de se reproduire, rend illusoire la protection par un procédé : le concurrent peut se contenter d'élever et de faire reproduire l'animal obtenu pour s'approprier l'essence de l'invention.
- 193 Voir doc. Biot/CE/IV/2 p 26 n°58
- 194 JOCE, 15 février 1988 n°C 42 pp 23-25
- 195 Schw P.M.M.B.I. 36-38 (1986) directive d'examen X 232-2.
- 196 JO OEB, 3/1984 pp 112 ss ; 26 juillet 1983.
- 197 Précitée.
- 198 Voir Pierre CANSON "What's happening in europe" patent world, janvier 1990 p 41.
- 199 Sur l'ensemble de cette question, voir Réjane BERNIER "De l'essence de la définition en biologie" Archives de Philosophie, tome 46, 1983 pp 389 ss.
- 200 Pour un bon résumé de ces questions : Charles BOCQUET, article "Espèce biologique" in Encyclopédia Universalis.
- 201 La référence en ce domaine demeure E. MAYR "Animal species and Evolution" Harvard, 1963 ; Principles of Systematic Zoology" N.Y. 1969 ; Evolution und die Vielfalt des Lebens"

- Springer-Verlag, Berlin 1979. Sur une très bonne présentation de ces discussions, voir : Volker VOSSIUS "Patentschutz für Tiere"; "Krebsmous HARVARD" GRUR 1990, Heft S pp 333-337.
- 202 Voir en ce sens : W. HERRE "Der Art und Rassebegriff" in "Handbuch der Tierzüchtung" Percy, Hamburg 1961 p 2.
- 203 En ce sens : J. STRAUS "The development and Status of European Law" in "Animal Patents" op. cit. p.22.
- 204 Voir doc. 4212/90. Encore cette position n'est-elle pas unanime au sein de la délégation française.
- 205 Voir au cours des discussions au sein de l'OMPI : doc. Biot/CE/IV/2 p 26 n°58 notamment.
- 206 Pour les discussions sur cette question, voir : V. VOSSIUS art. cit pp. 333-335 ; R. MOUFANG art. cit. pp 832-836 ; du même auteur "Anmerking" sous la décisions de la Division d'examen du 14 juillet 1989 GRUR int.1990 Heft 1 pp 59-61.
- 207 Brevet n° 4 736 866, 12 avril 1988 ; cf. "Animal Patents" op. cit. pp 161-171 pour la description de l'invention.
- 208 Sur l'ensemble de cette question, voir H.T. MARKEY (Juge en chef de la Cour d'appel Fédérale de Washington) "Patentability of animals in the United States" IIC vol. 20 n° 3, 1989 pp 372-389 ; version française disponible : PIBI (n°spécial) 4ème colloque des juges européens des brevets (septembre 1988).
- 209 Animal Legal Defense Fund v. QUIGG, C 88-2938 FMS, 26 janvier 1989 : le PTO n'a pas excédé son autorité en délivrant un brevet pour un animal génétiquement modifié.
- 210 75 environ selon EC - US Business Report (April 1990 p 21).
- 211 Texte H.R. 3119.
- 212 Texte S. 2111.
- 213 Textes H.R. 4970 et H.R. 4971, P.T.C.J. vol. 36 N°897 pp 485-486.
- 214 Texte H.R. 1556.
- 215 Texte H.R. 3247.
- 216 L'Argentine, l'Australie et le Japon ; voir doc. Biot/CE/IV/2 précité ; pour l'Australie voir Aust. Off. J. Pat. 1980 p 1162 affirmant le principe de la brevetabilité de formes supérieures de vie : l'Office des brevets japonais a récemment élaboré des nouvelles règles d'examen pour les brevets portant sur des animaux modifiés génétiquement.
- 217 ABITIBI, Bureau des Appels de l'Office des Brevets, 62 CPR (2D) 81 (1982).
- 218 Cour Suprême du Canada : Commissioner of patents v/ Pioneer Hi-Bred, 22 juin 1989, Blakes Report Intellectual Property, vol. 4, 1989 n°3.

- 219 Communication de la Suisse au secrétariat du GATT en date du 14 mai 1990 p. 14.
- 220 VV. COOPER "Biotechnology and the law" 2<sup>ème</sup> édition Clarke BOARDMAN, N.Y. 1985 pp 6-14
- 221 V. doc. OMPI précité p 27 ; sur l'ensemble de la question, voir : sous la direction de A. DIETZ "Das Patentrecht der südosteuropäischen Staaten" Weinheim, Verlag, 1984.
- 222 Sur l'ensemble de cette question, voir J.C. GAILLOUX "La brevetabilité des innovations génétiques sous la Convention sur le brevet européen . réalités et perspectives" art. cit. pp 41-51.
- 223 V. doc 4242/90 p 41.
- 224 Article 28 de la loi française
- 225 V. doc 4242/90 p 19.
- 226 En application de l'article 547 du code civil, le propriétaire d'un animal (d'un point de vue corporel), l'est également de la progéniture qu'il engendre.
- 227 Une disposition similaire a été énoncée dans l'article 8a de la proposition de modification de la loi fédérale suisse (cf. supra).
- 228 "Les droits conférés par le brevet communautaire ne s'étendent pas aux actes concernant le produit couvert par ce brevet... après que ce produit a été mis dans le commerce... à moins qu'il n'existe des motifs qui justifieraient, selon les règles de droit de la communauté, que les droits conférés par le brevet communautaire s'étendent à de tels actes".
- 229 Cf. infra.
- 230 Qui reprend très exactement la disposition de l'article 64-2 de la CBE.
- 231 Décision citée, n°8.
- 232 P. MATHELY op. cit. P.387.
- 233 Voir doc. BIOT/CE/IV/2 P. 32 n° 73 a et p. 33 n°75.
- 234 Voir V. VOSSIUS et JAENICHEN "Zur patentierung biologischer erfindungen nach europäischen patentüberinkommen und deutschen patentgesetz " GRUR 1985 p 827 ; HESSE "Zur patentarbeit von züchtungen" GRUR 1969 p 650.
- 235 Doc. BIOT/CE/IV/3 p. 11
- 236 Art. 8 titre marginal et 3<sup>ème</sup> alinéa.
- 237 doc BIOT/CE/IV/2 p 31 n° 71.
- 238 Doc 4212/90 p 47.

- 239 Le brevet EPO 81-303 287-7 délivré à la société AGRIGENETICS (v. N.J. BYRNE "Patent for Plants, Seeds and Tissue Culture" IIC vol.17, 1986 PP 328-329) pour une technique augmentant le contenu protéinique des plantes fourragères, étend sa protection aux plantes obtenues par ce procédé ; si le produit n'est pas brevetable pour défaut de nouveauté, il peut être protégé par le procédé brevetable, qui en permet l'obtention directe : décision T 248/85, JOEB 1986, 261; selon la division d'examen enfin (décision du 14 juillet 1989), un produit exclu de la brevetabilité par un pays membre en application de l'article 167 (2a) de la CBE sera néanmoins couvert par le procédé breveté permettant son obtention.
- 240 L'article 35 de la CBC paraît confirmer ce point : "Si l'objet d'un brevet communautaire est un procédé permettant d'obtenir un produit nouveau, tout produit identique fabriqué par une personne autre que le titulaire du brevet est, jusqu'à preuve du contraire, considéré comme obtenu par ce procédé".
- 241 Le brevet américain n° 4.736.866 revendiquant une souris oncogène et la licence a été attribuée à la société DUPONT de NEMOURS.
- 242 Les rapports entre la richesse, donc la propriété, et le vivant sont confirmés depuis longtemps : le premier monnayage romain consistait en des lingots de métal frappés de la représentation symbolique d'un boeuf : le bétail (pécunia) était en effet la principale propriété et richesse circulante à cette époque ; voir BABELON "La numismatique antique" Paris, P.U.F 1970 p. 85.
- 243 Sur l'ensemble de cette question relative à la qualification juridique du matériel génétique : voir J.C. GALLOUX th. cit. vol. 1 ; N.J. MAZEN art. cit.
- 244 Cf supra.
- 245 Sur l'ensemble de ces techniques contractuelles, voir : J.C. GALLOUX "La préfiguration du droit de la génétique par les contrats de biotechnologie" Revue de droit de l'Université de SHERBROOKE (CANADA) 1990.
- 246 Sur l'ensemble de cette question, voir J.C. GALLOUX "Du droit des inventeurs sur leur découverte : à la recherche d'un droit fabuleux" art. cit. n°67 notamment.
- 247 La durée des droits en matière biotechnologique suscite un problème général qui tient au temps du vivant : la prolifération des organismes, considérés sur une période relativement longue, représente un problème redoutable.
- 248 L'idée avait été reprise en matière végétale par Peter LANGE "Nature du droit de l'obteneur et sa délimitation par rapport aux inventions brevetables" doc. UPOV, Genève 1985 p.38.
- 249 Des dispositions similaires existent en Common Law. La jurisprudence américaine révèle un cas relativement récent de "mélange" de composants mécaniques ; ce qui semble indiquer l'applicabilité des dispositions précitées à des domaines techniques inattendus.
- 250 Dans la conception traditionnelle dominante, voir par ex. : J.M. MOUSSERON op. cit. pp 22 ss ; pour une approche théorique différente, voir : Marie BOURGEOIS "La protection de l'information confidentielle économique, étude de droit québécois et français" Les cahiers de la Propriété intellectuelle, 1988 vol 1, N°1 pp 1 ss ; E. MACKAAY " La possession paisible des

idées : toute information doit-elle faire l'objet d'un droit de propriété, "Droit de l'Informatique, 1986, 2 p. 75.

- 251 Art. 418 du code pénal..
- 252 Cass. Crim. 20 juin 1973, A. 1974 p 86.
- 253 Cass. Crim. 7 novembre 1974, Bull. Crim n° 323.
- 254 Sur l'ensemble de la question, voir J. AZEMA "Droit de la Concurrence "Thémis/ PUF, Paris 1989.
- 255 Le savoir-faire va permettre la mise en oeuvre optimale de l'invention revendiquée par exemple.
- 256 Une licence de savoir-faire a pu porter par exemple sur l'utilisation de produits spéciaux pour l'insémination de pintades.
- 257 Les licences de savoir-faire représentent 20 % du produit global de la commercialisation des techniques.
- 258 En ce sens : la recommandation n°2 du groupe d'experts de l'OCDE , op.cit. p 94.
- 259 En ce sens : J. KAYTON "Copyright in living genetically engineered works" G. Washington Law Review. vol. 50, 1982 pp.191-218 ; David B; BERNSTEIN "Is a plant a form of copyright?" IDEA, vol. 27, 1986 P 31.
- 261 Voir par exemple : Joël de ROSNAY in "Biotechnologies" Lavoisier, Paris 1982, chapitre 4.
- 262 Recommandation du groupe d'experts de l'OCDE précitée p.94.
- 263 Voir texte du groupe Arc-en-Ciel, précité.
- 264 Voir J-C GALLOUX " La préfiguration du droit de la génétique..." article cité.
- 265 Voir par exemple André LUCAS "Droit de l'informatique" PUF, Paris 1988, n°299 ss., pp 247 ss.
- 266 Nous nous tenons ici à l'hypothèse la plus courante.
- 267 Sur cette question, voir : B.M. KNOPPERS et C. LABERGE "DNA sampling and informed consent" C.M.A.G. vol.40, 1989 pp. 1023-1028.
- 268 En effet, la loi française, en conformité avec la CBE, entend la nouveauté de façon absolue : le caractère de la nouveauté peut être détruit par toute antériorité en particulier par une publication scientifique.
- 269 Voir la règle 28 du règlement d'application de la CBE et les dispositions spéciales du traité de Budapest.
- 270 Cf supra.

- 271 Sur des réflexions convergentes : "Patenting of animals - economic considerations" in "Patenting life" op. cit. p 119.
- 272 C'est notamment le cas de la FDA (Food and Drug Administration).
- 273 Quoiqu'à notre connaissance aucune marque n'ait été déposée en France pour des souches animales de ce type.
- 274 Cf supra.
- 275 Ainsi, l'utilisation de la souris oncogène brevetée par LEIDER (souris de Harvard) permettrait de réduire de trois ans à trois mois la longueur de certains tests de carcinogénèse ; voir "Patenting life" op. cit. p. 120.
- 276 Il faudrait alors vendre chaque animal plusieurs milliers de francs et à des milliers d'exemplaires, ce qui n'est pas réaliste.
- 277 Cf supra.
- 278 Le confinement des souches pures d'animaux destinés à l'élevage avicole, offre un précédent intéressant (cf infra).
- 279 En ce sens également : "Patenting life" op. cit. pp 119-120
- 280 Pour les médicaments issus des biotechnologies, voir la directive du Conseil n° 87-22 du 22 décembre 1986 "Portant rapprochement des mesures nationales relatives à la mise sur le marché des médicaments de haute technologie notamment ceux issus de la biotechnologie" JOCE n° L 15/38 du 17 janvier 1987.
- 281 Cf supra.
- 282 La France comptait en 1987, 26 893 000 bovins, 11 915 000 porcins, 10 360 000 ovins (CEE T/112-113).
- 283 Une exploitation moyenne en France possède une cinquantaine de bovins ; en revanche, l'élevage de porcs est plus industriel (moyenne de 176 animaux par exploitation) ; CEE T/114-117-120 (1987).
- 284 95 % des vaches laitières sont issues d'une insémination.
- 285 L'insémination progresse de 20 % chaque année.
- 286 Une saillie de bovins coûte de 100 ou 150 francs ; une semence étrangère vaut trois à quatre fois plus cher.
- 287 Voir par exemple : A. Ann SORENSEN "Perspectives of farmers" in "Animal patents" op. cit. pp.124 ss, notamment ; W. LESSER "Animal patents in the U.S.A. - are the concerns justified ?" Patent World, 1989 pp.18-23.
- 288 En ce sens, l'arrêt de la CJCE du 28 juin 1983 précité.

- 289 Sur l'ensemble de ces questions, voir les analyses menées aux Etats-Unis : R. MILLIGAN et W. LESSER "Implications for agriculture" in "Animal patents" op. cit. pp. 100-113 ; A. A. SORENSEN art. cit. ; Patrick LUBY "perspective of agribusiness : what do packers and processors want in livestock and poultry ?" ibid pp. 134-140.
- 290 La France occupe en aviculture le premier rang européen et le quatrième rang mondial : la production de viande avicole a atteint 1 420 000 t en 1988.
- 291 Cf supra
- 292 Le taux de reproduction est rapide ; la durée d'exploitation maximale d'une volaille est d'environ un an et elle atteint sa productivité maximale au bout de six mois. Il faut donc renouveler constamment les animaux dans un élevage industriel.
- 293 Les animaux élevés pour leur fourrure, les animaux d'agrément etc...
- 294 Voir sur l'ensemble de cette questions : Jocelyne RAJNCHAPPEL-MESSAY "Les biopesticides" Biofutur, juillet -août 1990 pp 23-34.
- 295 Encore pourrait-on citer comme utilisation en agriculture d'organismes vivants dans la lutte contre d'autres organismes, le cas de l'introduction de la mixomatose contre les lapins de garenne en Australie, avec les ravages que l'on connaît en France à la suite d'une maladresse ; cet épisode a toutefois laissé une trace juridique : l'article 454.4 du code pénal réprimant les épizooties volontairement induites.



**C - LA PROTECTION DES VARIÉTÉS VÉGÉTALES**

**A - L'INTERDICTION DE LA DOUBLE PROTECTION**

par

**Nicolas MARIN**

**Etudiant en 3<sup>ème</sup> cycle\***

**\* Rédaction en cours d'une thèse de doctorat en droit sur la protection juridique des variétés végétales en droit comparé. Titulaire d'une bourse du Fonds de recherche de l'Organisation européenne des brevets.**

**SOMMAIRE**

---

	Pages
I - L'article 2 UPOV dans sa version de 1961 .....	374
II - Révision de la convention UPOV de 1978	
L'article 2 UPOV tel que complété par l'article 37 .....	377
III - Révision actuelle de l'article 2 UPOV .....	386

## I - L'article 2 UPOV dans sa version de 1961

### A - Contenu de la disposition

Le texte de l'article 2.1 n'a pas évolué depuis son élaboration en 1961 :

"Chaque Etat de l'Union peut reconnaître le droit de l'obtenteur prévu par la présente convention par l'octroi d'un titre de protection particulier ou d'un brevet. Toutefois, un Etat de l'Union dont la législation nationale admet la protection sous ces deux formes ne doit prévoir que l'une d'elles pour un même genre ou une même espèce botanique."

Avant 1961, des brevets avaient été délivrés en France, Allemagne, Italie... cependant, leur valeur était sujette à discussion, ayant été délivré sans examen technique. Ils ne visaient essentiellement que des plantes ornementales.

La protection des variétés végétales était assurée dans la plupart des pays par la réglementation du commerce et des semences (catalogue des espèces, registre des variétés,...). En France, a fonctionné jusqu'en 1964 une combinaison curieuse entre la réglementation précitée et le droit des marques.

Les experts, lors des travaux de préparation de la Convention UPOV, considèrent comme primordial de sauvegarder la faculté pour tout Etat de se conformer à la Convention d'Union de Paris et à la Convention UPOV.

1. Ils laissèrent aux législations nationales le choix du système de protection Selon la France (2ème session - 22/11 au 1/12/1961) "il faudrait permettre aux pays qui le désirent de laisser coexister deux législations dont la portée n'est pas la même".

2. Au regard de la protection, le choix fut restreint à l'adoption d'un titre spécial (futur C.O.V.) et/ou à l'aménagement du brevet d'invention. Pour les pays souhaitant instaurer un titre spécial de protection, celui-ci pourrait coexister à côté du brevet, dit "brevet aménagé". La France déclarait :

"On peut accorder un brevet d'invention tout en satisfaisant aux exigences de la Convention UPOV".

L'article 1 UPOV permet de "reconnaître et d'assurer à l'obtenteur d'une variété végétale nouvelle...; un droit dont le contenu et les modalités d'exercice sont définis ci-après".

Les exigences visées par la France concernent aussi bien les critères d'examen (D.H.S.) que la portée des droits (Article 5 UPOV).

3. L'unique restriction à cette coexistence des deux formes de protection dans un même ordre juridique vise l'interdiction de la double protection pour un même genre ou une même espèce botanique. Un seul mode de protection est admis : C.O.V. ou brevet aménagé.

Pour justifier l'interdiction de la double protection tant combattue aujourd'hui, seule fut mentionnée "la crainte d'assister à une concurrence entre les deux législations si leur coexistence était admise et le choix laissé aux obtenteurs". En 1976, la suppression de l'interdiction de la double protection fut discutée pour séduire les États-Unis, mais la proposition fut abandonnée. Pour les États-Unis, il n'y avait "aucune raison valable d'interdire la protection sous les deux formes puisque les conditions préalables et les droits octroyés ne sont pas les mêmes dans les deux systèmes".

#### B - Interprétation et application par les États membres de l'UPOV

1. La convention est entrée en vigueur à l'égard de la R.F.A., des Pays-Bas et du Royaume-Uni (10.8.1968), du Danemark (6.10.1968), de la France (3.10.1971), de la Belgique (5.12.1976), de l'Italie (1.7.1977), de la Suisse (10.7.1977).

L'Italie (suivie par la Hongrie en 1983) ont instauré un système de brevet aménagé (ou brevet végétal) correspondant aux dispositions UPOV (notamment aux articles 5 et 6).

Les autres pays ont édicté des lois pour la protection des variétés végétales sur le modèle UPOV. Les lois nationales sur les brevets largement influencées par la Convention sur le Brevet Européen ont tenu compte de cette protection spéciale offerte aux obtenteurs en excluant de la brevetabilité les variétés végétales (Article 53 b)

Il ne s'agit pas pour les plantes d'une exclusion généralisée de la brevetabilité. Cela a été confirmé dans la décision Ciba-Geigy T49/83 de la Chambre de Recours Technique de l'O.E.B. : "L'article 53 b n'exclut de la brevetabilité que les plantes sous la forme de variétés fixées du point de vue génétique". La décision "Lubrizon" va dans le même sens (T320/87). La Chambre a relevé "l'absence de

stabilité d'un certain caractère de toute la population" ce qui lui a permis de conclure que la semence hybride concernée ainsi que les plantes issues de cette semence, n'étaient pas des variétés végétales au sens de l'article 53 b".

2. En France, après maintes péripéties (tentative d'instauration d'un brevet spécial de nouveauté végétale en 1966), la loi de 1970 fut promulguée ainsi que la nouvelle loi sur les brevets de 1968 (modifiée en 1978). Cette dernière prône l'interdiction de la double protection, tout en affirmant la brevetabilité de principe des variétés végétales qui ne relèvent pas du régime de la loi de 1970.

Sur cette base, l'I.N.P.I. a délivré depuis 1973 environ une dizaine de brevets annuels pour des variétés traditionnelles ne relevant pas de la liste des variétés soumises au C.O.V. Les titres délivrés sont des brevets classiques en aucun cas aménagés au regard des dispositions UPOV.

L'arrivée des nouvelles techniques de génie génétique a perturbé cet équilibre juridique déjà modifié en 1978 avec l'arrivée des Etats-Unis dans la Convention UPOV.

II - RÉVISION DE LA CONVENTION UPOV DE 1978  
L'ARTICLE 1 UPOV TEL QUE COMPLÉTÉ PAR L'ARTICLE 37

A - Contenu des discussions de 1978

Le projet de base suivant pour la révision du texte a été soumis aux experts en 1978.

Article 34.1 (futur article 37)

"1. Nonobstant les dispositions du §1 de l'article 2, tout État qui, à la date de l'ouverture à la signature du présent acte, prévoit, pour un même genre ou un même espèce, différentes formes de protection pour les variétés reproduites par voie sexuée et pour celles multipliées par voie végétative, peut continuer à les prévoir, si lors de la signature... il notifie ce fait au Secrétaire Général de l'Union.

2. Si la protection est demandée, dans un État de l'Union auquel le paragraphe précédent s'applique, en vertu de la législation sur les brevets, ledit État peut nonobstant les dispositions de l'article 6 et de l'article 8, appliquer les critères de nouveauté et la durée de protection de la législation sur les brevets aux variétés protégées selon cette loi".

Les discussions se sont orientées autour de 2 axes :

1. Le libellé du §1 de l'article 34 A a été modifié pour que les "différentes formes de protection" fassent référence à celles mentionnées à l'article 2-1.
2. Les Etats-Unis souhaitaient faire une modification qu'ils estiment rédactionnelle et non de fond : remplacer les critères de nouveauté par les critères de brevetabilité.

La discussion a été laborieuse, plusieurs fois interrompues. Les intervenants sont souvent restés en retrait. Seul M. Bustarret a fait preuve de scepticisme ce qui a permis de clarifier les intentions des Etats-Unis.

Les Etats-Unis disposent de 2 systèmes de protection : le Plant Variety Protection Act (ci-après P.V.P.A.) applicable aux plantes à reproduction sexuée (par semence) et le Plant Patent Act (ci-après P.P.A.) applicable aux plantes à reproduction végétative.

- Pour le P.V.P.A., les Etats-Unis estimèrent que l'article 6 UPOV (y compris le critère de nouveauté) lui était applicable.

- Pour le P.V.P.A., la délégation américaine déclarait "cette loi ne traite non pas de la nouveauté mais de la brevetabilité". Les critères de brevetabilité applicables à un "plant patent" (brevet végétal) sont ceux que nous trouvons en droit des brevets classique. Or, il y a d'autres critères que la nouveauté et en particulier la non-évidence.

Ainsi, les Etats-Unis voulaient aligner l'article 34 A §2 sur leur loi relative au brevet.

H. Mast relevait que "il est très difficile à un pays de modifier sa législation nationale sur les brevets pour tenir compte d'un petit nombre de demandes de protection d'obtention végétale... L'exception recherchée par les Etats-Unis ne concerne que la législation de ce pays sur les brevets".

Les Etats-Unis insistèrent sur le fait "qu'ils devaient satisfaire au critère de non-évidence, c'est-à-dire évaluer le nombre ou la netteté des caractères distinctifs d'une variété nouvelle faisant l'objet d'une demande de brevet". Ceci est une exigence de l'article 161 (loi sur les brevets) ce qui revient à "juger les variétés nouvelles pour déterminer les différences importantes, ainsi que le prévoit l'article 6 1)a). Les critères de brevetabilité viseraient la nouveauté et la non-évidence, mais non pas l'homogénéité et la stabilité acquis lorsqu'il s'agit de plantes asexuées.

M. Bustarret ne voulait pas accepter le remplacement de tout l'article 6 par les mots "critères de brevetabilité" mais seulement que "la mention de l'article 6 devait se limiter aux parties dudit article concernées".

Tenant compte des inquiétudes françaises, les Etats-Unis acceptèrent que la mention "des dispositions de l'article 6" ne vise que l'article 6 1)a) et b)" ce qui limite l'applicabilité de la notion de brevetabilité à ces deux parties de l'article.

## B - La situation aux Etats-Unis

### 1. En 1978

La brèche ouverte par l'article 37 prévoit la possible protection par brevet de plante et titre spécial (C.O.V.) pour un même genre ou une même espèce, sachant que les critères de brevetabilité classiques sont applicables au brevet de plante. Ce pays utilise depuis longtemps pour des raisons historiques un double système de

protection. Or certains genres ou espèces se reproduisent selon les deux modes ; les deux formes de protection C.O.V. et brevet végétal leur sont donc applicables :

- le C.O.V. (P.V.P.A.) qui répondrait aux critères UPOV,
- le brevet végétal fonctionne avec des critères (non-évidence, certains actes destructeurs de nouveauté autres que ceux mentionnés à l'article -.1b) étrangers au système UPOV. Mais en 1978, les délivrances de brevet végétal ne représentent que 0,2 % du nombre des brevets. Il s'agit aussi d'un brevet spécial. La notion de reproduction asexuée doit être prouvée, il n'y a pas de dépôt et une seule revendication existe visant uniquement la variété spécifique décrite en tant que telle.
- les cas où les deux types de protection (brevet végétal - C.O.V.) étaient appelés à jouer cumulativement, avaient été jugés rares en pratique.

## 2. Depuis 1980

a) un troisième type de protection :

Le brevet classique ou "l'Utility Patent" (U.P.)

L'avènement du génie génétique a modifié le schéma ainsi mis en place en y intégrant le brevet d'invention classique.

La Cour Suprême dans l'affaire Chakrabarty en 1980 a considéré que "tout article manufacturé pouvait être breveté s'il répondait aux critères de brevetabilité (nouveauté, utilité, non-évidence) et aux exigences de la description. "Les variétés végétales pouvaient être protégées par un "utility patent". La décision "Hibberd" en 1985 a confirmé ce principe en admettant la brevetabilité d'une plante sous forme de semences et tissu.

Le système de l'"utility patent" se caractérise surtout par une variation facile du champ d'application du brevet par le jeu des revendications multiples et par une extension de la protection aux produits de la variété, procédés d'obtention, parties de plantes, semences, gènes, hybrides.

Quelles sont les particularités de l'"utility patent" au regard des deux autres types de protection ?

brevet végétal "(plant patent)" et brevet classique (brevet classique)

L'"utility patent" pour une plante, si les conditions de brevetabilité sont satisfaites, offre un champ d'application beaucoup plus large (objet du brevet, portée des droits) que le brevet végétal. Il n'y a pas qu'une seule revendication ; la protection



ne couvre pas seulement la variété. Quant à la contrefaçon, la plante n'a pas besoin d'être produite asexuellement à partir de la plante brevetée. La reproduction sexuée est aussi couverte. Les critères de description sont par contre plus sévères que pour le brevet végétal (où elle doit être "aussi complète que faire se peut raisonnablement").

Avec l'"utility patent", quant un inventeur fait breveter une semence, il fait protéger la plante toute entière, et il peut revendiquer aussi toutes les variétés apparentes

## CONVENTION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES

Convention UPOV (1961), modifiée à Genève (1972 et 1978)

(UPOV)\*

Etat	Date à laquelle l'Etat est devenu partie à la Convention	Nombre d'unités de contribution choisi	Date à laquelle l'Etat est devenu partie à la Convention de 1961	Date à laquelle l'Etat est devenu partie à l'Acte de 1978
Afrique du Sud <sup>1</sup>	6 novembre 1977	1,0	6 novembre 1977	8 novembre 1981
Allemagne, (République fédérale d') <sup>1</sup>	10 août 1968	5,0	10 août 1968	12 avril 1986
Australie	1er mars 1989	1,0	-	1er mars 1989
Belgique <sup>1,2</sup>	5 décembre 1976	1,5	5 décembre 1976	-
Danemark <sup>1,3</sup>	6 octobre 1968	1,5	6 octobre 1968	8 novembre 1981
Espagne <sup>1,4</sup>	18 mai 1980	1,0	18 mai 1980	-
Etats-Unis d'Amérique <sup>5</sup>	8 novembre 1981	5,0	-	8 novembre 1981
France <sup>1,2,6</sup>	3 octobre 1971	5,0	3 octobre 1971	17 mars 1983
Hongrie	16 avril 1983	0,5	-	16 avril 1983
Irlande	8 novembre 1981	1,0	-	8 novembre 1981
Israël <sup>1</sup>	12 décembre 1979	0,5	12 décembre 1979	12 mai 1984
Italie <sup>1</sup>	1er juillet 1977	2,0	1er juillet 1977	28 mai 1986
Japon	3 septembre 1982	5,0	-	3 septembre 1982
Nouvelle-Zélande	8 novembre 1981	1,0	-	8 novembre 1981
Pays-Bas <sup>1</sup>	10 août 1968	3,0	10 août 1968	2 septembre 1984 <sup>7</sup>
Pologne	11 novembre 1989	0,5	-	11 novembre 1989
Royaume-Uni <sup>1</sup>	10 août 1968	5,0	10 août 1968	24 septembre 1983
Suède <sup>1</sup>	17 décembre 1971	1,5	17 décembre 1971	1er janvier 1983
Suisse <sup>1</sup>	10 juillet 1977	1,5	10 juillet 1977	8 Novembre 1981
(Total: 19 Etats)				

\* L'UPOV est une organisation intergouvernementale indépendante ayant la personnalité juridique. Conformément à un accord conclu entre l'OMPI et l'UPOV, le directeur général de l'OMPI est le secrétaire général de l'UPOV et l'OMPI fournit des services administratifs et financiers à l'UPOV.

1 L'Acte additionnel de 1972 est entré en vigueur, depuis les dates indiquées ci-après, à l'égard des Etats suivants : Afrique du Sud (6 novembre 1977); Allemagne (République fédérale d') (11 février 1977); Belgique (11 février 1977); Danemark (11 février 1977); Espagne (18 mai 1980); France (11 février 1977); Israël (12 décembre 1979); Italie (1er juillet 1977); Pays-Bas (11 février 1977); Royaume-Uni (31 juillet 1980); Suède (11 février 1977); Suisse (10 juillet 1977).

2 Avec la notification prévue à l'article 34-2) de l'Acte de 1978.

3 Avec une déclaration indiquant que la Convention de 1961, l'Acte additionnel de 1972, et l'Acte de 1978 ne sont pas applicables au Groenland et aux îles Féroé.

4 Avec une déclaration indiquant que la Convention de 1961 et l'Acte additionnel de 1972 sont applicables à tout le territoire espagnol.

5 Avec la notification prévue à l'article 37.1) et 2) de l'Acte de 1978.

6 Avec une déclaration indiquant que l'Acte de 1978 est applicable au territoire de la République française, y compris les départements et territoires d'outre-mer.

7 Ratification pour le Royaume en Europe. Les Pays-Bas ont entendu l'application de l'Acte de 1978 à Aruba avec effet au 8 novembre 1986.

Exemple : Si l'originalité d'une semence réside dans une séquence d'A.D.N. manipulée qui accroît la résistance aux herbicides, l'obtenteur pourrait revendiquer dans une seule demande toute une série d'espèces (tabac, tomates) dont chacune présenterait le caractère exprimé par la séquence d'A.D.N. manipulée.

Ainsi le déposant peut élargir le champ de la protection accordée pour le caractère au-delà des variétés existantes.

L'accès au germeplasma des variétés brevetées semble garanti en théorie compte-tenu des conditions en vigueur (dépôt obligatoire et accès libre) mais il ne faut pas oublier que de grandes quantités de germeplasma sont conservées dans des collections privées ou quasi-privées (universités) ou sont éparpillées dans la nature.

#### C.O.V. et brevet classique

L'"utility patent" n'est pas limité à la variété spécifique décrite, il peut protéger aussi, contrairement au C.O.V., les variétés ayant les mêmes propriétés fonctionnelles. Les hybrides ne sont protégés que par l'"utility patent".

Le privilège du fermier est exclu du système de l'"utility patent".

Si quelqu'un d'autre que le possesseur du brevet fabrique, utilise ou vend la semence à des fins commerciales, il contrefait l'"utility patent". L'exemption de recherche chère au système C.O.V. est aussi exclue.

#### b) compatibilité de ce système avec les articles 2.1 et 37 UPOV

La décision "Hibberd" est en totale situation d'infraction à l'article 2.1, mais se trouve validée par la dérogation de l'article 37, qui a dispensé les Etats-Unis d'appliquer la règle interdisant la double protection aux cas existants avant le 31.12.1979.

Comme la loi sur les brevets était en vigueur bien avant 1978, la décision rendue dans l'affaire "Hibberd" n'a modifié que l'interprétation de cette loi et non pas la loi elle-même (d'autant plus que les Etats-Unis estiment être devenus membres de l'UPOV par la voie d'un accord en forme simplifiée non ratifiée, et non pas d'un traité ayant force obligatoire). Les américains ne prévoient donc aucun conflit avec la Convention UPOV.

Au vu des développements de la biotechnologie végétale depuis 1980, l'"utility patent" a pris une importance à laquelle les experts présents aux travaux de révision en 1978 n'avaient pas pensé.

En pratique, l'obtenteur continue à choisir le brevet végétal ou le C.O.V. mais s'oriente vers une double protection : c'est-à-dire le cumul d'une demande de C.O.V. ou brevet végétal avec une demande de brevet d'invention classique ("utility patent"). Les Etats-Unis estiment répondre au texte de l'article 37 en offrant 2 types de protection pour une même variété :

- brevet végétal ou "utility patent" pour une plante à reproduction asexuée,
- C.O.V. ou "utility patent" pour une plante à reproduction sexuée

Aucune interprétation judiciaire n'est intervenue dans le cas où l'obtenteur se verrait délivrer un C.O.V. et un "utility patent" pour la même variété. Cependant, un obtenteur ne peut pas en théorie protéger une variété végétale par l'intermédiaire de deux offices à la fois (Office des Brevets, Office de la Protection des Variétés Végétales). En effet, la protection accordée en vertu d'une des lois créerait une antériorité qui exclut toute extension de cette protection en vertu de l'autre loi. Concernant le brevet végétal, il ne peut pas être délivré cumulativement à un utility patent lorsque ce dernier concerne et est limité à une variété particulière.

#### C - L'arrivée des nouveaux membres dans l'UPOV

Les pays devenus membres de la Convention UPOV depuis 1978 n'ont pas fait utilisation de la dérogation à l'article 37 (procédure de notification...) Ils ne sont d'autre part pas liés par une exclusion du type Article 53 b de la Convention sur le brevet européen.

1. Le Japon a édicté le 6.08.1990 une loi sur les semences conforme à la Convention UPOV, permettant la délivrance de C.O.V. pour des variétés inscrites dans la "liste". Le Japon n'a pas fait de réserve au sens de l'article 37 UPOV et considère que la loi sur les semences et plants est le seul texte à assurer aux obtenteurs les droits prévus dans la Convention UPOV (Article 2).

Cependant, le droit des brevets japonais n'exclut pas expressément de la brevetabilité les variétés végétales et procédés essentiellement biologiques d'obtention de végétaux, comme en témoigne le brevet Penta Ymogo (1983). Des normes applicables à l'examen "des nouvelles variétés végétales" ont cependant

été définies par l'Office des Brevets en 1975 car la loi des brevets ne prévoit rien à cet effet.

Au moment de son adoption, la loi sur les semences a été assortie à la demande de l'Office des Brevets d'une disposition instituant un régime préférentiel en faveur du brevet de procédé d'obtention par rapport au D.O.V. (Art. 12-5 2)v) et d'une disposition limitant les effets du D.O.V. après expiration du droit découlant du brevet (art. 12-5 2) vi)

*v) "le titulaire d'un brevet de procédé d'obtention bénéficie, pour l'obtention d'une variété végétale au moyen de ce procédé, d'un régime préférentiel par rapport au titulaire d'un droit de l'obtenteur pour la variété végétale enregistrée en vertu de la dite loi quelle que soit la date de dépôt de la demande de brevet"*

Il a cependant été admis que cette date de dépôt devait être antérieure à la date de la demande d'enregistrement de la variété végétale. D'autre part, cette priorité ne s'étend qu'aux activités se rapportant au matériel végétal obtenu au moyen du procédé d'obtention breveté. Ce régime préférentiel s'explique par la disposition de la loi sur les brevets qui prévoit que les droits conférés par un brevet relatif à un procédé de fabrication d'un produit s'étendent au produit proprement dit, issu de ce procédé (art.2-3)iii) loi sur les brevets.

Le système japonais fonctionne sur la base d'un compromis entre le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Industrie. Vis à vis du brevet, des questions se sont posées au stade des effets du brevet, par exemple : il ne s'étendrait pas aux plantes reproduites par voie sexuée ou multipliées par voie végétative à partir des cellules brevetées. Le Japon est allé moins vite que les Etats-Unis. La loi sur les semences est en cours d'amendement de même que des normes pour l'examen d'inventions relatives au génie génétique sont en cours concernant surtout les règles de dépôt.

2. Aux termes de l'article 1 UPOV, la Convention assure à l'obtenteur un droit dans les conditions définies dans le corps de la Convention. Les nouveaux pays de l'Union comme la Nouvelle-Zélande et l'Australie ont édicté des "Plant Variety Rights Act" (respectivement en 1983 et 1987), dont les dispositions sont conformes au contenu de la Convention UPOV (critères D.H.S., portée des droits, privilège du fermier, exemption de recherche..) Des C.O.V. sont délivrés dans ces pays pour des genres ou des espèces contenues dans la "liste". Ce droit de l'article 1 UPOV correspond selon eux au C.O.V. qu'ils délivrent.

La législation sur les brevets de ces deux pays ne fait pas allusion à la brevetabilité des plantes, ce qui *a contrario* ne l'exclut pas. Ils ne sont pas liés par l'exclusion stipulée dans l'article 53b de la Convention de Munich. Le droit des brevets a pris une importance concernant la protection des plantes manipulées génétiquement. Et c'est dans ce domaine que les premiers brevets ont été délivrés. Il y a certainement ici un libre choix entre le C.O.V. et le brevet mais un seul titre de protection est délivré.

L'article 37, s'il a permis aux Etats-Unis de rentrer dans l'UPOV, a surtout ouvert une brèche théorique dans laquelle les nouveaux Etats se sont engagés en pratique.

### III - Révision actuelle de l'article 2 UPOV

Selon les industriels, les inventions biotechnologiques ne sont pas suffisamment protégées dans la Communauté Européenne. La Convention sur le Brevet Européen exclut de la brevetabilité les variétés végétales *per se* qui sont couvertes par un C.O.V. en vertu du système UPOV. Ils estiment que les deux conventions sont interprétées de manière divergente et que le système de protection est insuffisant par rapport à la protection qui existe aux Etats-Unis.

Afin de mettre en place un cadre réglementaire commun, la Commission des Communautés Européennes a présenté une proposition de directive destinée à harmoniser la protection juridique des inventions biotechnologiques dans la Communauté Européenne.

Tout le problème réside dans l'étendue de la protection ? Faut-il s'inspirer du droit des brevets ou du droit d'obtention végétale (D.O.V.)?

Le problème de l'interface est aussi discuté au sein de l'UPOV qui prépare une révision de sa convention. Face au contenu de l'article 2-1 UPOV, deux voies sont ouvertes :

- soit il sera spécifié dans la Convention UPOV que les variétés végétales doivent être protégées par le D.O.V.,
- soit la Commission laissera aux états-membres la liberté de choix entre l'octroi d'une protection par le D.O.V. ou le brevet.

Dans ce cas, les Etats-membres auront 3 solutions :

\*n'offrir qu'une protection par le D.O.V.,

\* obliger le demandeur à choisir entre l'une ou l'autre forme de protection (brevet ou C.O.V.) = libre-choix alternatif,

\*autoriser le cumul de deux types de protection = libre-choix cumulatif.

La proposition de directive piétine depuis plusieurs mois, avant même d'avoir été réellement soumise aux sessions plénières du Parlement Européen. Ceci explique que l'attention se soit portée sur la révision de la Convention UPOV, dont la conférence diplomatique est prévue pour mars 1991.

La question essentielle est de savoir comment sera définie la variété végétale.

- La nouvelle définition de la variété

Tenant compte des discussions du Comité Administratif et Juridique d'octobre 1989 et du Comité d'Experts UPOV/OMPI de janvier 1990, l'UPOV a reformulé cette définition dans l'article 2 iii) de son projet de révision :

"On entend par variété toute subdivision d'une espèce botanique ou d'un taxon d'un rang inférieur à l'espèce qui, de par ses caractères est considérée comme une entité aux fins de la culture (ou de toute autre forme d'utilisation) et inclut :

- les entités qui sont protégeables aux termes de dispositions de la Convention,
- et les entités qui ne sont pas protégeables dans le sens où elles ne satisfont pas aux conditions de l'article 11.1.b. c et d (critères D.H.S.)."

Une variété peut d'autre part apparaître sous la forme :

- "d'une plante ou d'une partie de plante qui peut être utilisée pour produire une plante complète (clones..),
- d'un groupe de plantes ou de parties de plantes qui peuvent être utilisées pour produire des plantes complètes (population de variétés),
- de plantes ou de parties de plantes de composés utilisés à répétition par la production de la dite variété (hybrides..)."

L'Article 2 vi) mentionne aussi la définition du matériel de la variété :

- matériel de reproduction ou de multiplication végétative de toute sorte,
- produit de la récolte,
- produit transformé directement obtenu à partir du produit de la récolte (ou résultant de l'utilisation de la variété à des fins autres que la culture).

#### ● Les réactions

L'exclusion de l'article 53 b est interprétée dans le sens de la décision "Ciba-Geigy" qui permet la brevetabilité des végétaux ne se limitant pas à la forme génétiquement fixée d'une variété.

Les industriels face à cette nouvelle définition de la variété pensent qu'il y a extension du champ d'application de la Convention UPOV au détriment de la protection par brevet définie à l'article 53 b. Cet article était justifié par une inadéquation en 1973 du droit des brevets aux variétés végétales, et surtout par l'existence du régime spécifique de l'UPOV. Or, le génie génétique a introduit des techniques modifiant l'information génétique des plantes, ce qui au niveau du



résultat selon les industriels est reproductible donc brevetable. Conserver ainsi la prohibition du choix de protection créera des problèmes considérables. Ils se prononcent pour sa suppression. Ceci n'obligerait pas cependant "les Etats à délivrer des brevets pour des variétés végétales. Cela laisserait chaque Etat libre d'estimer si sa législation des brevets est mieux adaptée aux développements techniques en cause".

L'Office Européen des Brevets est d'accord avec le maintien de l'interdiction de la double protection s'il n'existe aucune lacune en matière de protection.

Cela signifie *a contrario* que les innovations concernant une multitude de plantes et ne portant pas sur un phénotype spécifique sont brevetables. L'O.E.B estime justifié de revenir à un principe de coexistence des deux droits : brevet et C.O.V.

● Une seule forme de protection pour l'UPOV : le C.O.V.

Le projet de révision UPOV a considéré jusqu'à présent que la seule forme de protection délivrée sur la base des dispositions UPOV était un C.O.V. répondant aux critères UPOV (exemption de recherche...)!

Le nouvel article 1 stipule : "Les Etats de l'Union s'engagent à reconnaître et à assurer à l'obteneur d'une nouvelle variété végétale un droit conformément aux dispositions de la présente convention".

La référence à l'exception de l'article 37 initialement prévu lors du premier texte de révision dans le corps de l'article 1 en est séparé pour le lier à l'article 6 traitant des formes de protection.

Ce droit mentionné à l'article 1 doit être compris comme faisant référence au D.O.V. (article 2 ii).

Le premier projet de révision (en 1989) dans son article 5-3 créait aussi une dépendance si "une variété était essentiellement dérivée d'une seule variété protégée" ; la mise en oeuvre de cette dépendance restant à définir.

Le deuxième projet d'avril 1990 définit la notion de variété essentiellement dérivée (article 2iv):

- dérivée de la variété initiale particulièrement à travers des méthodes d'obtention qui ont pour effet de conserver les éléments essentiels de la variété initiale (sélection d'un mutant naturel ou induit... ou transformation par génie génétique),
- distincte de la variété initiale,
- Conforme à la description de la variété initiale excepté les différences spécifiques résultant de la méthode d'obtention, et d'autres différences minimales résultants de manière incidente des méthodes d'obtention (différences mises en évidence au niveau du génôme, génotype ou phénotype).

L'article 11 vise les conditions requises pour la délivrance d'un C.O.V., l'article 17 les effets du C.O.V. Le contenu de ces deux articles dépend de la réponse donnée à la question de l'interdiction de la double protection.

L'UPOV s'en tient actuellement au C.O.V. applicable à toutes les espèces végétales tout en tenant compte des interférences avec le droit des brevets. Cependant, une deuxième alternative au C.O.V. a été discutée : ne pas inscrire de réglementation sur cette question dans la Convention et laisser le libre-choix aux Etats-membres.

L'UPOV avait aussi rédigé dans son projet de 1989 une disposition dite de collision de norme contre laquelle les industriels se sont opposés. L'article 5-5 tendait à interdire "tout effet d'un brevet sur les actes concernant une variété pour laquelle un droit a été accordé conformément aux dispositions UPOV".

Cette disposition très critiquée n'était cependant pas étrangère aux dispositions de la directive relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques, au regard des brevets de produit et de l'épuisement des droits.

Dans sa rédaction provisoire de janvier 1990, l'article 13 de la directive permettait à un brevet de produit "consistant en une information génétique déterminée de s'étendre à un quelconque produit dans lequel la dite information aura été incorporée et.. est important pour l'utilisation dudit produit".

Quant à l'article 11, il énonçait une dérogation au principe de l'épuisement des droits " pour les actes de reproduction et de multiplication du produit breveté ou du matériel dérivé, à moins qu'une telle reproduction ou multiplication ne soit la conséquence inévitable de l'usage commercial normal du produit mis sur le marché ou du matériel qui en est dérivé".

Ceci n'est qu'un exemple de l'enjeu important de la solution donnée à l'interdiction de la double protection. En effet au delà, se profilent toutes les dispositions dérogatoires au droit des brevets (épuisement des droits, portée des

droits : brevet de produit, brevet de procédé, renversement de la charge de la preuve..) inscrites dans la directive. Toutes ces dispositions sont pour la plupart incompatibles avec les principes traditionnels de la protection juridique des variétés végétales par le système UPOV, ainsi que ceux développés par la Direction Générale 6 (Agriculture) de la Commission des Communautés Européennes dans son projet de règlement communautaire sur le droit d'obtention végétale.

#### ● Les positions

L'ensemble des organisations non gouvernementales (O.N.G.) favorables aux intérêts de l'industrie s'est prononcée pour une suppression de l'interdiction de la double protection et l'instauration d'un libre choix alternatif ou cumulatif quant à la forme de protection.

La C.I.O.P.O.R.A. (Communauté internationale des obtenteurs de plantes ornementales et fruitières de reproduction asexuée) penche pour une protection alternative s'il s'agit d'une variété végétale *per se* et cumulative dans le cas d'une information génétique. La C.I.O.P.O.R.A. reconnaît aussi qu'à l'avenir l'inventeur étendra ses revendications de brevet couvrant l'information génétique à la variété *per se* dans laquelle cette information aura été incorporée, ce qui aboutira à la délivrance d'un brevet.

Les O.N.G. proches des milieux agricoles sont en faveur du maintien de l'interdiction de la double protection (par exemple le COPA-COGECA).

Lors de la réunion mixte UPOV-OMPI de janvier 1990, il n'y a pas eu de tendance nette parmi les Etats présents, nombreux étant les pays qui n'ont pas encore pris position et opposés à peu près à part égale pour ceux qui ont décidé.

#### ● En France

Le Ministère de l'industrie s'est clairement prononcé pour l'abolition de l'interdiction de la double protection ce qui permettrait au déposant soit d'utiliser l'un ou l'autre de ce deux types de protection, soit de les cumuler.

"Cette modification aurait l'avantage d'écartier les obstacles permanents auxquels se heurte le déposant pour tenter de tracer une démarcation entre ce qui est brevetable et ce qui ne l'est pas, et de supprimer toute incertitude en matière de protection créée par la nouvelle définition de la variété par l'UPOV".

Le Ministère de l'agriculture estime que l'interface brevet/COV s'analysera sur la base de la définition du matériel de la variété exploitée en exclusivité par un titulaire de C.O.V.

ORGANIBIO (Organisation nationale interprofessionnelle des bio-industries) a adopté le 14 mars 1990 une position souhaitant :

- un renforcement des dispositions UPOV (étendue, application de la Convention à toutes les espèces, instauration d'un principe de dépendance contre autorisation du détenteur du titre...)
- une adaptation du droit des brevets.

Selon ORGANIBIO, dans le cas des plantes comportant un gène ou un groupe de gènes définis, le cumul du brevet et du C.O.V. est possible : pour les variétés, par C.O.V., pour les gènes ou groupes de gènes, par brevet. "Cette protection efficace ne constitue pas une appropriation du génome végétal".

B - LE PRIVILEGE DU FERMIER

par

Nicolas MARIN

Etudiant en 3ème cycle\*

\* Rédaction en cours d'une thèse de doctorat en droit sur la protection juridique des variétés végétales en droit comparé. Titulaire d'une bourse du Fonds de recherche de l'Organisation européenne des brevets.

## SOMMAIRE

---

	Pages
Cadre de l'Etude .....	397
Introduction .....	399
I - Environnement réglementaire du privilège du fermier .....	401
A - Historique réglementaire : la naissance d'un droit coutumier .....	402
1. Les circulaires del'O.N.I.C. et le triage à façon .....	402
2. La charte des semences de 1983 .....	402
3. L'action du G.N.I.S. ....	403
B - Le privilège du fermier : application de la loi de 1970 et des textes nationaux .....	403
1. Combinaison des articles 3 et 23 de la loi de 1970 .....	403
2. Conformité des textes nationaux à l'article 5.1.3. UPOV .....	406
3. La condamnation du privilège du fermier par la jurisprudence de Nancy .....	408
4. La circulaire de juin 1989 sur la réglementation de la production des semences de ferme .....	410
II - Evolution actuelle du privilège du fermier .....	411
A - Les conséquences de l'accord .....	411
1. L'application de l'accord .....	411
2. Les débats parlementaires de novembre 1989 .....	412
3. Les derniers développements .....	415
B - Orientations actuelles .....	416

1. France .....	416
2. R.F.A. ....	418
3. Royaume-Uni .....	418
C - Le privilège du fermier dans les textes européens .....	419
1. UPOV .....	419
2. Direction générale 6 de la Commission des Communautés Européennes .....	420
3. Direction générale 3 de la Commission des Communautés Européennes .....	420
<b>REFERENCES LEGISLATIVES .....</b>	<b>422</b>

## CADRE DE L'ETUDE

Plusieurs jugements identiques rendus par le tribunal de grande instance de Nancy le 15 mai 1987 (et confirmés par la cour d'appel de Nancy le 13 octobre 1988) ont permis de mettre en lumière un point spécifique de la loi française du 11 juin 1970 sur la protection des variétés végétales : "l'autoconsommation d'une récolte pour ensemençer la suivante ; après triage à façon des semences".

La condamnation de cette pratique dite du "privilège du fermier" par les tribunaux (ayant interprété strictement la loi française) a conduit à un débat public ponctué par la circulaire de juin 1989 sur "la réglementation de la production des semences de ferme", circulaire dont l'application et l'interprétation restent imprécises.

L'étude a pour objet de resituer cette pratique actuelle au regard des textes en vigueur en France et au niveau international.



## INTRODUCTION

La production de semences à partir de grains récoltés ne concerne plus actuellement que les espèces autogammes qui ne sont pas sélectionnées par la voie hybride : il s'agit essentiellement du blé et de l'orge, ainsi que des légumineuses à grosses graines, parmi lesquelles le pois protéagineux.

Le producteur agricole doit donc effectuer à chaque campagne un choix technico-économique entre l'approvisionnement à l'extérieur (utilisation des semences certifiées) et l'auto-approvisionnement à partir de la récolte précédente (utilisation des semences de ferme). La seconde solution avant le réensemencement des grains récoltés, implique des opérations de tri dans ces grains prélevés afin d'éliminer les déchets. La plupart des agriculteurs concernés sous-traitent ces opérations à des agents économiques extérieurs : les "trieurs à façon". Il faut distinguer les coopératives entreprises de collecte des céréales et d'approvisionnement et les trieurs ambulants qui sont de petites entreprises de services spécialisées. Certains agriculteurs ont aussi choisi de l'effectuer eux-mêmes en se regroupant.

Beaucoup d'auteurs ont souligné la faiblesse du coefficient de multiplication qui caractérise les céréales à paille par rapport aux autres espèces de grande culture : avec un hectare de production de semences, on ne peut ensemercer que 20 à 40 ha pour le blé contre 100 pour le maïs et 300 pour le colza. Parmi les facteurs qui influencent le niveau de ce coefficient figure le triage à façon.

"Dans ces conditions, la logique conduit à la généralisation du triage à façon et des traitements à la ferme en vue d'abaisser au minimum les prix de revient" (H. Feyt - Semences et variétés de l'an 2000-Perspectives Agricoles n°111).

De cette considération résultent deux problèmes économiques fondamentaux

- Selon les espèces considérées, les ventes de semences certifiées se situent bien au-dessous de leur marché potentiel et les entreprises semencières subissent de la part des semences de ferme une concurrence qu'elles estiment déloyale.

Le taux d'utilisation des semences certifiées pour les céréales est en France de l'ordre de 60 % (voir le tableau à la fin de ce chapitre) et n'a jamais dépassé les 2/3 du marché potentiel. Depuis 1971, le taux d'utilisation des semences certifiées (31 %) a connu une augmentation constante pour stagner ces dernières années (55 à 60 %). Les % restants sont ensemençés à partir de la récolte triée et traitée individuellement

ou "à façon". Le développement du triage à façon et la baisse du prix du blé (1) expliqueraient cette stagnation. Les chiffres globaux cachent des grandes disparités et l'ensemencement avec des semences certifiées est souvent plus bas dans les grandes régions céréalières.

- Ces fluctuations conditionnées par plusieurs facteurs peuvent avoir des effets désorganisateur sur l'amont de la filière (stock chez les distributeurs, prévisions pour les établissements multiplicateurs dont la rémunération constitue les 2/3 du coût des semences certifiées).

C'est avant tout le premier problème qui a généré la querelle au niveau professionnel. Les obtenteurs se plaignent du préjudice financier qui leur serait causé par le triage à façon, celui-ci revenant à produire des semences qui ne payent pas de redevance au concessionnaire exclusif du droit d'obtention ou au titulaire d'une licence non-exclusive. Ce manque à gagner se répercuterait sur leurs efforts de recherche de variétés nouvelles plus performantes. Ils souhaitent l'abandon du triage à façon et l'achat de semences certifiées

Des décisions judiciaires leur ont donné raison tout en provoquant une large controverse que n'a pas atténué la circulaire de juin 1989 (I)

Les débats actuels doivent impérativement tenir compte des pratiques étrangères et des discussions au sein de l'UPOV et de la CEE, ces derniers travaux étant orientés sur la protection et l'utilisation des produits issus de la biotechnologie végétale (II).

(1). La modification de la Politique Agricole Commune qui a engagé un système de réduction des prix a joué un rôle important. Les revenus à l'hectare ont diminué, les marges se sont réduites, les agriculteurs regardent sur quel poste ils peuvent faire des économies.

TABLEAU 1 : EVOLUTION DU TAUX D'UTILISATION DES SEMENCES CERTIFIÉES DE CÉRÉALES  
(SOURCE : GNIS-SEES) (%)

Campagnes	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88
Blé tendre	60	64	62	62	66
Blé tendre d'hiver	60	64	61	58	66
Blé tendre de printemps	98	89	147	104	94
Blé dur	69	68	68	60	70
Orge	66	75	74	75	79
Orge d'hiver	71	81	77	78	83
Orge de printemps	56	65	68	66	70
Avoine	42	52	48	54	47
Avoine d'hiver	44	52	49	54	47
Avoine de printemps	42	52	47	54	47
Seigle	23	22	20	22	28
Triticale	60	89	77	57	63
Riz	91	106	99	110	111
Céréales	60	66	64	61	68

#### I - ENVIRONNEMENT REGLEMENTAIRE DU PRIVILEGE DU FERMIER

L'I.N.R.A. a été pendant longtemps le seul à promouvoir un programme de recherches consacrées à la transformation des céréales en cherchant à parvenir à des variétés de semences répondant aux critères DHS et de rendement. L'I.N.R.A. a ainsi occupé au stade des semences de base ou de production une position dominante. Cette production livrée aux agriculteurs-multiplicateurs (qui eux réalisent les semences commerciales ou certifiées, utilisées par l'agriculteur) couvrait 90 % du marché.

Il était de pratique immémoriale que l'agriculteur pouvait ensemer son champ avec une partie du produit de sa récolte, ceci après triage et nettoyage du grain.

Cependant, des organismes privés sont apparus occasionnant une multiplication du nombre des variétés. Ces sélectionneurs "privés" ne bénéficièrent pas de l'aide apportée par les fonds publics et durent faire face à des investissements onéreux.

Ce sont ces sélectionneurs privés qui ont dénoncé "l'usage" et engagé des instances contre les agriculteurs trieurs à façon. Il faut bien distinguer le triage à façon de l'acte de réensemencement ; les deux aspects ne sont pas à confondre même s'ils sont liés.

- d'une part, sans triage du grain récolté (nettoyage), l'agriculteur ne pourrait pas réensemencer ;

- d'une part, si le triage à façon est une pratique ancienne, on ne peut discuter du droit au réensemencement qu'à partir du contenu de la loi de 1970 sur la protection des variétés végétales.

#### A - Historique réglementaire : la naissance d'un droit coutumier

Il n'y a pas eu de conflits judiciaires entre agriculteurs et multiplicateurs jusque dans les années 1985, ce qui implique la non utilisation du contenu de la loi de 1970 au regard du réensemencement. Le débat s'est orienté initialement sur le triage à façon.

##### 1. Les circulaires de l'O.N.I.C. et le triage à façon

L'O.N.I.C., établissement public, veille à la régulation du marché céréalier (décret du 23.11.1937, modifié en 1973 afin d'être adapté aux dispositions de la C.E.E.) Sa compétence s'étend "aux actions tendant à développer le stockage, la commercialisation et l'utilisation des céréales et des produits dérivés."

La pratique du triage à façon a été définie pour la première fois dans une circulaire du 10.09.1938. L'origine de la pratique se trouvait dans des difficultés conjoncturelles d'approvisionnement. Celles-ci ayant disparu, le triage à façon s'est pourtant maintenu.

Une circulaire du 2.09.1971 a codifié le triage à façon :

" C'est l'opération qui consiste pour un agriculteur, à remettre moyennant la rémunération, à une tierce personne une certaine quantité de céréales pour qu'elle les trie, et une fois le triage effectué à remporter la totalité des produits résultant du triage céréales triées et déchets du triage".

Il faut noter la distinction faite entre l'agriculteur lui-même qui trie à la ferme avant de réensemencer et la tierce personne qui opère pour son compte.

Le trieur à façon doit bénéficier de l'autorisation préalable du Comité départemental des céréales, autorisation délivrée pour une campagne, renouvelée avant chaque campagne. D'autres règles plus précises permettent à l'O.N.I.C. de vérifier la bonne qualité du triage.

La pratique s'est peu à peu perpétuée d'année en année instaurant (indirectement) selon les termes du Ministère de l'Agriculture, une "industrie parallèle des semences".

##### 2. La Charte des Semences de 1983

A l'issue d'une concertation interprofessionnelle entre le G.N.I.S. et l'O.N.I.C. en 1983, une "charte des semences" a été publiée conjointement, en concertation notamment avec l'A.G.P.B. et l'I.T.C.F. Un projet de décret avait même été établi afin de mieux contrôler le triage à façon. Mais sollicité pour avis, le Ministère de la Justice indiqua que l'objet du décret relevait du domaine législatif ce qui entraîna l'abandon du projet.

Cette charte abordait la question de la concurrence entre semences certifiées et semences de ferme et ses implications techniques, économiques et financières :

- l'amélioration de la sécurité technique des producteurs de céréales passe par l'utilisation de semences certifiées ;
- la bonne santé financière des sélectionneurs de céréales aussi ;
- la production de semences de ferme assortie du triage à façon présente certains aléas du point de vue de la sécurité technique (diminution de la faculté germinative, moindre pureté spécifique...)
- la réglementation du triage à façon par l'ONIC n'est pas toujours respectée, et surtout par les trieurs ambulants.

### 3. L'action du G.N.I.S.

Le G.N.I.S. a publié plusieurs brochures afin d'inciter les agriculteurs à se détourner du triage à façon pour prendre l'habitude d'acheter des semences certifiées à chaque campagne.

L'action s'est déroulée selon 2 axes :

- des actions d'information tendant à montrer que l'achat de semences certifiées est économiquement préférable à l'auto-provisionnement,
- une incitation financière : "l'échange-semences".

On rembourse au producteur la taxe globale perçue sur les livraisons de céréales d'une espèce donnée proportionnellement aux achats de semences certifiées de la même espèce.

Cette mesure n'a jamais eu les résultats escomptés.

Cet état de fait incita les détenteurs à rechercher une autre voie d'action : l'utilisation de la loi protégeant les variétés végétales.

### B - Le privilège du fermier : application de la loi de 1970 et des textes nationaux

La loi de 1970 n'a fait l'objet d'aucune interprétation ou d'application au regard du privilège du fermier pendant les 15 premières années de sa mise en oeuvre.

Ce n'est qu'à partir de 1985 que furent effectuées des saisies-contrefaçon qui aboutirent aux décisions de Nancy.

### 1. Combinaison des articles 3 et 23 de la loi de 1970

#### Article 3

"Toute obtention végétale peut faire l'objet d'un titre appelé "C.O.V." qui confère à son titulaire un droit exclusif à produire, ... tout ou partie de la plante, ou tous éléments de reproduction ou de multiplication végétative de la variété considérée

et des variétés qui en sont issues par hybridation lorsque leur reproduction exige l'emploi répété de la variété initiale".

### Article 23

"Toute atteinte portée aux droits du titulaire d'un certificat d'obtention végétale tels qu'ils sont définis à l'article 3 ci-dessus constitue une contrefaçon engageant la responsabilité de son auteur. Toutefois, si cette atteinte a été le fait d'un tiers autre que le reproducteur ou le multiplicateur, elle ne constitue une contrefaçon que si elle a été commise en connaissance de cause".

Sous réserve des dispositions de l'article 3, ne constitue pas une atteinte aux droits du titulaire d'un C.O.V. l'utilisation de la variété protégée comme source de variation initiale en vue d'obtenir une variété nouvelle.

#### a) La particularité de l'article 3 de la loi de 1970

Le jeu combiné des articles 3 et 23 de la loi de 1970 ne laisse prévoir qu'une seule exception au droit exclusif de l'obtenteur sur la reproduction de sa variété : l'utilisation de celle-ci comme source de variation initiale en vue d'obtenir, à des fins purement expérimentales, une variété nouvelle (ce qui est conforme à l'article 5-3 UPOV).

L'article 3 mentionne clairement la production de la variété protégée parmi les opérations soumises au droit exclusif de l'obtenteur.

Il s'agit ici de toute production, qu'elle soit destinée à des fins commerciales ou à des fins privées.

C'est une distinction très nette du droit français vis-à-vis de la Convention UPOV (telle que modifiée en 1978) qui dans son article 5-1 stipule : "le droit accordé à l'obtenteur a pour effet de soumettre à son autorisation préalable la production à des fins d'écoulement commercial...".

Cette particularité n'a cependant pas été relevée par la Commission de la concurrence dans son avis du 10/10/1985 relatif à la situation de la concurrence dans le secteur des semences de céréales à paille, de maïs et d'endives (Rapport annuel 1985 - p.29).

"..., bien que le coût de la semence soit assez modeste, comparé à celui des autres facteurs de production de la céréale de consommation, l'agriculteur y demeure d'autant plus attentif qu'il n'est pas contraint d'acheter des semences certifiées : il peut en effet, moyennant un traitement assez sommaire, ressemer une partie de la céréale de consommation qu'il a produite. Cette "semence à la ferme", dont le coût est très inférieur à celui de la semence certifiée que vendent les établissements

producteurs, est peu performante en termes de qualité germinative et de rendement. Elle n'en constitue pas moins une alternative pour l'agriculteur..."

La Commission de la concurrence ne fit aucune allusion à la semence de ferme lorsqu'elle interpréta l'article 3 de la loi de 1970, selon lequel "nul ne peut produire des semences de la variété protégée sans le consentement exprès de l'obtenteur".

b) L'origine de cette distinction

Lors des travaux préparatoires de la loi de 1970, l'article 1er fut présenté à l'Assemblée Nationale le 24/06/1969 sous les termes suivants :

"L'obtention par tout procédé d'une variété végétale nouvelle, qu'il s'agisse d'une lignée, d'une souche, d'un clone, d'un hybride ou d'une population, peut faire l'objet d'un titre appelé "C.O.V.", qui confère à son titulaire un droit exclusif à produire en vue de la vente... des éléments de reproduction ou de multiplication végétative..."

L'article 1 était justifié ainsi : "L'obtenteur ne peut raisonnablement faire grief à l'agriculteur de ce que les plantes qu'il met sur le marché contiennent des graines ou des semences"

Au nom de la Commission de la production et des échanges, M. Cointat se demandait le 2/10/1969 s'il convenait de "limiter l'exercice de ce droit aux éléments de reproduction ou de multiplication vendus en tant que tels ?".

Le 4/12/1969, il présentait à l'Assemblée Nationale l'amendement suivant modifiant l'article 1 :

"Toute obtention végétale peut faire l'objet d'un titre appelé C.O.V. qui confère à son titulaire un droit exclusif à produire,..."

M.Cointat expliqua cette nouvelle rédaction par les termes suivants : "Enfin il lui (La Commission de la production) a paru opportun que la loi s'applique à tous les stades de la production et de l'utilisation pour permettre un contrôle et une protection efficaces".

L'amendement fut adopté et passa inaperçu au Sénat.

Sans doute, les rédacteurs de ce texte n'ont-ils pas perçu à l'époque toutes les conséquences qui pourraient en être dégagées et les bénéficiaires non plus... au départ ! Il semble cependant que le législateur n'ait pas eu l'intention d'interdire aux agriculteurs de produire leurs propres semences.

L'article 3 de la loi de 1970 se trouve isolé par rapport aux autres textes nationaux relatifs à la protection des obtentions végétales.

2. Conformité des textes nationaux à l'article 5-1-3 de la convention UPOV

- BELGIQUE

Loi du 20/05/1975 sur la protection des obtentions végétales (modifiée en 1981).

Article 21

"Le titulaire d'un certificat d'obtention a le droit exclusif de soumettre à son autorisation préalable et aux conditions qu'il fixe, la production à des fins commerciales..."

- ITALIE

Décret n°974 du 12/08/1975 (amendé en 1985)

Normes pour la protection des nouvelles variétés végétales.

Article 4

"Les droits de brevet pour des variétés végétales nouvelles consistent en la faculté exclusive de produire pour la vente, ... le matériel de propagation ou de reproduction de la variété nouvelle brevetée".

A l'occasion d'un jugement relatif aux fleurs coupées, le tribunal de San Remo (13/01/1986) en a profité pour réaffirmer par ailleurs l'existence en Italie du privilège du fermier.

- PAYS-BAS

Loi concernant les semences et les plants du 6/10/1966 (amendée en 1984).

Article 40

"1. Le titulaire d'un droit d'obtenteur a, à des fins commerciales, le droit exclusif de produire..."

La Cour Supérieure néerlandaise (Hoge Raad) a dans une décision du 12/04/1985 reconnu le privilège du fermier. "On peut déduire des mots "à des fins commerciales" que la production de matériel de multiplication pour une utilisation dans sa propre exploitation (Verwendung im eigenen Betrieb n'est pas liée à une autorisation préalable du titulaire du C.O.V."

Elle a apporté à ce principe une limitation justifiée par la nature de l'espèce : la production de fleurs coupées.



- R.F.A

Loi sur la protection des variétés végétales du 11/12/1985

§ 10-1

"La protection des variétés a pour effet que le titulaire est seul en droit de produire du matériel de multiplication de la variété protégée pour le commercialiser ou de le commercialiser".

La Cour fédérale supérieure dans sa décision "Achat" du 15/12/1987 a précisé les contours du privilège du fermier. Le fermier qui cultive des variétés protégées à des fins de consommation n'est pas affecté par le D.O.V. Cependant, cela ne doit pas être interprété dans un sens qui restreindrait le droit exclusif de l'obtenteur de commercialiser son matériel de multiplication. La culture à des fins de consommation propre est autorisée contrairement à celle qui conduirait à la production commerciale d'une nouvelle semence, ce qui déposséderait l'obtenteur de son droit à la commercialisation de son matériel de multiplication.

- ROYAUME-UNI

Loi de 1964 sur les variétés végétales et les semences (modifiée en 1983)

Article 4-1

"En application de cette Partie de la présente loi, le titulaire de droits d'obtenteur de plantes pour une variété végétale donnée aura le droit exclusif de, et d'autoriser d'autres personnes à :

b) produire le matériel de reproduction de la variété végétale en Grande-Bretagne dans le but de la vendre".

- SUISSE

Loi fédérale sur la protection des obtentions végétales -1975(amendée en 1980)

Article 12-1

"La protection des variétés a pour effet que nul ne peut professionnellement, sans l'accord du détenteur, produire pour le commercialiser, du matériel de multiplication de la variété protégée".

L'ensemble des textes précités fait ainsi allusion à la production du matériel de reproduction à des fins de commercialisation. L'utilisation à nouveau

par l'agriculteur à son propre compte de semences obtenues après une première culture est libre.

## - ETATS-UNIS

### 1. Plant Patent Act - 1930

#### Article 163

"La délivrance du brevet de plante confère le droit d'interdire à autrui de reproduire asexuellement la plante ou de vendre ou d'utiliser la plante ainsi reproduite".

Il n'y a pas à insister sur le "Plant Patent Act" relatif aux plantes asexuées et qui s'est surtout développé en matière de plantes ornementales.

### 2. Plant Variety Protection Act - 1970

Ce texte vise les plantes à reproduction sexuée (par semence). Le privilège du fermier et l'exemption de recherche sont les deux exclusions au monopole exclusif conféré à l'obtenteur. Le fermier peut lors de la récolte prélever des semences protégées et les réutiliser dans la production d'une récolte dans sa ferme. Il peut tout aussi bien vendre à d'autres fermiers cette semence protégée à des fins de récolte.

La jurisprudence "Delta Pine" (US District Court Mississippi 3/03/1982, us Court of Appeals Fifth Circuit 3/01/1983) et "Asgrow seed" (US District Court of Louisiana 26/05/1987 confirmé par le C.A.F.C.) insiste surtout sur la fonction du fermier. Récolte-t-il pour vendre à des fins de reproduction ou non ? Il s'agit de ne pas remettre en cause le droit conféré à l'obtenteur de la commercialisation de la variété protégée.

### 3. La condamnation du privilège du fermier par la jurisprudence de Nancy.

La plupart des obtenteurs présents en France confient sur une base volontaire la gestion de leurs droits à la C.G.L.V. (Caisse de Gestion des Licences Végétales) pour les délégations et à la SICASOV (SICA des Sélectionneurs Obtenteurs de variétés végétales) pour les concessions de licences exclusives.

Le groupe C.G.L.V. - SICASOV a donc mis en garde officiellement dans un communiqué de presse les trieurs à façon en disant :

"Trier des grains (à façon ou non) pour en faire des semences revient à produire des semences. Or, ce droit est réservé au titulaire du C.O.V. Le trieur à façon est donc contrefacteur".

Sur cette base, des saisies-contrefaçon ont été opérées en 1985, ce qui a donné lieu aux instances de Nancy.

a) Le jugement du T.G.I. de Nancy - 15 mai 1987

Le Groupement agricole essonnois (G.A.E.) a obtenu un C.O.V. sur une variété d'orge et conclu un contrat de licence avec la SICASOV portant sur la reproduction et la vente exclusive des semences protégées.

La société coopérative Blés de Dijon exerce une activité de triage : "elle trie la récolte amenée par les agriculteurs (récolte obtenue après ensemencement des semences protégées) en séparant pour le compte de ceux-ci les graines destinées à l'ensemencement des déchets".

G.A.E. et SICASOV ont assigné Blés de Dijon en contrefaçon du C.O.V.

- élément matériel de la contrefaçon : le triage à façon.

Le tribunal a retenu que le triage à façon constituait un acte de production de semences.

"... par l'action combinée de l'obtention de la récolte destinée au triage (action biologique) et de la séparation des semences et des déchets (action mécanique), il y a eu production d'élément de reproduction ce qui revêt un caractère illicite au regard de l'article 3-1..."

L'acte de triage a modifié la destination habituelle de la semence (vente ou auto-consommation), les grains séparés et triés sont selon le tribunal des "semences par destination".

- élément moral de la contrefaçon : l'usage à titre personnel

L'agriculteur arguait du fait que les graines utilisées après triage l'étaient en tant que semences de consommation pour ses propres besoins ce qui interdisait la qualification du triage comme acte de contrefaçon. Cet argument n'a pas été retenu. cela "ne change rien au fait que ces semences sont produites à partir de variétés protégées, sans l'autorisation du titulaire du C.O.V."

Toute idée de consommation a été exclue puisque par définition "une semence est destinée à la reproduction d'une variété. Dès lors, selon le tribunal : "l'utilisation même à des fins personnelles... de semences obtenues après une opération de triage, à partir d'ensemencement de variétés certifiées, donc protégées... en vue de fabriquer ses propres semences... est illicite".

Il en irait autrement si le triage s'opérait sur des grains ne provenant pas de semences protégées.

b) La décision de la Cour d'Appel de Nancy - 13 septembre 1988

La Cour a confirmé le jugement de mai 1987 et a notamment réitéré qu'il ne s'agissait pas de semences de consommation mais de reproduction. Elle a pris appui sur l'article 3 du décret 71/765 déterminant la portée du droit de l'obteneur sur chacune des espèces végétales.

Aux termes de l'article 3 le droit de l'obteneur porte sur les semences telles que définies à l'article 1 du décret de 1981 (sur la répression des fraudes en matière de semences et plants), ainsi que sur les plantes ou parties de plantes commercialisées en vue de la plantation".

L'article 1 du décret de 1981 parle de végétaux ou parties de végétaux destinés à la production ou à la multiplicatoin. D'après les juges, l'article 3 visait les semences en dehors de tout élément de commercialisation ce que contestaient les appelants. De toute façon la Cour a retenu le triage comme circonstance prouvant l'intention de commercialiser

Face aux remous provoqués par la décision de Nancy, les semenciers affirmèrent ne pas vouloir priver les agriculteurs du droit de produire leurs propres semences mais en contrepartie de redevances de licences.

4. La circulaire de juin 1989 sur la réglementation de la production des semences de ferme

Un accord est intervenu entre les organisations professionnelles agricoles et le G.N.I.S., officialisé par la déclaration du 4.07.1989.

Il en résulte que les exploitants agricoles pourront utiliser des graines de consommation à des fins de semences, à condition que la transformation ait été réalisée à partir des productions et des équipements leur appartenant en propre, ou dans le strict cadre de l'entraide agricole telle que définie à l'article 20 de la loi n°62-933 du 8/08/1962 :

"l'entraide est réalisée entre agriculteurs par des échanges de services en travail et en moyens d'exploitation.

Elle peut être occasionnelle, temporaire ou intervenir d'une manière régulière. L'entraide est un contrat à titre gratuit, même lorsque le bénéficiaire rembourse au prestataire tout ou partie des frais engagés par ce dernier..."

La référence à l'entraide est un amendement apporté par la F.N.S.E.A. lors de la réunion du 30 mai 1989 sur le triage à façon ayant précédé la signature de l'accord.

## II - EVOLUTION ACTUELLE DU PRIVILEGE DU FERMIER

### A - Les conséquences de l'"accord sur le triage à façon"

L'accord a provoqué beaucoup de remous auprès des agriculteurs. Le Ministère de l'Agriculture a été fréquemment sollicité y compris lors des débats parlementaires de l'automne 1989. Il a fallu attendre juin 1990 pour aboutir à un début de consensus avec la cessation des instances judiciaires relatives au triage à façon.

#### 1. L'application de l'accord

##### a) La réaction des agriculteurs à l'accord

- Au début de septembre 1989, mille agriculteurs ont manifesté à Poitiers pour dénoncer les conséquences de l'accord du 4 juillet. Le MODEF, la Confédération Paysanne, la FFA, le CDJA des Deux-Sèvres, les trieurs à façon regroupés dans un Comité de Liaison, rejoints par de nombreux adhérents de la FDSEA ont décidé de continuer le triage.

"Cet accord touchait selon eux directement les C.U.M.A. et les trieurs à façon, et par là-même tous ceux qui ont recours à leurs services, n'ayant pas les moyens d'amortir seuls le matériel nécessaire".

- Le G.N.I.S. a d'après l'accord reçu mission de faire respecter la déclaration autorisant "les seuls agriculteurs propriétaires de leur matériel à utiliser leur production pour ensemençer". Il a alors dressé des procès-verbaux à des trieurs à façon, membres du Comité de Liaison. En riposte, 200 agriculteurs ont occupé à Poitiers le siège du G.N.I.S. Le délégué régional du G.N.I.S. s'engage alors à ne plus dresser de procès-verbaux durant la campagne et le ministre suspend les suites à donner aux procès-verbaux dans l'attente de la décision du Conseil d'Etat, lequel a été saisi d'un recours contre l'accord déposé par le Comité Demeter (Comité Juridique pour la Défense du Triage à Façon, créé en 1988).

- Le Comité de liaison et le FNCUMA ont été reçus au Ministère où l'accord a été défendu.

- Fin septembre 1989, V.Desprez, président du G.N.I.S. a démissionné. Toutefois, à la demande des responsables de l'interprofession des semences et après avoir reçu des assurances très claires du Ministère de l'Agriculture, il est revenu sur sa décision. Le Ministre a revu les décisions extorquées par la menace et s'est engagé à ce que les procès-verbaux dressés par le G.N.I.S. soient instruits.

##### b) L'intervention du Ministère de l'Agriculture

Il a publié à l'automne 1989 une note sur l'accord "trilage à façon" relevant que "la pratique du triage artisanal à la ferme ne devait pas être poursuivie devant les tribunaux si elle ne donnait pas lieu à des détournements de type industriel".

"L'objectif de l'accord n'était pas de faire passer le taux d'utilisation des semences certifiées à 100 % mais d'éviter que ne se développe une véritable industrie de triage qui aurait pu concurrencer dangereusement le secteur contrôlé".

Les premiers chiffres révélés en 1990 laissent apparaître que beaucoup de trieurs à façon à poste fixe ont cessé leurs activités, laissant la place aux trieurs ambulants, qui eux ne sont guère contrôlables. Le Ministère est d'avis que l'accord a déjà endigué la baisse d'utilisation des semences certifiées.

Dans une lettre du 9 février 1990 adressée à un député, M. H. Nallet affirmait :

"les utilisateurs limitent le triage des céréales de consommation aux capacités des moyens de la ferme et de l'entraide,

les coopératives et les entreprises spécialisées doivent donc renoncer à une pratique contraire à la loi et qui avait pris une telle dimension (surtout en l'absence de redevances) qu'elle entraînait une distorsion de concurrence pour les semences certifiées et un risque certain pour l'avenir de nos capacités nationales de sélection".

Les procès-verbaux adressés à l'automne 1989 à l'encontre des trieurs parle G.N.I.S. ont été soumis à la Commission Interprofessionnelle de contrôle de l'application de la Réglementation. Celle-ci a proposé pour les 22 dossiers, 19 amendes de 15000 à 45000F ( et 3 amendes de 2500 à 5000 F pour des trieurs qui se sont engagés à cesser cette pratique). Le Ministère de l'Agriculture a entériné ces propositions par un arrêté signé le 28.12.1989 et les a signifiés aux intéressés au début de l'année 1990.

Les verbalisés ont réagi en créant un organe permanent de liaison pour le triage à façon qui regroupe la Confédération Paysanne, le MODEF, le FFA, l'Association Générale du Triage à Façon et Demeter 88 (15.02.1990). Cet organe est fermement déterminé à défendre le droit et la liberté de choisir entre l'achat de semences ou l'utilisation de la récolte et a décidé le non-paiement des amendes et la préparation de la nouvelle campagne de triage.

Les trieurs à façon sont également intervenus en direction de l'Assemblée Nationale et du Sénat.

## 2. Les débats parlementaires de novembre 1989 : les amendements déposés

A deux reprises au Sénat le 3.11.1989 puis à l'Assemblée Nationale le 22.11.1989, des amendements ont été déposés pour obtenir la liberté totale du triage à façon, sans aucune taxe. Et les sénateurs ont de nouveau posé la question au Ministre le 28.11.1989 à l'occasion du vote du budget de l'agriculture.

a) Sénat - Séance du 3 novembre 1989

Le Comité de Liaison a rencontré tous les groupes parlementaires et a soumis un projet d'amendement à introduire dans la loi d'adaptation de "l'exploitation agricole à son environnement économique et social".

G. Robert (GD) et des sénateurs du PC ont repris à leur compte sous la forme de deux amendements identiques, le projet du Comité de Liaison ainsi rédigé :

" Ne saurait constituer une infraction aux lois et décrets concernant la commercialisation des semences ni donner lieu à une taxe, l'utilisation par les agriculteurs de leur propre production comme semences, y compris après usage et traitement à façon ou en collectivité".

Un troisième amendement déposé par MM. Dumont (UREI) et Pluchet (RPR) n'a pas été soutenu. Il était ainsi rédigé :

"Le deuxième alinéa de l'article 23 de la loi n° 70-469 du 11.06.1970 relative à la protection des obtentions végétales est complété par la phrase suivante :... non plus que l'utilisation par les agriculteurs de leur propre production comme semences, y compris après usage et traitement à façon ou en collectivité".

Ces amendements n'ont pas été adoptés.

Bien que défavorable à ces trois amendements, M. Daunay (Union Centriste) se posa la question suivante :

"Pourquoi, lorsqu'il s'agit de l'entraide, ce que proposent ces amendements est possible, alors que, lorsqu'il s'agit d'une coopérative, donc du matériel en commun, ou d'une CUMA, qui est pourtant l'exemple même de l'entraide, avec engagement personnel et familial, ce ne l'est plus ?"

Le Ministre de l'Agriculture a alors insisté sur les efforts de recherche et d'investissements publics et privés concernant l'amélioration des semences végétales.

"Dans la situation de concurrence dans laquelle nous nous trouvons à l'intérieur comme à l'extérieur de la Communauté..., nous devons non seulement maintenir notre propre système de production de variétés, mais aussi développer ce progrès technique et cette recherche".

Ceci explique son refus du commerce du triage à façon.

b) Assemblée Nationale - Séance du 22 novembre 1989

L'étude de trois amendements a été présentée lors de la discussion du même projet de loi (Article 32 quater).

\*M. Gengenwin (UDC) relève la possibilité théorique pour un agriculteur d'utiliser des semences qu'il a lui-même produites (s'il possède le matériel de triage nécessaire). Le recours aux coopératives étant interdit, il s'oppose au monopole abusif détenu par les semenciers.

\*M. Lepercq (RPR) souligne la qualité des semences triées et l'économie qui en résulte. Il demande de maintenir le statu quo pendant au moins 5 ans tout en acceptant l'interdiction du triage pour les semences issues de multiplication.

\* M. Goldberg (PC) insiste sur la qualité des semences triées et sur l'incapacité des petits exploitants à acheter du matériel de triage pour utiliser leur propre production.

Ces trois amendements tous rejetés visaient l'abrogation du contenu de l'accord du 4/07/1989.

Défendant ce même accord, le Ministre de l'Agriculture déclarait : "Le triage à façon n'est pas interdit : les producteurs ont le droit de trier leur propre productin chez eux. Ils peuvent même se grouper. Mais, ce qui ne sera plus autorisé, ce sera le triage effectué par des ensembles relativement grands, pour le compte des producteurs... je suis prêt à discuter pour régler les problèmes sur le terrain. J'ai ainsi donné l'ordre aux DDA et aux préfets de rechercher des formules d'accord chaque fois qu'un incident se produira..."

M. Cointat conforte la prise de position de M. Nallet en disant que "le triage devra être réalisé avec l'équipement appartenant en propre à l'exploitant ou dans le cadre de l'entraide agricole".

Enfin, le P.S. reconnaît de manière unanime que "le maintien du triage à façon traditionnel nuit à la recherche" et vote contre les amendements tout en souhaitant que le triage se maintienne chez les petits producteurs.

c) Sénat - Séance du 28 novembre 1989



M. le sénateur Soucaret (G.D.) a de nouveau évoqué la question lors de la discussion du budget de l'agriculture et a contesté l'accord du 4/07/1989.

"Je n'ai pu trouver l'article qui interdit à un agriculteur d'utiliser sa propre récolte pour quelque utilisation que ce soit, sauf la vente à un tiers en produit de semence".

Il présenta ensuite un projet d'amendement rédigé par M. Petit Pigeard de la C.G.L.V. (où sont regroupés la plupart des obtenteurs). Ce projet tend à remettre en cause ledit accord "en étendant la possibilité de triage à tous les agriculteurs, plus particulièrement le triage à façon par prestation de service, c'est-à-dire les entreprises de travaux agricoles tout à fait compétentes pour ce genre de travail".

### 3. Les derniers développements

#### a) La cessation des instances judiciaires en cours

Avant l'accord du 4 juillet, les obtenteurs (C.G.L.V. - SICASOV) avaient intenté à l'encontre des trieurs, une série de procès en contrefaçon. De plus, la coopérative Blés de Dijon à la suite de la décision de Nancy de septembre 1988 s'était pourvue en cassation, appuyée par l'A.G.P.B. et la F.N.S.E.A.

L'accord du 4 juillet faisait référence au relevé des conclusions de la réunion "trilage à façon" du 30.05.1989 en présence des représentants de l'A.G.P.B., de la F.N.S.E.A., de l'U.N.C.A.C., du G.N.I.S., de la C.G.L.V. - SICASOV, de l'O.N.I.C. et de la D.P.E. Selon ces conclusions le C.A.F. avait demandé en contrepartie du texte de l'accord une suspension des instances judiciaires en cours. Or, la SICASOV prétendit n'avoir donné son accord qu'au regard de la réglementation des semences et non par rapport à la propriété industrielle. Des négociations ont eu lieu entre l'A.G.P.B. et la SICASOV pour arrêter les instances judiciaires qui les opposaient sur le triage à façon avant l'accord. Ce problème fut évoqué à l'Assemblée Nationale le 8.06.1990 par M. Auberger qui demanda au Ministre d'intervenir vis-à-vis de ce point non appliqué de l'accord.

Ce n'est qu'à la fin de juin 1990 que cet accord a été signé entraînant désistement du pourvoi en cassation dans l'affaire de Nancy et des désistements dans les instances où l'A.G.P.B. et la SICASOV étaient partie. Ceci ne touche en aucun cas les instances en cours devant les juridictions administratives au regard des circulaires de l'O.N.I.C. et de la validité de l'accord du 4 juillet.

#### b) Les derniers jugements du T.G.I. de Paris

Le retard pris dans les négociations a permis à différentes procédures d'aboutir (4 le 22.06.1989, 7 le 10.01.1990 et 5 le 12.01.1990).

Les jugements reprennent les fondements de la décision de Nancy :

" Dès lors,... les faits reprochés aux défendeurs, consistant à utiliser des semences obtenues après une opération de triage à façon, à partir d'ensemencements de variétés certifiées, en vue de pratiquer leurs propres semences n'entrent pas dans les prévisions de la loi de 1970 et sont illicites" (T.G.I. Paris 22.06.1989)

Verneuil R. - SICASOV/Sica Vanagri

Un autre jugement relève : "Qu'aucune exigence légale de commercialisation ne vient limiter le droit de l'obtenteur à produire la variété, objet du C.O.V. "

Le T.G.I. fait référence à l'article 1 du décret de 1981 pour en conclure que "le droit de l'obtenteur porte sur la semence de la variété de blé tendre protégée, que cette semence soit ou non commercialisée".

- que l'acte de production sans autorisation de cette semence "ne saurait être justifié par un prétendu épuisement des droits de l'obtenteur sur son produit régulièrement mis sur le marché, au mépris des textes qui accordent au titulaire du C.O.V. un droit exclusif à produire des semences à savoir en l'espèce des graines destinées à la production ou à la multiplication de la variété de blé tendre protégée".

Il est vrai que le droit de l'obtenteur ne s'épuise que lorsque l'usage ou la production de la variété protégée est destinée à une consommation objet d'une transformation industrielle (farine...). T.G.I. Paris 12.01.1990.

## B - Orientations actuelles

L'accord sur le triage à Façon de juillet 1989 ainsi que les décisions de Nancy ont été étudiées avec beaucoup d'attention chez nos voisins européens. La Belgique et le Royaume-Uni mettent en place des systèmes permettant aux obtenteurs de récupérer des redevances auprès des trieurs à façon et des agriculteurs.

Ce n'est pourtant pas l'orientation prise en France.

### 1. France

a) Sur la base des textes actuels, il ne serait pas juridiquement impossible de faire payer des redevances aux utilisateurs de semence de ferme, éventuellement prélevées par les trieurs à façon.

Cependant, ce n'est pas la solution envisagée dans l'accord puisque les obtenteurs acceptent de ne pas exercer de droit de perception de redevances sur les

agriculteurs préparant eux-mêmes leurs semences (le triage à façon est interdit par un tiers, seule l'entraide véritable limite du privilège du fermier est tolérée).

Les obtenteurs semblent seulement espérer à travers un consensus avec les organisations professionnelles agricoles, développer la part des semences certifiées dans la consommation des agriculteurs. Ils souhaitent éliminer la concurrence déloyale représentée par la prestation de service du triage à façon échappant à toute taxe.

b) Le Comité Demeter 88 (de défense du triage à façon) revendique "le droit d'exister pour les trieurs à façon, et de rentabiliser les investissements qu'ils ont réalisés, le droit de vendre un service aux agriculteurs qui n'ont pas les moyens d'investir seuls dans du matériel du triage ou de traitement, la possibilité pour l'agriculteur de disposer de semences à un prix moins élevé que la semence certifiée".

Le Comité Demeter ne cache cependant pas qu'une formule à l'anglaise pourrait le satisfaire.

c) La C.G.L.V., a dès juillet 1988 contesté le contenu de l'accord. Plutôt que d'officialiser ou d'interdire une pratique et une prestation de service, la C.G.L.V. souhaite faire état des semences de ferme mais en préciser les limites.

- il faut exclure la vente, la cession, l'échange des semences de ferme produites par un exploitant agricole à partir de sa récolte,

- les exploitants agricoles triant eux-mêmes (ou par des tiers) doivent prendre légalement des licences de production avec paiement de redevances afférentes. Cette licence épousera le droit de l'obteneur vis-à-vis de la première reproduction de l'exploitant agricole.

La C.G.L.V. reconnaît les semences de ferme si elles supportent les frais de recherche.

"Il faut n'exclure du règlement des redevances que les seules productions destinées à la recherche et à l'amélioration variétale et les productions de semences destinées au jardinage et à l'alimentation familiale".

d) L'A.G.P.B. souhaite préserver l'espace de liberté de l'agriculteur conformément à la Déclaration du 4.07.1989. A cette fin, elle a proposé de modifier l'article 1 du décret du 18 mai 1981 sur la répression des fraudes et de définir la semence objet du droit de l'obteneur comme suit :

" Le présent décret s'applique sous le terme "semences" ou "plants", aux végétaux ou parties de végétaux de toute nature produits dans les conditions

prévues à l'article 2 ou triés par des moyens autres que ceux appartenant en propre aux exploitations agricoles en vue de la production ou de la multiplication".

Il en résulte que les semences provenant du triage par des moyens appartenant en propre à l'exploitant agricole en vue de la production ou de la multiplication ne sont pas couvertes par les droits conférés au titulaire du C.O.V.

La concrétisation législative des dispositions de l'accord ou de toutes autres propositions doit tenir compte des difficultés parlementaires et de l'évolution de la question dans les autres pays et dans les textes ayant une valeur supérieure au droit français.

## 2. R.F.A.

Le taux d'utilisation des semences certifiées est de 50 %. Ce sont souvent les agriculteurs ayant les exploitations les plus grandes qui pratiquent le privilège du fermier. Celui-ci pourrait être limité en fonction de la taille des exploitations.

## 3. Royaume-Uni

Le taux d'utilisation des semences certifiées est de 75 %.

Un accord "Farm saved seed - Declaration of intent" a vu le jour le 12.03.1990 mais il n'a toujours pas été signé par la N.F.U. (National Farmers Union).

L'accord distingue d'abord 3 catégories de semences :

- les semences certifiées (75 %)
- les semences de ferme, non certifiées retenues à la ferme, n'ayant pas fait l'objet de traitement chimique au moment de leur semis en tant que semence (2 %)
- les autres semences, non certifiées ayant fait l'objet d'un traitement chimique et d'une utilisation par le fermier à des fins de production d'une récolte (23 %)

Des redevances seront perçues par les obtenteurs sur chaque quintal trié des semences de la catégorie 3 et non sur les semences dites de ferme.

Le taux de ces redevances reste à déterminer, mais elles seront collectées dans une caisse commune et redistribuées aux obtenteurs. Les trieurs à façon qui collecteront ces redevances devront être agréés par les obtenteurs pour ce travail.

Beaucoup de questions se posent encore (notion de semence de ferme, taux des redevances...) Quant aux proportions mentionnées entre les 3 catégories de semences, elles peuvent varier.

### C - Le privilège du fermier dans les textes européens

A Genève, l'UPOV prépare une refonte du droit des obtenteurs pour prendre en compte les biotechnologies, dans le sens d'un renforcement du D.O.V.

A Bruxelles, la D.G.3 (marché intérieur) de la Commission des Communautés Européennes.C.E. a préparé une directive sur la protection juridique des inventions biotechnologiques. Enfin, la D.G.6 (agriculture) travaille sur un projet de règlement de D.O.V communautaire.

#### 1. UPOV

L'article 5-1-3 mentionne la production à des fins d'écoulement commercial. Lors des travaux préparatoires (y compris en 1978 lors de la deuxième révision), il avait été question des semences gardées par les agriculteurs pour leur propre récolte.

"On pourrait dire qu'ils le font à des fins commerciales, mais une explication raisonnée du libellé suggéré montrera que l'on ne peut pas dire qu'ils produisent du matériel de reproductin à des fins commerciales.

Tous les débats à l'époque se sont en réalité concentrés sur les plantes ornementales. L'article 5 UPOV a servi d'exemple à de nombreuses législations nationales.

Dans le cadre de la révision de la Convention de l'UPOV, les Etats-membres ont fait apparaître des positions parfois complètement opposées. Aucune position fixe n'a été arrêtée avant le prochain Comité Administratif et Juridique d'octobre 1990 et la conférence diplomatique de révision de mars 1991.

Faut-il inclure le privilège du fermier de manière explicite dans la Convention de l'UPOV ? Une alternative est possible :

- il a été envisagé de laisser aux états-membres la possibilité de fixer eux-mêmes les limites du privilège du fermier dans leur ordre juridique national.

- cependant, les deux réunions préparatoires à la révision de la Convention UPOV d'avril et de juin 1990 ont aussi évoqué une autre solution : doit-on inclure le privilège du fermier?

Dans cette optique, le fermier pourrait utiliser une partie de récolte produite dans sa propre exploitation en tant que semence pour l'ensemencement de

la saison suivante. Cette semence pourra avoir fait l'objet d'un traitement par l'agriculteur avec son propre équipement ou dans le cadre d'une assistance mutuelle entre fermiers. Une rémunération équitable est prévue en faveur de l'obteneur.

## 2. Direction générale 6 de la Commission des Communautés Européennes.

Proposition de règlement concernant un droit d'obtention végétale (dernière version du 5 juin 1990)

Le privilège du fermier est inscrit dans le projet de la D.G.6

L'article 13 mentionne :

4 - "... Afin de sauvegarder la production agricole pour les espèces soumises à des règles communautaires relatives au commerce des semences et plants, les agriculteurs -cultivateurs peuvent être autorisés, au niveau communautaire et conformément à la procédure prévue à l'article 109 ci-dessous, à utiliser aux fins de culture sur leur propre exploitation, leur matériel de récolte d'une variété bénéficiant d'une protection communautaire. Une telle autorisation ne peut être donnée que dans des conditions qui seront établies, par les moyens appropriés, au niveau communautaire, sur initiative de la Commission".

Au regard de l'épuisement des droits, l'article 15.2 précise le contour du privilège du fermier.

Article 15 :

1 - "Le droit conféré par la protection communautaire ne s'étend pas aux actes concernant les individus de la variété qui ont été mis en circulation à l'intérieur de la Communauté par le titulaire ou avec son consentement..."

2 - "Les dispositions du §1 ne s'appliquent pas lorsque les individus ont été ou sont utilisés comme matériel de reproduction ou de multiplication pour la reproduction d'autres individus alors que la mise en circulation ne prévoyait pas cette utilisation".

## 3. Direction Générale 3 de la Commission des Communautés Européennes

Proposition de directive concernant la protection juridique des inventions biotechnologiques

COM 88 496 final (dernière version du 22 janvier 1990)

"Lorsque le titulaire d'un brevet met en circulation un produit protégé par un brevet, il perd toute possibilité d'intervenir une fois que le produit protégé a été mis en circulation avec son autorisation (principe de l'épuisement des droits).

Ce principe ne s'applique toutefois qu'aux droits sur le produit concret qui a été mis en circulation et non pas aux droits concernant la fabrication ultérieure du produit."

Face à une matière auto-reproductible, la Commission dans son article 11 a prévu que les droits conférés par le brevet s'étendaient aux actes de reproduction et de multiplication du produit breveté (déjà mis sur le marché avec le consentement du breveté) ou du matériel qui en est dérivé. Plusieurs conditions ont été évoquées et sont encore en cours de discussion :

- une information génétique identique au produit breveté
- il ne faut pas que l'acte de reproduction soit la conséquence inévitable de l'usage commercial normal du produit mis sur le marché.

C'est dans ce sens que s'oriente l'article 8a du projet de révision de la loi suisse sur les brevets.

"Une matière biologiquement reproductible mise en circulation par le titulaire du brevet ou avec son consentement peut être multipliée sans ce consentement dans la mesure où une utilisation conforme à sa destination l'exige".

Le principe de l'épuisement des droits est étendu en faveur de celui qui utilise conformément à sa destination le produit mis en circulation et qui doit le soumettre à une multiplication. Ceci donne un aperçu des limites apportées au privilège du fermier.

Le champ d'application des droits conférés au titulaire d'un brevet pour un produit biologiquement reproductible apparaît beaucoup plus large qu'en droit des brevets classiques, d'autant plus que l'article 11 est lié à l'article 13 définissant la portée de la protection.

Le texte de la directive est en pleine discussion pour tenter de trouver un consensus avec celui de la D.G.6. Le Parlement Européen en s'est d'autre part pas encore réellement exprimé à son sujet.

Après de longues années de discussions, de décisions de justice et d'échanges de communiqués, la déclaration sur la production des semences de ferme est intervenue en juillet 1989. Elle ne fait pas l'unanimité (à la fois pour les CUMA, les trieurs à façon ou ceux qui souhaiteraient réduire à néant les semences de ferme). elle n'est qu'un texte provisoire assurant un semblant de consensus après des années mouvementées. Une concrétisation législative peut sembler difficile. La situation actuelle est très mouvante au regard des mouvements de "codification" du privilège du fermier dans certains pays et des discussions essentielles sur l'interface brevet-C.O.V.

## REFERENCES LEGISLATIVES

### I

#### FRANCE

Loi sur la protection des obtentions végétales n°70-489 du 11 juin 1970

Décret n°71-765 du 9 septembre 1971 fixant la liste des espèces végétales pour lesquelles peuvent être délivrés des certificats d'obtention végétale, ainsi que pour chacune d'elles, la durée et la portée du droit de l'obteneur (décret modifié en dernier lieu le 22 juillet 1987)

Décret n°81-605 du 18 mai 1981 pris pour l'application de la loi du 1er août 1905 sur la répression des fraudes en ce qui concerne le commerce des semences et des plants

### II

#### TEXTES INTERNATIONAUX

Convention UPOV

- Texte de 1961, amendé en 1972 et 1978

Art.5

- Projet de Révision

Proposition de Directive concernant la protection juridique des inventions biotechnologiques

COM 88 496 final - Syn 159 publiée au JOCE (dernière version 22/1/1990)

Art.11

Proposition de Règlement concernant un droit d'obtention végétale communautaire

2376/VI/88 - EN - rev 9\* (dernière version 5/6/1990) Art.13,14,15

### III



LEGISLATION ET JURISPRUDENCE NATIONALE

- BELGIQUE A.. Loi sur la protection des obtentions végétales - 1975 (amendée en 1981) (art.21)
- ETATS-UNIS A. US Plant Patent Act - 1930 35 USC 163  
US Plant Variety Protection Act - 1970 7 USC 2541, 2543
- ITALIE A. Décret n°974/1975 (Amendé en 1985) Art.4 Paragraphes 1 et 2  
B. Tribunale di San Remo - 13 janvier 1986 Rivista di Diritto Industriale 1/1987/59
- PAYS-BAS A. Loi concernant les semences et les plants - 1966 (amendée en 1984) Art.40 Paragraph 1  
B. Hoge Raad - 12 avril 1985 "Elvira"  
GRUR Int. 1986,560 et BIE 1985,393
- R.F.A. A. Loi sur la protection des variétés végétales - 1985 Par.10  
B. Bundesgerichtshof - 15 Décembre 1987 "ACHAT"  
GRUR Int. 1988,370et IIC 6/1989, 898
- ROYAUME-UNI A. Loi sur les variétés végétales et semences 1964 (amendée en 1983) Sec.4, Schedule 3 Paragraph 1
- SUISSE A. Loi fédérale sur la protection des obtentions végétales - 1975 (amendée en 1980) Art.12. Projet de réforme de la loi sur les brevets 1989 - Art. 8a

**3. L'EVALUATION DES CONSEQUENCES POUR  
L'ENVIRONNEMENT DES APPLICATIONS DES  
BIOTECHNOLOGIES A L'AGRICULTURE ET A L'INDUSTRIE  
AGRO-ALIMENTAIRE**

**A - LES RISQUES PRESENTES POUR L'ENVIRONNEMENT PAR  
LES ANIMAUX TRANSGENIQUES**

par

**Louis-Marie Houdebine**

Directeur de Recherche à l'Institut National de la Recherche Agronomique

## SOMMAIRE

I.	Que peut-on attendre des recherches actuelles ?.....	429
	1. La protection des animaux contre les maladies.....	429
	2. La sélection génétique.....	430
	3. La reproduction des animaux.....	430
	4. La transgénèse.....	431
II.	Les risques pour les animaux.....	432
III.	Les risques pour l'environnement.....	433
IV.	Les risques pour les consommateurs.....	434
V.	Les risques pour les expérimentateurs, les éleveurs et le personnel des usines pharmaceutiques.....	435
VI.	Les conséquences sociales.....	435
VII.	Les conséquences pour la recherche.....	435
VIII.	L'extension à l'homme.....	436
IX.	Propositions pour réglementer l'application des techniques modernes de la biologie aux animaux.....	437
	Conclusion.....	438

## **Introduction**

Il est généralement admis que nos lointains ancêtres tiraient l'essentiel de leurs ressources alimentaires d'une activité de collecte. Une rupture fondamentale est intervenue lorsque l'homme a commencé à maîtriser l'agriculture et l'élevage. A partir de ce moment, l'homme a nourri des animaux avec l'intention délibérée de les tuer pour les consommer.

Cette nouvelle attitude ne constitue probablement pas seulement un saut technique pour l'humanité mais aussi l'établissement d'une nouvelle forme de relation entre l'homme et les animaux. Cette pratique ne semble pas être le strict apanage de l'homme puisque certains animaux ont retenu la même stratégie. Les techniques d'élevage ont peu évolué jusqu'au moment où il est devenu possible de protéger les animaux contre les maladies par des vaccinations, de les nourrir de manière plus appropriée, de maîtriser les processus de leur reproduction et de procéder à une sélection génétique rationnelle. Les progrès scientifiques et techniques réalisés depuis 10 ou 20 ans ont permis à la recherche sur les animaux de s'engager dans de nouvelles voies extraordinairement prometteuses tant sur le plan appliqué que sur le plan fondamental. Les techniques de la biologie cellulaire et moléculaire permettent en effet d'envisager l'utilisation de méthodes beaucoup plus efficaces pour protéger les animaux contre les maladies, pour les sélectionner, pour les multiplier plus rapidement et pour modifier volontairement certaines de leurs caractéristiques génétiques.

Ces apports ne constituent probablement pas une véritable rupture mais ils vont à n'en pas douter provoquer une accélération importante dans l'évolution des méthodes permettant l'exploitation des êtres vivants. Ces réalités nouvelles sont devenues familières pour les chercheurs qui dans leur très grande majorité ont vis à vis d'elles une attitude à la fois enthousiaste et sereine. Il ne semble pas en être de même pour un certain nombre de personnes non directement concernés par ces problèmes. L'inconnu génère souvent l'angoisse et c'est à juste titre que des questions précises sont posées aux principaux acteurs de ces nouvelles recherches.

## **I - QUE PEUT-ON ATTENDRE DES RECHERCHES ACTUELLES ?**

Avant de tenter toute évaluation des risques potentiels liés aux nouvelles méthodes de la biologie cellulaire et moléculaire, un bref inventaire des recherches en cours dans ce secteur s'impose. En ce qui concerne les animaux, quatre grandes directions de recherche sont suivies.

### **1°) LA PROTECTION DES ANIMAUX CONTRE LES MALADIES**

Malgré les progrès importants réalisés depuis un siècle, les animaux restent très vulnérables vis à vis de certaines maladies et les pertes qui en résultent sont considérables. La vaccination constitue le moyen désormais traditionnel pour protéger les animaux contre un agent pathogène. Elle consiste essentiellement à provoquer une immunisation de l'animal en lui injectant des organismes vivants chez lesquels la virulence ou les effets pathogènes ont été volontairement atténués ou anéantis. Cette méthode très efficace dans certains cas est totalement inopérante dans d'autres. Par les techniques de génie génétique, il est désormais possible de préparer des antigènes viraux ou bactériens en abondance. Ces protéines injectées à des animaux peuvent provoquer la formation d'anticorps protecteurs. De même, les gènes d'un virus peuvent être modifiés de manière telle que ce virus ait perdu ses propriétés pathogènes. Il peut

alors devenir un organisme vivant ayant de très bonnes propriétés immunisantes tout en présentant un caractère de sécurité beaucoup plus élevé que les souches atténuées classiques.

Il est également possible d'augmenter la résistance des animaux vis à vis des agents pathogènes en stimulant le système immunologique de défense par des stimulateurs spécifiques comme les interférons ou les interleukines. Ces molécules sont disponibles en abondance depuis qu'elles peuvent être préparées à partir de bactéries recombinantes.

Dans certains cas le cycle de multiplication d'un virus peut être interrompu à l'intérieur même d'une cellule en faisant exprimer dans cette cellule des ARN (ARN anti-sens, ribozymes) ou des protéines (anticorps, protéines virales modifiées) qui interfèrent avec certaines étapes de la replication du virus. Un tel procédé transposé à l'animal entier rendu transgénique peut conduire à l'obtention de nouvelles lignées d'animaux définitivement résistants aux maladies.

Toutes ces approches expérimentales sont l'objet d'études intensives. Les résultats réellement probants chez les animaux sont toutefois encore relativement peu nombreux, ils sont néanmoins très prometteurs.

## 2°) LA SELECTION GENETIQUE

La sélection génétique classique repose sur deux principes :

a) identification d'une mutation génétique spontanée ayant induit un changement phénotypique chez l'animal,

b) sélection des animaux doués de cette nouvelle propriété biologique. Cette méthode, qui a de nombreux succès à son actif, et qui reste très efficace ne fait pas référence à des régions spécifiques de l'ADN. Il est désormais possible d'acquérir n'importe quel fragment d'un génome (correspondant à un gène précis ou non) et de s'en servir comme sonde moléculaire. De telles sondes (RFLP, ASO, mini-satellites) permettent de connaître très rapidement les caractéristiques génétiques d'un animal au niveau moléculaire. Les animaux vont de cette manière être connus avec infiniment plus de détails. De plus une sélection peut être réalisée sur ces bases chez un animal à n'importe quel âge, voire sur sa semence. Ainsi la sélection des ruminants pour leur qualité fromagère ne devra plus systématiquement passer par le cycle très long de reproduction qui seul, traditionnellement, conduit à l'obtention de lait et à l'évaluation des propriétés génétiques de l'individu. Un examen à l'aide de sondes moléculaires correspondant aux gènes des protéines du lait réalisé sur la semence d'un taureau permet de gagner un temps considérable dans le processus de sélection.

Des schémas de sélections nouveaux particulièrement efficaces vont donc naître de ces nouvelles techniques.

## 3°) LA REPRODUCTION DES ANIMAUX

L'insémination artificielle, la synchronisation des chaleurs et des mise-bas, la cryoconservation des embryons, le clivage des embryons en deux pour dupliquer les animaux sont désormais d'une pratique courante dans les élevages. D'autres techniques en cours de mise au point vont venir compléter cette panoplie. Il est en effet possible d'obtenir in vitro : a) la maturation des ovocytes de mammifères (même à partir d'ovaires récupérés sur des femelles quelconques dans les abattoirs), b) la fécondation in vitro, c) le développement précoce des embryons. Ces techniques, bien qu'encore d'un faible rendement, vont fournir en grand nombre aux expérimentateurs et aux éleveurs des embryons ayant des caractéristiques mieux connues.

Une technique particulièrement prometteuse risque également de bousculer les schémas traditionnels de sélection basés sur le cycle normal de reproduction. Il est en effet possible de reproduire certains animaux à l'identique en nombre théoriquement infini par clonage. Cette technique consiste à transférer le noyau d'une cellule d'un jeune embryon (<100 cellules) dans un ovocyte énucléé. Le nouvel embryon ainsi recréé peut se développer et donner naissance à des animaux normaux (vache, mouton, lapin, ...). Cette méthode, bien qu'encore d'un faible rendement, va fournir aux expérimentateurs un matériel biologique d'un intérêt considérable et elle va donner aux sélectionneurs la possibilité de ne plus devoir passer par le cycle complet de reproduction pour diffuser dans une population animale un nouveau caractère génétique obtenu par sélection ou par transgénèse.

#### 4°) LA TRANSGENESE

Des fragments d'ADN contenant des gènes fonctionnels peuvent être transférés à des animaux qui les transmettent à leur descendance. Dans le meilleur des cas, le gène étranger s'exprime et il confère ainsi à l'animal un nouveau caractère génétique. Ce type d'expérimentation a été réalisé avec succès chez des insectes, des invertébrés marins (oursin), des vertébrés inférieurs (xénope, poisson), des oiseaux (poulet) et des mammifères (souris, lapin, porc, mouton, chèvre, vache). Cette technique est le plus souvent très délicate puisqu'elle consiste en général à faire des microinjections des gènes isolés dans le noyau des embryons précoces. Les rendements sont variables selon les espèces (élevés pour la drosophile et certains poissons, relativement élevés chez la souris, plus faible chez les autres espèces).

Les applications des techniques de transgénèse peuvent être classées en cinq catégories :

##### a) L'étude fondamentale du fonctionnement des gènes et de leur rôle au cours du développement embryonnaire et de la vie adulte.

Cette approche expérimentale est devenue dans les dix dernières années une routine dans plusieurs centaines de laboratoires dans le monde qui utilisent essentiellement la souris comme animal expérimental. La transgénèse est un nouvel outil désormais indispensable pour nombre de biologistes.

##### b) L'obtention de lignées pour des études cliniques.

Le transfert de gène peut conduire à l'obtention d'animaux diabétiques, d'animaux qui développent des tumeurs dans les organes choisis, d'animaux devenus sensibles à des virus humains, etc.... Ces nouveaux animaux constituent un matériel biologique de première importance pour des études cliniques étant données leurs propriétés très spécifiques. Ils deviennent de plus en plus prisés par les cliniciens et les industries pharmaceutiques.

##### c) La production de protéines recombinantes par des animaux transgéniques.

Des protéines recombinantes sont produites avec succès par divers systèmes biologiques, bactéries, levures, champignons, cellules d'eucaryotes supérieurs en culture. Un certain nombre de ces protéines sont sur le marché (insuline, hormone de croissance, interféron, antigène de l'hépatite B, érythropoïétine, etc...) et leur production suit actuellement une loi exponentielle. Pour certaines protéines à structure complexe (protéines possédant des groupements phosphates, ou des carbohydrates, etc...) les cellules d'eucaryotes supérieurs sont nécessaires. Les cellules en culture sont d'un entretien délicat et coûteux. Les animaux transgéniques peuvent représenter une alternative intéressante si l'on peut récupérer les protéines recombinantes à partir de leur sang ou de leur lait. La preuve a été donnée qu'une telle approche est possible. Des

animaux transgéniques de taille raisonnable (lapin, porc, moulon) expriment d'ores et déjà dans leur sang ou leur lait des quantités importantes de protéines humaines. (a<sub>1</sub>-antitrypsine, activateur de plasminogène, hormone de croissance, etc...). Actuellement, 35 protéines sont de bonnes candidates pour être produites de cette manière. L'arrivée sur le marché des protéines recombinantes ainsi produites dépendra pour l'essentiel du prix de revient de ce procédé.

d) La protection des animaux contre les maladies.

Il existe un certain nombre de gènes, plus ou moins bien identifiés au niveau moléculaire, qui confèrent aux animaux qui les portent une résistance contre telle ou telle maladie. Il est concevable de transférer à d'autres animaux cette résistance en leur transférant le gène de résistance isolé. Il est de même théoriquement possible de procéder à une "vaccination génétique" en transférant aux animaux des gènes dont les produits enrayent les processus intra-cellulaires de l'infection virale (voir plus haut). De telles méthodes n'ont encore été que très peu exploitées. Elles ont en principe au moins l'avantage de n'interférer que modestement avec le fonctionnement des cellules et partant de ne pas altérer la santé des animaux.

e) Le changement de physiologie des animaux

Les changements les plus profonds que l'on est en droit d'attendre de la transgénèse sont ceux qui confèrent aux animaux de nouvelles propriétés biologiques intéressantes pour les éleveurs et les consommateurs : haute prolificité, production de viande plus maigre et contenant des lipides moins nocifs, croissance corporelle accélérée, croissance de la laine accélérée, plus faible dépendance vis à vis des acides aminés essentiels, résistance au stress, etc... Il ne fait pas de doute que si des succès préliminaires ont pu être obtenus (croissance accélérée et augmentée, réduction des lipides...), beaucoup d'études restent à faire pour que l'ensemble des problèmes soit maîtrisé (définition des gènes à transférer, contrôle précis de l'expression des transgènes, amélioration des techniques de transgénèse). Un impact réellement significatif au niveau des élevages est difficilement concevable dans ce domaine avant le siècle prochain.

## II - LES RISQUES POUR LES ANIMAUX

Un certain nombre de personnes s'insurgent contre le principe même de modifier les animaux au profit de l'homme, de tels procédés leur paraissant violer les lois fondamentales de la création. Une telle attitude si elle peut receler quelques caractères sympathiques ne prend que très partiellement en compte les réalités de la création elle-même. La création est en effet en perpétuel devenir et elle est le contraire d'un état de fait fixé une fois pour toute. Il est admis que 80% des espèces qui ont existé ont naturellement disparu sous les effets des dures lois de l'évolution. L'idée que les êtres vivants sont fixés dans leur nature par des lois immuables découle probablement de l'enseignement biblique dont nous sommes tous imprégnés. Il convient de ce point de vue de considérer que la bible n'a jamais prétendu donner une explication scientifique des lois qui régissent le monde mais plutôt une explication raisonnable propre à satisfaire les hommes de ce temps. Modifier les êtres vivants par la sélection génétique ou la transgénèse ne paraît dès lors pas en soi un acte répréhensible. La bible elle-même conseille expressément à l'homme de dominer et d'exploiter le monde qui l'environne. La modification des animaux ne consiste de toute manière pas à modifier la création, fût-elle d'origine divine, mais plus modestement à utiliser différemment les lois fondamentales de la biologie (de la même manière qu'un minéraux brut est transformé en objet manufacturé). Il n'en reste pas moins vrai qu'intuitivement, il apparaît à chacun que les animaux et plus particulièrement ceux qui nous sont le plus proche ont droit à notre respect. La quantification du respect que l'on doit aux animaux est évidemment malaisée, voire impossible. Il est toutefois possible de s'accorder intuitivement sur ce qu'est le bien-être des animaux et il est donc également possible de définir où

commencent les abus. A titre d'exemple on peut citer les expériences qui visent à rendre utilisable à grande échelle l'hormone de croissance bovine pour augmenter la production laitière chez les ruminants domestiques (pour augmenter la production par animal et donc abaisser le prix de revient du lait et non pour augmenter la quantité totale de lait déjà excédentaire et qui pourrait très facilement encore augmenter en mettant tout simplement à contribution un plus grand nombre d'animaux producteurs). Des esprits bien intentionnés, mais de toute évidence mal informés et très passionnés, ont cru bon de condamner une telle pratique soit disant épuisante pour l'animal. Des études métaboliques poussées ne permettent pas de conclure que l'animal patit d'un tel traitement s'il est convenablement nourri.

La modification génétique des animaux ne paraît pas en soi conduire à une altération du bien être des animaux. L'idée soutenue par certains que le génie génétique vise à produire des animaux ayant de super-performance mais ayant de grandes difficultés pour survivre est particulièrement sottise. Les éleveurs sont généralement fiers de leurs animaux et on les voit mal adopter des animaux dont l'élevage serait difficile, fussent-ils très performants par certains aspects. C'est plutôt vers l'obtention d'animaux sains peu sensibles aux maladies et au stress et peu exigeants à tous égards que le génie génétique se dirige. Il n'en reste pas moins vrai que la tentation d'atteindre les limites du respect que l'on doit aux animaux est renforcée par les possibilités nouvelles qui sont offertes de les modifier. Des limites semblent avoir été atteintes avant même qu'aient été mises en oeuvre les techniques du génie génétique. A titre d'exemple on peut mentionner que certaines nouvelles variétés de canard ne peuvent plus s'accoupler tant leur poids est devenu élevé. De même, la consanguinité chez certains chiens les prédispose à l'arthrite.

L'obtention d'animaux génétiquement modifiés dans le but de servir de modèles pour les études cliniques ou pharmaceutiques peut paraître cruelle. La découverte d'une tumeur chez un animal transgénique exprimant un oncogène introduit par transfert n'est évidemment pas un spectacle agréable. Il n'est toutefois pas différent de celui causé par l'injection aux animaux d'agents cancérogènes qui est d'une pratique courante. A tout choisir, dans la mesure où l'expérimentation animale paraît inévitable, il vaut mieux utiliser un plus petit nombre d'animaux ayant des propriétés biologiques très bien définies. Les animaux transgéniques servant de modèles biologiques ont de bonnes chances d'être en général mieux préparés à répondre aux questions que se posent les biologistes et les cliniciens.

Un certain nombre de personnes sont offusquées par l'idée de breveter des animaux. Il n'est pas certain que la procédure du brevet soit la mieux adaptée pour protéger des êtres aussi complexes que les animaux. Une protection légale est néanmoins nécessaire, elle est une juste récompense pour le travail réalisé et elle constitue un stimulant pour les recherches futures. Il paraît raisonnable de penser par ailleurs que la protection légale des animaux ne changera rien à leur bien-être.

### III - LES RISQUES POUR L'ENVIRONNEMENT

Les techniques modernes de la biologie appliquées aux animaux comportent des risques incontestables pour l'environnement dont l'importance est toutefois très variable selon les cas.

La sélection génétique, intense conduit inexorablement à un appauvrissement de la variabilité génétique et partant à une plus grande vulnérabilité de l'espèce sélectionnée. Ce fait est tout à fait indépendant des techniques de génie génétique et la sélection classique l'a déjà clairement établi. Le clonage des animaux ne peut que tendre à accentuer cette tendance. La transgénèse peut être de ce point de vue une arme à double tranchant : elle peut tendre à renforcer le caractère pointu d'une sélection, elle peut tout aussi bien en une seule étape conférer un caractère génétique nouveau à des animaux



ayant par ailleurs une grande variabilité génétique. Pour éviter tout dérapage à cet égard, les généticiens envisagent de ne diffuser une nouvelle lignée d'animaux transgéniques qu'après avoir obtenu un nombre suffisant de géniteurs ayant une large variabilité génétique. Plus généralement, il apparaît urgent de procéder à inventaire des races d'animaux domestiques encore disponibles et de définir des moyens pour les conserver (maintien de troupeaux, congélation de semence ou d'embryons). Ces races d'un intérêt économique faible actuellement constituent des réserves irremplaçables permettant potentiellement de réintroduire une variabilité génétique dans un troupeau qui souffrirait d'une sélection trop intensive. Une race est le résultat de la cosélection d'un relativement grand nombre de caractères génétiques. De ce point de vue la transgénèse aussi sophistiquée soit-elle n'est pas prête de pouvoir égaler une sélection classique qui conduit à l'établissement d'une nouvelle race. Des actions concertées ont été entreprises au niveau européen et américain pour préserver la diversité génétique existante. Ces efforts doivent être poursuivis.

Le relargage des animaux génétiquement modifiés dans la nature constitue un danger potentiel réel pour l'environnement. Le problème paraît négligeable pour les espèces domestiques les plus courantes (vaches, monton, porcs, poules, etc...). Ces animaux n'existent en effet plus à l'état sauvage (les personnes les plus attachées à l'oeuvre de création oublient de s'en offusquer tant le spectacle leur est familier). La diffusion incontrôlée de ces animaux est donc très peu vraisemblable. Il n'en est pas de même pour des animaux comme les poissons dont les élevages ne sont en général pas complètement clos. La situation devient potentiellement beaucoup plus cruciale lorsqu'il s'agit d'insectes destinés à être diffusés dans la nature. Du point de vue technique il convient de procéder à une longue observation de ces animaux pendant plusieurs générations et dans différentes situations physiologiques pour évaluer de manière approfondie leurs nouvelles propriétés biologiques avant de les diffuser. De telles précautions n'ont sans doute jamais été prises dans le passé pour des lignées d'animaux obtenues par sélection génétique classique. Ainsi a-t-on vu des abeilles tueuses, dont le caractère était insoupçonné, se répandre de manière incontrôlée. Plus simplement, des espèces ont maintes fois été transférées d'un continent à l'autre sans que la moindre évaluation des conséquences possibles sur la flore et la faune locale ait été faite. De telles pratiques, même si elles ont été le plus souvent heureuses, ne sont plus acceptables.

Quelques dangers ponctuels peuvent être de plus pris en considération. Il est concevable, quoique très difficilement, qu'un gène étranger transféré volontairement à un animal soit lui-même spontanément transmis aux bactéries de l'appareil digestif. Un tel événement pourrait conduire à une diffusion large et incontrôlée du gène étranger, jusque dans l'intestin de l'homme. Une telle éventualité est parfaitement indétectable et ses effets peuvent donc être contrôlés.

#### **IV - LES RISQUES POUR LES CONSOMMATEURS**

Les produits issus du génie génétique sont par définition nouveaux. Des critères nouveaux de pureté leur sont donc imposés. Ceci se traduit par une plus grande pureté des produits classiquement utilisés. Ainsi voit-on l'insuline injectée aux diabétiques plus pure et mieux supportée lorsqu'elle est extraite de bactéries recombinantes plutôt que de pancréas de porcs. De même l'hormone de croissance humaine, utilisée traditionnellement pour combattre certaines formes de nanisme; ne contient pas de virus lents lorsqu'elle est extraite de bactéries recombinantes alors que celle extraite classiquement des hypophyses est notoirement contaminée. Les nouveaux procédés de préparation de molécules biologiques basés sur le génie génétique conduisent donc, du fait de leur nouveauté, à l'obtention de produits plus purs et non l'inverse.

L'idée de consommer des animaux transgéniques inspire à certains une véritable frayeur. Cette réaction est typiquement émotionnelle et ne résiste pas un instant à

l'analyse. Aucun d'entre nous n'a en effet pu observer une quelconque transformation d'un individu après qu'il ait consommé de la viande animale (même crue). Le transfert d'un gène étranger intégré dans un génome par voie orale paraît exclu. Personne ne s'offusque de ce point de vue de recevoir une transfusion de sang qui pourtant contient en millions d'exemplaires tous les gènes à l'état fonctionnel d'un autre individu. La consommation d'animaux transgéniques ne saurait toutefois avoir lieu sans l'accord d'une commission mandatée pour ce genre d'évaluation. Certains consommateurs nord-américains refusent de consommer du lait obtenu à partir de vaches traitées expérimentalement avec l'hormone de croissance et disponible dans les supermarchés. Des analyses ont révélé que le lait de ces animaux ne présentait que de très légers changements de composition et qu'il ne contenait pas l'hormone. L'hormone de croissance bovine est détruite après absorption orale et elle n'est de toute façon pas active chez homme. Cet exemple illustre la confusion qui s'est déjà installée dans certains esprits qui font systématiquement des amalgames en refusant en bloc l'utilisation des hormones (ces mêmes personnes peuvent réclamer des traitements à la cortisone ou suivre régulièrement des traitements contraceptifs hormonaux).

## **V - LES RISQUES POUR LES EXPERIMENTATEURS, LES ELEVEURS ET LE PERSONNEL DES USINES PHARMACEUTIQUES**

Le génie génétique comporte un certain nombre de risques pour les expérimentateurs : manipulation d'agents pathogènes vivants, manipulation d'oncogènes (gènes potentiellement générateurs de tumeurs), manipulation de produits chimiques toxiques et de molécules radioactives. Ces risques ont été bien identifiés. Les précautions à prendre sont codifiées dans des normes éditées par l'AFNOR que tous les expérimentateurs doivent connaître. Tous les cas particuliers ou litigieux doivent être soumis à examen par les commissions nationales prévues à cet effet. Tous les organismes vivants génétiquement modifiés ne peuvent être diffusés et exploités à grande échelle qu'après avoir reçu l'approbation des commissions nationales de sécurité. A ce stade, ils ne doivent donc plus présenter aucun danger pour les utilisateurs à grande échelle dès lors que les conditions de leur utilisation sont respectées.

## **V - LES CONSEQUENCES SOCIALES**

Dans la mesure où les connaissances nouvelles de la biologie offrent la possibilité de changer la manière d'exploiter le vivant, il est à prévoir que la compétition sur les marchés de production va progressivement dériver en faveur des techniques les plus performantes. Ce phénomène n'apparaît en rien spécifique du vivant. La relative lenteur avec laquelle ces techniques paraissent applicables dans le domaine animal ne laisse pas augurer de bouleversements brusques dans l'immédiat. Des changements très notables peuvent résulter cependant dès maintenant de ces nouvelles techniques. Un exemple actuel concerne l'utilisation potentielle de l'hormone de croissance pour augmenter la productivité des vaches laitières. Cette hormone ne paraît présenter aucun danger pour les animaux et pour les consommateurs. Son utilisation massive (si elle s'avérait rentable) obligerait à réduire le nombre de vaches laitières et partant à réduire le nombre potentiels de veaux et aussi le nombre d'éleveurs.

## **VII - LES CONSEQUENCES POUR LA RECHERCHE**

Le génie génétique permet désormais aux biologistes d'aborder l'étude de nombreuses fonctions biologiques par les méthodes de la biologie moléculaire. Cette approche autrefois réservée à quelques systèmes biologiques privilégiés s'est généralisée. Les chercheurs et les techniciens se sont pour cela reconvertis massivement à ces nouvelles techniques. Cette reconversion est largement faite et va probablement se poursuivre pendant encore une décennie mais à un rythme décroissant.

Ces changements ont également induit chez un certain nombre de chercheurs un comportement nouveau. De plus en plus de laboratoires de recherche ajoutent maintenant des programmes de recherche appliquée à leurs études fondamentales. Cette attitude qui constitue une sorte de révolution culturelle dans les laboratoires a été adoptée par un relativement grand nombre de chercheurs. Un certain nombre de programmes de recherche en biologie, comme le séquençage des génomes, va nécessiter la mise en oeuvre de moyens humains et financiers relativement considérables. Ceci fera perdre à la recherche en biologie une partie de son caractère artisanal qu'ont perdu depuis longtemps d'autres secteurs de recherche comme la physique des particules.

Les enjeux des percées récentes de la biologie ont été perçus par les responsables de la Commission des Communautés Européennes. Des programmes de recherches européens en biotechnologie ont été lancés depuis bientôt 10 ans (BEP, BAP, BRIDGE, ECLAIR, FLAIR, etc...). Le soutien financier à ces projets ne peut avoir lieu que si plusieurs pays européens et des industries sont impliquées dans la recherche. Ces programmes remportent un succès de plus en plus grand. Le niveau scientifique des projets est en perpétuelle élévation et cette initiative a obligé les européens à se rencontrer et elle a contribué à les faire travailler ensemble. Ces observations s'appliquent sans doute à d'autres projets européens non en rapport avec la biologie, mais il n'est pas douteux que cette initiative européenne constitue un succès pour la recherche biologique.

## VIII - L'EXTENSION A L'HOMME

Une idée communément répandue voudrait qu'un certain nombre de chercheurs rêvent de transformer l'homme en agissant sur ses gènes. Cette idée est assurément très rare chez les biologistes et les ouvrages de science fiction, ainsi que certains événements historiques relativement récents, semblent avoir contribué à donner une image assez fautive de la réalité. Il n'en reste pas moins vrai qu'une transposition à l'homme des techniques mises au point chez l'animal est le plus souvent relativement simple. Les techniques visant à palier les problèmes dans la reproduction humaine en sont une illustration éclatante. Le danger existe donc pour que certaines techniques comme le clonage des embryons ou la transgénèse soit appliquées à l'homme. Des règlements précis interdisent formellement de telles pratiques. La communauté des biologistes se trouve de la sorte protégée contre des abus auxquels certains pourraient se livrer. Tout indique par ailleurs que la communauté scientifique ne ferait preuve d'aucune indulgence vis à vis de tels aventuriers.

Il convient toutefois dans ces domaines de ne pas s'enfermer dans la rigidité. Le transfert de gène aux cellules somatiques d'un individu (thérapie génique) est en cours d'essai aux USA. L'ensemble de la communauté scientifique s'accorde pour penser qu'une telle technique si elle était bien maîtrisée (il semble que ce point soit proche d'être atteint) aurait des vertus thérapeutiques considérables. Il ne paraît pas raisonnable par ailleurs d'éliminer totalement la possibilité de procéder un jour à la transgénèse chez l'homme. Bien entendu, une telle pratique supposerait que l'on ne transfère que des gènes susceptibles de conférer une résistance à des maladies et non des gènes conduisant à l'obtention de sur-hommes ou de sous-hommes. Il faudrait également que les techniques de transgénèse soient totalement maîtrisées. Ces exigences paraissent si lointaines qu'elles laissent la transgénèse chez l'homme hors du champ des réalités pour une période indéterminée.

La possibilité d'utiliser des sondes moléculaires susceptibles de définir certaines caractéristiques génétiques d'un individu paraît de ce point de vue beaucoup plus réelle et préoccupante.

## **IX - PROPOSITIONS POUR REGLEMENTER L'APPLICATION DES TECHNIQUES MODERNES DE LA BIOLOGIE AUX ANIMAUX**

Il ne fait pas de doute que les nouvelles techniques de la biologie appliquées aux animaux comportent des dangers potentiels même s'ils ne paraissent pas considérables en comparaison des bienfaits attendus pour l'humanité. Il ne fait pas de doute non plus que l'ensemble des chercheurs et des industriels est parfaitement disposé à se soumettre aux réglementations nationales et internationales dès lors qu'elles sont le résultat d'une démarche rationnelle et non émotionnelle. A cet égard, les moratoires réclamés par certains paraissent plus dictés par l'obscurantisme ou par le désir personnel de publicité que par une authentique préoccupation éthique. Il est par contre tout à fait logique et absolument nécessaire que telle ou telle expérience soit arrêtée ou même non réalisée en raison des dangers potentiels qu'elle comporte. Un moratoire conduit à un arrêt stérile dans l'accumulation des connaissances dont l'humanité a besoin, un blocage ponctuel vise au contraire à résoudre un problème nouveau de sécurité par un plus de connaissance. Les commissions spécialisées (Commission de Génie Génétique et Commission de Génie Biomoléculaire entre autres), exercent leur droit de modifier le cours des expérimentations potentiellement dangereuses. Ceci ne signifie évidemment pas que les chercheurs et les industriels sont par essence totalement incapables de porter un jugement sur leur propre action. Ils ont au contraire l'avantage à la fois de comprendre de manière approfondie les problèmes posés et d'être dotés d'une culture et d'une morale au même titre que l'ensemble de la communauté nationale. Cet avantage n'est pas toujours partagé par certaines personnes qui se posent volontiers en censeurs objectifs en raison de leur non-appartenance au monde scientifique.

Si la bonne volonté des acteurs de la science ne paraît pas pouvoir être contestée, leur négligence existe parfois. Cet état de fait semble tenir essentiellement au flou qui s'est installé dans l'application des règlements. Rien oblige en effet strictement un chercheur à faire part de ses projets à une des commissions d'évaluation de la biosécurité. Cette situation semble être à peu près identique dans la plupart des pays concernés. La France s'est dotée de normes AFNOR qui définissent la conduite à tenir sur le plan technique. Afin d'éviter toute négligence dans ce domaine les propositions suivantes peuvent être faites. Les acteurs de la recherche et de ses applications doivent être capables de répondre aux questions que se pose légitimement la communauté nationale. Chaque institut de recherche, université ou laboratoire de recherche privé pourrait avoir un fichier central informatisé dans lequel seraient répertoriées sous forme très condensés toutes les expériences entrant dans le champ des règlements de sécurité. Ce fichier devrait pouvoir à tout moment être consulté par n'importe quel représentant de la communauté nationale (commissions de sécurité, journalistes, représentants d'associations diverses, etc...). Cette consultation devrait toutefois respecter les secrets de la recherche. L'établissement d'un tel fichier rendrait intenable l'idée malsaine que des choses inavouables se passent de manière occulte dans les laboratoires. Une commission non-officielle appartenant à chaque institut pourrait sélectionner les projets qui devraient être soumis à un examen par les commissions nationales de sécurité. Ceci permettrait à la fois que ne soient pas oubliés des projets potentiellement dangereux et que les commissions nationales ne soient pas inondées de documents inutiles. Les comités d'hygiène et de sécurité pourraient s'assurer localement que les responsables des unités de recherche ont bien transmis leurs projets au fichier central de leur institut. De leur côté, les commissions de biosécurité et les administrations des instituts de recherche et des laboratoires privés devraient s'assurer que les normes de sécurité (normes AFNOR et bientôt normes européennes) ont bien été transmises et consultées par les responsables des unités de recherche.

## CONCLUSION

La biologie est une science relativement jeune dont les applications massives ne font que commencer. Les responsables politiques, l'opinion publique et les acteurs de la recherche eux-mêmes ont d'ores et déjà d'un commun accord accepté l'idée que cette nouvelle branche de l'activité humaine doit être contrôlée par ses bénéficiaires potentiels. Cette démarche paraît exemplaire dans la mesure où elle précède quelque peu, dans certains cas au moins, l'émergence des dangers potentiels. Ce fait constitue un franc contraste avec ce qui a pu se passer pour d'autres conquêtes technologiques moins récentes de l'humanité. Les expériences malheureuses du passé sont évidemment la cause de cette prise de conscience rapide. Cette attitude constitue un fait de civilisation qui reflète une maturité certaine des citoyens. La frontière entre cette manifestation profonde et authentique de démocratie et les tentatives d'un certain obscurantisme terroriste qui s'oppose à tout progrès est cependant parfois bien floue. La France a su jusqu'à maintenant rester relativement à l'abri des pressions les plus extrémistes. Il revient aux pouvoirs politiques de maintenir avec fermeté ce fragile équilibre. Après s'être longuement concertés avant d'entreprendre une recherche ou d'appliquer une nouvelle technique, les hommes auront réduit les risques au minimum mais il ne les auront évidemment pas éliminés tous, surtout dans un domaine aussi complexe et aussi varié que celui du vivant. Les risques encourus ne seront alors que ceux qui sont liés en propre au sort des hommes qui dans le même temps auront sans nul doute largement bénéficié de l'aventure.

**B. LES RISQUES PRESENTES POUR L'ENVIRONNEMENT PAR LES PLANTES  
TRANSGENIQUES**

par

**Alain DESHAYES**

Directeur de Recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)  
Secrétaire général de la Commission Génie génétique et environnement de l'INRA  
Adjoint au directeur scientifique des productions végétales de l'INRA

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS : APPLICATION DES BIOTECHNOLOGIES AUX PLANTES .....	445
---	-----

I - LA PRATIQUE DE LA SELECTION ET DE L'AMELIORATION DES PLANTES.....	447
--	-----

A - LES PLANTES CULTIVEES EN EUROPE ONT, DANS LEUR QUASI-TOTALITE, LEUR CENTRE D'ORIGINE DANS UNE AUTRE PARTIE DU MONDE .....	447
---	-----

B - LES PLANTES CULTIVEES ONT ETE PROFONDEMENT MODIFIEES PAR LES SELECTIONNEURS .....	449
--	-----

C - INTROGRESSION DE GENES PAR CROISEMENTS INTERSPECIFIQUES .....	449
--	-----

D - CREATION DE NOUVELLES ESPECES .....	450
---	-----

E - LE DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE A ENTRAINE DE PROFONDES MODIFICATIONS DU PAYSAGE ET DE L'ENVIRONNEMENT.....	450
---	-----

F - QUELLES CONCLUSIONS PEUT-ON TIRER DE CES PRATIQUES ?.....	451
--	-----

II - UTILISATION DES BIOTECHNOLOGIES EN AGRICULTURE .....	453
--	-----

A - LES TECHNOLOGIES ISSUES DE LA BIOLOGIE CELLULAIRE ET LEUR INTERET EN AGRICULTURE.....	453
--	-----

a - la multiplication végétative in vitro .....	453
---	-----

b - l'haploïdiploïdisation .....	454
----------------------------------	-----

c - la culture d'embryons sexués .....	454
--	-----

d - la fusion de protoplastes .....	454
-------------------------------------	-----

<b>B - LES TECHNOLOGIES ISSUES DE LA BIOLOGIE MOLECULAIRE ET LEUR INTERET EN AGRICULTURE.....</b>	<b>455</b>
a - l'analyse moléculaire du génome.....	455
b - le clonage des gènes et leur caractérisation.....	456
c - la transformation génétique ou génie génétique.....	457
d - intérêts du génie génétique.....	458
<b>III - LES BIOTECHNOLOGIES INTRODUISENT-ELLES UNE "RUPTURE TECHNOLOGIQUE" DANS LES PROCESSUS DE SELECTION ?.....</b>	<b>461</b>
<b>A - LA REPRODUCTION SEXUEE : UNE TECHNOLOGIE ANCESTRALE.....</b>	<b>462</b>
<b>B - LA CULTURE IN VITRO : UNE TECHNOLOGIE DE RACCOURCI.....</b>	<b>462</b>
<b>C - LA BIOLOGIE MOLECULAIRE : UNE TECHNOLOGIE DE DESCRIPTION.....</b>	<b>463</b>
<b>D - LE GENIE GENETIQUE : UNE TECHNOLOGIE DE RUPTURE.....</b>	<b>464</b>
<b>E - LA REPRODUCTION SEXUEE : UNE TECHNOLOGIE INCONTOURNABLE.....</b>	<b>465</b>
<b>IV - LE GENIE GENETIQUE GENERE-T-IL DES RISQUES NOUVEAUX ET SPECIFIQUES?.....</b>	<b>466</b>
<b>A - RISQUES LIES A L'INSERTION DE SEQUENCES d'ADN DU VECTEUR ET d'ADN ENTRAINEUR.....</b>	<b>466</b>
<b>B - RISQUES LIES AUX GENES INTRODUIITS.....</b>	<b>468</b>
a - Nature des gènes.....	468
b - Produits de l'activité des gènes.....	469
c - Conséquences pour l'environnement.....	470



<b>V - FAUT-IL REGLEMENTER LES PRODUITS ISSUS DU GENIE GENETIQUE ? .....</b>	<b>472</b>
A - UNE NECESSITE SOCIALE .....	472
B - RESPONSABILITE DES SCIENTIFIQUES .....	472
C - RESPONSABILITE DES INDUSTRIELS.....	473
D - LA DIFFICULTE DE REGLEMENTER.....	473
E - NECESSITE D'UNE ATTITUDE PRAGMATIQUE.....	474
F - INFORMATION DU PUBLIC .....	475
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>477</b>

## AVANT-PROPOS

L'histoire des sciences et des techniques montre que le développement de nouvelles technologies a souvent suscité, dans l'opinion publique, craintes et oppositions.

Les applications de la biologie à la santé humaine, à l'agriculture et à l'agro-alimentaire n'échappent pas à ce type de réactions. Ces technologies, qui sont issues de la biologie cellulaire et de la biologie moléculaire et désignées par le terme générique de "Biotechnologies", ne sont pas toutes chargées du même poids affectif dans l'opinion. Certaines suscitent l'enthousiasme, comme par exemple la multiplication végétative in vitro de plantes florales, mais d'autres, comme la transformation génétique, provoquent des réactions confuses ou l'admiration se mélange à l'inquiétude.

L'admiration vient de ce que les scientifiques sont aujourd'hui capables d'isoler des fragments d'ADN, qui est le support de l'information génétique, de décoder cette information, de la modifier in vitro éventuellement et, enfin, de la réintroduire dans une cellule quelconque. Or, c'est justement cette possibilité d'intervention au niveau le plus fin de la vie, l'information génétique, qui engendre des inquiétudes diverses. Inquiétudes religieuses ou philosophiques de voir l'homme intervenir directement sur le patrimoine génétique d'un organisme en transgressant les voies de la sexualité et qui donc remettrait en cause un ordre "naturel". Inquiétudes que soient créés des organismes "anormaux", des sortes de monstres, qui seraient susceptibles d'affecter gravement notre environnement. Inquiétudes enfin que la santé de l'homme ne soit affectée par l'utilisation des produits issus de ces technologies.

Bien que nous soyons tous interpellés par les interrogations religieuses ou philosophiques, surtout lorsqu'il s'agit de l'application des biotechnologies sur l'homme, celles-ci ne seront pas abordées dans ce rapport. Le propos sera limité à une analyse des changements de pratique et des risques nouveaux engendrés par l'application des biotechnologies aux plantes et aux microorganismes d'intérêt agronomique.

## APPLICATIONS DES BIOTECHNOLOGIES AUX PLANTES

Depuis 10.000 ans que l'homme s'est sédentarisé et qu'il pratique la culture des plantes pour subvenir à ses besoins, l'espace a été profondément modifié. A l'origine, l'homme vivait dans la nature et adaptait son mode d'activité aux contraintes de son environnement immédiat. Progressivement l'espace a été aménagé de manière faciliter l'activité agricole, et cela jusqu'à inverser les rapports entre l'homme et la nature. L'espace est aujourd'hui soumis aux activités humaines et la "nature" se trouve reléguée dans des zones limitées et protégées. Dans cette évolution le développement de la pratique agricole a joué un rôle déterminant.

L'homme sédentarisé s'est d'abord nourri des espèces locales qu'il a ensuite véritablement cultivées en commençant à effectuer une sélection massale des meilleurs individus. Puis les voyages ont été l'occasion de transport d'espèces d'une région à une

autre, puis d'un continent à l'autre. Enfin, durant les dernières décades, les progrès de l'amélioration des plantes, liés au développement des systèmes de production intensifs sont à l'origine de profondes modifications de notre environnement.

C'est dans ce contexte d'évolution de la pratique de la sélection et de l'amélioration des espèces qu'il importe tout d'abord de considérer les conséquences de l'utilisation des biotechnologies. Dans un deuxième temps, seront abordés les aspects spécifiques liés à la nature des modifications génétiques introduites dans le génome des plantes.

## **I - LA PRATIQUE DE LA SELECTION ET DE L'AMELIORATION DES PLANTES**

Pour améliorer les plantes cultivées, les sélectionneurs utilisent la variabilité génétique naturelle de manière à créer, par la reproduction sexuée, de nouvelles plantes possédant les caractères d'intérêt agronomique recherchés. La reproduction sexuée permet en effet d'utiliser les propriétés de la recombinaison méiotique pour créer de nouvelles combinaisons génétiques, dont l'art du sélectionneur consiste à repérer les meilleures. Il est donc souhaitable, dans ce processus, de disposer au départ d'une variabilité génétique importante. Pour cela les sélectionneurs ont effectué à travers le monde, et principalement au cours des cinquante dernières années, d'importantes collectes de plantes cultivées ou sauvages proches des espèces à améliorer, mais aussi des espèces voisines.

Cette pratique a permis de trouver de nouveaux caractères d'intérêt agronomique, tant pour des résistances à des stress de l'environnement (sécheresse, température, salinité) que pour des résistances à des maladies ou à divers prédateurs.

L'émergence des nouvelles technologies issues de la biologie cellulaire et de la biologie moléculaire permettent, aujourd'hui, d'introduire dans le génome des variétés existantes, des gènes préalablement isolés d'organismes quelconques par les techniques de l'ADN-recombinant in vitro. Les technologies du génie génétique permettent donc, au moins théoriquement, d'introduire rapidement et précisément dans une plante, un caractère exogène d'intérêt agronomique.

Aucune voix ne s'est élevée dans l'opinion pour critiquer ou limiter le développement des pratiques de l'amélioration des plantes. Par contre, le génie génétique est considéré par certains comme un facteur supplémentaire de dégradation de l'environnement.

Il est donc nécessaire, avant d'aborder l'analyse des risques liés au génie génétique, d'envisager d'un point de vue écologique les conséquences du développement de l'agriculture et de la sélection des plantes.

### **A - LES PLANTES CULTIVEES EN EUROPE ONT, DANS LEUR QUASI-TOTALITE, LEURS CENTRES D'ORIGINE DANS UNE AUTRE PARTIE DU MONDE**

Dans les années 20 nous avons appris, grâce aux travaux de VAVILOV et de ses collaborateurs, que les espèces végétales étaient apparues dans des régions spécifiques. Même si aujourd'hui l'unicité du centre d'origine, pour une espèce donnée, semble être remis en cause, il est clair que la majorité des espèces actuellement cultivées en Europe trouve son origine dans une autre partie du monde (Tab. I). Ainsi, l'introduction de nouvelles espèces végétales, cultivées ou non avec leurs cohortes de gènes, a largement

contribué à perturber des équilibres écologiques, certaines espèces étant même devenues prédominantes dans les zones d'introduction.

### TABLEAU

#### EXEMPLES DE CENTRES D'ORIGINE POUR QUELQUES ESPÈCES CULTIVÉES DANS NOS RÉGIONS.

Centre	Espèce	Centre	Espèce
ASIE	Soja Riz	AMÉRIQUE CENTRALE	Maïs Haricot Tournesol
ASIE CENTRALE	Blé tendre Vigne	AMÉRIQUE DU SUD	Tomate Pomme de terre Tabac
MOYEN ORIENT	blé dur Orge Luzerne	AFRIQUE	Sorgho
BASSIN MEDITERRANEEN	Betterave Trèfle	EUROPE	Chou Asperge

Il faut ajouter que bien souvent l'introduction d'une nouvelle espèce ne se fait pas seule et s'accompagne de l'introduction simultanée de microorganismes et d'insectes, lesquels peuvent eux-mêmes se révéler envahissants et être la cause de dégâts écologiques.

Pour toutes ces raisons, certains pays, comme l'Australie, naturellement protégés de tout apport exogène et qui, par conséquent, ont des écosystèmes fragiles, ont adopté des mesures très strictes de protection et de quarantaine.

## **B - LES PLANTES CULTIVEES ONT ETE PROFONDEMENT MODIFIEES PAR LES SELECTIONNEURS**

L'homme, devenu agriculteur, a commencé par utiliser des populations naturelles, puis il a sélectionné, à l'intérieur de celles-ci, les plantes présentant une meilleure adaptation à la culture, donnant des rendements plus élevés et constants quelles que soient les années. Ainsi, les populations de plantes cultivées ont-elles commencé à diverger des populations "naturelles".

Avec la découverte des lois de la génétique des croisements dirigés ont été réalisés entre les plantes les plus performantes. Une sélection opérée parmi les descendants de ces hybrides a permis d'obtenir des plantes exprimant des potentialités agronomiques supérieures à celles des parents.

Ainsi, progressivement, les plantes cultivées sont-elles devenues plus homogènes et plus productives, mais aussi plus spécialisées pour leur adaptation à des systèmes culturaux et à des conditions environnementales données. Les plantes cultivées n'ont donc, aujourd'hui, qu'un lointain rapport avec les plantes d'origine : les vieux maïs mexicains sont morphologiquement très différents des variétés de maïs hybrides produits de nos jours, la taille des blés a été diminuée par un facteur trois au cours du dernier siècle et les rendements en grains se sont accrus de 1.5 quintal par hectare et par an depuis 1945.

## **C - INTROGRESSION DE GENES PAR CROISEMENTS INTERSPECIFIQUES**

Il est possible, dans certaines conditions, de transférer un caractère agronomique intéressant d'une espèce dans une autre par hybridation. Il s'agit là d'une opération longue et laborieuse, mais qui s'avère réalisable entre espèces apparentées et qui implique souvent l'intervention humaine pour assurer, en condition *in vitro*, le développement normal des embryons hybrides. Chez le blé, il est d'une pratique courante d'introduire des caractères de résistance à des maladies (rouilles, mildiou, piétin) à partir de graminées sauvages comme *Aegilops*, *Agropyrum* et *Secale*.

Cette technique de l'hybridation interspécifique a été utilisée pour l'amélioration de bien d'autres espèces cultivées comme la tomate, le tabac, ou le tournesol.

Du point de vue qui nous intéresse ici, l'hybridation interspécifique appelle deux remarques :

(i) elle peut se produire naturellement entre toutes les espèces apparentées, cultivés ou non. Il existe donc des flux de gènes entre espèces proches qui ont été mis en évidence par des analyses d'isoenzymes en électrophorèse

(ii) le principe de l'introgession d'un caractère d'une espèce sauvage dans une plante cultivée repose sur l'existence de recombinaisons entre les chromosomes des deux espèces. C'est donc en réalité un fragment de chromosome qui passe d'une espèce dans l'autre. Celui-ci porte le ou les quelques gènes, qui contrôlent le caractère sélectionné, mais également beaucoup d'autres gènes dont le nombre et la fonction sont inconnus.

#### D - CREATION DE NOUVELLES ESPECES

Dans certaines conditions, l'hybridation interspécifique peut conduire à des plantes qui combinent la totalité des chromosomes des deux espèces parentales et qui sont fertiles, de telles plantes correspondent donc de fait à une nouvelle espèce.

Le meilleur exemple de création par l'homme d'une nouvelle espèce est celui du Triticale qui résulte du croisement entre un blé (*Triticum*) et un seigle (*Secale*). Des croisements spontanés blé x seigle ont été observés dans la nature, mais seul un sauvetage in vitro des embryons formés permet d'aboutir à la création de plantes fertiles combinant des propriétés agronomiques des deux parents.

Ceci étant, les études génétiques et cytogénétiques nous ont appris que de nombreuses espèces cultivées sont en fait le résultat de croisements interspécifiques réussis ; c'est le cas en particulier du blé du colza, du tabac, de la betterave, d'arbres fruitiers, d'agrumes....

#### E - LE DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE A ENTRAINE DE PROFONDES MODIFICATIONS DU PAYSAGE ET DE L'ENVIRONNEMENT

Il est important de rappeler, même si cela semble évident, que le développement de l'agriculture a entraîné des modifications profondes du paysage et de l'environnement :

- La cause majeure du déboisement en Europe est le développement de l'agriculture, lequel résulte de la nécessité de produire plus pour une population en constante croissance. Cette évolution est particulièrement nette dans les régions tempérées où les zones forestières sont presque exclusivement limitées aux régions de montagne.

-Le développement de l'agriculture moderne et les nécessités de productivité ont abouti à la constitution de zones de monoculture sur des centaines de milliers d'hectares.

## F - QUELLE CONCLUSION PEUT-ON TIRER DE CES PRATIQUES ?

De cet aperçu très schématique de la pratique de la sélection et de l'amélioration des plantes, on peut tirer quelques conclusions qui mettent en évidence les points saillants à prendre en compte pour mieux apprécier les risques liés aux biotechnologies .

- Un brassage important des espèces végétales a été opéré par l'homme au cours des siècles par l'introduction d'espèces de diverses origines géographiques dans un même écosystème. De plus, microorganismes et insectes ont, d'une manière concomitante, fait l'objet de brassages équivalents.

Sachant qu'une espèce végétale possède entre 50.000 et 100.000 gènes, on peut mesurer l'importance de la "pollution génétique" qu' a entraîné l'introduction de nouvelles espèces dans un écosystème. Cette situation a donc entraîné des flux de gènes importants entre plantes de la même espèce, ainsi qu'entre plantes d'espèces différentes, mais proches d'un point de vue phyllogénétique.

- S'agissant des espèces cultivées, une redistribution non aléatoire de leurs informations génétiques a été opérée par les travaux des sélectionneurs. Des gènes ont été "perdus", mais d'autres ont été acquis par des croisements interspécifiques.

- D'une manière générale, les plantes cultivées sont "maîtrisées"; elles ne sont pas devenues des mauvaises herbes au sens où elles n'ont pas envahi l'espace non cultivé proche. Cela n'est bien entendu pas le cas pour les espèces non cultivées.

Par exemple, aux Etats-Unis, il a été estimé que sur les quelques 500.000 plantes exotiques qui ont été introduites, seules quelques-unes sont devenues envahissantes, comme la jacinthe d'eau, la véronique ou une petite graminée appelée Johnson grass. Les spécialistes estiment que seules 0.1 à 1 % des espèces introduites ont posé des problèmes d'envahissement. Un écosystème est d'autant plus sensible à l'envahissement d'une espèce qu'aucun pathogène ou prédateur existant n'est susceptible d'en limiter la progression. C'est ainsi qu'une adventice, *Chondrilla juncea*, ou chondrille effilée, introduite en Australie au début du XXème siècle, a pu envahir des régions entières et causer des pertes de récolte évaluées globalement à plusieurs millions de dollars. Seule l'introduction volontaire d'un champignon pathogène, une rouille, *Puccinia chondrillina*, a permis non seulement de limiter la progression de l'adventice, mais aussi de réduire son importance à un niveau tel qu'elle n'est plus aujourd'hui qu'un problème mineur.

Il est donc clair que du point de vue des risques pour l'environnement, le brassage des espèces opérées volontairement ou non par l'homme, dans le temps et dans l'espace, a été la cause de profonds déséquilibres écologiques.

Par ailleurs, l'homme, en plusieurs circonstances, a eu à supporter les conséquences d'une pratique agricole qui ne prenait pas en compte les paramètres écologiques. Deux exemples suffiront à le montrer :



Jusqu'en 1970, la quasi totalité des hybrides de maïs cultivés aux Etats-Unis étaient produits sur des plantes femelles portant le cytoplasme mâle stérile Texas. Or, il est apparu une nouvelle race du champignon *Helminthosporium maydis* qui s'attaquait spécifiquement aux plantes porteuses de ce cytoplasme. Ainsi, parce que 24 millions d'hectares étaient cultivés avec des maïs portant le même cytoplasme, l'épidémie causée par ce champignon a-t-elle entraîné des pertes de l'ordre de 15 milliards de dollars.

Dans les années 1960, les chercheurs du CYMMIT (Centre Int. d'Amélioration du Maïs et du Blé), un des centres internationaux de recherche agronomique situé au Mexique, mettaient au point de nouvelles variétés de blé à haut rendement et peu sensibles à la verse, parce que de petite taille. Ces variétés, considérées comme "révolutionnaires", ont été généralisées dans un certain nombre de pays en voie de développement. Or, loin d'apporter la révolution attendue, ces variétés ont été la cause de plusieurs désenchantements. Sélectionnées sur les hauts plateaux mexicains, elles se sont révélées complètement inadaptées dans certaines régions et, qui plus est, très sensibles à des pathogènes locaux. Plus grave peut-être, a été la perte d'une partie des populations de blé locales qui avaient été délaissées au profit des nouvelles variétés.

Enfin, un dernier aspect doit être pris en compte, celui du consommateur. Par un long apprentissage, l'homme a pu différencier les espèces qui étaient propres à la consommation, directement ou après transformation, de celles qui ne l'étaient pas. Sur la base de cette expérience, aucun contrôle toxicologique n'est effectué aujourd'hui sur les nouvelles variétés mises sur le marché et reconnues appartenir des espèces comestibles. Or, il s'est avéré que dans un certain nombre de cas, de nouvelles variétés obtenues par la voie conventionnelle, c'est-à-dire la reproduction sexuée, se sont révélées néfastes pour la santé humaine. Par exemple, une certaine variété de pomme de terre, cultivée dans des conditions climatiques particulières accumule dans les tubercules un alcaloïde hallucinogène, la solanasine. De même, une variété de courgette, Zucchini, utilisée dans la préparation de pizzas surgelées produit une toxine, la cucurbitaine, dont le goût est masqué par celui des autres composants de la pizza et qui provoque des troubles intestinaux. Dans les deux cas, c'est par des études épidémiologiques que l'on a pu remonter au produit consommé et dans les deux cas, bien évidemment, les variétés ont été retirées du marché.

Les méthodes "naturelles" de la sélection basées sur la reproduction sexuée ont montré leur efficacité pour l'amélioration des propriétés agronomiques des espèces cultivées, mais aussi pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle et technologique des produits récoltés. Toutefois, ces méthodes ne sont pas, comme cela vient d'être discuté, exemptes de tout "risque" tant pour l'environnement que pour la santé du consommateur.

La "Société" qui n'a qu'une conscience diffuse de l'existence de ces risques, n'exprime aucune appréhension face à ces méthodologies alors qu'elle en exprime face aux technologies de la biologie moderne. Existe-t-il réellement des risques supplémentaires et de nature différente liés à l'introduction de ces nouvelles technologies ? C'est ce que nous allons maintenant essayer d'analyser.

## II - UTILISATION DES BIOTECHNOLOGIES EN AGRICULTURE

Le terme "Biotechnology" est né aux USA dans le courant des années 1970 pour désigner les technologies de la biologie moléculaire, c'est-à-dire celles permettant d'isoler un gène, de le modifier *in vitro*, et de le réintroduire dans un organisme quelconque. Mais dans la conscience collective, il était le plus souvent synonyme de génie génétique. Rapidement, les technologies issues de la biologie cellulaire ont été incluses dans le concept de "Biotechnologie" jugé trop étroit. C'est donc à juste titre aujourd'hui que l'on parle des Biotechnologies. Cependant, il reste encore une confusion entretenue par certains et sur laquelle nous reviendrons, qui tend à considérer comme "biotechnologiques" toutes les technologies du vivant qu'elles soient anciennes ou nouvelles.

### A - LES TECHNOLOGIES ISSUES DE LA BIOLOGIE CELLULAIRE ET LEUR INTERET EN AGRICULTURE

#### a - la multiplication végétative *in vitro*.

C'est au début des années 1950 qu'a été mise au point la première technique permettant, en condition *in vitro*, de reproduire à l'identique un génotype d'orchidée à partir d'un fragment de tissu d'une plante mère. Depuis, les techniques se sont diversifiées et ont été généralisées à de nombreuses espèces.

Ces techniques sont aujourd'hui d'une pratique courante et ont deux avantages principaux :

(i) à partir d'une plante mère, il est théoriquement possible de produire un nombre infini de plantes identiques, et cela en un temps relativement réduit et dans un espace limité. Cette technique est donc d'un intérêt considérable lorsqu'il s'agit de reproduire un hybride, alors qu'aucun autre moyen n'est disponible ou bien lorsqu'il s'agit de mettre rapidement sur le marché une plante qui ne peut être reproduite que lentement par la technique du bouturage *in vivo*.

Ainsi aujourd'hui, la quasi-totalité des fleurs coupées que l'on peut acheter chez son fleuriste, sont issues de culture *in vitro*. De même, les plantes ligneuses qui ont un taux de multiplication faible par bouturage horticole font toutes l'objet de travaux pour pouvoir être multipliées *in vitro*.

A titre d'exemple, on peut citer le cas du rosier qui, par bouturage *in vivo*, donne une cinquantaine de boutures par an, peut théoriquement en donner 400.000 par la technique de multiplication végétative *in vitro*

(ii) le deuxième avantage réside dans la diminution des coûts. L'exemple précédent du rosier montre bien l'intérêt pour l'obteneur qui peut très rapidement mettre sur le marché un hybride intéressant. Le consommateur y retrouve également son intérêt puisqu'il peut avoir à un moindre coût une plante rare. De ce point de vue, l'exemple de l'orchidée est peut-être le plus frappant. Il faut sept ans pour pouvoir juger de la qualité esthétique d'un hybride et l'orchidée ne peut fournir qu'une dizaine de boutures par an. Grâce à la multiplication végétative *in vitro*, on peut aujourd'hui acheter dans son supermarché des

orchidées à un prix raisonnable, alors qu'il y a encore quarante ans, l'orchidée n'était réservée qu'à une classe sociale aisée.

#### b - l'haplodiploïdisation

A partir des cellules reproductives, pollen et ovule, il est possible in vitro, et dans des conditions précises, d'induire la formation d'une plantule néoformée haploïde. Celle-ci peut être soumise à divers traitements pour obtenir un doublement du nombre de chromosomes. La plante issue de ce double processus est donc diploïde et fertile, mais elle est aussi homozygote pour tous les gènes.

Cette technique permet de tester rapidement l'importance de la variabilité génétique que l'on peut attendre dans les descendants issus du croisement entre deux plantes parentales. Parce que les plantes obtenues sont homozygotes, les allèles récessifs sont immédiatement repérables.

L'haplodiploïdisation est donc une technique susceptible de faire gagner environ deux ans dans un cycle de sélection de dix ans. Mais elle permet aussi de détecter rapidement des génotypes intéressants pour quelques caractères agronomiques et qui seront utilisés comme géniteurs dans de nouveaux plans de croisement.

#### c - la culture d'embryons sexués

L'embryon issu de la fusion des cellules reproductrices, pollen et ovule, se développe au sein d'un ensemble de tissus qui doivent subir une maturation pour accumuler les réserves qui seront utilisées par l'embryon au moment de la germination. Il est de plus, fréquent, que la graine entre dans une phase de dormance plus ou moins longue qui peut cependant être levée par certains traitements. Cet ensemble de processus explique que dans nos régions il ne soit possible de réaliser qu'un seul cycle de végétation par an.

La culture in vitro d'embryons immatures permet rapidement d'obtenir une plante viable et fertile. Cette technique peut donc être utilisée pour réaliser plusieurs cycles de végétation par an, ce qui est extrêmement intéressant pour le sélectionneur.

Chez le Tournesol, par exemple, il est possible grâce la culture d'embryons immatures, de réaliser quatre générations par an. Un autre intérêt de la culture in vitro d'embryons est de permettre le développement normal d'embryons issus de croisements interspécifiques. Il est en effet fréquent que ces embryons avortent parce que les tissus nucellaires de la plante-mère sont incapables d'assurer leur développement. De plus, il est fréquent également que pour obtenir une plante fertile, il soit nécessaire de doubler artificiellement le nombre de chromosomes. Ces chromosomes parentaux n'étant pas en effet, homologues, la méiose ne peut se dérouler normalement. Le doublement du nombre de chromosomes permet alors de restituer un état pseudodiploïde.

#### d - la fusion de protoplastes

Les cellules végétales sont enserrées dans une paroi pecto-cellulosique qui permet aux tissus végétaux d'avoir une certaine rigidité. Cette paroi peut être digérée par un cocktail

d'enzymes appropriées et les cellules ainsi débarassées de leur paroi sont appelées protoplastes. Ceux-ci peuvent refermer une paroi, puis se diviser et donner naissance, dans des conditions de milieu définies, à une plante néoformée. Les protoplastes constituent un matériel de choix pour de nombreuses études et une de leurs propriétés intéressantes est de pouvoir fusionner entre eux sous l'effet d'un traitement chimique. L'expérience a montré que les plantes issues des produits de fusion de protoplastes possèdent tout ou partie des informations génétiques des deux cellules parentales contenues dans le noyau et les organites cytoplasmiques que sont les mitochondries et les chloroplastes.

Grâce à la technique de fusion de protoplastes, il est ainsi possible de redistribuer les informations génétiques des deux cellules parentales selon des combinaisons qu'il n'aurait pas été possible d'obtenir par la reproduction sexuée. En effet, si les informations nucléaires sont héritées de manière mendélienne, les organites cytoplasmiques sont-elles héritées de manière strictement maternelle.

Des plantes nouvelles issues de fusion de protoplastes de deux espèces différentes du genre Brassica, sont déjà commercialisées au Japon, et d'autres produits analogues sont en préparation dans les laboratoires. L'utilisation des technologies de la biologie cellulaire a donc déjà conduit à de nombreuses applications. Des plantes ont été mises au champ, puis commercialisées sans qu'aucune réaction de l'opinion ne vienne en limiter le développement.

Bien que faisant appel à des technologies qui n'ont rien de "naturelles", l'opinion manifeste au contraire son admiration face aux possibilités d'applications qu'apportent, dans ce domaine, les progrès de la biologie végétale.

## B - LES TECHNOLOGIES ISSUES DE LA BIOLOGIE MOLECULAIRE ET LEUR INTERET EN AGRICULTURE

### a - l'analyse moléculaire du génome

Les lois de la génétique nous ont appris que la plupart des caractères phénotypiques sont hérités de manière simple et qu'ils sont contrôlés par des gènes situés sur les chromosomes. Il est possible, en étudiant la distribution des caractères dans les descendants de deux parents, de déterminer si les gènes qui les contrôlent sont situés ou non sur le même chromosome. Une analyse plus fine permet de positionner les gènes en question les uns par rapport aux autres sur un chromosome ; on établit ainsi une carte génétique. Nombre de caractères qui intéressent le sélectionneur ne sont exprimés que sur la plante développée. Or, un des problèmes du sélectionneur est de pouvoir repérer le plus tôt possible les individus qui possèdent le caractère recherché.

Pour cela, il recherche des caractères, des marqueurs, qui sont étroitement liés sur le chromosome, mais qui sont exprimés très tôt dans le développement de la plante. Malheureusement, les marqueurs phénotypiques intéressants de ce point de vue, sont peu nombreux. Des marqueurs enzymatiques ont été recherchés, mais le nombre de marqueurs utilisables est encore trop faible pour révéler l'ampleur de la variation phénotypique.

Les généticiens ont donc recours aujourd'hui aux marqueurs moléculaires. Le support de l'information génétique contenu dans les chromosomes est l'ADN (Acide DeoxyriboNucléique). Il peut être extrait et découpé en petits fragments qui, s'ils sont appliqués sur l'ADN de l'organisme dont ils proviennent, vont "reconnaître" la région homologue. Ainsi, deux fragments d'ADN situés à proximité l'un de l'autre sur la chaîne d'ADN vont-ils se retrouver à nouveau liés dans les descendants.

Ces fragments d'ADN, encore appelés "sondes" peuvent donc être utilisés comme des marqueurs au même titre que les caractères phénotypiques. Le nombre de fragments d'ADN qu'il est possible d'isoler est théoriquement infini, ou du moins limité par la taille de l'ADN de l'organisme. Il apparaît donc envisageable de réaliser une cartographie du génome d'une espèce qui aura un pouvoir de résolution beaucoup plus fin que celui obtenu précédemment.

Cette technologie, dite RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), est maintenant utilisée par tous les biologistes parce qu'elle permet de localiser sur le génome, et cela par rapport aux marqueurs moléculaires, un très grand nombre de gènes. Le sélectionneur dispose donc d'une technologie qui devrait répondre à son attente et permettre une sélection précoce des génotypes intéressants. Le généticien quant à lui pourra utiliser cette technologie pour isoler des gènes jusqu'alors inaccessible par d'autres techniques.

L'analyse du génome est considérée par la Communauté Scientifique comme un enjeu stratégique et l'on peut regretter que la France ait tardé à en comprendre tout l'intérêt.

#### b - le clonage des gènes et leur caractérisation

Au cours des dernières décades, la Biologie Moléculaire a fait des progrès considérables et elle a fourni au biologiste des outils d'une puissance extraordinaire pour analyser la structure et le mode de fonctionnement de l'information génétique.

Il est maintenant possible d'isoler un fragment d'ADN correspondant à une fonction précise, de décoder l'information et donc de donner une signification à chaque région analysée. Une représentation concrète d'un gène peut donc être proposée. Très schématiquement, un gène est composée de trois régions :

(i) une région dite codante qui peut effectivement être traduite en protéines par la cellule, chaque protéine synthétisée a une fonction précise à laquelle correspond un phénotype.

(ii) une région dite de régulation qui, sensible à un certain nombre de signaux, permet ou non la synthèse de protéine. Ainsi un gène pourra être exprimé dans tous les tissus de l'organisme ou dans un tissu particulier, en fonction soit du stade de développement, soit en réponse à des stimuli extérieurs.

(iii) enfin, une région dite de terminaison dont la fonction reste encore imprécise, qui n'existe pas chez les microorganismes et qui n'est pas non plus présente dans tous les gènes d'organismes supérieurs.

Chacune de ces régions peut être délimitée et isolée d'une manière extrêmement précise. Il est, de plus, possible de constituer des nouveaux gènes, ou gènes chimères, en associant entre elles des régions de gènes différents. De plus, le code génétique étant, à quelques exceptions près, le même chez tous les organismes (microorganismes, plantes et animaux), il est possible de créer en laboratoire des gènes chimères constitués de fragments de gènes d'organismes quelconques.

Les informations que l'on peut déduire de l'analyse des différentes régions du génome, qu'il s'agisse de gènes ou de régions non codantes, sont très informatives. La comparaison des régions équivalentes de plantes de la même espèce, ou même d'espèces différentes, permet en effet de faire des hypothèses pour expliquer les différences phénotypiques observées, ainsi que pour quantifier les divergences évolutives entre espèces. Toutefois, ces informations sont un peu statiques car elles ne renseignent ni sur le mode de fonctionnement des gènes, ni sur les régions spécifiques d'un gène qui déterminent tel ou tel mode de fonctionnement. Seule la transformation génétique peut apporter des éléments de réponse à ces questions.

### c - la transformation génétique ou génie génétique

Non seulement, comme nous venons de le voir, les scientifiques peuvent décrire avec une grande précision la structure du génome, mais ils peuvent maintenant agir sur la structure même de ce génome par addition d'un fragment d'ADN exogène. Il existe deux catégories de méthodes pour introduire une information nouvelle dans le génome des plantes.

La première consiste à utiliser les propriétés d'une bactérie du sol, *Agrobacterium*, qui réalise un processus naturel de transformation génétique des cellules végétales. Une partie bien définie de son information génétique, l'ADN-T, peut en effet être transférée selon des mécanismes qui ne sont pas encore complètement élucidés, dans l'ADN de la cellule. Les scientifiques ont donc remplacé les régions de l'ADN-t, excepté les régions bordures qui sont nécessaires pour le transfert, par les gènes à transférer.

La description moléculaire de la cellule transformée est relativement aisée puisque seule la région de l'ADN-t est généralement transférée. Toutefois, des erreurs peuvent survenir et une partie de l'ADN d'*Agrobacterium* peut également avoir été introduite en même temps que des gènes requis.

La seconde catégorie de méthodes, dite de transfert direct, consiste à utiliser des procédés physiques ou chimiques pour forcer la pénétration d'un ADN exogène dans la cellule végétale. Cet ADN s'intègre ensuite dans le patrimoine génétique de la cellule-hôte selon des mécanismes qui sont encore inconnus. Il n'est généralement pas techniquement possible de limiter l'ADN utilisé aux seuls gènes à transférer. Ceux-ci sont en effet insérés dans un vecteur bactérien, généralement un plasmide de type *Escherichia coli*, qui se retrouve donc également intégré dans l'ADN de la cellule hôte. De plus, il est parfois nécessaire, pour optimiser les fréquences de transformations pour les gènes requis, d'utiliser un ADN entraîneur en quantité cinq à dix fois supérieure à celle du plasmide.

Des fragments de cet ADN entraîneur, généralement celui d'un organisme supérieur (veau, saumon), peuvent être aussi intégrés dans le génome de la cellule cible, sans qu'il soit possible de prétendre les décrire qualitativement et, a fortiori, quantitativement.

Toutes les espèces ne sont pas encore accessibles à la transformation génétique, et à l'intérieur même d'une espèce, des disparités importantes existent d'un cultivar à l'autre. Mais les progrès réalisés depuis les premiers succès en 1983 sont tels, que l'on peut raisonnablement penser qu'à court terme les obstacles à la transformation des espèces les plus récalcitrantes, comme les céréales, seront levés.

De ce point de vue, les méthodes de transfert direct qui permettent de s'affranchir de certaines contraintes biologiques, comme de bombardement de particules, sont très prometteuses.

Quoi qu'il en soit, l'intérêt de la transformation génétique, tant pour des études scientifiques que pour des applications agronomiques, est déjà largement démontré.

#### d - intérêts du génie génétique

Comme cela a déjà été évoqué, la possibilité d'introduire un gène nouveau dans le génome d'une cellule, permet d'étudier d'une manière spécifique son mode de fonctionnement et de régulation. Par ailleurs, le fait de pouvoir créer des gènes chimères et provoquer des mutations dans des régions cibles permet également de caractériser avec précision les régions du gène qui en contrôlent sa régulation. D'un point de vue agronomique, le génie génétique ouvre des perspectives d'application considérables. Du fait qu'il permet de transgresser les barrières de la sexualité, un gène agronomiquement intéressant peut être recherché hors de l'espèce à améliorer et même hors du règne végétal.

Bien qu'aucune variété transgénique ne soit pas encore commercialisée, des essais en champ ont déjà été réalisés avec des plantes transgéniques possédant des gènes d'intérêt agronomique.

- gènes de résistance à des herbicides : trois stratégies ont été choisies pour construire des gènes susceptibles de conférer aux plantes une résistance à un herbicide : la détoxification, la modification de la cible et la surproduction de la cible. Dans la plupart des cas cités, les gènes introduits sont des gènes chimères constitués d'une séquence codante d'origine bactérienne et de séquences de régulation d'origine végétale. Les plantes résistantes à des herbicides constitueront un progrès certain pour les agriculteurs et pour l'environnement. Les pertes de rendement dues à la présence de mauvaises herbes peuvent être importantes lorsqu'aucun herbicide ne peut être utilisé du fait de son action également nocive sur la plante cultivée. Les plantes résistantes ne seront cependant intéressantes que si le surcoût dû à l'achat des semences et de l'herbicide reste inférieur aux gains de rendement espérés.

La plupart des nouvelles molécules dont disposent les firmes agrochimiques peuvent s'utiliser à de très faibles doses à l'hectare et sont moins toxiques et biodégradables dans l'environnement. Mais l'inconvénient lié à leur spectre d'action très large peut être compensé par le fait que les plantes cultivées sont rendues résistantes.

- gènes de résistance à des insectes

Les bactéries *Bacillus thuringiensis* produisent des protéines toxiques spécifiquement pour certaines larves et insectes adultes qui se nourrissent de tissus végétaux. Les plantes dans lesquelles on a introduit le gène d'origine bactérienne expriment une résistance à l'insecte cible, les autres insectes prédateurs n'étant que peu ou pas affectés.

D'autres stratégies sont envisagées et consistent à utiliser des gènes de plantes synthétisant des protéines qui piègent ou détruisent les enzymes intestinales qui permettent la digestion des aliments. Les insectes dans ces conditions meurent, non pas d'intoxication, mais de faim.

L'intérêt de telles plantes est évident, elles permettront de diminuer les quantités d'insecticides utilisées, donc de diminuer les coûts de production et de limiter les effets négatifs sur l'environnement.

- gènes de résistance à des virus

Il n'existe pas de moyen de lutte directe contre les virus, il faut donc employer soit la résistance génétique soit, le cas échéant, la lutte chimique lorsqu'un insecte est le vecteur de transmission du virus. Les scientifiques ont imaginé d'utiliser une partie de l'information génétique du virus lui-même pour construire un gène chimère qui, une fois introduit dans la plante, interfère soit la replication, soit avec la propagation du virus. La progression du virus devient donc limitée et les symptômes de la maladie sur la plante sont donc considérablement atténués, voir même supprimés.

Les premiers résultats au champ se sont révélés très positifs et l'on peut espérer chez certaines espèces une limitation importante des pertes de rendement.

Une autre stratégie a été élaborée à partir de la découverte que certains ARN possédaient des propriétés catalytiques. Ces ARN, appelés ribozymes ont, en effet, la propriété de cliver en des endroits spécifiques d'autres ARN.

Les chercheurs ont réussi à créer des ribozymes "artificiels" contre des cibles bien spécifiques. On peut ainsi espérer créer des ribozymes contre des virus pathogènes qui seront alors "détruits" dès leur entrée dans la cellule.

Un des points à retenir, dans l'esprit de la présente réflexion, est le fait que les chercheurs ont construit, à partir de fractions d'information virale sous forme d'ARN, des gènes qui n'existent pas dans la nature et qui ont été introduits dans un génome végétal. Il y a là un aspect qui doit être considéré avec une attention particulière dans la discussion sur les risques.

- gènes modifiant la composition de la plante :

Les gènes mentionnés précédemment doivent être considérés sous l'angle de la fonction nouvelle qu'ils confèrent à la plante, c'est-à-dire une résistance à une drogue, un pathogène ou un prédateur.



Une autre catégorie de gènes a pour objet de modifier, directement ou indirectement, la composition de la biomasse végétale en vue d'une utilisation particulière, pour la consommation ou pour l'industrie.

Des projets sont ainsi en cours de réalisation pour introduire des gènes synthétisant des protéines riches en acides aminés souffrés tels que la lysine et la méthionine. Ces acides aminés, dits essentiels, ne sont pas produits par les cellules animales et humaines, ils doivent donc être apportés par le régime alimentaire sous peine de troubles pour la santé.

Deux exemples montrent bien l'intérêt d'une telle stratégie. Les paysans du Nord-Est du Brésil ont une alimentation à base de haricot rouge ; or, cette espèce est pauvre en acide aminé souffré. Un gène de la noix du Brésil, qui fournit une protéine riche en méthionine a été cloné pour être introduit dans le haricot rouge. Il devrait donc être possible d'apporter aux paysans concernés, sans modifier leur régime alimentaire, un produit plus équilibré pour leur santé. Dans le même ordre d'idée, la quantité de soufre étant un facteur limitant pour la production de laine par le mouton, cet élément est souvent apporté d'une manière exogène dans l'alimentation. Une équipe australienne a donc eu l'idée d'introduire dans la luzerne, qui constitue l'alimentation principale du mouton, un gène de pois qui produit une protéine riche en acides aminés souffrés. Des gains de rendement de laine de 15 % à 20 % sont attendus.

Des projets équivalents sont actuellement développés chez d'autres espèces, mais on peut également utiliser la plante comme "usine naturelle" pour produire des protéines d'intérêt industriel, c'est ce que les anglosaxons appellent le "Proteine farming".

Des essais de production par des plantes de protéines humaines d'intérêt pharmaceutique, comme l'interferon et le sérum albumine, ont déjà été réalisés avec succès.

Mais on peut également envisager de modifier la composition de la biomasse en intervenant sur les voies métaboliques. Par exemple, supposons que l'on connaisse une voie de biosynthèse qui permette de passer du composé A au composé B, puis au composé C ( A B C ), ainsi que les enzymes qui contrôlent chaque étape, il est possible d'intervenir sur cette voie de biosynthèse pour bloquer le passage de B vers C et accumuler ainsi le composé B dans la cellule. Deux stratégies sont actuellement envisageables qui, toutes deux, visent à empêcher la traduction d'un ARN messager en protéine, en l'occurrence cela revient à empêcher la synthèse de l'enzyme qui contrôle le passage de B vers C. La première stratégie consiste à produire par la cellule des ARN spécifiques, dits ARN antisens parce que capables de "reconnaître" un ARN, ils forment avec celui-ci un complexe double brin qui empêche toute traduction.

La deuxième consiste à faire produire par la cellule un ribozyme spécifique contre le même ARN cible.

On peut aussi vouloir faire produire par une plante un composé D, qui n'existe pas dans l'espèce, mais qui dérive de C. Il "suffit", à partir de plantes d'une espèce qui contient D, de cloner le gène correspondant à l'enzyme que contrôle le passage de C vers D et de

l'introduire dans l'espèce considérée, de manière à permettre à la voie A B C D de se réaliser.

Toutes ces stratégies sont actuellement mises en oeuvre, sur les voies de biosynthèse des acides gras, pour modifier la composition en huile des graines de Colza. Les objectifs recherchés concernent soit la consommation humaine (accumulation d'acide oléique, production d'acide gamma linoléique), soit les besoins industriels (accumulation d'acide érucique). Mais les mêmes stratégies appliquées sur les voies de biosynthèse des anthocyanes, permettent de modifier la coloration des pétales de fleurs, chez le rosier, le pétunia ou le bégonia.

Ces quelques exemples, qui ne constituent pas une liste exhaustive des résultats déjà acquis et des projets en cours, montrent que les avantages que l'on peut espérer tirer de ces technologies sont considérables. Certes, cet enthousiasme doit être pondéré par plusieurs remarques :

- elles n'ont pas apporté les résultats économiques que certains espéraient au début des années 80, mais elles ont montré leur puissance d'une manière suffisamment convaincante pour qu'il soit justifié de poursuivre les travaux de recherche

- on ne peut agir aujourd'hui que sur des caractères simples et contrôlés par un à deux gènes. Or, les caractères qui le plus souvent intéressent le sélectionneur, sont complexes et sont contrôlés par un nombre de gènes non connu, mais vraisemblablement important. Cela est le cas en particulier du rendement de la précocité ou de l'adaptation à tel ou tel milieu.

Mais cette limitation vient plus de notre connaissance limitée de la physiologie et des processus de développement du végétal que de la technologie elle-même. Nous nous trouvons en effet dans la situation paradoxale où la technologie a progressé plus vite que nos connaissances mais où, grâce à la même technologie, nous avons maintenant la possibilité d'accroître nos connaissances.

Il n'est donc pas déraisonnable de penser que les applications les plus intéressantes des biotechnologies sont encore à venir et qu'elles émergeront du progrès des connaissances.

### III - LES BIOTECHNOLOGIES INTRODUISENT-ELLES UNE "RUPTURE TECHNOLOGIQUE" DANS LES PROCESSUS DE SÉLECTION ?

Dans les deux premières parties de cet exposé nous avons décrit les technologies de l'amélioration des plantes, ainsi que celles issues de la biologie cellulaire et de la biologie moléculaire. Implicitement, se trouve donc déjà esquissée la réponse à la question de savoir si les biotechnologies introduisent une rupture technologique dans les processus de sélection. Mais reprenons une à une ces technologies pour les analyser les unes par rapport aux autres.

## A - LA REPRODUCTION SEXUEE : UNE TECHNOLOGIE ANCESTRALE

Jusqu'à il y a une quarantaine d'années, la reproduction sexuée était la seule "technologie" disponible pour l'amélioration des plantes. Utilisée d'une manière instinctive et empirique jusqu'au milieu du XVIIIème siècle, elle n'a vraiment été utilisée d'une manière rationnelle qu'à partir du milieu du XIXème siècle par VILMORIN, en France, et par HALLETT en Angleterre.

La découverte des lois de la génétique, associée ultérieurement aux méthodes de la statistique, puis de la génétique quantitative, a permis aux sélectionneurs de réaliser des progrès considérables. Mais les combinaisons génétiques nouvelles issues des plans de croisements contrôlés, étaient limitées par les possibilités d'obtenir des descendants viables et fertiles. La fertilité n'étant pas toutefois absolument requise pour les espèces dont seules les parties végétatives étaient intéressants.

## B - LA CULTURE IN VITRO : UNE TECHNOLOGIE DE RACCOURCI

Comme cela a été mentionné, les technologies issues de la biologie cellulaire ont apporté aux sélectionneurs des possibilités nouvelles pour multiplier à l'identique des génotypes agronomiquement intéressants, pour assurer le développement normal d'embryons sexués, pour analyser plus rapidement les produits de la méiose par la production de dihaploïdes ou pour combiner les informations génétiques de deux cellules parentales par la fusion de protoplastes. Toutes ces technologies se sont révélées extrêmement intéressantes et utiles, mais fondamentalement et bien que ne pouvant être considérées comme "naturelles", elles n'introduisent pas de rupture en ce sens que "naturellement" il aurait été possible d'aboutir aux mêmes résultats. Elles ne permettent pas de créer de nouvelles entités, elles ne permettent en fait que d'accélérer certains processus ou d'augmenter, dans un temps donné, la probabilité d'obtenir l'objet recherché.

- Il est clair que la multiplication végétative in vitro, pour intéressante qu'elle soit en terme de rapidité et de coût, ne permet de reproduire à l'identique que des génotypes existants. Certes, toutes les espèces ne sont pas encore accessibles à cette technologie qui serait pourtant d'une très grande utilité pour multiplier des génotypes hybrides, chez la tomate ou la betterave, par exemple.

- Comme cela a été évoqué, la technique de l'haplodiploïdisation in vitro a permis une avance certaine pour analyser les produits de la méiose et pour obtenir rapidement des plantes homozygotes. Ceci étant, on sait que certaines espèces au moins donnent naturellement des graines haploïdes, mais qui sont difficiles à repérer et qui n'apparaissent qu'à des fréquences extrêmement faibles, de l'ordre de 1/10.000. La culture in vitro de cellules haploïdes permet donc, dans un temps donné, d'augmenter d'une manière hautement significative le nombre de plantes haploïdes obtenues, ce qui est une condition nécessaire pour une utilisation dans un processus de sélection.

- La culture in vitro d'embryons immatures ne fait qu'accélérer un processus qui, de toute façon, serait arrivé à son terme. Quant à la technique de sauvetage d'embryons, dans le cas d'hybridation interspécifique, elle permet d'assurer le développement d'un embryon qui

n'aurait eu qu'une très faible probabilité de survie dans les conditions naturelles, et une probabilité encore plus faible, mais non nulle, de donner une plante fertile.

- La fusion de protoplastes d'espèces différentes a permis d'obtenir des plantes qui combinent tout ou partie des informations génétiques des deux cellules parentales. Toutefois, l'expérience montre que ce processus ne peut aboutir que dans le cas où le croisement sexué entre les deux espèces est lui-même possible, même avec difficulté, c'est-à-dire s'il exige le recours au sauvetage d'embryons. Comme nous l'avons vu la fusion de protoplastes permet de créer de nouvelles combinaisons génétiques à partir des noyaux, des chloroplastes et des mitochondries des cellules parentales. Mais rien ne permet d'affirmer que ce genre d'évènement ne se produit pas spontanément dans la nature. La règle générale, à notre échelle de temps, est que les chloroplastes et les mitochondries sont transmis par voie maternelle. Or, on connaît des espèces chez lesquelles une transmission d'organites cytoplasmiques par le pollen a pu être mise en évidence, et l'on ne peut exclure que cette observation n'a été rendue possible que parce que la fréquence de cet évènement est plus élevée que chez d'autres espèces.

La même remarque peut être faite à propos des recombinaisons entre les ADN mitochondriaux ou chloroplastiques qui peuvent être constatées après fusion entre protoplastes d'origines différentes. Ces évènements de recombinaison ont une probabilité d'opposition faible et si l'on prend en compte le fait que la transmission d'un organite cytoplasmique par le pollen elle-même faible, on peut comprendre que dans les conditions naturelles, il soit extrêmement difficile de détecter ce type de recombinaison. Ceci étant, on ne peut exclure que le polymorphisme des ADN mitochondriaux et chloroplastiques que l'on peut observer à l'intérieur d'une espèce soit dû à des évènements de recombinaison.

En résumé, toutes les technologies issues de la biologie cellulaire ont prouvé leur intérêt et leur importance dans les processus de sélection, mais, pour prendre une image, elles constituent des raccourcis pour atteindre des objectifs qu'il aurait été long et ou peu probable d'atteindre par des voies naturelles.

### C - BIOLOGIE MOLECULAIRE : UNE TECHNOLOGIE DE DESCRIPTION

Les progrès de la biologie moléculaire permettent, comme cela a été indiqué dans le chapitre sur les technologies, de réaliser une description des génômes à deux niveaux :

- d'une part, une description "globale" : composition en bases, part relative des séquences répétées par rapport aux séquences uniques, évaluation du polymorphisme....
- d'autre part, une description "fine" : séquençage et décodage de régions particulières du génome, comparaisons de séquences de gènes....

De telles informations ont considérablement amélioré nos connaissances de la structure des génômes et de nouvelles voies ont été ouvertes pour des études de génétique évolutive. Ces technologies incontestablement nouvelles ont donc permis d'affiner nos méthodes d'analyse du vivant, mais elles se situent dans une démarche continue par rapport aux technologies anciennes.

## D - LE GENIE GENETIQUE : UNE TECHNOLOGIE DE RUPTURE

Les intérêts du génie génétique pour l'amélioration des plantes ont été développés précédemment; aussi, nous ne discuterons ici que de ses aspects fondamentalement novateurs.

Le fait de pouvoir construire des gènes chimères à partir de fragments de gènes d'origine différente, de les réintroduire dans le génome d'une cellule hôte et d'obtenir leur expression dans tous les tissus de la plante ou dans un tissu particulier, amènent à deux réflexions qui illustrent en quoi le génie génétique amène à une véritable rupture.

- Avec le génie génétique, ce sont toutes nos "relations" avec la reproduction sexuée qui sont remises en question. La correction d'une déficience et la modification ou l'addition d'un caractère ne sont plus bornées par l'espace étudiée. Les exemples d'applications du génie génétique à l'agriculture montrent que n'importe quel gène, moyennant quelques réarrangements effectués in vitro, peut être utilisé pour atteindre l'objectif recherché : un gène de maïs peut être utilisé pour modifier la coloration florale d'un pétunia ; un gène de pois, de soja ou de *B.thuringiensis* peut conférer une résistance à un insecte chez la pomme de terre, un gène de souris peut permettre de rendre des plantes tolérantes à la présence de métaux lourds dans le sol, un gène construit à partir de séquences virales confère à la plante une tolérance à un virus pathogène, un gène humain peut être utilisé pour faire produire une protéine d'intérêt pharmaceutique dans des graines de colza.

Alors que, au cours de l'évolution, le phénomène de spéciation avait abouti à limiter les flux d'informations génétiques entre organismes sexuellement compatibles, le génie génétique nous amène à inverser cette tendance. Il s'agit donc là d'une rupture fondamentale qui interpelle à la réflexion non seulement les scientifiques qui sont engagés dans ce type de travaux, mais également tout homme qui s'interroge, sur les relations entre l'homme et la nature, ainsi que sur les équilibres naturels.

Certes, il n'est pas question de considérer qu'avec le génie génétique l'homme va opérer un brassage généralisé des informations génétiques. Par contre, l'homme va favoriser des échanges entre des systèmes jusqu'alors isolés par la reproduction sexuée et la question que l'on doit se poser est de savoir si de tels échanges vont ou non modifier les équilibres .

- La deuxième réflexion, induite par la rupture qu'entraîne le génie génétique, est que la perception que nous avons de la valeur de la diversité biologique est complètement modifiée. En effet, tous les gènes de tous les organismes étant potentiellement utilisables à des fins productives, c'est l'ensemble de la diversité biologique qui est maintenant considéré comme un capital de ressources génétiques connues ou inconnues.

Les sélectionneurs avaient depuis longtemps conscience de la valeur de la diversité génétique, mais ce qui est nouveau dans la période actuelle, c'est la prise de conscience de sa valeur économique potentielle. Les Etats, qu'ils soient du nord ou du sud, discutent aujourd'hui des modalités d'accession aux ressources génétiques. Celles-ci continueront-elles à être d'un accès libre et gratuit ou bien seront-elles d'un accès payant dans un régime de liberté surveillée ?

Cette question se pose avec d'autant plus d'acuité que certaines régions dans lesquelles la diversité biologique est importante, sont menacées de destruction par les activités humaines.

## E - LA REPRODUCTION SEXUEE : UNE TECHNOLOGIE INCONTOURNABLE

Les réflexions précédentes sur les conséquences de la rupture technologique introduite par le génie génétique ne doivent pas occulter le fait que, pour de nombreuses raisons, la reproduction sexuée restera l'outil privilégié du sélectionneur.

Par le génie génétique, nous ne pouvons actuellement intervenir que sur des caractères simples, alors que le sélectionneur s'intéresse le plus souvent à des caractères complexes, mal définis au niveau génétique, et à effets quantitatifs.

Pour qu'une variété issue de génie génétique ait une chance de se maintenir sur le marché, il faut que ses caractéristiques soient constantes dans l'espace et dans le temps. Cela signifie que la stabilité en descendance du gène introduit doit être vérifiée et que le niveau et le mode d'expression du gène soient également vérifiés dans des conditions variées de culture.

Par ailleurs, les descendants de la plante transformée initiale ne constitueront pas nécessairement la nouvelle variété, mais seulement des géniteurs dans des nouveaux plans de sélection.

Il est donc clair qu'il faut garder à l'esprit que le génie génétique n'est qu'un outil, certes puissant, à la disposition du sélectionneur, mais que la reproduction sexuée reste incontournable.

En d'autres termes, le génie génétique n'est pas un substitut à la reproduction sexuée, comme la machine à vapeur a pu l'être pour la traction à cheval, ou comme le micro-ordinateur vis-à-vis de la machine à écrire. Il enrichit, au contraire, les possibilités du sélectionneur d'améliorer les plantes.

La démarche qui a été suivie dans ce chapitre amène donc à la conclusion que, de toutes les technologies issues de la biologie cellulaire et de la biologie moléculaire, et appliquées à la sélection végétale, seul le génie génétique introduit une véritable rupture par rapport aux technologies dites classiques.

Certains, particulièrement aux USA, ont tenté d'atténuer la portée de cette rupture en considérant que toute modification génétique, quelle que soit la technologie utilisée, est du génie génétique. Ainsi, ont été distingués trois modes de génie génétique qui constituent un continuum de processus scientifiques de plus en plus sophistiqués et précis. Il s'agit :

- (i) du génie génétique de la plante entière, qui recouvre la sélection par la reproduction sexuée,
- (ii) du génie génétique cellulaire qui englobe toutes les technologies de la culture in vitro et

(iii) du génie génétique moléculaire qui est en fait limité aux techniques de transfert de gènes.

Le lecteur aura compris que l'auteur de ce rapport ne partage pas cette démarche intellectuelle. Elle masque une réalité et rend confuses les raisons qui poussent à établir une législation spécifique concernant les produits issus du génie génétique.

C'est au contraire parce que l'on a admis clairement que le génie génétique introduit une rupture technologique, même pour atteindre des objectifs "anciens", que l'on peut s'interroger sereinement sur les risques spécifiques éventuels qu'il peut engendrer.

#### IV - LE GENIE GENETIQUE GENERE-T-IL DES RISQUES NOUVEAUX ET SPECIFIQUES ?

Les conclusions que nous avons tirées, dans le premier chapitre des pratiques de la sélection et de l'amélioration des plantes, peuvent maintenant être confrontées aux pratiques liées à l'utilisation des biotechnologies.

La première observation qui découle de l'analyse des technologies issues de la biologie moléculaire, est que seul le génie génétique doit faire l'objet d'une réflexion particulière en terme de risques. Il est donc abusif de parler de risques biotechnologiques sauf à retourner à la première définition de la Biotechnologie qui était limitée au génie génétique.

Nous avons montré qu'au cours des siècles, l'homme avait provoqué un vaste brassage entre les espèces, et que des flux de gènes importants avaient été décrits. Ce brassage, lié en partie au développement de l'agriculture, a apporté à l'homme des aspects bénéfiques non contestés, même si quelques exemples d'effets négatifs, dus principalement à des espèces non cultivées, ont été observés.

Le génie génétique introduit une nouvelle forme de brassage génétique qui se distingue de celui engendré par la reproduction sexuée par deux aspects principaux : l'utilisation d'un vecteur et l'introduction de gènes d'origine quelconque. C'est de ce point de vue que nous allons tenter de déterminer s'il existe des risques nouveaux et spécifiques engendrés par le génie génétique et si, à ces risques, correspondent des dangers acceptables ou inacceptables et dans quelles conditions.

#### A - RISQUES LIES A L'INSERTION DE SEQUENCES d'ADN DU VECTEUR et d'ADN ENTRAINEUR

Comme cela a été indiqué dans le chapitre II, tout ou partie des séquences du vecteur bactérien peuvent se retrouver intégrées dans le génome végétal avec les gènes requis.

Dans les cas où *Agrobacterium* est utilisé comme vecteur, les techniques existent permettant de vérifier que seul l'ADN-T, limité au gène requis, se retrouve intégré dans le génome de la cellule végétale. La méthodologie de transfert par *Agrobacterium* offre donc toute garantie de sécurité, pourvu que les tests ad hoc soient effectués.

Lors de transfert direct, les séquences plasmidiques d'origine bactérienne se trouvent intégrées au génome végétal avec le gène requis, l'expérience montre de plus, que plusieurs plasmides peuvent être intégrés et le plus souvent en tandem. Enfin, rien ne permet d'exclure que des fragments de plasmides soient également intégrés ailleurs dans le génome.

L'emploi d'ADN entraîneur dans certaines méthodes de transfert direct peut, sans qu'il soit réellement possible de le montrer, conduire à l'insertion de séquences d'ADN eucaryotes.

Les techniques de transfert direct obligent donc à s'interroger sur les conséquences éventuelles de la présence de séquences d'ADN d'origines bactériennes ou eucaryotes connues et inconnues. Le fait que de telles séquences puissent se retrouver dans le génome de plantes qui seront ultérieurement cultivées en champs, n'est pas suffisant pour affirmer que cette situation nouvelle s'accompagne automatiquement de risques nouveaux.

Ce que l'on sait seulement, c'est que des gènes d'origine bactérienne ou animale ne peuvent pas, en règle générale, s'exprimer dans une cellule végétale ; c'est la raison pour laquelle il est nécessaire de les soumettre au contrôle de séquences de régulation d'origine végétale. De plus, les ARN transcrits à partir de gènes eucaryotes, animaux ou humains, doivent subir certaines modifications ; or, ce phénomène de maturation des ARN s'effectue mal ou pas du tout dans une cellule végétale.

Il y a donc de nombreuses raisons pour penser, a priori, que les séquences bactériennes ou animales ne présentent pas d'inconvénient. Toutefois, dans la mesure où des incertitudes subsistent, il convient si cela est possible, d'utiliser la méthode de transformation par *Agrobacterium* plutôt que les méthodes de transfert direct, au moins selon les protocoles actuels. Mais il convient également de continuer à étudier les plantes transformées par des méthodes directes pour tenter d'apporter des réponses aux questions posées par l'existence de séquences d'ADN non végétal, provenant des vecteurs utilisés ou d'ADN entraîneur, dans le génome des plantes.

Certains ont proposé d'utiliser comme ADN entraîneur de l'ADN total de la plante que l'on souhaite transformer. Cette formule supprimerait la notion d'exogénicité de l'ADN, mais dans ce cas on peut affirmer que des duplications de gènes fonctionnels existeraient, ce qui pourrait entraîner des perturbations physiologiques, éventuellement non visibles de manière évidente chez la plante.

Enfin, d'autres événements ne peuvent être exclus, à savoir l'insertion de ces séquences dans des gènes fonctionnels, annulant ainsi leur expression. De tels événements mutationnels, que l'on sait pouvoir survenir, pourraient entraîner des effets négatifs.

Le risque qu'un ADN étranger, qui ne soit pas le ou les gènes requis, s'exprime dans la cellule transformée, ou cause une mutation insertionnelle constitue-t-il un danger supplémentaire par rapport à ce que l'on fait dans un croisement interspécifique ? Il est en effet impossible, dans les descendants des hybrides, de décrire qualitativement ou quantitativement les informations provenant de l'un ou l'autre des parents. Or, on sait qu'à la suite de tels croisements des inversions, des translocations ou des duplications de



fragments de chromosomes ont été observées. L'art du sélectionneur, par des expériences au champ, est de repérer les plantes issues de back cross successifs qui sont les plus proches de la plante à améliorer, mais qui possèdent certains caractères définis du parent "donneur de gènes".

S'il y a donc un danger supplémentaire, il est donc strictement lié au fait que, dans le cas de la transformation génétique, des séquences non actuellement de données qui permettent de trancher dans un sens ou dans un autre.

## B - RISQUES LIES AUX GENES INTRODUIITS

La spécificité du génie génétique par rapport à l'hybridation sexuée est que l'on peut décrire avec précision les séquences correspondant à un caractère agronomique recherché et introduites dans le génome des cellules végétales. Le génie génétique se veut donc plus précis que ne l'est le transfert de gènes par la reproduction sexuée et s'il génère des risques nouveaux, ceux-ci doivent être recherchés dans la nature et l'activité des gènes introduits.

Les effets éventuels de ces gènes doivent être analysés en terme de pression qu'ils pourraient exercer sur l'environnement et de risques pour la santé humaine qui résulteraient de la consommation de produits végétaux issus du génie génétique.

### a - nature des gènes

Les exemples qui ont été évoqués dans le chapitre III montrent qu'il existe selon leurs structures trois types de gènes :

- gènes de plantes : le fait d'introduire un gène d'une plante dans une autre plante de la même espèce ne pose a priori aucun problème puisque un résultat équivalent peut être obtenu par reproduction sexuée. Certes, le résultat n'est pas strictement identique puisque l'insertion du gène dans le génome de la plante réceptrice se fait apparemment au hasard. Il suffit donc dans ce cas là de vérifier qu'aucun effet secondaire n'apparait. L'introduction d'un gène d'une espèce dans une plante d'une autre espèce n'est pas fondamentalement différente du cas précédent, même si les espèces ne peuvent être croisées entre elles. Que peut-il en effet résulter de spécifique suite à l'introduction d'un gène de maïs dans le pétunia, ou d'un gène de pois dans la pomme de terre ?

Outre les problèmes qui pourraient être liés à l'expression des gènes eux-mêmes, mais qui sont d'un ordre différent de ceux que nous abordons ici, une attention particulière peut être portée sur les éléments transposables.

On a décrit chez les végétaux des éléments qui sont susceptibles de se transposer d'un site à l'autre dans le génome et parfois d'induire des réarrangements chromosomiques. Il a été montré que de tels éléments conservaient leur propriété de transposition dans une autre espèce que leur espèce d'origine. Il est donc évident que ces éléments vont introduire, dans la plante où ils sont introduits ainsi que dans leurs descendants, une variabilité génétique de type nouveau. Mais, il ne paraît pas que cela doive constituer un risque nouveau. Tout d'abord, un pétunia dans lequel a été introduit un élément transposable de maïs reste et restera un pétunia. Par ailleurs, de fortes analogies de séquences ont été

décrites entre des éléments d'espèces différentes, voir même entre organismes très éloignés comme le tabac, la drosophile et la levure. Il n'est donc pas exclu qu'il existe des phénomènes de transfert latéraux qui n'ont pas encore été mis en évidence.

- gènes comportant des séquences bactériennes ou animales : le fait d'introduire des séquences non végétales n'implique pas automatiquement, comme cela a été discuté précédemment, l'apparition de risques nouveaux et spécifiques.

- gènes comportant des séquences virales : la construction de gènes chimères à partir de séquences virales impose par contre une attention particulière. En effet si l'on s'interroge, a priori, sur des événements qui pourraient survenir sans que nous soyons sûrs que cela puisse être une réalité, deux remarques peuvent être faites :

(i) des événements de recombinaison qui se produiraient entre le transcrite du gène et l'ARN viral lui-même constitueraient un véritable risque si les formes recombinantes se révélaient plus pathogènes que les formes sauvages connues. Il s'agit là, toutefois, d'un cas d'école, mais il devrait néanmoins être pris en compte au travers d'expériences adaptées.

(ii) une des stratégies adoptées pour conférer une tolérance au virus de la mosaïque du concombre (CMV) a été de faire produire par la plante un ARN qui existe dans la nature et qui est dit ARN satellite. Sa seule fonction connue est de se répliquer au dépend de la machinerie du virus, ce qui a pour effet de diminuer considérablement les symptômes de la maladie. Mais cet ARN, produit en grande quantité dans les cellules, peut être encapsidé et transmis de plante à plante par des pucerons. Toute mutation qui modifierait ses propriétés pourrait constituer un risque. Il apparaît donc souhaitable dans un cas de ce genre que l'ARN satellite produit par la plante, soit modifié de telle façon qu'il ne puisse être ni encapsidé, ni transmis par un puceron.

En conclusion, la nature du gène introduit, excepté peut-être lorsque le gène chimère comporte des séquences virales, ne constitue pas a priori un risque nouveau, même si des incertitudes existent qui doivent être levées par l'expérience.

#### b - produits de l'activité des gènes

Les protéines synthétisées peuvent avoir des effets négatifs selon leur fonction et leur nature.

- protéine à fonction enzymatique : lorsque la protéine synthétisée par le gène introduit, a une fonction enzymatique, il est important de s'assurer, surtout s'il s'agit d'une fonction nouvelle dans la plante, que son affinité pour un substrat est spécifique. En effet, si l'enzyme assurant la détoxification d'un herbicide avait la capacité de modifier aussi d'autres composants cellulaires, on ne peut exclure a priori que ces derniers deviennent alors toxiques, pour la plante elle-même, ou pour le consommateur.

- nature de la protéine : la synthèse d'une protéine nouvelle dans une cellule végétale signifie que d'une manière ou d'une autre elle sera consommée par l'homme ou l'animal. La question est donc posée de savoir si cette protéine, qui représente 0,1% à 1% des protéines cellulaires, a des effets toxiques.

Afin de montrer qu'il ne s'agit pas là d'une question théorique, imaginons qu'un certain nombre de végétaux qui constituent une part significative de notre alimentation (tomate, pomme de terre, pois, chou, soja, maïs) contiennent le gène de la delta endotoxine de *B. thuringiensis*. Pourra-t-on affirmer dans ces conditions que les études montrant la non toxicologie de la bactérie seront encore valables ?

Ces quelques remarques sur les risques de toxicité, que le produit de l'activité d'un gène introduit dans un végétal serait susceptible d'engendrer, posent des questions complexes concernant le regard que l'on doit porter sur les produits issus de génie génétique. Nous venons de montrer que l'on peut théoriquement et légitimement envisager que l'activité d'un gène, ainsi que le produit lui-même de ce gène, puissent avoir des effets secondaires négatifs. Or, il faut se méfier des idées simplistes qui considèrent que tout ce qui est "naturel" est bon et que tout ce qui vient du génie génétique est suspect.

Des variétés obtenues par les voies "classiques" ont révélé des propriétés néfastes pour la santé humaine, or aucun contrôle de toxicologie n'est demandé pour la commercialisation de nouvelles variétés végétales, et rien ne permet a priori d'affirmer que les plantes génétiquement modifiées présentent un risque nouveau. Toutefois, l'argumentation qui consiste à dire que le génie génétique présente même moins de risques, parce que les séquences d'ADN introduites peuvent être parfaitement décrites, ce qui n'est pas le cas lors d'hybridations interspécifiques, n'est pas acceptable.

### c - conséquences pour l'environnement

Les arguments avancés pour affirmer que les plantes issues du génie génétique présentent un danger pour l'environnement se situent d'une part au niveau de l'organisme lui-même, d'autre part au niveau du gène.

- envahissement de l'écosystème : la crainte que les plantes génétiquement modifiées n'envahissent un écosystème amène certains à s'opposer à tout essai en champ. La première remarque à opposer à ce type d'argument est que seules les plantes cultivées feront l'objet de transformation génétique. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre I, les plantes cultivées n'ont pas envahi l'espace non cultivé proche. Il n'y a donc aucune raison a priori de penser que les plantes cultivées génétiquement modifiées aient un comportement différent.

Si, par hypothèse, on admet qu'il n'en serait pas ainsi, il faut, et c'est la deuxième remarque, que l'organisme ait un avantage quelconque pour se développer d'une manière incontrôlée : soit l'espace considérée possède naturellement une tendance à la dispersion, soit il existe une pression de sélection qui en favorise le développement. Or, concernant ces deux types de risques, ils sont connus pour les plantes non modifiées. Aussi, il n'y a pas de raison que le premier type de risque soit supérieur pour les plantes génétiquement modifiées puisqu'il est spécifique de l'espèce. Le deuxième type de risque par contre, pourrait être supérieur dans le cas des plantes génétiquement modifiées, si le gène introduit confère un avantage sélectif.

S'agissant des gènes de résistance à des pathogènes ou à des prédateurs, nous avons déjà une expérience qui permet d'affirmer qu'aucune variété végétale issue de la sélection par la reproduction sexuée et possédant de tels gènes n'a présenté d'avantage sélectif supplémentaire.

Les plantes possédant des gènes de résistance à ces drogues, par exemple à des herbicides, méritent un examen particulier. Tant que l'herbicide pour lequel la plante est résistante sera utilisé, un avantage sélectif lui sera conféré, au moins dans les terrains cultivés. Mais dans ce cas également, nous avons plus de trente ans d'expérience d'utilisation des herbicides qui montre que par les techniques culturales et la variété des molécules utilisées on peut contrôler ce phénomène. Par ailleurs, hors de l'espace cultivé, la pression de sélection n'existant plus, le pouvoir de dispersion des plantes génétiquement modifiées sera identique à celui des autres plantes non modifiées.

S'agissant d'autres gènes, qui confèrent aux plantes des propriétés nutritionnelles ou technologiques particulières, on ne voit pas a priori l'avantage sélectif que cela pourrait leur conférer.

- Transmission horizontale d'un gène : une autre question qui est posée à propos des plantes génétiquement modifiées est celle de la nature du risque de transfert du gène introduit dans une plante à d'autres organismes.

On sait, par expérience et par observation, que le pollen est un vecteur de gènes très efficace, vers des plantes de la même espèce, mais également vers des plantes d'espèces différentes. Empiriquement, les sélectionneurs ont défini, pour chaque espèce, des distances minimales qui doivent séparer les champs de culture des champs de production de semences de base, de manière que ces dernières soient génétiquement homogène.

De même, on a observé des flux de gènes entre des espèces cultivées et des espèces "sauvages" voisines. Il est donc raisonnable que soit demandée la quantification des flux de gènes par le pollen. Le fait de pouvoir disposer de plantes transformées avec des gènes marqueurs, par exemple de résistance à des herbicides, va paradoxalement permettre de répondre à cette demande. Mais, une fois cette quantification obtenue, il faudra au cas par cas, en fonction du gène considéré, déterminer si la fréquence de dissémination du gène présente un danger supplémentaire acceptable.

S'agissant en particulier des gènes de résistance à des herbicides, il serait évidemment dommageable pour l'agriculteur, que ceux-ci soient transmis aux mauvaises herbes censées être éradiquées. Il faudra prendre en compte le fait que l'emploi d'un herbicide sur de longues périodes provoque de toute façon des résistances chez les mauvaises herbes, et l'on sait que pour éviter ce phénomène il faut varier les molécules utilisées.

Un autre risque évoqué concerne le transfert d'un gène de la plante vers des micro-organismes du sol. Si la question est en elle-même intéressante, elle reste très théorique en ce sens qu'aucune observation ni expérimentation ne permet de lui donner une réalité quelconque. Il est par ailleurs extrêmement difficile, sachant qu'un gramme de sol contient

un milliard de bactéries, de proposer un protocole expérimental crédible pour que la réponse ait un sens au regard d'un évènement dont on ne sait même pas s'il peut avoir lieu.

## V - FAUT-IL REGLEMENTER LES PRODUITS ISSUS DU GENIE GENETIQUE ?

Les réflexions développées dans les chapitres précédents nous ont amené à conclure que le génie génétique correspond à une rupture technologique évidente, mais qu'il se situe dans un continuum de risques par rapport aux pratiques de sélection basées sur la reproduction sexuée. Il faut donc s'interroger sur la signification des débats, parfois passionnés, qui ont amené les instances nationales et internationales à légiférer sur les utilisations du génie génétique.

### A - UNE NECESSITE SOCIALE

Trois raisons au moins peuvent être invoquées pour justifier qu'une attention particulière soit portée à l'utilisation des produits issus du génie génétique :

(i) le génie génétique, comme nous l'avons déjà mentionné, éveille dans le "public" des sentiments confus où se mêlent le magique et le monstrueux. Pour irrationnelles que soient certaines réactions, elles ne peuvent pour autant être écartées et la meilleure manière de les tempérer est de montrer, par une réglementation appropriée, qu'un contrôle est effectué sur les produits concernés.

(ii) la période actuelle est marquée par une sensibilisation profonde aux problèmes du respect de l'environnement et de la qualité des produits de consommation. L'opinion ne comprendrait donc pas que face aux questions posées par certains, à propos des risques potentiels engendrés par les produits issus du génie génétique, aucun contrôle ne soit effectué.

(iii) face à un certain nombre de questions qu'elle considère, à tort ou à raison, comme sensible, l'opinion a une tendance générale à considérer que si on n'en parle pas c'est que l'on cherche à lui cacher quelque chose. Et l'expérience montre que ce sentiment n'est pas toujours injustifié.

### B - RESPONSABILITES DES SCIENTIFIQUES

Le fait d'avoir la connaissance et les compétences techniques ne donne pas aux scientifiques le droit de décider seuls de ce qui est bon et utile pour la société. Ceux-ci doivent donc accepter qu'un débat social ait lieu et auquel ils doivent participer, à propos de l'opportunité de développer telle ou telle technologie et dans quelles conditions.

La science est devenue aujourd'hui un fait social. Tous les médias ont créé des séquences scientifiques régulières et le métier de chercheur est maintenant reconnu en tant que tel. Il est donc logique que la société questionne les scientifiques sur leurs activités et qu'elle veuille exercer un contrôle sur les utilisations technologiques du progrès des connaissances scientifiques. S'agissant du génie génétique il n'est donc pas déraisonnable, tout étant dans la mesure, que la société impose aux chercheurs de montrer que son

utilisation pour des objectifs agricoles et industriels n'engendre pas des risques inacceptables.

### C - RESPONSABILITE DES INDUSTRIELS

L'intérêt propre des industriels, et particulièrement ceux de l'agro-alimentaire, est de ne mettre sur le marché que des produits sûrs. Ceci étant, tout le monde a à l'esprit des exemples de produits mis sur le marché, sans que les études suffisantes aient été effectuées et qui se sont révélées néfastes pour l'environnement ou la santé humaine. Il existe donc, dans l'opinion, un sentiment de méfiance diffuse à l'égard des industriels qui conduit à considérer que pour des raisons de profit, les produits mis sur le marché ne sont pas exempts de risques.

Pour les mêmes raisons de profit, les industriels sont souvent suspectés de ne pas mettre en oeuvre, dans leurs unités de production, toutes les mesures de sécurité susceptibles de prévenir tout accident qui pourrait affecter la santé des travailleurs ou causer des dommages à l'environnement.

Il est donc essentiel de fixer des normes de production et des normes de qualité qui, tout en aux consommateurs que les produits mis sur le marché sont acceptables.

Enfin, s'agissant de l'utilisation du génie génétique chez les plantes, il ne serait pas admissible, dans la période actuelle, qu'un produit consommable soit mis sur le marché sans avoir subi les contrôles de sécurité. L'industriel qui, aujourd'hui, ne se soumettrait pas à ces contrôles, non seulement prendrait des risques pour lui-même, mais prendrait aussi le risque de déclencher une campagne d'opinion contre le génie génétique, ce qui aurait pour effet de pénaliser tous ceux, secteur privé comme secteur public, qui ont investi dans ce domaine.

### D - LA DIFFICULTE DE REGLEMENTER

Une réglementation qui viserait spécifiquement les produits issus du génie génétique focaliserait l'attention sur une technologie, alors que nous avons montré dans ce rapport qu'il existait un continuum de risques par rapport aux pratiques de la sélection basées uniquement sur la reproduction sexuée.

De plus, une réglementation basée sur l'emploi d'une technologie n'est pas satisfaisante pour trois raisons principales :

- 1 - toute technologie peut être contournée ;
- 2 - il est techniquement difficile, sinon impossible, de prouver la technologie utilisée par la seule analyse du produit;
- 3 - la technologie évolue et toute réglementation, a priori, risque de devenir obsolète.

Ceci étant, il est peut-être trop tard pour défendre ce point de vue, dans la mesure où des directives européennes ont été adoptées qui visent à réglementer spécifiquement le

génie génétique et les produits qui en dérivent. Nous sommes maintenant entré dans la phase où les Etats membres doivent mettre leurs législations nationales en accord avec cette directive. Il apparaît donc nécessaire qu'en France le pouvoir législatif maintienne une attitude pondérée dans ce domaine et ne prenne pas de mesures qui risqueraient de porter atteinte à l'avenir du génie génétique.

Une autre difficulté de légiférer sur ces aspects apparaît être la transparence. L'élaboration des textes communautaires a été réalisée par la DG XI (Environnement) sans que la DG XII (Recherche) n'ait véritablement été impliquée. Or, des textes de cette nature ne peuvent avoir de crédibilité et donc d'efficacité, que si l'ensemble des parties concernées ait la possibilité de faire valoir son point de vue. Il est malheureusement à craindre qu'en France, un processus analogue se développe, à savoir qu'un ministre élabore des textes, sans qu'une large consultation soit effectuée.

#### E - NECESSITE D'UNE ATTITUDE PRAGMATIQUE

Indépendamment de l'Etat d'élaboration des textes législatifs, l'auteur estime qu'une attitude pragmatique devrait être adoptée, basée sur une analyse au cas par cas selon un "arbre de décision" (Fig. II). Le schéma proposé s'applique aux produits consommés à l'état brut ou sous forme d'extraits et quelle que soit la technologie utilisée pour les obtenir. Il suppose qu'un dossier de "non toxicologie" soit fourni par le requérant au moment de l'homologation d'une variété végétale ou d'un produit transformé. Les éléments de ce dossier devraient être basés sur l'expérience, sur une étude bibliographique, le cas échéant, sur toute expérimentation complémentaire et sur la validité des contrôles analytiques lorsqu'il s'agit de produits à consommer après transformation.

Lorsqu'aucun doute n'apparaît sur le produit, celui-ci est mis à l'épreuve de la réglementation existante. Si l'incertitude subsiste, une évaluation supplémentaire est requise. Si le doute subsiste, une évaluation des risques supposés, comparativement aux avantages escomptés, doit être réalisée. En fonction de cette analyse, le produit peut soit être proposé à l'homologation, soit être purement et simplement rejeté.

Il ne peut être question d'établir un catalogue des points à "surveiller" puisque ceux-ci seront fonction de la plante considérée, du ou des gènes introduits et du produit consommé.

Enfin, pour les produits ayant subi une phase de transformation industrielle, une vérification de l'efficacité du processus devra être effectuée. Cette démarche, selon un "arbre de décision", ne peut constituer une contrainte insurmontable car elle n'implique d'étude toxicologique qu'à titre exceptionnel et, en tout cas, en dernier recours après une analyse rigoureuse. Elle a, de plus, l'avantage, de ne considérer que le produit, indépendamment de la technologie qui a été utilisée.

S'agissant des risques pour l'environnement, un arbre de décision comparable peut être élaboré. Il implique automatiquement des essais aux champs, ce qui ne pose aucun problème dans le cas des obtentions végétales, car aucune demande d'homologation n'est faite sans que les caractéristiques agronomiques n'aient été testées. Les essais avec des plantes génétiquement modifiées, qui doivent faire l'objet d'une demande spécifique,

permettront donc, sans travail supplémentaire, d'apprécier au cas par cas, les risques éventuels liés aux gènes introduits. Les essais multilocaux sur des parcelles de grande taille ne pouvant, de toute façon, avoir lieu qu'ensuite.

Toutefois, il n'est pas impossible que les réponses à des questions touchant l'environnement ne puissent être obtenues dans des temps suffisamment courts pour être compatibles avec les exigences économiques des sélectionneurs. Il conviendra donc d'apprécier correctement les risques éventuels à long terme et à éventuellement de recommander une surveillance dans le temps et dans l'espace.

De ce point de vue, il serait judicieux que le pouvoir législatif propose la création de postes d'observation à long terme. Cela impliquerait que soit constituée une banque de données relative à tous les essais effectués avec des organismes génétiquement modifiés, et que périodiquement, des contrôles soient effectués pour vérifier que les risques supposés n'évoluent pas au delà d'un seuil d'acceptabilité. Seul un service public serait susceptible d'assumer cette tâche sur le long terme.

#### F - INFORMATION DU PUBLIC

Il ne suffit pas de réglementer pour qu'il n'y ait pas de risques et il ne suffit pas non plus de réglementer pour que le public soit convaincu de l'inocuité des produits issus du génie génétique. C'est, en effet, le consommateur qui, in fine, permettra le développement de tels produits selon qu'il les acceptera ou non. Le législateur, les industriels et les scientifiques doivent comprendre que le public n'aura conscience du génie génétique que d'une manière "médiatique", car rien ne distinguera une tomate génétiquement modifiée d'une tomate "ordinaire" et ce serait vraisemblablement une erreur que le premier produit issu du génie génétique soit mis subrepticement sur le marché.

Il apparaît donc nécessaire, pour que le public accepte de tels produits qu'une pédagogie particulière soit adoptée :

(i) il serait, par exemple, judicieux que le premier produit issu du génie génétique corresponde à une innovation réelle de manière à en montrer tout son intérêt

(ii) une information du public devrait de plus être développée pour qu'il ait une appréciation plus claire de ce qui se passe dans la nature en terme de brassage de gènes.

Ce n'est vraisemblablement qu'à ces deux conditions que l'acceptabilité du public sera acquise, mais cela suppose responsabilité et clareté de la part des acteurs scientifiques et économiques.



## CONCLUSION

Nous vivons actuellement une période exceptionnelle de l'histoire de la biologie. Le progrès des connaissances a été tel depuis une vingtaine d'années, que l'on peut affirmer sans exagération que durant cette période, nous avons plus appris sur le fonctionnement du vivant que lors de tous les siècles précédents. Et nous ne sommes vraisemblablement qu'au début de cette phase de progrès exceptionnelle des connaissances.

Dès aujourd'hui, les biologistes sont à même de proposer des technologies qui permettront d'accélérer et de simplifier les processus de création de nouvelles variétés végétales.

Cette évolution enthousiasme les uns mais en inquiète d'autres. Il est donc logique que la société prenne en compte ces deux comportements face à ce qu'il est convenu d'appeler le "progrès technologique". Il ne serait être question par des interdictions de vouloir limiter le progrès des connaissances, mais il ne serait non plus être question d'imposer un type de développement technologique contre une opinion publique.

Certes, s'agissant du génie génétique, nous ne sommes dans aucune de ces deux hypothèses extrêmes. Mais législateur, industriels et scientifiques doivent assumer pleinement leurs responsabilités, de manière que les risques potentiels liés aux produits du génie génétique soient identifiés et évalués.

## **4. RESSOURCES GENETIQUES ET AGRO-ALIMENTAIRE**

par

**Christine NOUAILLE**

**Rédactrice en chef de la revue "Biofutur"**

## SOMMAIRE

<b>Introduction .....</b>	<b>485</b>
<b>1. La diversité génétique est-elle en danger ?.....</b>	<b>489</b>
A - Les ressources génétiques végétales.....	496
B - La diversité génétique des animaux domestiques .....	507
C - Les micro-organismes .....	517
D - Biotechnologies et ressources génétiques.....	521
E - Combien coûte le maintien de la diversité génétique ? .....	530
<b>2. Quelques exemples de politiques .....</b>	<b>535</b>
A - Le rôle des organisations internationales .....	535
B - Le système américain.....	542
C - L'efficacité japonaise.....	548
D - L'Europe.....	556
E - Les ressources génétiques en France et leur organisation : points forts et faiblesses.....	569
<b>Conclusion provisoire.....</b>	<b>589</b>

## Remerciements

Je remercie vivement :

Kay Beese CEE, DG XII, programme ressources génétiques  
Robert Ali Brac de la Perrière, Ministère de la Recherche,  
Algérie  
André Charrier, directeur du Bureau des Ressources génétiques  
Michel Chauvet, Bureau des Ressources génétiques  
Bernard Chevassus, conseiller du Président, Inra  
Dominique de Vienne, Directeur de recherche, GIS Moulon  
Serge Hamon, Unité Ressources génétiques et amélioration des  
plantes, Orstom  
Etienne Magnin, Division biotechnologies végétales, DG XII  
Marc Masson, société Biofords Consultants  
Jean Meunier, directeur du laboratoire de biotechnologies  
végétales, Cirad  
différents chercheurs de l'INRA et le Bureau des Ressources  
génétiques

pour leur accueil.

## Introduction

La gestion des ressources génétiques est un problème d'environnement, sa dimension est planétaire, ses enjeux sont économiques et politiques. Elle est donc par nature extrêmement complexe. Elle fait appel à l'élaboration de stratégies sophistiquées, elle s'appuie sur des compétences qui relèvent de toutes les disciplines de la génétique (du moléculaire au quantitatif), des mathématiques, de la physiologie, de la taxonomie, de l'agronomie, de l'ethnologie, de l'économie, du droit - et de la diplomatie. Nous allons essayer ici d'en rendre compte par quelques exemples, plus illustratifs que représentatifs d'une situation générale, elle-même parfois difficile à appréhender, et en pleine évolution.

Quelle place occupe-t-elle dans les stratégies qui bouleversent actuellement l'industrie des semences ? Les biotechnologies sont appelées à maîtriser l'information génétique, ne pourront-elle pas créer les gènes dont le sélectionneur aura besoin ? A quoi lui serviront alors ses collections ? Les biotechnologies les supplanteront-elles ou leur apporteront-elles de nouveaux outils ?

Sans les gènes, les techniques de manipulation des gènes, qu'elles soient classiques ou modernes, ne peuvent rien. La diversité génétique est le réservoir de ces gènes. Elle est modelée par la nature, puis par l'homme. Or les ressources biologiques possèdent deux caractéristiques, qui les distinguent des ressources non biologiques : elles ne sont renouvelables que si elles sont préservées, et elles sont soumises en permanence à de mécanismes d'évolution. L'urgence d'une analyse se pose donc.

### Un langage inconnu

Une première chose ne doit pas être oubliée : les biotechnologies sont d'abord des outils. Qu'elles concernent les modifications de l'ADN, des enzymes, celles du patrimoine héréditaire ou sa réplication à l'infini, ou l'exploitation des propriétés du système immunitaire, elles s'appliquent à une ressource naturelle : l'information du vivant.

Pour le moment, la connaissance de quelques séquences d'ADN programmant certains produits de la nature ne peut permettre de prédire, voire de créer de toutes pièces de nouvelles fonctions biologiques. C'est l'objectif, à long terme, que vise l'ingénierie des protéines. La mutagenèse artificielle au hasard, en modifiant ponctuellement, parfois de façon très importante, des fonctions biologiques, avait ouvert l'accès à leur information génétique.

La biologie moléculaire moderne peut, grâce aux sondes nucléiques, retrouver des gènes connus dans un organisme. Elle peut détecter des différences infimes, donc des anomalies ou un polymorphisme (une diversité), entre individus, dans un gène donné. Elle peut réparer les gènes endommagés, les modifier très ponctuellement, intégrer un gène étranger ou modifié dans un organisme pour lui créer une nouvelle fonction (résistance à un herbicide, à un virus, production d'une protéine d'intérêt industriel...),

ou encore jalonner tous les chromosomes du génome d'une espèce par des marques servant de points de repère au généticien dans ses programmes de sélection. Elle permet enfin de réaliser de véritables cartes d'identités des individus, grâce à leur polymorphisme génétique, c'est à dire à leur diversité. Les biotechnologies offrent donc des outils puissants pour reconnaître, exprimer, modifier, enlever, ajouter ou multiplier de l'information génétique. Ce qu'elles ne peuvent pas faire, c'est créer de toutes pièces, sans modèle, cette information. Elles apportent un moyen formidable pour décrypter l'immense dictionnaire qu'a construit la nature tout au long de l'évolution. Mais à l'heure actuelle, les biologistes moléculaires ne peuvent qu'imprimer l'ensemble des textes et en traduire des fragments, à la façon de copistes redécouvrant une langue très ancienne, dont il s'agit de reconstituer le vocabulaire, la syntaxe et toutes les logiques sous-jacentes, avant d'en apprécier les oeuvres. S'ils ont besoin, pour réaliser cette première étape, de quelques modèles comme la bactérie *E. coli* de l'intestin humain, la souris blanche, la mauvaise herbe *Arabidopsis* ou quelques exemplaires de cellules humaines, ils savent également que l'essentiel de la bibliothèque, et en particulier ses oeuvres rares, est contenu dans les ressources biologiques et dans leur diversité génétique.

### **La notion de ressources génétiques**

Historiquement, le terme ressources génétiques apparaît en 1967, avec la biologie moléculaire moderne. Il représente tous les gènes d'un individu ou d'une population, voire d'une espèce, et leurs interactions. Le terme américain *germplasm*, lui, est emprunté à une notion ancienne, datant de 1883, avant la naissance de la génétique : il est alors employé par le scientifique allemand Auguste Weissman pour désigner "ce qui porte la nature caractéristique des espèces et des individus". Ce terme "préscientifique" recouvrait des notions très floues. On peut lui reconnaître le mérite de rendre compte de nos ignorances sur la base biologique de l'évolution des êtres vivants. Il a parfois été traduit en Français par le terme "germoplasme".

Dans le cadre de ce rapport, avec le Bureau des Ressources Génétiques, nous lui préférons des notions plus récentes comme celles de ressources génétiques ou biologiques, définies de façon simple par l'OTA(1) : la diversité biologique désigne la variété et la variabilité rencontrées chez les organismes vivants et dans les écosystèmes dans lesquels ils prennent place. Elle définit à la fois le nombre et la fréquence des éléments qui composent le monde du vivant. Ces éléments s'organisent en trois niveaux : les individus, les espèces et les écosystèmes. D'après des études récentes, elle dépend principalement de facteurs non biotiques (climats, sols), et la forêt tropicale (climats chauds et humides) abrite plus de la moitié des espèces du globe.

On distingue la diversité des espèces, qui se réfère au nombre d'espèces trouvées dans une aire donnée, et la diversité génétique, qui rend compte de la variété des gènes rencontrés au sein d'une espèce donnée, d'une population ou d'une variété. Leur préservation dépend de celle des écosystèmes.

Le terme de ressource génétique définit l'ensemble des caractéristiques hérissables d'un animal ou d'une plante, pouvant apporter un bénéfice réel ou potentiel aux humains. Ce terme s'applique essentiellement aux espèces domestiques et étudiées par

les scientifiques. Il recouvre les variétés modernes, traditionnelles, les stocks génétiques spéciaux (lignées employées en sélection, mutants, plantes transformées), les espèces sauvages apparentées aux espèces cultivées, et tous les variants de ces espèces sauvages.

La conservation des ressources génétiques des espèces domestiques, ou exploitables par l'homme, a un but principal : rendre les informations génétiques qu'elles contiennent disponibles pour tous leurs utilisateurs. Les raisons à la préservation de la diversité génétique sont beaucoup plus complexes, d'ordre patrimonial ou d'agrément. Ces valeurs sont très difficilement chiffrables en termes de gains et de pertes, et sont étudiées actuellement par les économistes (2).

La préservation de la diversité génétique et de la diversité des espèces relèvent d'organisations très différentes, mais complémentaires. Il n'est pas prévu, dans le cadre de ce travail, de traiter de la protection des écosystèmes. En revanche, il nous semblera intéressant de traiter de quelques cas montrant les relations étroites entre les deux activités.

#### Références et notes

1 - US Congress, Office of Technology Assessment (1987) Technologies to Maintain Biological Diversity, Government Printing Office, n°052-003-01057-7, Washington, DC.

2 - On se référera à ce sujet à l'étude menée au sein de l'Association Descartes (Ministère de la recherche et de la technologie), et réalisée par le CERNA (Ecole Nationale Supérieure des Mines : Une approche économique de la diversité génétique, à paraître en Janvier 1991.

Voir également : Conserving the World Biological Diversity (1990) Co-Ed : IUCN, WRI, CI, WWF-US, The World Bank.

Western D. & Pearl M. (1989) Conservation for the 21th century, Oxford University Press.

## 1. La diversité génétique est-elle en danger ?

La plupart des sélectionneurs ont toujours constitué des collections de populations, de variétés voire d'espèces apparentées aux espèces domestiques, dans lesquelles ils puisaient les gènes qui leur permettaient d'améliorer leurs variétés. Certaines de ces collections sont d'ailleurs reconnues comme collections de référence par l'IBPGR. Les semenciers considèrent encore, actuellement, que le 1% qu'ils gagnent chaque année sur la productivité des principales espèces est dû à la diversité génétique. Ces collections sont la base même du progrès en sélection. La diversité génétique d'une espèce est créée par l'évolution de ses ancêtres. Encore aujourd'hui, un flux continu de gènes circule entre les espèces domestiques, les variétés issues des régions dans lesquelles les premières variétés de cette espèce ont été cultivées, et les espèces sauvages qui leur sont apparentées. Or en cette fin de millénaire, de nouveaux facteurs menacent d'interrompre ce flux de gènes, qui a conduit des variétés d'origine aux variétés cultivées actuelles. On ne sait pas quelles en seraient les conséquences. Nous citerons les plus importants.

### Menace sur les écosystèmes

On ne connaît pas le nombre total d'espèces vivant sur la planète, encore moins le nombre d'espèces en voie de disparition, et les estimations sur ce sujet varient (par exemple, la FAO estime qu'une espèce disparaît actuellement par jour). Cependant toutes s'accordent sur une accélération dramatique de l'érosion biologique. Ainsi, toujours selon la FAO, plus de 7,5 millions d'hectares de forêt dense, et plus de 3,8 Mha de forêt claire sont détruits chaque année. Entre 1950 et 1983, l'Amérique Centrale a perdu 38 % de sa forêt, et l'Afrique 24 %. Dans 30 ans certaines forêts comme celle d'Amérique centrale, de Côte d'Ivoire ou du Nigeria auront disparu, et avec elles combien d'espèces sauvages ?

La diversité génétique prend sa source dans la diversité biologique. Celle-ci ne faisant pas l'objet de ce rapport, nous nous contenterons de rappeler l'importance du rôle des écosystèmes naturels pour l'agriculture.

Le maintien des forces de l'environnement crée une tension dynamique entre les espèces en compétition et leurs écosystèmes : ces conditions sont à la source de nombreux gènes de résistance aux maladies ou à des conditions de sol extrêmes, de sensibilités à la photopériode ou aux conditions climatiques locales. Un couvert végétal important maintient les cycles de l'eau, qui renouvellent l'eau du sol, protègent les eaux courantes, tamponnent les conditions extrêmes d'humidité (inondations et sécheresses). Il permet la régulation des climats, macro et micro, et la reconstitution du sol, il prévient l'érosion du sol, y compris par la mer. L'écosystème



joue un rôle actif dans le stockage et le recyclage des nutriments essentiels (carbone, azote, et oxygène), et dans le maintien de l'équilibre oxygène-gaz carbonique. Il a un effet tampon important dans l'absorption et l'élimination des polluants, incluant les déchets organiques, les pesticides, les polluants de l'air et de l'eau. Il constitue enfin un patrimoine esthétique, récréatif, socio-culturel, scientifique, éducatif, spirituel, et historique.

### **Une démographie non contrôlée**

A la fin de cette décade, la population mondiale atteindra le chiffre de 6 milliards d'habitants. Cinq milliards vivront dans les pays en voie de développement.

Sauf catastrophe majeure, ni des épidémies comme le SIDA ou le paludisme, ni même les guerres, pour le moment, ne peuvent freiner la croissance actuellement exponentielle de la population mondiale. Selon les Nations Unies, si les populations d'Europe et d'Amérique du Nord semblent être stabilisées, celles d'Amérique latine, d'Asie et d'Afrique, elles, sont restées sur une dynamique de natalité très forte. La conséquence de cette situation est que dans 40 à 50 ans, la population mondiale aura doublé, la situation étant particulièrement critique sur les continents où elle connaît déjà la malnutrition.

Pour nourrir cette humanité, la productivité agricole devra, au minimum, doubler. Elle est donc, du moins pour les 50 prochaines années, condamnée à la croissance. Dans certains pays, la majeure partie des terres pouvant être mises en valeur seront occupées par la population, qui devra procéder à une intensification accélérée de l'agriculture. Par exemple, dans le Golfe de Guinée, les rendements devront croître d'environ 250% en 25 ans, alors que cette agriculture a jusqu'à présent été stagnante. La disponibilité en terre cultivable par habitant sera de 0,1 ha en Chine, de 0,15 ha en Inde (source : Keystone conference, 1990).

Ces populations dépendront des pays plus productifs pour leur alimentation, ou pour atteindre le niveau de compétences nécessaire.

Une autre conséquence de cette croissance démographique est la disparition d'écosystèmes. Celle-ci n'est pas seulement due à l'augmentation de la population : les guerres, les activités industrielles, sources de pollution et de catastrophes écologiques, l'intensification de l'agriculture et la modification des structures agraires se sont ajoutées aux facteurs d'évolution naturels pour accélérer considérablement le processus d'érosion.

### **L'intensification des activités économiques**

Une autre perte est liée principalement à une situation économique : il s'agit du remplacement progressif actuel des races domestiquées locales par des variétés modernes à haut rendement, dans des conditions d'agriculture intensive. La révolution

verte semble avoir réussi à l'économie des continents développés et a beaucoup contribué à l'auto-suffisance alimentaire de certains pays en Asie. Mais dans les pays développés, l'urbanisation croissante et la standardisation de l'agriculture ont chassé les variétés de pays et appauvri un grand nombre d'écosystèmes.

Aujourd'hui, une trentaine d'espèces subviennent aux besoins caloriques de l'humanité. Elles sont menées par les quatre grandes : blé, riz, maïs, puis pomme de terre, qui nourrissent à elles seules plus d'hommes que toutes les autres. Puis viennent l'orge, la patate douce et le manioc. Or sur le marché américain. Or sur le marché américain des ressources agricoles, qui avoisine la centaine de milliards de dollars, figure, en tête, le soja (\$11, 3 milliards), puis le maïs (\$10, 4 milliards), le blé (\$6,475 milliards), le coton (4,23 ), le café (3,925), le tabac (2,85 ), la canne à sucre (1,7), la vigne (1,5), la pomme de terre (1,2), le riz (1,16), l'orange (1,15), le sorgho (1,147), la luzerne, la tomate et le cacao (autour de 1 milliard chacun). L'orge, la patate douce, le manioc et bien d'autres n'y figurent pas. Qu'en est-il de la recherche ?

Les sociétés semencières européennes consacrent au total 4,5 % de leur chiffre d'affaire semence à la sélection végétale, les américaines 6%. Si l'on ajoute à ces recherches la part croissante des recherches en biotechnologies, on arrive à 6,5% en Europe et 9,5 % aux USA. Si l'on sait que la plupart des recherches en biotechnologies végétales (plus de 71 %) sont réalisées par des sociétés privées, on peut se faire une idée de la part croissante que vont prendre celles-ci dans les variétés futures <sup>1</sup>. Lois du marché obligeant, la tendance à favoriser les recherches portant sur les espèces représentant les plus grosses marges bénéficiaires devrait se renforcer (*voir tableaux*).

L'accélération de la création de variétés nouvelles, provoquée par la compétition croissante entre les firmes semencières<sup>2</sup>, n'incite plus celles-ci à innover par des croisements originaux, mais plutôt à rajouter une ou deux caractéristiques à une variété bien rodée et bien définie. On en arrive ainsi, au niveau des variétés commercialisées, à une triple érosion génétique<sup>3</sup>: moins d'espèces cultivées (quelques espèces d'élite, à gros chiffre d'affaire, à gros moyens de recherche, à haut niveau de productivité), moins de variétés cultivées par espèce (idéotype unique avec quelques variantes, et disparition des variétés locales) ; enfin, du fait même des objectifs de la sélection, moins de polymorphisme génétique interne aux variétés, car il est beaucoup plus simple de standardiser des lignées élites hyper-sélectionnées et bien homogènes, notamment pour la fabrication d'hybrides.

---

<sup>1</sup>E. Jullien (1989) *Les impacts économiques de la protection de l'innovation sur le secteur européen de la semence*. Rapport réalisé pour le compte de la CEE. CERNA, Ecole nationale supérieure des Mines.

<sup>2</sup>INRA (1989) *Innovation dans les semences*, Recherche et Industrie, Economie et sociologie rurale, "Actes et Communication" n°4.

<sup>3</sup>J. Pernès et coll. (1987) *Ressources génétiques des plantes* (2 tomes) Ed Lavoisier.

L'évolution du marché et de la demande des utilisateurs devrait cependant renverser cette tendance à la standardisation dans les pays développés. On assiste en effet à une diversification des débouchés l'agriculture moderne. Diversification de la demande en produits frais ou préparés de la part des consommateurs, diversification de la demande des industries transformatrices, recherche de nouveaux débouchés de la part des industriels face à la saturation des marchés, recherche de nouvelles niches pour des économies locales sur des terres difficiles (zones de montagnes, repeuplements de terres à l'abandon, etc.) Ces nouveaux besoins devraient favoriser la recherche de nouvelles caractéristiques pour les espèces cultivées, voire de nouveaux gènes ou de nouvelles espèces, mouvement rendu également possible avec les biotechnologies. La diversité génétique sera alors très sollicitée. C'est une des raisons pour lesquelles elle suscite un nouvel intérêt chez les industriels.

Dans d'autres régions du globe, et en particulier dans les pays d'Afrique du Nord, les interventions de sociétés semencières privées auprès des petits agriculteurs ont contribué à la disparition de cultures vivrières et de variétés locales, avec des conséquences catastrophiques de paupérisation et d'exode rural : à grands renforts de "bakchich" aux différents niveaux de décisions, ces sociétés proposaient aux agriculteurs des semences hybrides à haut rendement en remplacement de leurs propres cultures, sans tenir compte des conditions spécifiques de ces économies fragiles. L'agriculteur ne gardant ses propres semences qu'en les multipliant d'une année sur l'autre, se trouva fort démuné lorsque, 3 à 4 ans après lui avoir distribué gratuitement des semences hybrides, le semencier lui demanda de les lui payer. Pendant ce temps les graines de l'agriculteur avaient perdu leur capacité de germination et il ne pouvait plus les cultiver. Le but du semencier était sans doute la création d'un nouveau marché. Il rendait l'agriculteur dépendant de son approvisionnement en semences, peu adaptées aux conditions de culture locales.

Les variétés de pays, nous le verrons plus loin, sont la base même de l'adaptation génétique des espèces domestiques à leur environnement. Elles entrent dans les collections des semenciers, qui les emploient dans leurs programmes de sélection. Elles entrent également dans les programmes d'amélioration des plantes des organismes travaillant avec les pays en développement. Leur disparition progressive des cultures est une perte.

L'évolution de nos systèmes économiques s'accompagne de celle des sociétés. Tout au long de la domestication des espèces, l'homme a tissé des liens complexes avec ses variétés et les espèces sauvages qui leur sont apparentées. Celles-ci lui servaient non seulement à se nourrir, mais aussi à se vêtir (mouton, lama, chèvre, boeuf, chameau) ou à construire sa maison (cocotier, mil, palmier dattier). Il les choisissait d'abord pour leur adaptation à ses conditions de vie. Avec la disparition progressive de ce type de lien, disparaissent des modes culturels, et les populations domestiques qui les accompagnent. Aujourd'hui des variétés créées par des groupes privés sont cultivées sur de très grandes surfaces, dans le cadre d'une agriculture intensive, tournée vers la productivité, et de plus en plus consommatrice d'intrants.

Comprendre la nature et l'évolution des liens qui relient l'homme aux espèces domestiques, c'est comprendre les origines et l'évolution de l'agriculture, elle-même intégrée dans un système socio-économique. La diversité génétique des espèces domestiques nous renseigne sur notre histoire, notre histoire nous renseigne sur celle des espèces cultivées, et donc sur leur exploitation potentielle. Ce type d'information disparaît avec les modes de vie qui y sont attachés.

### Des facteurs technologiques

Si les pays développés et les instances internationales ont compris depuis le début du siècle l'intérêt de conserver une diversité génétique des espèces domestiques, c'est surtout depuis les années 1970 qu'une réelle organisation s'est mise en place, que ce soit dans le domaine du végétal ou de l'animal. En ce qui concerne le végétal, le mouvement de la disparition des races locales s'étant accentué avec la révolution verte, un réseau de banques de gènes a été créé. Il représente le principal effort, encore aujourd'hui, dans le domaine de la conservation des ressources génétiques des espèces domestiques. On estime à 1200 le nombre d'espèces végétales cultivées dans le monde, dont 50 ont fait l'objet de collectes. Cela représente en tout 2,5 millions d'échantillons répertoriés (IBPGR, 1988).

La conservation en banques est la solution de sauvegarde des populations en voie de disparition. Elle ne peut remplacer la conservation de ces populations dans leurs régions de diversification, où elles peuvent s'adapter sans cesse aux changements de climats ou de parasites (ceux-ci sont en perpétuelle évolution). Cela est particulièrement vrai pour les espèces cultivées annuelles. On peut dire que la plupart de ces espèces, conservables sous forme de graines ont été aujourd'hui collectées. Le problème de la conservation est plus complexe pour les espèces ne produisant pas de graines, comme certains bananiers, ou dont les graines sont récalcitrantes à la conservation (*voir tableau*), comme le caféier, ou encore pour les hybrides complexes, comme les rosiers ou les arbres fruitiers, dont on désire garder le génotype. Les techniques cellulaires, et en particulier la conservation *in vitro* ont fait dans ce domaine des progrès considérables.

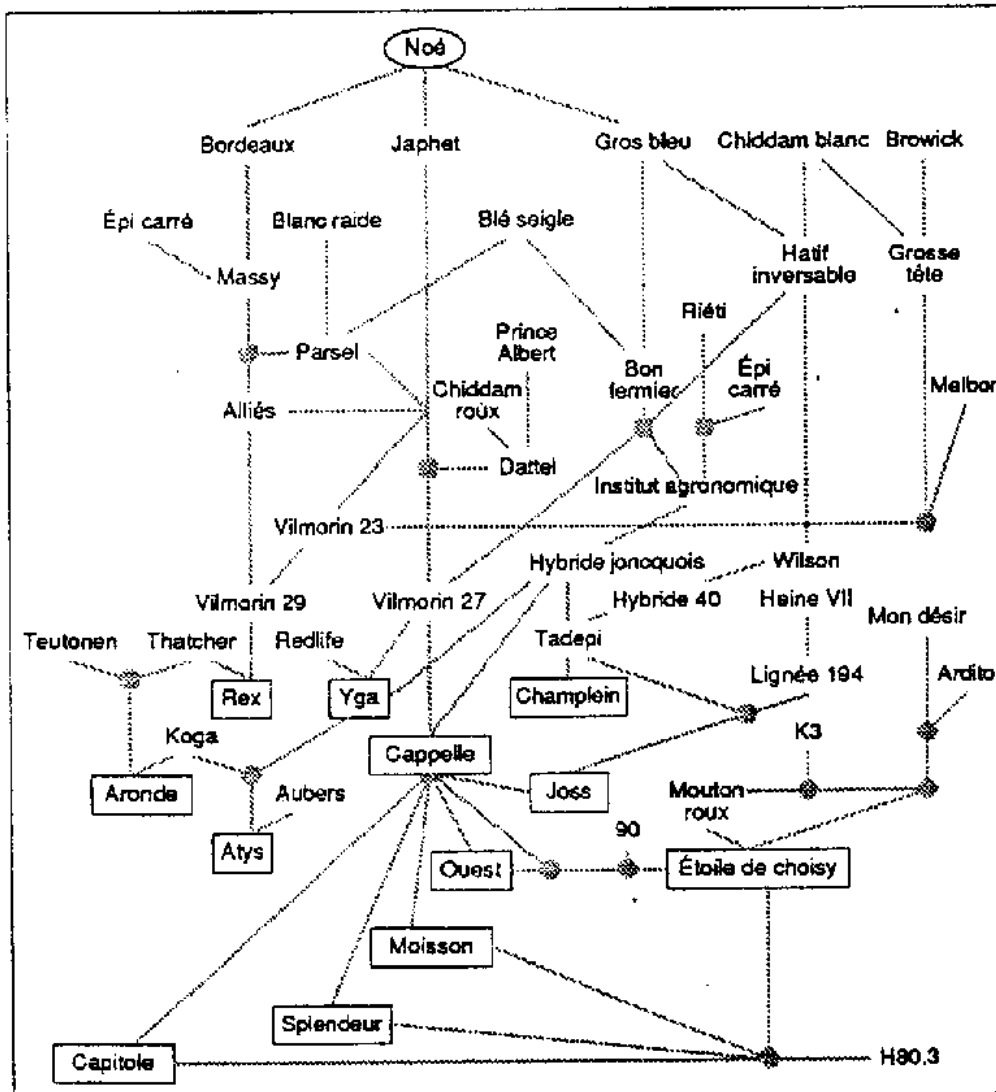
La conservation en collections *ex situ*, solution d'urgence de sauvegarde, peut être elle-même une source de perte de diversité génétique : d'une part, parce que les espèces qui y sont conservées évoluent au hasard au cours des multiplications sans pression de sélection, d'autre part parce que les méthodes de conservation et d'analyse du matériel en collection ont été jusqu'à présent insuffisantes. La caractérisation et la diffusion de l'information sur le matériel conservé en collections sont une condition indispensable à leur utilisation. Des efforts très importants sont engagés actuellement dans ce sens.

C'est la conservation des espèces sauvages et des variétés locales *in situ*, dans des conditions qui puissent leur permettre d'évoluer, qui pose actuellement le plus de

problèmes. La plupart sont en effet hébergées dans des régions tropicales. Le maintien de ces conditions d'évolution est indispensable à l'exploitation continue de la diversité génétique. Il relève des stratégies de conservation des écosystèmes et d'agricultures adaptées.

Figure : les liens génétiques entre les variétés cultivées de blé actuelles

source : P. SOUDRIER, Bulletin des Anciens Elèves de l'Ecole Française de Meunerie, 264, 1974



- LA PRODUCTION  
ANNUELLE DES PRINCIPALES  
ESPÈCES CULTIVÉES  
DANS LE MONDE  
(source FAO, 1985)

Espèces cultivées	Production (en millions de tonnes)
Blé	450
Maïs	400
Riz	395
Pomme de terre	295
Orge	180
Patate douce	155
Manioc	115
Soja	105
Raisin	80
Avoine	65
Sorgho	60
Canne à sucre	55
Millet	50
Banane	45
Tomate	40
Betterave à sucre	35
Seigle	35
Orange	30
Noix de coco	30
Huile de coton	30
Pomme	30
Igname	25
Arachide	25
Melon	20
Chou	15
Oignon	15
Haricot	10
Pois	10
Tournesol	10
Mangue	10

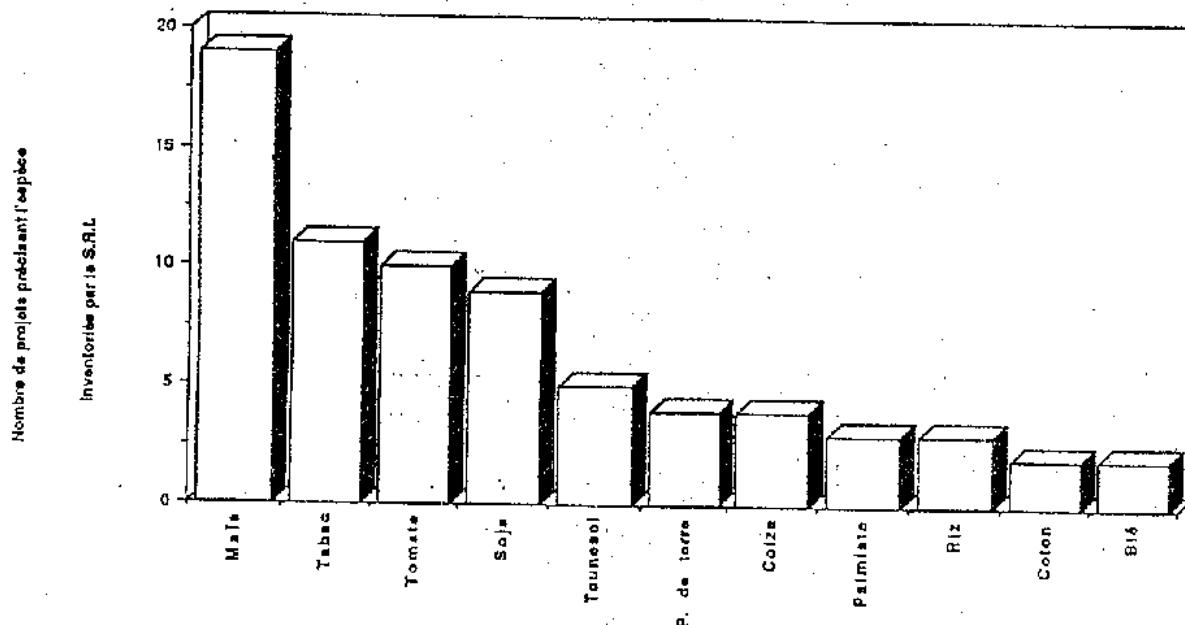
NOMBRE DE SONDÉS NUCLÉIQUES DISPONIBLES POUR  
L'ÉTUDE DES VARIÉTÉS CULTIVÉES (1990)

Espèces	Nombre de sondes disponibles	Date de commencement des études moléculaires
Maïs	1 000	1981
Soja	400	1986
Tomate	1 000	1985
Pomme de terre	130	1985
Poivron : <i>Capsicum annuum</i>	130	1985
Crucifères : <i>Brassica</i>	180	1985
Laitue : <i>Lactuca</i>	130	1985
Orge	100	1986
Blé	60	1987
Betterave	-	1989
Riz	250	1989

FIGURE - NATURE DES ESPÈCES CIBLES  
DES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES

(Source : E Jullien [1989] *Les impacts économiques de la protection de l'innovation sur le secteur européen de la semence*, Cerna, Paris, 79-80, et d'après le SRI [1986])

Près de 63% des projets inventoriés par le SRI précisent l'espèce cible.



## A - Les ressources génétiques végétales

L'agriculture est apparue il y a 7 à 10 000 ans, et avec elle la sédentarisation, source de civilisation. Les premiers agriculteurs ont commencé par semer des graines de plantes sauvages, pour produire leur nourriture. Puis ils apprirent à comprendre comment les plantes produisent des graines, et les graines des plantes. En Asie du Sud-Ouest il s'agissait des ancêtres du blé et de l'orge, au Mexique de maïs, de courge, de piments et de haricots sauvages, au Pérou de pommes de terres, etc. Une première étape fut sans doute de semer ces graines aux endroits qui leur étaient favorables, pour arriver, petit à petit, à des milieux plus favorables à l'homme lui-même. Ainsi commença la domestication. Il semble que la plupart des céréales cultivées aujourd'hui ont été choisies dès le début, et que la domestication de ces espèces a eu lieu en même temps sur toute notre planète. Pour les autres espèces, les scientifiques s'accordent actuellement sur l'hypothèse d'une diversification en plusieurs étapes, voire continue. Ces théories sont en pleine évolution, grâce notamment aux apports de la biologie moléculaire.

### **Des espèces sauvages aux variétés modernes : l'organisation d'un complexe d'espèces.**

Chez les végétaux (contrairement aux animaux), les barrières d'espèces ne sont pas impénétrables, et permettent la circulation d'un "flux de gènes" entre espèces voisines appartenant au même "complexe d'espèces". Pour comprendre l'organisation de la diversité génétique des plantes cultivées, il faut donc savoir d'où elles viennent, comment leur culture s'est diffusée, c'est à dire comprendre leur histoire.

A force de ne semer d'une année sur l'autre que les graines des plantes qui lui paraissaient plus "cultivables", c'est à dire rassemblées sur la plante, mûres au même moment, plus grosses ou plus nombreuses, etc. l'agriculteur faisait, empiriquement, oeuvre de sélection<sup>4</sup>. Ainsi naquirent les races locales ou races de pays, très adaptées au milieu où elles étaient cultivées, et qui ont été prépondérantes jusqu'à l'arrivée des variétés modernes à haut rendement, nées de la sélection scientifique (celle-ci débute à la fin du 19e siècle)

On peut distinguer cinq niveaux différents de domestication, qui correspondent chacun à une notion différente en matière de ressources génétiques, pour une espèce cultivée donnée:

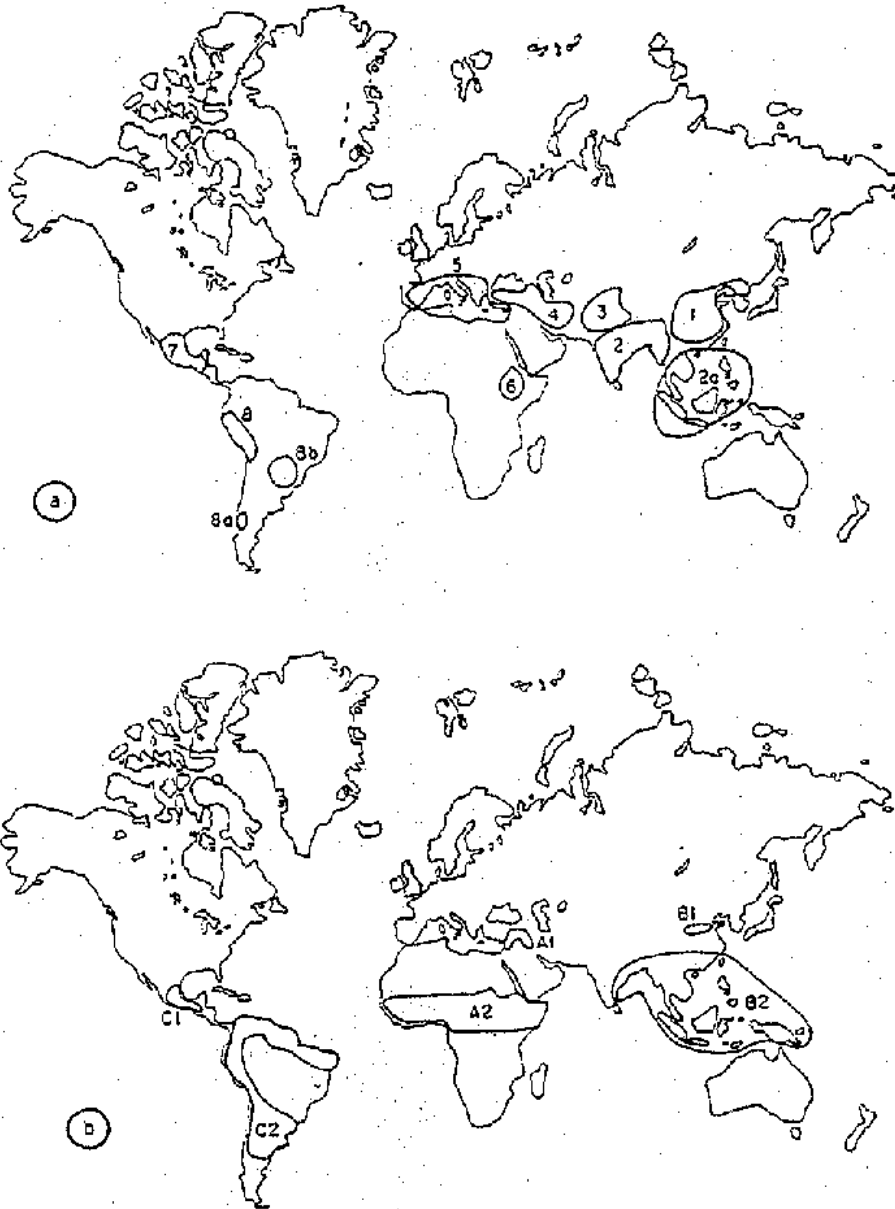
1 - Les espèces sauvages apparentées : Ce sont des produits stricts de la nature, elles sont en évolution constante et dynamique, et apportent des caractéristiques très importantes pour les plantes cultivées : résistances aux stresses de toutes natures, comme les conditions extrêmes de climat (gel, chaleur, sécheresse, inondations), de sols (salinité, sols sableux), et aux prédateurs ou aux parasites. Ainsi les résistances aux 25 principales maladies de la tomate cultivée ont été trouvées chez ses parents sauvages, et 15 de ces résistances ont été transférées chez des variétés cultivées.

2 - Les formes adventices apparentées : Considérées le plus souvent comme des "mauvaises herbes" par les agriculteurs, prospérant dans des habitats perturbés par

---

<sup>4</sup>Le Russe Vavilov dans les années 1940, puis l'Américain Harlan - (1970) Crops and Man - furent les grands théoriciens de l'évolution des plantes cultivées.

l'homme, ces formes ont joué un rôle très important dans les flux de gènes entre espèces sauvages et espèces cultivées : ces espèces colonisatrices des écosystèmes modifiés par l'homme apportaient aux espèces cultivées, et en particulier aux cultivars primitifs, ou races locales, les gènes nécessaires à leur adaptation.



### LES CENTRES D'ORIGINE DES ESPÈCES CULTIVÉES

a) Selon Vavilov (1951), la diversité biologique (nombre d'espèces) et génétique (nombre de variétés par espèce) de toutes les plantes utiles est distribuée dans quelques zones géographiques assez bien localisées. Ces centres seraient à l'origine des espèces cultivées et de l'agriculture : 1 à 8, zones centrales de domestication ; 2a, 8a, 9b, zones associées et naissance de l'agriculture.

b) Selon Harlan (1970), l'origine des agricultures semble beaucoup moins localisée. Il distingue des « micro-centres » de création très actifs, de (A1, B1, C1) et des zones très étendues de diversification, liées à la diffusion de l'agriculture (A2, B2, C2).



3 - Les cultivars primitifs ou races locales, ou encore variétés de pays : Ces termes sont synonymes, cultivar étant une abréviation du terme "cultivated variety". Les variétés locales ont été sélectionnées par les agriculteurs en co-évolution avec les adventices spontanées apparentées. Transportées par les humains à travers le monde, elles se sont adaptées à de nombreux climats et sols, car porteuses d'une grande diversité génétique, et cependant déjà domestiquées. C'est pourquoi elles présentent un très grand intérêt.

Pour Jean Pernès, *"peut être qu'un des grands secrets du succès de la domestication des céréales vient du fait suivant : l'homme a sélectionné constamment et intensément des structures morphologiques qui rendaient la plante récoltable et exploitable. Ces propriétés étaient contrôlées par quelques groupes de gènes peu nombreux (structure de l'épi et du grain, port de la plante et floraison compacts, dormance et puissance des semences). Les formes spontanées, dont les plantes cultivées étaient originaires, étaient partout présentes et beaucoup moins protégées vis à vis des aléas du milieu, puisque non cultivées en champs. Leur survie était associée à la résistance ou à la tolérance aux adversités du biotope.. Le cultivateur, lui, procédait à la sélection dans son champ par éradications et choix assez catégoriques des types correspondant à ses besoins. Les formes spontanées établissaient un équilibre, par le jeu des fécondations, donc des brassages de gènes, avec leur propre milieu, très hétérogène. Elles-mêmes s'y adaptaient par le jeu de la sélection naturelle. Ainsi dans leurs régions d'origine, puis dans leurs berceaux de diversification, les cultures étaient sans cesse pénétrées de gènes issus des formes spontanées. Si les caractères liés à la domestication sont finalement portés par seulement quelques régions sur l'ensemble du génome des plantes, le cultivateur n'a eu prise que sur ces quelques parties du génome, par la sélection qu'il pratiquait, tout le reste restant ouvert aux échanges avec les formes spontanées.*

Une population cultivée en co-évolution avec ses formes spontanées possède une grande richesse génétique d'adaptation au milieu, la forme spontanée lui apportant son "système sensoriel" génétique. *L'absence d'étanchéité entre les compartiments des formes cultivées traditionnelles et de leurs adventices a assuré dynamiquement la sauvegarde du réservoir génétique des plantes cultivées, en le remettant sans cesse à jour des dernières fluctuations du milieu.*

4 - Les cultivars modernes : Aucune des variétés cultivées ne peut avoir été produite par la sélection naturelle : celles-ci les aurait éliminées comme des aberrations, des monstruosité à organes hypertrophiés ; pourtant, ce sont leurs produits qui plaisent au consommateur, et ce sont elles qui nourrissent l'humanité. Mais elles ont besoin de l'homme pour survivre. Elles sont le résultat des techniques de sélection et de la biologie cellulaire modernes.

5 - Les lignées hautement sélectionnées, ou lignées élite : Ce sont certainement les plus artificielles de toutes. Elles ne sont jamais utilisées comme variétés cultivées, mais plutôt dans des croisements, pour la fabrication de semences hybrides, ou dans un plan de sélection de lignées. Elles contiennent des gènes modifiés ou ajoutés par génie génétique, et leur génome a parfois été si modifié, par exemple par certaines techniques cellulaires comme la fusion de protoplastes ou la culture d'haploïdes, qu'elles n'ont plus grand chose à voir avec les précédentes. Produit des technologies les plus avancées, leur coût de fabrication est aussi très élevé.

Loin de leurs formes spontanées, les variétés modernes standardisées perdent leurs facultés d'adaptation aux variations "accidentelles" du climat ou des parasites, deviennent vulnérables et exigent sans cesse d'être renouvelées par d'autres variétés fabriquées à l'aide de techniques d'amélioration des plantes de plus en plus élaborées. Les techniques cellulaires et la biologie moléculaire font désormais partie de ces techniques. Ces techniques elles-mêmes sont tributaires du patrimoine des systèmes génétiques qu'elles ont à leur disposition. C'est l'ensemble de ces types génétiques qui entre dans les collections des sélectionneurs. Les derniers cependant, brevetables sous certaines conditions, acquièrent un droit de protection qui les exclut, dans une certaine mesure, du patrimoine commun.

**Les ressources génétiques en amélioration des plantes : la semence, valeur marchande basée sur la maîtrise d'une information.**

Selon des estimations de l'IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources) 240 000 espèces différentes de plantes occupent notre planète. 20 à 25 000 d'entre elles sont menacées d'extinction, et pas moins de 15 000 seraient encore à découvrir. Les botanistes n'en ont vraiment étudié en détails que 5 000, et peut être 3 000 sortes de plantes ont, à un moment ou à un autre, été exploitées par l'homme. Aujourd'hui, pas plus d'une trentaine de ces espèces subviennent aux besoins caloriques de l'humanité. Elles sont menées par les quatre grandes : blé, maïs, riz, puis pomme de terre. Erosion génétique ? Ce n'est pas l'avis des grandes firmes semencières, qui affirment que si ces variétés remportent largement les marchés, c'est aussi qu'elles sont le résultat de l'accumulation considérable d'un savoir-faire qui a suivi l'évolution de l'agriculture. Non seulement les espèces de grande culture sont mieux adaptées aux conditions de l'agriculture moderne, mais elles n'ont pas encore manifesté de fléchissement dans l'amélioration régulière de leur productivité. De plus, les orientations de la sélection vers la recherche d'hybrides sont justifiées économiquement par la réalisation de plus grosses marges. D'une façon générale, les hybrides apparaissent plus adaptables et résistants aux modifications ou perturbations éventuelles du milieu, plus productifs que les lignées, et apportent une sécurité supplémentaire en tant que "tampons génétiques".

Il semble que la filière agro-alimentaire s'oriente aujourd'hui : d'une part vers l'exploitation verticale des quelques "grandes", diversifiés en fonction de caractéristiques technologiques propres à leur devenir industriel, et réalisant de gros chiffres d'affaires ; d'autre part vers une diversification horizontale de variétés et espèces diverses répondant à la demande en produits diversifiés et aux exigences diététiques et récréatives des consommateurs des pays développés : oléo et protéagineux, produits maraîchers et horticoles. En dehors de ce paysage économique, un certain nombre de scientifiques jugent possible l'introduction de nouvelles cultures, comme aux Etats Unis, ou travaillent au maintien de cultures locales à rôle culturel et vivrier, comme certains organismes de recherche français (*voir ORSTOM*).

### **Un patrimoine et une histoire**

A notre connaissance, aucune analyse économique de l'industrie agro-alimentaire ne considère les ressources génétiques comme la matière première exploitée. C'est traditionnellement la semence qui joue ce rôle, même dans l'esprit des semenciers.

Les ressources génétiques n'ont pas de valeur marchande propre, elles sont considérées par les généticiens comme disponibles et échangeables sur l'ensemble de la planète. Elles ont une valeur potentielle non en tant que bien, mais en tant qu'information. Qui sait décrypter cette information, en tirer la caractéristique manquante, ou nouvelle, et la valoriser, en tire un bénéfice intellectuel et économique. Si l'on y regarde de près, ces bénéfices reposent presque exclusivement sur un savoir-faire, puisque la matière première qu'ils exploitent, les ressources génétiques, est gratuite.

Quel est donc le coût de la semence ? Il réside en fait dans la gestion de cette information : étude des généalogies connues des espèces apparentées pour chaque espèce d'intérêt agronomique, prospections, collectes et récoltes, évaluation génétique du matériel, conservation *in situ* ou en banques, et enfin disponibilité des informations. Tout au long de ce travail, qui nécessite l'intervention des scientifiques, la valeur informative, et donc potentielle, du matériel génétique augmente : de publiques dans les collections et les programmes de recherche, ces informations deviennent confidentielles en cours de sélection, chez les sociétés privées. Comment la filière est-elle organisée, comment est-elle susceptible d'évoluer, en particulier avec les nouveaux pouvoirs d'accès apportés par les biotechnologies ? Il dépasse largement le cadre de ce rapport de pouvoir y répondre, il peut tenter d'en poser les premières questions par un état des lieux des connaissances et de l'organisation actuelle des réseaux existants.

#### L'apport des espèces sauvages apparentées

On peut mesurer les gains apportés par l'amélioration génétique des variétés en augmentations de rendements à l'hectare, ou en milliards de dollars par an sur l'ensemble des récoltes, comme le font les Américains. Ces chiffres donnent le vertige, surtout lorsqu'ils semblent dus au hasard d'une découverte, par un botaniste, au cours d'un pique-nique dans les Andes ou au Mexique, comme se plaît à le raconter la société Pioneer Hi Bred, premier semencier mondial. Citons à cet égard l'exemple du maïs *Zea diploperennis*, qui semble l'un de leurs favoris<sup>5</sup>. En 1977, Rafael Guzman, étudiant en botanique à l'université de Guadalajara au Mexique, "en promenade" sur les collines du Sud-Mexique, "tombe sur" un petit plant de maïs sauvage (une mauvaise herbe, non reconnaissable par un promeneur non averti), appelé *Zea diploperennis*. Cette espèce semblait éteinte, et son presque-unique survivant se révélera être en fait un trésor. D'une part il est pérenne, c'est à dire que contrairement au maïs cultivé qui doit être semé chaque année, il repousse d'une année sur l'autre : ce caractère peut être intéressant pour l'agriculteur, puisqu'il n'aurait pas à resemer son champ chaque année (comptez une économie annuelle, en semences et en préparations, de 4,4 milliards de dollars, toujours selon les Américains) ; il l'est moins pour le sélectionneur ou pour les rendements, qui du fait des variétés nouvelles et des rotations de cultures, augmentent chaque année de 1%. Autre intérêt plus immédiat, cette unique plante se révélera résistante - ou tolérante - à sept maladies du maïs cultivé, l'une sévissant aux Etats Unis, une autre en Amérique du Sud, une autre encore en Afrique. Selon Pioneer, il n'existe pas d'autre source connue de résistance à ces maladies. Enfin, du fait de son évolution dans un milieu

---

<sup>5</sup>Brief Book (1989) *Biotechnology and genetic diversity*, Ed Center for Science Information, San Francisco, CA, USA.

sauvage, cette plante possédait tout l'arsenal de résistances aux divers prédateurs des bois, insectes, nématodes, autres champignons ou bactéries.

Cet exemple n'est pas unique, bien au contraire. La plupart des résistances importantes des variétés modernes ont été trouvées chez leurs cousins sauvages. En revanche, il serait bien difficile à un économiste non averti d'en évaluer l'investissement. De la résistance de la plante sauvage à l'hybride américain hyper sélectionné, de nombreuses étapes seront franchies.

Le récit ne dit pas si ce botaniste était réellement en promenade, ou en mission de prospection, opération qui consiste en un quadrillage méthodologique et systématique d'une aire reconnue comme région d'origine ou de diversification d'une espèce donnée. Ensuite que la plante ne provient pas d'une banque de gènes, même si elle finira par y figurer, mais d'un écosystème en évolution. Enfin que les ressources génétiques sauvages pour être cultivables, doivent être domestiquées par l'homme. La circulation des ressources génétiques sauvages pose un problème supplémentaire : celui des relations Nord Sud : l'Indien qui peut être servit de guide à notre botaniste sur ces collines n'a pas été dédommagé pour cette découverte. Ni son pays. Ni aucun de ceux qui habitent des régions d'origines de tels ancêtres.

#### **De la connaissance de l'espèce aux méthodologies**

Avant d'être employée dans des programmes de sélections, la diversité génétique est d'abord un moyen important de connaître la structure génétique des espèces. Chaque espèce cultivée a sa biologie propre, en fonction de laquelle les sélectionneurs construisent des méthodologies de croisement, des caractéristiques à améliorer et des programmes à plus ou moins long terme : une espèce autogame comme le blé, construite sur des lignées, a une organisation génétique différente de celle d'une espèce allogame comme le maïs, hybride naturel. Un arbre fruitier, pérenne et à cycle de reproduction long, est le résultat de croisements complexes et sera multiplié végétativement, etc. Certaines recherches fondamentales, indispensables pour les sélectionneurs, sont menées dans les universités et les centres de recherches publics. Elles sont très importantes pour la mise au point de stratégies de sélection. Nous citerons ici les plus importantes.

#### **La connaissance de l'espèce**

La réussite d'un programme de sélection dépend du savoir-faire du sélectionneur, et de la base de diversité génétique sur laquelle il travaille. Il doit adapter cette base à ses objectifs, mais aussi selon les moyens financiers qu'il est prêt à y investir : une base génétique très large, construite sur des populations peu sélectionnées, sera la source potentielle de la plus grande innovation, mais l'obtention de variétés commercialisables demandera beaucoup plus de temps que dans le cas d'un croisement entre deux variétés hypersélectionnées.

Si l'objectif du semencier est de "relancer" une variété qui a eu un bon succès commercial, il peut se limiter à ajouter à cette variété un caractère intéressant d'une autre variété du catalogue. Le résultat de ce type de sélection est l'introduction d'un caractère spécifique connu, accompagné d'une amélioration de productivité, trouvée dans la variabilité génétique intrinsèque des deux variétés. Il est donc relativement

satisfaisant, mais renforce la consanguinité des variétés modernes, très fortement apparentées.

S'il décide de faire un travail plus innovant à partir d'une base génétique large en s'appuyant sur la diversité génétique de l'espèce, il doit tenir compte d'un certain nombre de difficultés. Les progrès de la recherche fondamentale lui sont d'un grand secours.

#### *Le goulet d'étranglement des stérilités*

Un premier goulet d'étranglement est la compatibilité sexuelle entre les variétés ou espèces apparentées disponibles pour la réalisation d'un croisement, indispensable aux remaniements génétiques et première étape de tout programme de sélection. Ce type de limite élimine d'emblée une bonne partie des échantillons de collections. L'évolution des connaissances sur la biologie de la reproduction a déjà permis de surmonter un certain nombre de ces barrières.

Bon nombre de stérilités se sont avérées dues à des incompatibilités entre l'embryon et l'albumen de la graine. La pomme de terre cultivée, *Solanum tuberosum*, est tétraploïde (son génome est constitué de 4 exemplaires de chacun des chromosomes d'un génome de base). De nombreuses espèces sauvages ou autres variétés de pommes de terre sont diploïdes ou triploïdes. Les variétés de pomme de terre cultivées sont des hybrides complexes, qui sont multipliés par la voie végétative. Mais toute sélection doit passer par la voie sexuée. Avant les années 1970, de très nombreux croisements entre espèces ou variétés étaient impossibles. La découverte que, chez les plantes à tubercule, ces stérilités étaient liées aux différences de niveaux de ploïdies entre les plantes que l'on cherchait à croiser, a conduit les sélectionneurs à l'établissement d'un indice de fertilité directement lié au nombre des chromosomes (indice EBN). Ce travail leur a permis, au cours des années 70, d'effectuer des croisements qu'ils n'avaient jamais pu réaliser entre espèces de *Solanum*, et de réaliser une véritable révolution dans la création de nouvelles variétés. D'autres méthodes, comme le sauvetage d'embryons, ont permis des croisements entre espèces comme le fameux hybride seigle-blé, à l'origine du Triticale, une nouvelle espèce entièrement créée par l'homme. La fusion de protoplastes, et bien sûr le génie génétique sont également des outils pour introduire du matériel génétique étranger dans une espèce, et pour comprendre les relations et les distances génétiques entre populations d'une même espèce.

#### *Les origines de l'espèce et la structure du génome*

En reconstituant l'arbre généalogique d'une espèce, en comprenant d'où viennent ses variétés cultivées, les généticiens peuvent prévoir sa diversité intrinsèque et savent sur quel matériel il est préférable de s'appuyer pour construire une stratégie de sélection.

Par l'étude des relations entre familles, populations, variétés, constituant un "complexe d'espèces", les ressources génétiques permettent de remonter jusqu'aux origines sauvages de ce complexe, aux étapes de sa domestication, et aux régions où il s'est diversifié. Deux types d'applications importantes découlent de la localisation géographique de la diversification de l'espèce. D'une part, le sélectionneur saura où il a le plus de chances de trouver des caractères nouveaux, d'autre part, il y trouvera un

réservoir important de variétés ou de populations d'une grande diversité (que l'on peut mesurer par des calculs de distances génétiques).

L'histoire d'espèces de grande culture comme le blé<sup>6</sup>, le riz ou le maïs sont assez bien connues, bien que certaines branches phylogénétiques restent encore obscures. La découverte même de ces inconnues sera certainement une source d'explorations nouvelles pour les variétés futures. Mais de nombreuses espèces cultivées ont des origines encore inconnues. Nous allons donner quelques exemples des changements apportés par la découverte des origines d'une culture ou d'un génome.

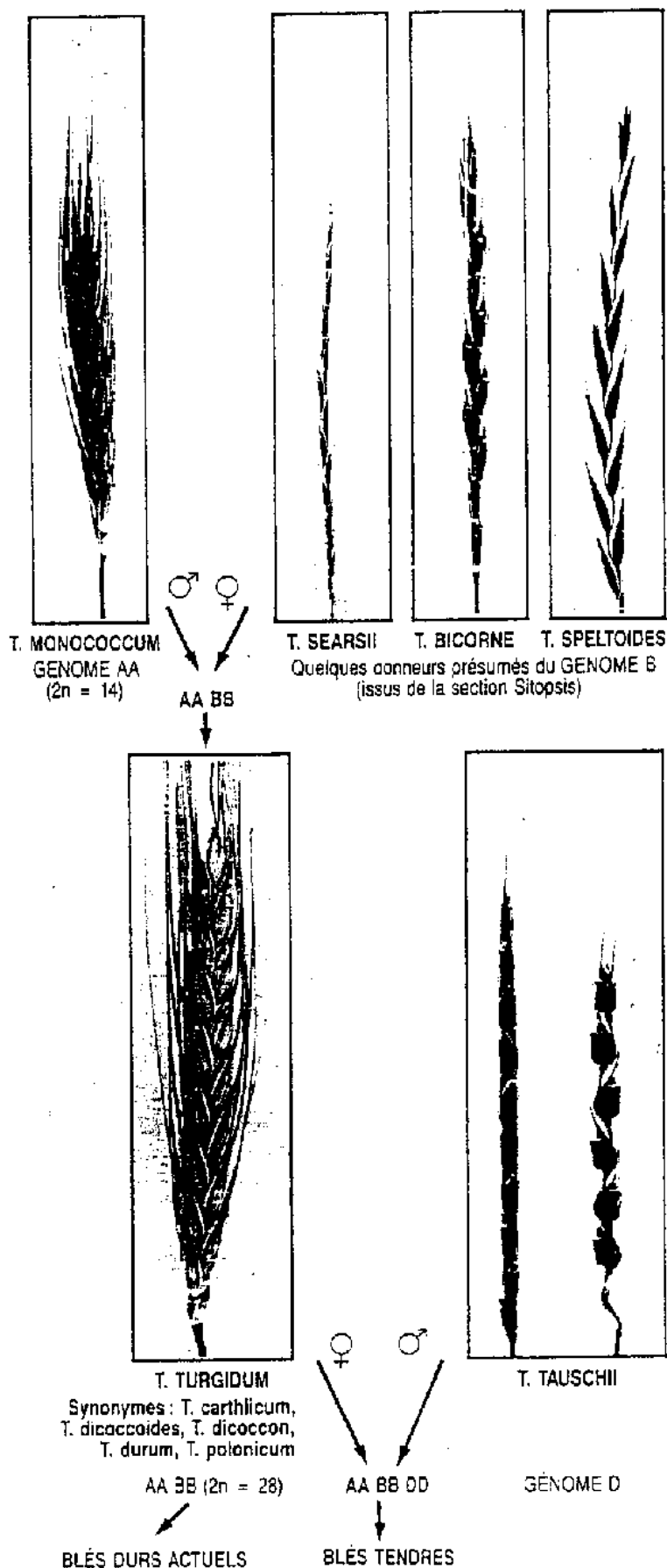
Chez le haricot, l'ensemble de la variabilité génétique exploitée dans les variétés cultivées provient de 5 cultivars. Un chercheur américain, Stephan Johnson, à la fin des années 70, découvre le centre de diversification de cette espèce au Mexique. Au lieu de la petite dizaine connue, il y découvre 265 variétés locales, présentant toutes une grande diversité. Cette découverte a élargi considérablement la base génétique, et ainsi la diversité des variétés sélectionnées de haricot.

Trois espèces ont participé à l'élaboration du génome du blé, elles-mêmes descendant probablement d'un ancêtre commun. Il en résulte que son génome, apparemment diploïde, est constitué en fait de 3 génomes différents, A, B et D. Cette triple origine, qui s'étend du désert de Syrie à la Chine, en passant par le Sud Est méditerranéen, lui a conféré la souplesse d'adaptation qui a permis d'étendre sa culture à de très nombreuses régions et climats du monde. Pour reconstituer une variabilité génétique importante au blé, les généticiens reconstituent aujourd'hui des populations à partir de ces différentes origines. On ne connaît pas encore l'origine du génome B, ce qui ouvre encore de vastes perspectives à l'amélioration du blé.

Tous les fraisiers cultivés (*Fragaria ananassa*) proviennent d'un croisement unique, réalisé semble-t-il au 18<sup>e</sup> siècle dans les jardins botaniques de Brest, entre un représentant d'une espèce chilienne *F. chiloensis* et celui d'une espèce américaine, *F. virginiana*. Ce fraisier est octoploïde ( $n=7$ ,  $8n=56$ ) et se croise facilement avec tous les fraisiers sauvages octoploïdes répandus sur le territoire américain. C'est parmi ceux-ci qu'on a pu trouver une insensibilité à la longueur du jour que possèdent notamment les fraisiers actuels remontants, fructifiant presque toute l'année. En 1976, des études sur le comportement des chromosomes de cette espèce au moment de la formation des gamètes ont montré que bien qu'octoploïde, le fraisier se comporte comme une plante diploïde, ses chromosomes se séparant deux par deux. On ne sait pas encore si les quatre génomes de l'octoploïde proviennent du même génome d'origine, ou s'il proviennent de branches diverses, comme le blé. Les deux hypothèses conduisent à des stratégies de sélection différentes. Dans la première, un gène quelconque est présent chez cette plante en 8 exemplaires différents, et ceux-ci ne se transmettent pas au hasard dans les descendants, qui en héritent toujours de 4. Dans la deuxième hypothèse, on peut réaliser des croisements beaucoup plus ciblés par génome d'origine, sur des gènes spécifiques uniques, comme on l'a fait chez le blé. Dans ce type de recherche, les études cytogénétiques (études de la structure des chromosomes) sont indispensables. Mais pour trancher entre ces deux hypothèses, il faut disposer de marqueurs spécifiques pour suivre le devenir des chromosomes au

<sup>6</sup> E. Picard (1988) Sélection du blé : l'intégration des biotechnologies, Biofutur 68, 48-58.

FIGURE 2 - L'ORIGINE DU BLÉ



ENCADRÉ 1 - L'ORIGINE DES BLÉS

Pour comprendre l'origine du blé, il faut imaginer un premier croisement entre une espèce donneuse du premier génome AA (2n = 14) *Triticum monococcum* var. *boeoticum* ou var. *urartu*, et une deuxième espèce apportant le génome BB (2n = 14) actuellement encore non identifiée (voir figure 2). Cet hybride interspécifique a donné naissance à *Triticum turgidum*, tétraploïde, de nombre chromosomique 2n = 28 = 4x (AA + BB) qui s'est croisé, à nouveau, servant de pivot femelle avec une troisième espèce, *Triticum tauschii*, apportant le génome DD (2n = 14). Il en résulte l'espèce *Triticum aestivum* (2n = 6x = 42 chromosomes ; AA + BB + DD) qui elle-même évolua pour donner les types cultivés actuels de blé tendre, que l'on connaît. De même *Triticum turgidum* évoluera pour son compte ce qui aboutira notamment aux blés durs, *Triticum durum*, cultivés pour la semouline (couscous) et la fabrication de pâtes alimentaires. De ces espèces « sauvages » à l'origine du complexe d'espèce *Triticum* les prospections retrouvent encore des vestiges entre le désert de Syrie et la Mésopotamie, dans le Sud-Est Méditerranéen, ou au bord de la Mer Caspienne vers le Pakistan, et la Chine.

La génétique et l'évolution du blé tendre abordée par l'électrophorèse bidimensionnelle des protéines

L'électrophorèse bidimensionnelle des protéines révèle simultanément sur un même gel plusieurs centaines de produits de gènes.

L'étude des relations d'homologie entre les trois génomes constitutifs du blé tendre a montré que, en ce qui concerne les « régulateurs » (éléments génétiques qui contrôlent les quantités de protéines), les 3 génomes homologues ne sont pas équivalents. De surcroît, ce sont des régulateurs différents qui agissent à différents stades du développement. Par contre, la majorité des gènes de structure codant pour les protéines sont encore homologues sur 2 ou 3 des génomes, c'est-à-dire que les loci homologues des génomes A, B ou D synthétisent des produits électrophorétiquement identiques.

Les expériences en cours portent notamment sur les relations phylogénétiques entre les différents *Triticum* diploïdes. La comparaison des diagrammes bidimensionnels permet de retrouver la classification proposée par les botanistes et les cytogénétiens (voir figure 3).

Par ailleurs, les observations recueillies sur 3 protéines à déterminisme cytoplasmique chez plus de 50 génotypes de *Triticum* conduisent à penser que le cytoplasme des blés tétra- et hexaploïdes cultivés proviendrait d'une espèce proche de l'actuel *Triticum speltoïdes* (1).

E. PICARD, H. THIELLEMENT\*

\* Laboratoire de Génétique des Systèmes Végétaux du GIS Moulon.

(1) Bahrman, Cardin, Segun, Zivy et Thiellement, Hereditas 60 (1988), 87-90.

Pour en savoir plus on peut se reporter : 1. à l'excellent article de M. Feldman et E.R. Sears, The wild Gene Resources of Wheat, Scientific American, janvier 1981 ; 2. à la monographie de G. Kimber et M. Feldman, Wild Wheat an Introduction. Special Report 353 University of Missouri Columbia (avril 1987) d'ou sont tirées les illustrations d'épis marqués d'une astérisque ; 3 à la publication de synthèse de Thiellement, Zivy, Colas des Francs, Bahrman et Graner, Biochimie 69 (1987) 781-787

cours des générations. Les marquages moléculaires peuvent être ici des outils très puissants.

*De l'étude des mécanismes de la domestication à l'introduction de nouvelles cultures*

Un autre domaine d'étude a été très étudié : il s'agit des processus de domestication. Dans la plupart des cas, les céréales ont été domestiquées il y a environ 10 000 ans, à la fin de la préhistoire. Or il semble que les caractères propres aux espèces domestiques : absence d'égrenage spontané, maturité synchronisée, grosseur des grains, germination homogène, et leur morphologie très différente des espèces sauvages sont apparus rapidement, et simultanément pour le blé, le riz, le maïs, etc. sans barrières particulières entre ces différentes formes. Quel savoir faire en sélection possédaient donc nos ancêtres ? Il semblerait que le "syndrome de domestication" soit en fait dû à un assez petit nombre de gènes (une dizaine environ), du moins chez les céréales : quand on croise un mil ou un maïs sauvage avec une variété cultivée, on observe, parmi leurs descendants, que deux versions d'un seul gène déterminent si les graines sont enveloppées ou non, d'un autre si les soies sont nombreuses ou non, d'un autre encore si la graine tombe ou non quand elle est mûre, etc. De plus ces gènes semblent rassemblés sur certains chromosomes car ils se transmettent solidairement. Au cours de la domestication, les versions utiles à l'agriculteur de chaque gène, peu à peu, se seraient ainsi transmises solidairement. Si les hypothèses d'un déterminisme génétique simple de ce syndrome de domestication se vérifiaient, la frontière entre espèces sauvages et espèces domestiques deviendrait extrêmement ténue. La recherche de diversité génétique à travers les croisements entre plantes sauvages et cultivées ne semble donc pas absurde. Ces hypothèses sont encore actuellement des spéculations, et les techniques de marquage du génome pourraient permettre de trancher un jour sur cette question.

L'histoire du kiwi a montré qu'il est possible d'introduire avec succès une nouvelle culture dans un pays, à condition de mener une politique commerciale adaptée. Le principal obstacle est l'adaptation de ces espèces peu sélectionnées à une monoculture intensive. Jusqu'à présent, on considérait que la domestication d'espèces sauvages était impossible, ou trop fastidieuse : recommencer tout le travail accumulé dans des milliers de générations d'espèces choisies par l'homme paraît pour le moment aux semenciers une entreprise peu rentable. La mise en culture de champignons comestibles à haute valeur ajoutée comme la truffe, l'introduction du pleurote en France, l'exploitation d'espèces sauvages pour la recolonisation d'espaces comme les talus d'autoroute ou les pistes de ski (voir le chapitre sur la France) montrent qu'un savoir-faire se développe, qui peut remplir des niches spécifiques voire aboutir au développement d'une grande culture. Des études américaines montrent également que de nombreux arbres tropicaux, exploités actuellement pour la cueillette, pourraient être introduits pour résoudre des problèmes de malnutrition. La plupart des arbres tropicaux cultivés en plantation ont été le plus souvent introduits par quelques graines. Les biotechnologies permettraient aujourd'hui de réaliser ce type d'introduction avec beaucoup plus de moyens d'analyse. Il reste à savoir si elle répondrait à un besoin.

Quelques exemples de réintroduction d'espèces non pas sauvages mais dont la culture, marginale, est en voie de disparition : on peut citer des légumes, "oubliés" pour des raisons de difficulté de culture et de sensibilité aux maladies, mais de grande



qualité gastronomique : le crosne du Japon, le crambé maritime dans les pays tempérés, le "haricot ailé", ou l'amaranthe (une légumineuse) pour les pays en développement.. Ceux-ci ont fait l'objet de recherches dans certains laboratoires tels celui de l'école supérieure d'horticulture d'Angers en France, ou l'Advisory Committee on Technology Innovation américain. Des essais d'introduction en Côte d'Ivoire de cotonniers comestibles, débarrassés de leur poison, le gossypol et à haute valeur nutritive, ne sont pas encore concluants.

#### **La mise au point de nouvelles stratégies de sélection.**

On doit à A. Gallais, en France, d'avoir analysé les risques d'une trop grande uniformité des variétés cultivées et de proposer pour le futur une stratégie "à deux vitesses" pour l'amélioration des plantes : une sélection à long terme, dont le seul but est d'augmenter la diversité génétique d'un matériel de base destiné à constituer le fonds des variétés futures ; une sélection à court terme, pour la création variétale, utilisant comme géniteurs les plantes préparées dans la première, ayant accumulé une grande quantité de caractères favorables sans perte de diversité. L'ensemble de ces réflexions est à la base des nouvelles stratégies mises en place en France dans le cadre d'accords entre l'INRA et des groupes rassemblant les sélectionneurs privés d'une espèce donnée (voir le chapitre sur la France). Ce type nouveau de collaborations, redistribuant les responsabilités entre la recherche publique et les sociétés privées, qui s'engagent de leur côté à fournir leur savoir-faire dans les évaluations agronomiques du matériel, débouche sur une véritable politique favorisant l'exploitation de la diversité génétique. Nous y reviendrons.

#### **L'étude des relations de l'homme avec son agriculture**

L'étude des ressources génétiques apporte une aide précieuse aux ethnologues, archéologues, paléontologues qui étudient les relations des sociétés humaines avec leur agriculture. Ceux-ci, à leur tour, la renseignent sur l'évolution biologique. L'étude des savoir-faire locaux et des relations qu'une population donnée entretient avec ses cultures vivrières est fondamentale pour la réussite d'un programme d'amélioration de l'agriculture de pays à économie fragile. Ce type de travail est une part importante des recherches menées par les organismes de recherche pour le développement., comme l'Orstom en France

#### **Le rôle des collections**

La conservation des ressources génétiques relève de stratégies complexes dont le principal but est de maintenir une base génétique exploitable. Ces stratégies sont élaborées pour chaque espèce, en fonction de sa biologie et des problèmes de conservation spécifiques qu'elle pose. Elles relèvent cependant d'une logique commune.

Du fait des urgences, les premières actions de sauvegarde ont commencé par la collecte et la constitution de collections des espèces sauvages ou des variétés apparentées aux espèces domestiques. Celles-ci ont été rapidement distinguées selon leurs fonctions : collections primaires, constituées au départ par des laboratoires à des fins de recherches sur un matériel donné ; collections de base, destinées à conserver sur une période standard de 100 ans tout le matériel génétique apparenté à une espèce donnée ; collections actives, élaborant et diffusant les informations sur les collections de base, ainsi que le matériel, à tous les demandeurs, et dont la conception est en

pleine évolution. Enfin, collections privées des sélectionneurs, plus ou moins complètes, et plus ou moins exploitées dans les programmes de sélection. Il faut ajouter à ces différentes approches de la conservation *ex situ* la sauvegarde *in situ*, bien préférable du point de vue de la diversité génétique. Nous développerons ces stratégies par des exemples de politiques menées au niveau international et dans quelques pays. Mais auparavant nous préciserons quelques apports ou changements liés au développement des biotechnologies (voir ce chapitre).

## **B - La diversité génétique des animaux domestiques**

Contrairement aux plantes, les animaux domestiques sont séparés de leurs cousins sauvages par des barrières d'espèces le plus souvent infranchissables. Les ressources génétiques animales ne sont donc plus contenues que dans les espèces domestiques vivantes et dans quelques tissus conservés dans l'azote liquide (essentiellement des bovins). Cette observation générale doit être tempérée par un certain nombre d'exceptions. L'âne et le cheval peuvent donner une descendance, mais celle-ci est stérile ; on peut transgresser les barrières d'espèces grâce au génie génétique, mais pour des gènes définis et ponctuels. cela a été fait chez des mammifères, des oiseaux, et des poissons d'élevage.

Les biotechnologies ont permis de développer des méthodes comme l'insémination artificielle, le transfert d'embryons, et bientôt le clonage, c'est à dire la multiplication à l'identique d'un seul génotype. Ces techniques permettent, la première de constituer une descendance, pour un taureau, sur des dizaines de générations et des centaines de vaches ; la seconde et la troisième, de décupler le nombre de veaux d'une mère performante, grâce aux vaches porteuses. On estime à 270 le nombre de races bovines élevées dans le monde. A la fin de la dernière guerre, la France en comptait une trentaine. Aujourd'hui, les races Frisonne Holstein pour le lait, et Charolaise pour la viande, constituent 70 % du cheptel français. Pour les races laitières, dont la sélection est la plus contrôlée, en 1989, 95% des mères étaient fécondées par insémination artificielle (4,3 millions d'inséminations). Or 800 taureaux seulement sont testés chaque année, qui n'entrent pas tous dans des programmes de sélection. Si le nombre de frères et soeurs ne peut être calculé directement à partir de ces chiffres (la semence des meilleurs géniteurs s'échange sur le marché international), ils peuvent cependant donner une idée de la consanguinité du cheptel. Quelques dizaines de firmes dans le monde contrôlent le marché des volailles. Pour ces espèces, on ne parle plus de races mais de lignées. Toutes descendent de quatre races : les Rhode Island et les Leghorns pour les oeufs, les Cornish et les Plymouth Rock pour la chair. L'INRA en ce domaine a été novateur en introduisant un gène de nanisme dans l'une de ces lignées, qui deviendra la poule "Vedette", dont les descendants divers sont aujourd'hui mondialement consommés. Chez le porc, dont les lignées sont également extrêmement consanguines, c'est grâce aux porcs chinois que l'on s'efforce de recréer une diversité génétique, et l'INRA s'y emploie encore.

Les sélectionneurs ont donc pris conscience de l'accélération de l'érosion génétique dans les races très sélectionnées et des actions sont déjà en cours. Mais

l'intensification de l'élevage et de la sélection est un réel danger, et nécessite, plus que des efforts ponctuels, de véritables politiques nationales et internationales.

### Les origines de la diversité

Dans son livre *L'Origine des espèces*, en 1859, Darwin constate chez les espèces animales domestiques une variabilité visible bien supérieure à celle qui existe chez les espèces sauvages. Sa remarque sera confirmée par les généticiens modernes des années 70 cette diversité serait d'autant plus grande que les effectifs sont grands et que la domestication est ancienne. Ce premier pas vers le développement d'une discipline des ressources génétiques des animaux domestiques, sera suivi par le développement de l'archéozoologie, fondée par Rüttimeyer en Suisse en 1862. Mais il faut attendre les années 1970 pour que se développe réellement une science de la "micro-évolution anthropisée des animaux de ferme" à la suite de la conférence de Stockholm sur l'environnement en 1972. Des associations se créent en UK, en France, en Allemagne, en Suisse et aux Pays Bas. Des actions de recherches sont lancées, orchestrées par des organismes internationaux comme l'ONUAA (organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement) la FEZ (Fédération européenne de zootechnie), le CIHEAM (Centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes) et la CEE.

Les classifications anciennes sont reconsidérées, des lois liées aux migrations sont proposées, des études de profils génétiques et zootechniques sont lancées pour l'évaluation des distances génétiques au sein des espèces, tandis que se multiplient les inventaires de terrain et de laboratoire. Les concepts sur la constitution des ressources génétiques de ferme sont alors complètement renouvelés. Ainsi, par rapport à leur ancêtres sauvages, les animaux domestiques, qui ont suivi les migrations humaines, seraient soumis à des forces de sélection beaucoup plus grandes. Les effets de ces forces s'accumuleraient au cours des générations, et la variabilité accumulée serait d'autant plus grande que la domestication est ancienne ainsi le mouton, domestiqué par millions depuis 2500 générations, est plus diversifié que l'éléphant domestique, dix fois moins nombreux depuis dix fois moins de générations.

Mais la variabilité au sein d'une espèce est liée à d'autres facteurs ainsi le chien, dont la fonction était de suivre son chasseur de maître au cours de ses déplacements parfois très grands, a connu une évolution de type polycentrique. Les gros animaux de ferme, au contraire, se sont développés dans le cadre de systèmes de production assez élaborés. Ils se rapprochent en cela des espèces végétales.

Les études récentes d'archéozoologie et de géographie de la domestication montrent que les quatre grandes espèces de ferme d'Europe bovins, ovins, caprins et porcins, sont originaires du Moyen Orient, leur domestication datant du 8e millénaire de notre ère. Comment s'est effectué ce peuplement ? Essentiellement en deux phases, dont l'une a duré jusqu'au siècle dernier.

Un peuplement primaire a été constitué au cours de la première phase. L'emploi de marqueurs génétiques appropriés chez les ovins et les caprins a permis de se faire une idée du processus.

Une fois la domestication réalisée, il se constitue des centres de différenciation, dans lesquels va se manifester la variabilité. Celle-ci s'accumule alors dans les populations de type traditionnel. Les centres de différenciation du néolithique ont ainsi diffusé à leur périphérie, avec les techniques agricoles, un certain nombre de stocks génétiques qui y étaient élaborés. Ces centres de différenciation semblent avoir fonctionné très longtemps.

Un peuplement de type secondaire apparaît avec la standardisation des races par l'homme, à des fins commerciales et économiques on voit ainsi apparaître le mouton à laine blanche dans l'empire perse. Les premières races à laine blanche sont de qualité inégale. Le Mérinos, à toison fine homogène et blanche, qui apparaît en Italie au 15<sup>e</sup> siècle et plus tôt encore en Espagne, sera largement adopté, recouvrant rapidement toute l'Espagne et l'Italie. Le phénomène est plus tardif chez les bovins. La race Durham se répand dans les colonies britanniques à la fin du 18<sup>e</sup> siècle, et cette standardisation est imitée en France tout au long du 19<sup>e</sup> siècle.

Les races standardisées actuelles constituent donc des centres de diffusion secondaires de peuplements. Les progrès de l'insémination artificielle, du transfert d'embryons et du contrôle de la reproduction accélèrent leur diffusion. Enfin, les lignées sélectionnées dernièrement apparues au sein des races standardisées recouvrent à leur tour les peuplements secondaires. C'est ainsi qu'en Europe les races Frisonnes Pie Noire des Pays bas sont aujourd'hui remplacées par les Holstein Frisonnes américaines. Comme en sélection végétale, les sélectionneurs animaux ne sont pas vraiment inquiets d'une perte de potentialités génétiques des races soumises à sélection. Pourtant, la base génétique sur laquelle ils travaillent est de plus en plus étroite.

### **Structures des différents types de populations**

Contrairement aux espèces végétales, les espèces animales sont séparées les unes des autres, sauf rares exceptions, par des barrières reproductives strictes. Aussi la structure des populations est-elle plus simple. Par définition, toute espèce animale domestique est séparée de son milieu naturel. De plus, aucune espèce sauvage n'entre aujourd'hui dans les programmes de sélection animale. Il existe, en revanche, des populations locales. Nous verrons que les facteurs socio-culturels ont une grande importance dans le maintien de ces races (d'autres exemples sont traités dans le chapitre sur la France).

Sous sa forme la plus restrictive, le terme de race est réservé à des sous-populations qui ont en commun des caractéristiques morphologiques, et au moins un ancêtre (ou une généalogie). En pratique, une race est une sous-population domestique identifiable et différenciée. Cependant, pour R. Laurans, ethnozoologue, la notion de race est conventionnelle, arbitraire, empirique et évolutive. Y sont intégrés toutes sortes d'éléments : l'hérédité, la filiation ; la morphologie ; les aptitudes ; les utilisations ; la relation avec l'environnement ; des aspects biologiques, historiques et

évolutifs, socio-économiques, culturels, esthétiques, affectifs et symboliques. Aussi faut-il choisir un angle en fonction de ce dont l'on veut parler<sup>7</sup>.

Les races très répandues peuvent être à nouveau divisées en populations géographiquement séparées malgré leur ancêtre commun, elles se sont adaptées à des conditions locales ou à des pressions de sélection, et sont partiellement différenciées on connaît ainsi des populations différenciées de la race laitière Holstein-Frisonne en Amérique du Nord et dans la plupart des pays d'Europe, de la race bovine à viande Shorton dans les pays autrefois colonisés par les Britanniques, du mouton Mérinos dans tous les pays du monde. Certaines de ces populations sont partiellement consanguines, mais dans la plupart des cas, elles se maintiennent et sont répertoriées comme "lignées" ou "stocks" au sein de la race. Chez les espèces plus industrialisées comme les volailles, quelques races ancestrales ont été exploitées et croisées pour réaliser un éventail assez large de "stocks", entretenus par les sociétés qui se partagent le marché mondial. Ils sont susceptibles d'être manipulés génétiquement. En France, on distingue populations traditionnelles, races standardisées et lignées sélectionnées. On parle aussi parfois de stock génétique.

#### **Le développement des biotechnologies, aspects économiques**

En 1989, 66 000 transferts d'embryons ont été effectués dans le monde Les années 89-90 ont vu de développer les technologies du transfert, les années 91-95 devraient voir le développement du sexage des embryons, de la fertilisation, du clonage et du transfert à grande échelle. Si l'on exclut ici les technologies vétérinaires, les progrès des sciences fondamentales peuvent donner une idée de l'évolution future de ce secteur. Il s'agit principalement des progrès dans la conservation du sperme et des embryons, dans le contrôle de la reproduction chez les animaux et in vitro, dans l'étude du génome et de la régulation de l'expression des gènes.

Le développement de technologies performantes a une importance stratégique. Les techniques de marquage direct du génome apportent de nouveaux espoirs aux sélectionneurs, qui manquent d'indices de performances pour la sélection ; la transformation des spermatozoïdes permettrait au génie génétique animal de faire un bond en avant (actuellement tous les transferts de gènes, dont 1% aboutissent à des animaux transgéniques, sont réalisés sur des oeufs fécondés) ; l'expression tissu-spécifique des gènes, par exemple dans la glande mammaire, permettrait la production de nouvelles substances (pour le moment pharmaceutiques) ; la micro-manipulation et le clonage des embryons (jumeaux) ou les techniques non chirurgicales de transfert d'embryons sont autant de nouveaux outils pour les sélectionneurs, qui relancent le potentiel génétique de races déjà hypersélectionnées.

Ces technologies sont des outils extrêmement puissants d'aide à la sélection. Les techniques de marquage moléculaire viennent au secours des méthodes statistiques pour repérer les parties du génome intéressantes et effectuer des choix précoces. Elles devraient donc permettre au sélectionneur de mieux connaître le génome des animaux qu'il croise et de réduire la longueur de ses programmes de sélection. Quant aux

---

<sup>7</sup>Certains parlent par exemple de race officielle, de race opérationnelle, de la race des historiens, des anthropologues ou des généticiens quantitatifs...

techniques cellulaires, elles permettent de multiplier à l'identique des génotypes rares. Deux scénarios sont alors possibles

- Le sélectionneur peut prendre plus de risques dans le choix de ses géniteurs, puisqu'il a un moyen d'étude fin de leurs caractéristiques. Il exploite mieux les spécificités de génotypes rares ou adaptés à des conditions d'élevage particulières.

- Il investit dans les races déjà hypersélectionnées, renforce leurs défenses (résistances aux virus), leurs performances (facteurs de croissance, enzymes digestives, protéines d'intérêt thérapeutique) par les outils du génie génétique.

Dans le premier scénario, il a besoin des races locales et diversifie leur exploitation. Dans le second, il choisit l'homogénéisation génétique accrue des troupeaux, pour les besoins d'un élevage intensif. Ces deux scénarios ne sont pas exclusifs. Mais le premier ne peut être que le résultat d'une politique de recherche volontaire et à long terme, alors que le second est d'intérêt plus immédiat pour les sociétés privées. En ce qui concerne le génie génétique, la nature des gènes à transférer est encore limitée aux exemples cités ci dessus. En l'absence de choix réel en ce domaine, partons donc du principe que la préservation de la diversité génétique animale nous est, pour longtemps encore, vitale. Comment est-elle organisée et que peuvent lui apporter les biotechnologies ?

#### La conservation ex situ

Maintenir une diversité génétique ex situ dans le règne animal nécessite soit l'élevage d'une population d'effectif minimum, soit la cryoconservation de sperme ou d'embryons. A notre connaissance, il n'existe qu'une seule banque mondiale des ressources génétiques animales. Elle est située à Hanovre, en RFA. Elle semble cependant peu connue puisqu'en 1987, pour l'OTA<sup>8</sup>, aucun programme coordonné n'existait dans le monde pour collecter, évaluer, maintenir et utiliser le germoplasme animal. Cette situation est en train d'évoluer, et un réseau international de données est en train de se constituer (voir ce chapitre)

#### Le maintien de populations en captivité

Pour garder 99% de la diversité génétique d'une population animale après 1000 générations, il faudrait garder captifs, et capables de reproduction, 50 000 animaux représentatifs de cette population. Un tel échantillon étant impossible à maintenir, une solution intermédiaire plus réaliste est d'en garder plusieurs centaines.

Ces méthodes ont permis de sauver le bison d'Europe, le cerf "Pere David" , l'oryx arabe, et l'espèce sauvage de cheval la plus proche du cheval domestique actuel. Cette espèce sauvage, appelée cheval de Przewalski (*Equus przewalskii*), qui n'a jamais été domestiquée, est originaire de Mongolie et de Chine. Elle fut découverte à la fin du XIXe siècle par l'explorateur polonais au service du tsar, le colonel N. M. Przewalski, alors qu'elle était déjà en déclin. La découverte d'une nouvelle espèce de cheval, décrite en 1881, fut un événement scientifique, et en 1902,

<sup>8</sup> US Congress, Office of Technology Assessment (1987) Technologies to Maintain Biological Diversity, Government Printing Office, n°052-003-01057-7, Washington, DC.

52 animaux avaient été capturés, le plus souvent à l'état de poulains, et mis en nourrice auprès de juments domestiques. Aujourd'hui, plus de 550 spécimens de cette espèce sont en captivité dans 70 institutions zoologiques de tous les continents, exception faite de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. Des expéditions biologiques menées tous les ans depuis 1967 dans leur aire d'origine ont été infructueuses, et l'espèce semble aujourd'hui éteinte. L'intérêt des individus en captivité est donc grand.

Sans avoir prouvé une parenté directe de cette espèce avec le cheval domestique, dont elle diffère notamment par le nombre de ses chromosomes et des caractères morphologiques différents (elle ressemble beaucoup à ses congénères peints sur les parois des grottes de Lascaux), les scientifiques pensent qu'elle en est proche le cheval de Przewalski peut être croisé avec ses cousins sauvages, et leurs hybrides ont été introduits dans la cavalerie du tsar. Les pedigrees de tous les animaux connus actuellement sont rassemblés dans un livre qui remonte jusqu'à treize animaux différents. L'habitat du cheval de Przewalski en Mongolie existe encore et sa réimplantation est prévue. Elle nécessitera les efforts conjoints de parcs zoologiques de l'Union Soviétique, des Etats Unis, de la Grande Bretagne, et des deux Allemagnes. Dans ce cas exemplaire et rare, une étape intermédiaire de sauvegarde en captivité a permis d'éviter l'extinction d'une espèce sauvage apparentée à l'une de nos espèces domestiques.

#### **La cryoconservation de sperme ou d'embryons**

La cryoconservation et les possibilités de transferts d'embryons dans des espèces voisines compatibles ajoutent encore un moyen supplémentaire d'éviter l'extinction d'espèces en voie de disparition. Chaque espèce, cependant, pose un problème spécifique. Aujourd'hui la cryopréservation permet la conservation du sperme et des embryons bovins pendant des centaines d'années. Cependant, son adaptation aux autres espèces domestiques n'est toujours pas au point, et limite sa généralisation comme moyen de conservation.

#### **L'analyse des populations**

Que doit-on conserver ? Les races menacées génétiquement originales, de l'avis de tous. Comment démontrer l'originalité d'une race ? Par l'analyse de son génome.

Une fois caractérisées ses performances agronomiques, soumises plus ou moins à l'influence du milieu, une fois retracée son histoire, et en particulier son origine, la tendance actuelle pour caractériser une population donnée a été de considérer son polymorphisme biochimique (électrophorèse des isozymes, profil sérologique) l'électrophorèse détecte des différences de charge électrostatique entre protéines du sérum, du lait ou d'un organe ; les techniques sérologiques utilisent les réactions immunologiques antigène-anticorps à la surface des globules rouges, des globules blancs ou des protéines du sérum. Ces techniques, séduisantes parce qu'objectives, ont beaucoup déçu les espoirs des sélectionneurs en effet elles repèrent des produits des gènes, donc les 5 % du génome constitués de gènes de structure. Le nombre de marqueurs disponibles ne suffit pas pour décrire l'ensemble du génome. Aussi les

sélectionneurs se tournent-ils vers les marqueurs du génome par RFLP et amplification génique, au nombre pratiquement illimité.

Par exemple, l'origine des populations renseigne sur leur niveau de parenté. On peut théoriquement construire des généalogies par marquage moléculaire et les classer. Malheureusement, il apparaît que les différentes races, même bien localisées, ont été mélangées de très nombreuses fois au cours du temps et en ont gardé des marqueurs protéiques communs. Car l'évolution des races résulte non seulement de leur isolement géographique, mais aussi des transferts de gènes entre populations, qui gardent souvent les caractéristiques de l'un des groupes parentaux. Ces techniques se sont révélées finalement peu informatives.

On arrive par d'autres moyens à remonter à ces groupes d'origine. Chez les bovins français, neuf groupes originaux ont ainsi été mis en évidence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, d'après des données historiques. L'analyse zootechnique, mais aussi certains éléments morphologiques (silhouette, profil céphalique), ou mutations (couleur de la robe, particularités de la queue, des cornes, des oreilles ou du pelage) permettent également d'établir un profil génétique.

L'analyse du polymorphisme de l'ADN par les techniques de biologie moléculaire ouvre l'investigation à l'ensemble du génome. Pour interpréter les résultats en termes de profils génétiques, il faut ensuite les traiter par différentes méthodes mathématiques et choisir la mieux adaptée. A l'INRA de Jouy en Josas, des données ont ainsi été rassemblées chez les bovins, les ovins et les chevaux. 22 races bovines françaises ont été comparées pour 13 locus (gènes de structure) de groupes sanguins ; chez les ovins, 6 races ont été comparées pour le polymorphisme de 10 systèmes et des études sont en cours sur 3 races de chevaux. Jusqu'à présent, les résultats ont été en accord avec l'historique de ces races ou leur origine géographique, confirmant la faisabilité de ce type d'analyse.

## **L'importance des facteurs socio-culturels**

### **L'exemple des pays des vaches maigres**

Des températures élevées, une forte humidité, un pâturage incertain, des épidémies ou endémies nombreuses et parfois redoutables, une faible technicité, une gestion minimale et une administration pesante, telles sont les conditions d'élevage en milieu tropical. A ces conditions défavorables à une sélection génétique rationnelle, s'ajoute un rejet des méthodes occidentales.

La pression économique augmentant, des programmes d'amélioration ont été lancés dans les pays en développement. Mais devant les échecs répétés de croisements avec des races étrangères en pays tropicaux, les généticiens revoient leurs stratégies, s'orientant vers l'amélioration de races pures, et n'excluant pas la solution de créer des élevages totalement artificiels avec des races occidentales. Quelles pourraient être les conséquences de ce type de choix ?

Il devient de plus en plus délicat, après toutes les expériences tentées, de faire un bilan des échecs d'intégration au système local, trop souvent dus à une



méconnaissance du milieu et à une attitude interventionniste. Il serait sans doute plus réaliste d'avouer que le choc de deux systèmes économiques trop différents rend certains objectifs contradictoires. Va-t-on alors s'orienter vers une agriculture à deux vitesses, l'une, lente, cherchant à améliorer la situation locale, l'autre, expéditive, à répondre aux besoins économiques des grandes villes ou du pays ? Et qui peut prendre en charge la première ?

### **Hommes et animaux au sein d'une structure sociale**

L'histoire de l'élevage est très ancienne dans les pays tropicaux et les espèces qui y vivent ont fait l'objet de nombreuses études dès le début du siècle. Ainsi sait-on que le zébu n'est arrivé en Inde (considérée comme son berceau) qu'il y a 3000 à 3500 ans à la faveur d'une migration humaine, et qu'il ne s'étendit vers l'Afrique qu'il y a environ mille ans, alors que les taurins, dont sont issus les bovins N'dama et Baoulé y étaient installés vingt siècles auparavant.

Les Peuhls Bororo d'Afrique centrale, peu islamisés, peu sédentarisés ont façonné un zébu sachant tirer parti de la végétation naturelle, trouvée sur leur chemin, du Burkina-Faso à l'Est du Soudan. Sans contrôles complets des croisements, ces éleveurs ont pratiqué une sélection adaptée aux besoins familiaux du moment, et en relation avec leurs structures sociales de même qu'on évitait les mariages interethniques, de même les géniteurs appartenaient en général au troupeau familial. De plus, l'éleveur ne cherchait pas à augmenter la rentabilité de son troupeau, mais plutôt à minimiser les risques en répartissant ses différents besoins sur plusieurs animaux, sur des critères parfois étrangers aux pays occidentaux il n'est pas rare de trouver au Burkina Faso ou au Tchad, de vieilles femelles n'ayant jamais mis bas. En revanche, dans ces pays, une femelle de 16 ans aura une grande valeur, même si elle n'a jamais mis bas, car elle aura résisté aux périodes de sécheresse de 1976, 1979, 1983, etc. L'éleveur, lui, sait qu'il peut améliorer ses performances de reproduction.

Devant la si faible productivité des races locales, et les difficultés des races occidentales à s'adapter, les généticiens européens tentèrent les importations les plus diverses, destinées à des plans de croisements. Aucune de ces tentatives, sauf très rares exceptions, ne réussit. Ils essayèrent alors des croisements avec d'autres races d'origine tropicale pour la production laitière. Les résultats furent plus durables, mais le retour aux races locales inéluctable (elles prédominent à 95% en Afrique et à Madagascar).

### **L'échec des programmes de croisements**

Dans le sud du Maroc, en cherchant à améliorer la production de laine des moutons Sirouas locaux par un croisement avec le mouton Timahdit., les généticiens avaient négligé un facteur la qualité de la laine des hybrides ne convenait pas à la fabrication des célèbres tapis de Tazenakht, confectionnés à cet endroit.

L'échec au Cameroun d'un croisement du zébu Foulbé avec des taureaux Brahmans, importés en 1952, est du à une épidémie le troupeau hybride fut décimé par une dermatophilose mortelle, à laquelle les Brahmans se révélèrent sensibles.

En Côte d'Ivoire, un croisement de vaches N'Dama et de taureaux Jersiais pour la production de lait s'avéra optimal pour des animaux demi-sang. Les généticiens avaient cependant oublié qu'en milieu traditionnel, la production de lait se partage entre la famille et le veau. De plus, quel éleveur, sous les tropiques, aurait eu le désir ou la possibilité, pour la pérennité de ses croisements, de tuer tous les descendants ne possédant pas le bon pedigree ? Les caractéristiques recherchées se perdirent donc dans une descendance hétérogène, qui retourna petit à petit vers la race locale, plus adaptée. De nombreux plans de développement se déroulent sur des durées de 4 à 5 ans. Sachant que le plus modeste programme d'amélioration génétique chez les bovins ne peut donner des résultats visibles qu'après cette période, les résultats de fins de programmes ne sont pas faits pour convaincre les éventuels financeurs. Dans ces conditions, la tentation est grande de lancer des actions rapides de croisements, sans souci de leur pérennité le sélectionneur n'ayant pas eu le temps de stabiliser des lignées de race pure, les descendance ont toutes les chances d'être hétérogènes, et de manifester des fragilités qui n'avaient pas été suffisamment évaluées

### **Vers un élevage à deux vitesses ?**

Devant ces difficultés, et la pression économique augmentant, les généticiens s'orientent aujourd'hui vers une production (principalement laitière) à deux vitesses la solution rapide étant la création d'élevages intensifs totalement artificiels avec des races occidentales très productives, mais très sensibles aux conditions locales, les bénéfices compensant les pertes. Ce type d'élevage laitier s'est développé notamment à la périphérie des grandes villes (Dakar, Bamako, Ouagadougou). Certains sélectionneurs (américains) pensent même à pratiquer ce type d'élevage en implantant des embryons de races Holstein-Frisonne dans des mères porteuses de race locale, qui les feraient bénéficier, au cours de la gestation et de l'allaitement, de leurs résistances aux maladies et de leur rusticité. Des expériences ont prouvé en effet que nombre caractères dits de rusticité résultent chez les animaux de comportements appris.

D'autres travaux consistent à améliorer génétiquement les races locales, avec des moyens informatiques et des plans de croisements spécifiques aux conditions locales, et des tests, notamment sanitaires dans les zones d'implantation. Ce travail est long et nécessite l'acceptation des éleveurs. Mais les progrès génétiques réalisés sur les races locales devraient leur permettre de concurrencer durablement les races importées artificiellement.

### **Conclusions**

Nous n'avons pas cherché ici à être exhaustifs, mais à montrer que chez les espèces soumises à une sélection intensive, la génétique a creusé un fossé entre les races sélectionnées pour leur productivité dans des conditions contrôlées et celles qui sont adaptées à des besoins locaux. ces deux types de populations répondent à des besoins complémentaires. Elles doivent être sélectionnées sur des critères différents.

Dans les pays occidentaux, la recherche de nouveaux génotypes comme le porc chinois pour réintroduire une diversité génétique dans des espèces trop homogènes est

facilitée par les techniques modernes qu'apportent les biotechnologies. Elle n'est rendue possible que par la diversité encore présente sur la planète, et par les politiques des différents pays. Des politiques nationales et internationales dans ce domaine sont encore à mettre en place. La FAO et les USA s'y emploient depuis peu.

Les programmes concernant les races locales relèvent des politiques nationales et régionales. D'autres exemples en seront donnés concernant la France. Ils répondent à des besoins de maintien d'une diversité non seulement génétique, mais aussi culturelle

## C - Les micro-organismes

S'il est un règne qui a "explosé" avec le développement des biotechnologies, c'est bien celui des micro-organismes. Criblés, analysés, séquencés, manipulés génétiquement, les micro-organismes sont devenus des usines de production de substances, et surtout des sources de gènes intéressants pour les industriels. Les industries traditionnelles de fermentation ont modifié leurs pratiques, travaillé leurs souches<sup>9</sup>, les ont améliorées, standardisées, diversifiées, pour réaliser des produits de transformation de plus en plus fiables, mieux conservés, avec de meilleurs arômes. Elles sont en train, grâce à une nouvelle maîtrise des souches anciennes, de faire renaître des procédés artisanaux à l'échelle de la production industrielle : pains aux levains divers, vins de fruits, etc. Les micro-organismes deviennent source d'arômes, de texturants, d'engrais, de biopesticides, servent au traitement des déchets ou des sites pollués, et fabriquent des enzymes qui concurrencent certaines étapes des synthèses ou des transformations chimiques (par exemple dans l'industrie de l'amidon). Si le problème de l'acceptation des organismes transformés par génie génétique limite leur utilisation dans les produits alimentaires, il n'en est pas moins vrai que les progrès des connaissances en microbiologie ont accéléré l'emploi de nouvelles souches modifiées par les voies classiques de la sélection (comme certaines levures pour la fabrication de la bière). Par ailleurs, le génome des micro-organismes, moins complexe que celui des espèces supérieures, peut être analysé plus rapidement. Mis dans les conditions nutritives adéquates, certaines bactéries peuvent réaliser des transformations biochimiques très nombreuses, et s'adapter par sélection aux environnements les plus extrêmes (dégrader la dioxine, supporter des températures supérieures à 350°C, etc). Ils sont donc une source inépuisable de gènes exploitables par le génie génétique. Leurs atouts : une capacité de multiplication très rapide, et la possibilité de prendre ou de perdre des plasmides, fragments de génomes "en option", leur permettant de s'adapter aux situations les plus diverses.

Le terme micro-organisme recouvre les bactéries, les micro-algues, les cyanobactéries, certains champignons, les levures, les protozoaires et les virus, voire les viroïdes. Leur diversité est immense, et seule une très petite fraction en est connue. Leur conservation *in situ* n'a pas beaucoup de sens, tant leurs populations évoluent rapidement. Il est cependant clair que les populations hautement adaptées à des écosystèmes spécifiques peuvent être menacées d'extinction. Par ailleurs, la plupart des souches "historiques" à l'origine de grandes découvertes comme le mycelium de la pénicilline sont introuvables dans la nature. Les micro-organismes sont un règne en évolution très rapide.

---

<sup>9</sup> Principalement des levures, mais les bactéries lactiques sont les auxiliaires les plus répandues dans la fermentation des aliments.

## Intérêt des collections

La plupart des souches isolées, étudiées ou brevetées sont conservées dans des collections. Celles-ci servent de références standards pour des études génétiques ou taxonomiques. Aucune des souches-types actuelles utilisées comme références n'existe dans la nature. Les collections de micro-organismes sont la base active des recherches menées dans la recherche publique ou dans l'industrie.

### Quelques exemples d'espèces à semences récalcitrantes et leurs conditions de stockage

Espèce	Longévité et (pourcentage de germination)	Conditions de stockage	Conditions de détérioration
<i>Hevea brasiliensis</i> - caoutchouc	4 mois (30)	7-10°C ; support humide et aéré	< 20% teneur en eau
<i>Castanea crenata</i> - châtaignier du Japon	6 mois	0-3°C	< 0°C ; humidité ou dessiccation excessive
<i>Salix ssp</i> - saule	1 mois	2-4°C	Dessiccation
<i>Quercus borealis</i> - chêne rouge	20 mois + (50)	5°C	< 20-40% teneur en eau
<i>Quercus petraea</i> - chêne sessile	5 mois (22)	Eau fraîche changée régulièrement	Dessiccation
<i>Zizania aquatica</i> - riz sauvage	14 mois (86)	1°C ; dans l'eau	Dessiccation
<i>Persea americana</i> - avocat	5 mois (100)	4,4°C avec fongicide	Dessiccation
<i>Cocos nucifera</i> - noix de coco	16 mois	Température ambiante et haut degré d'humidité relative	Dessiccation
<i>Coffea arabica</i> - café	10 mois (59)	25°C ; saturé en humidité	< 8-35% teneur en eau ; < 10°C
<i>Citrus aurantium</i> - orange amère	4,5 mois + (65)	5°C	< 0°C ; dessiccation
<i>Cola nitida</i> - noix de cola	5 mois (80)	Température ambiante, humidité et aération maintenues	Dessiccation
<i>Theobroma cacao</i> - cacao	8-10 semaines	21-27°C avec fongicide	< 13°C ; dessiccation

Les banques de micro-organismes et banques de gènes constituent un potentiel inestimable pour les industries de fermentation ou à la recherche d'enzymes spécifiques, et ont donc trouvé aisément des financements ces dernières années. Les plus importantes sont rassemblées en un réseau géré par l'association Cobiotech, le Microbial Strain Data Network <sup>10</sup> (msdn) Ce réseau a été créé en 1987, avec une organisation indépendante et un secrétariat à Cambridge, en Grande Bretagne. Il est parrainé par 3 instances de l'International Council of Scientific Unions (ICSU) l'International Union of Microbiological Societies (IUMS), la World Federation for Culture Collections (WFCC) et le Committee for Data on Science and Technology (Codata). Il reçoit des fonds de la CEE, de l'US National Science Foundation, de l'US Environment Protection Agency, de l'US National Institute of Dental Research, de l'UNEP et de l'Unesco. l'usage du système est payant, et fournit les fonds complémentaires. Il regroupe les plus importantes collections mondiales comme celle de l'ATCC aux Etats Unis, le réseau MIRCEN de la WFCC, coordonné par l'UNESCO et centralisé à l'institut RIKEN au Japon, et le réseau MINE européen, dont la base de données est située à Braunschweig, en RFA.

Il faut ajouter à ces collections publiques les collections privées des sociétés, qui gardent secrètes leurs propres souches, et les banques de dépôt des micro-organismes brevetés, comme celle du Fermentation Research Institute du MITI (ministère de l'Industrie) au Japon, qui rassemble tous ceux faisant l'objet d'un brevet international ou japonais.

Il faut ajouter à ces banques des bases de données rassemblant toutes les séquences connues jusqu'à présent. Elles devraient augmenter considérablement les informations disponibles.

Rappelons enfin que les études sur le séquençage ont démarré avec les virus, et qu'un certain nombre de programmes de séquençage ont pour cible des micro-organismes (*Bacillus*, *E. coli*, bactéries lactiques).

### Etat des techniques

Ce règne est certainement celui dont on connaît le moins d'espèces (sans doute pas plus de 10%). Les industriels et les pouvoirs publics commencent à le comprendre, qui y investissent aujourd'hui des moyens conséquents il s'agit non seulement d'identifier les espèces, mais aussi de connaître leur fonction dans la nature. Les Japonais réalisent depuis longtemps un effort exemplaire dans ce domaine (voir ce chapitre).

L'identification est une tâche complexe, qui rend compte des caractéristiques physiologiques, morphologiques et génétiques des cultures. Elle peut aller jusqu'à l'identification de leurs différents plasmides, leur carte génétique voire les séquences de leurs gènes. L'ensemble est répertorié dans des bases de données, les critères d'identification étant standardisés. Les méthodologies sont très importantes dans les

---

<sup>10</sup> MSDN, Institute of Biotechnology, Cambridge University, 307, Huntington Road, Cambridge CB3 0jx.

descriptions. Les techniques d'analyse biochimique et de l'ADN sont employées pour la caractérisation des souches. Les Asiatiques, et notamment les Japonais sont les plus avancés dans le domaine du criblage des souches et des substances.

La conservation à long terme des micro-organismes pose des problèmes de stabilité génétique, dès qu'interviennent des étapes de multiplication en subcultures. Des méthodes ont été développées pour éviter ces variations elles provoquent en général un ralentissement du métabolisme et de la multiplication . Les souches sont remises en cultures régulièrement pour tests de viabilité, de pureté et de stabilité génétique. Toute information est enregistrée. Les principales méthodes de conservation sont la lyophilisation, la conservation dans l'azote liquide avec agents protecteurs (cryoconservation), l'immersion dans une huile minérale, la congélation et la dessiccation. Les deux premières permettent la conservation des souches pendant plus de 30 ans. La lyophilisation est la moins onéreuse (une mise de fonds de 150 000 F par laboratoire ou banque est cependant nécessaire), mais elle n'est pas applicable à toutes les espèces.

De nombreuses recherches sont encore nécessaires pour définir des méthodes de conservation adaptées aux différentes espèces. Elle relèvent des différentes disciplines de la microbiologie. Les bases de données dans ce domaine sont très importantes, pour la diffusion et l'harmonisation des informations. Elles doivent être très rigoureuses dans leurs mises à jour.

## **D - Biotechnologies et ressources génétiques**

Que peuvent apporter les biotechnologies aux stratégies de conservation des ressources génétiques des espèces domestiques ?

Quels moyens apportent-elles au sélectionneur ou à l'industriel pour l'exploitation de la diversité génétique ?

Sont-elles créatrices de diversité, ou menacent-elles de réduire la diversité existante ?

### **Les apports des biotechnologies à la conservation**

Les biotechnologies et les connaissances qu'elles ont permis de développer ont apporté un progrès considérable dans les conditions de conservation *ex situ*. Elles ouvrent également des perspectives intéressantes pour l'utilisation des ressources génétiques. Les bénéfices à en tirer pour l'industrie sont aisés à percevoir pour les micro-organismes, et des programmes sont déjà en cours dans ce domaine. Pour les végétaux, les progrès attendus doivent être envisagés à long terme. Le rôle des pouvoirs publics dans la mise en oeuvre d'une politique est donc très important. Pour les animaux domestiques on dispose encore de peu de moyens techniques pour la conservation de tissus ou de sperme, excepté pour les bovins. La part de la recherche est donc primordiale, la seule autre solution étant la conservation de troupeaux entiers.

### **Les potentialités de la culture *in vitro***

La première application importante des biotechnologies à la conservation est la multiplication végétative par culture de tissus *in vitro*. Elle constitue en effet l'alternative pour toutes les espèces dont il est difficile de conserver les graines, pour les hybrides complexes dont le génotype doit être maintenu dans son intégralité par voie végétative, et pour les arbres, dont le cycle sexuel est très long.

Les variétés cultivées de bananier-fruit ne produisent pas de graines, certaines espèces, comme le cacaoyer, produisent des graines "récalcitrantes" à toute conservation dans les banques, d'autres comme le cocotier ont des "semences" intransportables la noix de coco est très lourde et germe spontanément sur les bateaux qui la transportent. Enfin, la plupart des arbres fruitiers des zones tempérées sont des hybrides complexes, dont il est important de conserver des clones.

Les plantes sont régénérées à partir de micro-boutures, de méristèmes ou d'embryons (somatiques ou zygotiques), tissus les plus aptes à la reproduction conforme des génotypes. En 1990, toutes les espèces peuvent être cultivées *in vitro*, en conditions de vie ralentie, à des fins de conservation. Chaque espèce a des besoins spécifiques le caféier, le palmier dattier, le cacaoyer, le manioc ou la patate douce, cultures tropicales, doivent être maintenues au-dessus de 15 à 20 °C, la pomme de terre entre 8 et 10 °C. Pour que le système soit rentable, les vitroplants doivent survivre sans être repiqués pendant une période minimum de 15 à 18 mois. La dernière collection mondiale créée grâce à l'*in vitro* est celle du manioc, au Ciat



(Centre International d'Agriculture Tropicale), en Colombie, qui comprend déjà 3000 acquisitions. Celui-ci est en train de mettre au point des normes pour ce type de méthode.

Du point de vue sanitaire, la culture *in vitro* est un excellent moyen pour reconstituer et garder des clones sains elle permet de débarrasser de leurs virus des plantes multipliées végétativement comme la pomme de terre. Elle protège les plantes pérennes contre les nombreuses attaques (prédateurs et parasites) auxquelles elles sont soumises *ex situ*, en champs ou en plantations. Complétée par développement de méthodes de diagnostic puissantes, grâce à l'immunologie (anticorps monoclonaux) et au génie génétique (sondes nucléiques), elle devrait accélérer les phases de contrôle sanitaire et de quarantaine, qui ralentissent en général la circulation de matériel.

La quarantaine de tous les bananiers du monde s'effectue actuellement dans la banque du CIRAD à Montpellier, par l'intermédiaire de la culture *in vitro*. Le CIRAD, l'ORSTOM et l'IBPGR collaborent à la mise au point de la cryoconservation d'embryons. L'objectif à long terme serait de créer une collection saine mondiale de cocotiers. Tous les représentants sauvages de cette espèce ont en effet disparu, et les seuls survivants, cultivés ou conservés entiers sous différents climats, ne peuvent plus répondre aux conditions sanitaires exigées pour l'importation. Le CIP (Centre international de la pomme de terre), au Pérou, reconstitue actuellement *in vitro* toutes ses collections de spécimens de pomme de terre, hybrides complexes impossibles à reconstituer par voie sexuée.

#### **Les risques de variabilité génétique et la cryoconservation**

La multiplication *in vitro* présente cependant un danger le risque de "variation somaclonale", au cours de la culture de tissus, qui se manifeste par des différences frappantes au sein d'un même clone. Chez le céleri par exemple, près de 30 % des plantes régénérées diffèrent du pied mère dont les tissus ont été prélevés. Les mécanismes de ce type de variations sont encore très mal connus. On peut cependant réduire leur fréquence en limitant au maximum les cultures d'organes non structurés (cals, cultures de cellules, protoplastes) les embryons issus de fécondation (zygotiques) ou de multiplication *in vitro* (somatiques) sont un bon matériel. L'entretien de collection *in vitro* nécessite donc en permanence que le matériel conservé soit confronté avec le pied mère. C'est pourquoi la cryoconservation, qui évite les repiquages et garantit une conformité totale du matériel, est actuellement très étudiée. Elle est déjà utilisée avec succès en élevage et en microbiologie.

Elle n'est pour le moment au point que sur peu d'espèces végétales. La pomme de terre, le fraisier, le manioc sont conservés de cette façon, *via* leurs méristèmes ; la cryoconservation d'embryons zygotiques ou somatiques est au point sur le palmier à huile ; elle est testée actuellement sur le cocotier et le palmier dattier.

#### **La caractérisation du matériel et l'analyse génétique**

Avec les écosystèmes, disparaissent petit à petit les espèces sauvages ; avec les agrosystèmes traditionnels, les formes adventices et les variétés de pays. Disparaissent également, dormant dans les chambres froides, les échantillons délaissés par les scientifiques. Le principal risque de perte de la diversité génétique, pour l'homme, est sans doute qu'elle ne soit pas exploitée. Cette difficulté d'exploitation est

principalement due à la méconnaissance de leurs potentialités, d'une part, et au coût des programmes de sélection réellement innovants d'autre part.

L'évaluation et la caractérisation génétiques du matériel sont des atouts au moins aussi considérables pour les stratégies de conservation que pour la sélection quelles sont les caractéristiques, quelles sont les relations entre les différents échantillons récoltés ou en banques, l'histoire de l'espèce, sa phylogénie ? Comment constituer une collection représentative de la diversité totale de l'espèce ?

Pour dresser l'identité génétique d'une population, le généticien se sert de tous les caractères distinctifs, morphologiques et agronomiques dont il dispose, pour ne garder ensuite que les plus représentatifs de la diversité (c'est à dire du polymorphisme) de l'espèce. Les méthodes moléculaires viennent affiner considérablement la panoplie de caractères à sa disposition. Elles sont utilisées avec plus ou moins de résultats selon les espèces.

Le génome des espèces supérieures est constitué d'environ  $3 \cdot 10^9$  paires de bases, dont 5 à 10% sont des gènes codant pour des protéines. Les remaniements de ce génome peuvent faire évoluer cette information, ce qui se manifeste par un polymorphisme. Celui-ci peut caractériser des individus mais aussi des populations. On peut analyser en laboratoire le polymorphisme d'un nombre d'individus pour un grand nombre de gènes. En comparant entre elles ensuite les différentes populations, et en confrontant les résultats avec ceux qui sont donnés par les autres techniques, on arrive à affiner considérablement l'analyse génétique. Les techniques classiquement utilisées sont l'analyse sérologique pour les animaux (on caractérise les groupes sanguins) et l'électrophorèse des isozymes.

L'électrophorèse des isozymes (différentes formes d'une enzyme particulière), peu coûteuse et facile à réaliser, a été la plus employée ; elle est désormais dépassée car trop peu discriminante, du fait du petit nombre de protéines connues analysables ; au sein d'espèces animales comme les laitières bovines ou les salmonidés, ou d'espèces végétales comme le cocotier, des populations très dissemblables pour d'autres caractéristiques se sont avérées totalement identiques en ce qui concerne leur profil enzymatique (l'inverse a aussi été observé). Elle est cependant très utile pour mettre en évidence des liens de parenté.

Les techniques d'analyse directe du génome encore plus puissantes, comme la RFLP (polymorphisme de longueur des fragments d'acides nucléiques obtenus par enzymes de restriction)<sup>11</sup> et les techniques d'amplification génique, devraient bouleverser les stratégies d'études et de sélection des échantillons, en ouvrant l'analyse à toutes les parties du génome, codantes et non codantes.

D'autres types d'analyses du polymorphisme, comme l'électrophorèse bidimensionnelle des protéines<sup>12</sup>, s'avèrent en revanche de bons prédicteurs de la vigueur hybride.

L'analyse par chromatographie des produits du métabolisme (métabolites secondaires), comme les alcaloïdes, semble prometteuse, mais elle donne une richesse

<sup>11</sup>M Lefort Buson, F Rodolphe, A Charcosset (1990), Biofutur 91, 30-37, Biofutur 92, 42-47.

<sup>12</sup>D De Vienne et Coll (1990) L'hétérosis chez le maïs de nouvelles données sur une vieille question. Biofutur 89, 38-42.

d'informations difficile à interpréter. Cette technique, simplifiée, est cependant très étudiée actuellement pour la mise en évidence de résistances des plantes à des pathogènes et dans la recherche de molécules à activité biologique (arômes, molécules pharmaceutiques, etc).

Ne nous y trompons pas : toutes ces techniques, quoique très prometteuses, reviennent encore beaucoup trop cher pour le budget moyen d'une banque de gènes, et ne sont actuellement mises au point que dans un but de sélection, à la demande de sociétés privées et pour des espèces d'importance économique (maïs, tomate, blé). On peut prévoir que les programmes de cartographie des génomes feront progresser très rapidement ces technologies vers le traitement de grands nombres d'échantillons, et l'augmentation du nombre de marqueurs disponibles. Par ailleurs, les marquages moléculaires n'auront d'intérêt réel que confrontés à d'autres caractéristiques cytologiques, génétiques, agronomiques, etc.

Notons déjà que grâce à l'analyse des protéines et des enzymes par électrophorèse, le centre international de la pomme de terre, au Pérou, en collaboration avec le laboratoire de biochimie de Braunschweig, en RFA, a pu réduire le nombre de ses échantillons en banque de 13 000 à 2 500. Ces résultats avaient été confrontés avec d'autres, basés sur des observations géographiques, morphologiques et agronomiques.

Les techniques d'analyse directe du génome sont employées dans les pays dont l'activité en ressources génétiques est accompagnée d'une recherche de pointe en agriculture au centre de Braunschweig (RFA), à Wageningen (Pays Bas), à l'USDA (USA) etc. En France, elles ont été utilisées pour la caractérisation de la collection mondiale de vignes de Montpellier ; à l'INRA sur le blé, le maïs et le tournesol ; à l'ORSTOM sur le riz, le manioc et le caféier ; au CIRAD sur différentes espèces tropicales (cacaoyer, hévéa, canne à sucre, bananier).

Les applications de ces méthodes en sélection marquée génétique précoce, suivi de la conformité du matériel en multiplication, recherche de nouveaux génotypes, réduisent les efforts nécessaires à l'isolement d'une variété intéressante, et devraient donc contribuer à réduire le fossé entre les variétés d'élite et les ressources génétiques, en rendant les espèces sauvages ou les variétés peu élaborées plus accessibles à la sélection.

Chez le palmier à huile, une fois le croisement désiré réalisé, la sélection s'effectue dans la descendance dès le stade plantule, et les plantes choisies sont immédiatement multipliées par micropropagation pour des essais agronomiques. Par sélection classique, il aurait fallu attendre la fructification des descendants pour connaître leurs performances et les sélectionner. La maturité sexuelle du palmier à huile n'est atteinte qu'en 10 années. Il devient donc possible de retourner aux sources.

Si l'on ajoute dans ces stratégies

- la culture *in vitro* de gamètes (en particulier de pollen), qui permet la création de lignées en une régénération à partir d'un croisement,
- toutes les techniques permettant de surmonter les barrières sexuelles comme la culture d'embryons immatures (hybrides seigle-blé), la fusion de protoplastes, et le génie génétique,

- les nouvelles sources de variabilité comme les variations génétiques induites par la culture *in vitro* ,

on possède actuellement les moyens potentiels de créer une plus grande diversité au niveau des génotypes cultivés. Plus grande ? Il faudrait y regarder de plus près, surtout en ce qui concerne le génie génétique.

### Une nouvelle problématique

Les biotechnologies n'apportent pas seulement des outils puissants dont le généticien va pouvoir se servir en fonction de ses objectifs. Par leur puissance, elles transforment la situation économique et bouleversent les choix des semenciers. Les conséquences de ces choix nécessitent une analyse.

### Etat du génie génétique

La fusion de protoplastes et le transfert direct de gènes ou de chromosomes, en faisant tomber les barrières d'espèces, offrent la possibilité d'intégrer dans n'importe quelle espèce des gènes de n'importe quelle autre espèce. Mais elles n'en sont qu'à leurs débuts

- On ne possède que très peu de gènes intéressants pour le génie génétique (les listes les plus complètes en donnent une vingtaine tout au plus). Les cartographies des différents génomes engagées actuellement en Europe (les micro-organismes, la levure, le "cobaye" végétal *Arabidopsis*, le porc) pourraient changer cet état de fait. Quant aux essais de régénération de plantes à partir de tissus transformés, ils sont loin d'aboutir chez les monocotylédones. Par ailleurs, certains caractères très recherchés comme les résistances aux agressions, dont un bon nombre sont liés à des stratégies physiologiques ou génétiques complexes de la plante, ne semblent pas le fait d'une seule séquence codante. L'étude des phénomènes de symbioses des légumineuses avec les bactéries pour la fixation de l'azote, qui font intervenir en cascade toute une batterie de gènes des deux organismes, est un autre exemple.

- Les travaux visant à transférer des résistances aux virus ou aux herbicides ont montré que l'intégration d'un gène nouveau dans une structure génétique donnée modifie toujours la physiologie de la plante hôte. L'intégration d'un gène dans une variété n'est qu'un point de départ, tout comme un croisement, d'un programme complet de sélection visant à rétablir un équilibre pour rendre une variété économiquement intéressante.

- Ces techniques ne sont pas créatrices de diversité au niveau des gènes. Elles auront plutôt tendance à créer une homogénéité entre les variétés cultivées, puisque la même fonction sera transférable, par le même gène, dans tous les génotypes possibles.

- Elle remettent en cause, par des revendications de brevet, la libre circulation des ressources génétiques défendue par la FAO, et qui est à la base de tout le progrès génétique enregistré jusqu'à présent. Un sélectionneur peut aller jusqu'à breveter, en lui intégrant un gène marqueur quelconque, une ressource génétique dont il voudra se réserver l'usage pendant une période donnée.

Pour résumer, on ne sait pas si le génie génétique pourra répondre aux besoins de notre planète en alimentation, mais on peut être sûr que la nature, et la diversité biologique, sont la principale source de gènes et des fonctions biologiques naturelles qui lui seront utiles. N'aura-t-on pas, un jour, besoin des capacités d'adaptation à la sécheresse de tel cactus ? Cette constatation, à elle seule, pourrait justifier que l'on conserve les ressources génétiques.

### **Puissance des techniques cellulaires**

L'amélioration des plantes ne peut se limiter à l'intégration de gènes divers, issus peut-être de banques de gènes, voire de séquences enregistrées et resynthétisées au besoin. Actuellement, la banane fruit est obtenue à partir d'un clone triploïde, cultivé dans le monde entier depuis plus de 100 ans. Il est sujet à des maladies de plus en plus nombreuses, sur des plantations où subsistent à l'état endémique les divers parasites. Ce clone ne peut être croisé. Seules des stratégies utilisant les techniques cellulaires pourront le sauver ou le remplacer.

Les biotechnologies ont opéré des sauvetages sanitaires spectaculaires pour les variétés clonées comme la pomme de terre. Elles pourraient être aussi une solution de sauvetage génétique, en multipliant à l'infini un génotype en voie de disparition, ou un gène pouvant sauver une variété ou une espèce. A condition que ce gène, ou ce génotype, existe encore dans la nature ou dans des banques....

### **La remise en cause du libre accès**

Le principe de libre accès aux ressources génétiques pour l'amélioration des plantes ou à d'autres fins scientifiques, article 1 de l'engagement international<sup>13</sup> que la commission des ressources phytogénétiques de la FAO s'est engagée à faire respecter, est aujourd'hui de plus en plus controversé. Non plus par les semenciers privés, qui sont en passe d'obtenir une satisfaction avec la possibilité de breveter les gènes intégrés dans leurs variétés (système français, proposé comme modèle actuellement), tout en laissant celles-ci sous le droit des certificats d'obtention, mais par les pays qui hébergent ces ressources, ceux du sud, et par les organismes publics de recherche.

---

<sup>13</sup>Engagement international sur les ressources phytogénétiques, Résolution 8183 de la 22<sup>e</sup> session de la Conférence de la FAO, Rome, 5-23 Novembre 1983 (Article 1 Objectifs - "Cet engagement se fonde sur le principe universellement accepté selon lequel les ressources phytogénétiques sont le patrimoine commun de l'humanité et devraient donc être accessibles sans restriction.")

## Les échanges avec les pays en développement

Récemment, certains pays en développement, comme le Brésil, le Venezuela ou la Côte d'Ivoire, n'adhéraient pas à l'article 1. Détenteurs de matériel de base et centres de diversifications de nombreuses espèces tropicales, ils refusent tout octroi de matériel à des fins commerciales et, dans les autres cas, sont si longs à remplir les conditions d'envoi de matériel qu'ils découragent tout programme de recherche. Une autre situation est celle du Japon, qui s'est donné les moyens les plus modernes de conserver tout matériel génétique, considéré comme stratégique, et fait payer les échantillons qu'il fournit à tous les pays avec lesquels il n'a pas signé d'accord (au prix de 225F). Il est cependant le premier financier de l'IBPGR. Certains pays, par exemple en Europe, échangent leur matériel. L'attitude actuelle des pays occidentaux est de considérer tout matériel génétique, sauvage ou très sophistiqué (haploïdes doublés, organismes transformés, mutations induites, etc. ), comme une ressource génétique.

Les pays en développement, acculés économiquement à se servir des ressources génétiques comme d'un outil stratégique, non prioritaire pour eux, demandent aux pays développés leur technologie, en échange de la diversité génétique qu'ils détiennent. Ce problème est politique et économique la notion culturelle de patrimoine de l'humanité échappe aux pays en difficultés économiques, qui les ont toujours exploitées, et qui observent plutôt une appropriation de ces ressources dans les variétés occidentales. La solution proposée par les pays développés est le transfert de leurs technologies et de leurs savoir-faire aux pays en développement. Idéalement, la solution semblerait satisfaisante. Concrètement, la situation dans certains de ces pays la rendent irréalisable. Par ailleurs le transfert de ces technologies a été jusqu'à présent accompagné d'une forte érosion pour les variétés de pays, même dans les pays d'Asie qui ont su se l'approprier. Seule une solution de concertation, où les pays utilisateurs aideraient les pays riches en diversité à entretenir des réseaux stables associant préservation et utilisation, éviterait l'érosion. Elle nécessite une concertation internationale impliquant les industriels de toute la filière agro-alimentaire, prise au sens large.

Depuis 1987, la FAO réfléchit à la reconnaissance d'un "droit des agriculteurs" symétrique du droit des obtenteurs, qui reconnaîtrait le rôle historique des fermiers des zones de diversification dans la conservation, la sélection et le développement des espèces cultivées. Le principe serait de les faire bénéficier de l'accroissement de la production agricole mondiale, obtenu grâce à l'amélioration des variétés. La constitution d'un fonds fiduciaire a été décidée en 1989 par la Commission des ressources phytogénétiques. Il pourrait être alimenté par des contributions volontaires, des taxes sur la production des semences, des services, etc.

La demande mondiale en semences améliorées provient en majorité des pays développés. Sur ce marché lourd, la concurrence entre firmes privées est de plus en plus forte<sup>14</sup>. La sélection classique coûte cher et nécessite un savoir faire que doivent acheter ces sociétés, ou qu'elles seraient tentées de remplacer. Il s'avère aujourd'hui

<sup>14</sup> J. Grall, B. R. Lévy (1985) *La guerre des semences*. Ed. Fayard

que les techniques cellulaires et le génie génétique, lorsqu'ils sont employés pour introduire du matériel génétique dans une variété, ne peuvent éviter que le croisement de départ. La mise au point d'une variété commercialisable nécessite un travail d'évaluation génétique et agronomique, pour le rééquilibrage et l'amélioration du nouveau matériel il peut durer 8 ans pour les espèces annuelles.

"Les entreprises ont tendance à sélectionner à partir d'un faible nombre de géniteurs. On montre que l'espérance des résultats de sélection à partir de ces géniteurs est plus élevée que celle de projets plus originaux. Ceci explique bien la tendance à la convergence inconsciente des programmes de sélection"<sup>15</sup> Ainsi se creuse le fossé entre les variétés cultivées à haut rendement et les formes plus spontanées qui leur sont apparentées. Les investissements en recherche sont concentrés sur les espèces à fort marché potentiel, et dont les semenciers chercheront à étendre la culture.

Face à cette tendance, le rôle du secteur public est crucial il faut préparer le remplacement de ces variétés ou de ces espèces, ou anticiper les diversifications du marché, c'est à dire réaliser le travail en amont, indispensable à l'innovation. La protection par brevets de génotypes modifiés génère un autre risque pour les pays occidentaux : la limitation des échanges de matériel entre sociétés privées et organismes publics. "En cas d'utilisation de cette nouvelle variété dans un programme de création variétale, les variétés 'filles' de ce programme de création seront également dépendantes du brevet si l'information génétique continue à s'exprimer, et ceci pendant le temps de validité du brevet"<sup>16</sup>. Que deviendrait alors ce travail de recherche ?

### Vers de nouveaux marchés

De gros efforts ont été faits dans les pays occidentaux pour recréer localement une agriculture de niche, sur des terres dont l'exploitation avait été abandonnée. En France, dans les Hautes Alpes, une collaboration entre le parc national des Ecrins et une société de reverdisation des talus d'autoroute ou de pistes de ski a donné naissance à la culture d'espèces pionnières de montagne, destinées à la recolonisation végétales. Achetées plus chères aux paysans que les semences de grande culture, elles leur apportent un revenu propre à stimuler leur investissement dans cette nouvelle activité. D'autres exemples sont donnés dans le chapitre sur la France. Ce type d'actions, de plus en plus fréquentes et stimulées par les régions, devrait prendre une importance croissante.

Les pays en développement, pour la plupart, hébergent les centres de diversification de la plupart de nos grandes cultures. Les biotechnologies sont un moyen de promouvoir des agricultures adaptées à des pratiques culturales et à des

---

<sup>15</sup> C. Ducos, P. B. Joly (1986), *l'industrie des semences face aux biotechnologies*, GNIS/LEREP, Université des sciences sociales, Toulouse

<sup>16</sup> B. Le Buanec (1990) Protection des variétés végétales le fond du problème. Biofutur n°88, p 41-48.

besoins locaux. Notre avenir économique dépend aussi de celui des pays du Sud. Ces derniers ne considèrent pas les ressources génétiques comme une priorité dans leurs problèmes de développement et d'alimentation. Ces considérations devraient être prises en compte dans l'élaboration de stratégies de conservation.

**TABEAU - L'INTERDÉPENDANCE MONDIALE POUR LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES DES ESPÈCES À USAGE ALIMENTAIRE**

(Source : Kloppenburg and Kleinman, *The Plant Germplasm Controversy*).

La lecture horizontale du tableau peut être interprétée comme la mesure de la dépendance d'une région de production vis-à-vis de chaque région de diversification. La dernière ligne résume le niveau de dépendance de la production mondiale. La colonne intitulée « dépendance totale » montre la proportion de cultures associées à des régions de diversification non indigènes.

Régions de production	Régions de diversification										Somme totale (1)	Dépendance totale
	Chine-Japon	Indo-chine	Australie	Hindoustan	Asie centrale de l'Ouest	Méditerranée	Afrique	Zone euro-sibérienne	Amérique latine	Amérique du Nord		
Chine-Japon	37,2	0,0	0,0	0,0	16,4	2,3	3,1	0,3	40,7	0,0	100	62,8
Inde-Chine	0,9	66,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	31,9	0,0	100	33,2
Australie	1,7	0,9	0,0	0,5	82,1	0,3	2,9	7,0	4,6	0,0	100	100,0
Hindoustan	0,8	4,5	0,0	51,4	18,8	0,2	12,8	0,0	11,5	0,0	100	48,6
Asie centrale de l'Ouest	4,9	3,2	0,0	3,0	69,2	0,7	1,2	0,8	17,0	0,0	100	30,8
Méditerranée	8,5	1,4	0,0	0,9	46,4	1,8	0,7	1,2	39,0	0,0	100	98,2
Afrique	2,4	22,3	0,0	1,5	4,9	0,3	12,3	0,1	56,3	0,0	100	87,7
Zone euro-sibérienne	0,4	0,1	0,0	0,1	51,7	2,6	0,4	9,2	35,5	0,0	100	90,8
Amérique latine	18,7	12,5	0,0	2,3	13,3	0,4	7,8	0,5	44,4	0,0	100	55,6
Amérique du Nord	15,8	0,4	0,0	0,4	36,1	0,5	3,6	2,8	40,3	0,0	100	100,0
Le monde	12,9	7,5	0,0	5,7	30,0	1,4	4,0	2,9	35,6	0,0	100	-

(1) À cause de chiffres arrondis, la somme totale par ligne n'est pas toujours exactement égale à 100.



## **E - Combien coûte le maintien de la diversité génétique ?**

Il est pour le moment impossible de mesurer le coût d'une conservation *in situ* : faut-il considérer le coût du maintien en l'état des écosystèmes (et en quel état ?) ? Ou le prix, pour chaque écosystème ou complexe d'espèce, que coûterait la mise en oeuvre d'un retour à un état antérieur plus riche ? La seule estimation mesurable est peut-être la disparition d'espèces connues, et le coût de ce type de pertes pour les générations futures est inestimable.

Faute de savoir répondre plus globalement, nous citons ici quelques exemples, basés sur des analyses parfois fort différentes. On pourra également se référer aux programmes cités ou aux efforts financiers que déploient les Japonais. Signalons que dans son projet Prodiges, l'INRA prévoit un programme d'évaluation des coûts des ressources génétiques et qu'une étude économique réalisée pour l'Association Descartes (Ministère de la Recherche et de la Technologie) par le Cerna (Ecole Nationale Supérieure des Mines) fait une synthèse des connaissances et des méthodologies utilisables pour une évaluation globale, et avance quelques chiffres.

### **Prospection**

La plupart des collections s'enrichissent par échanges de matériel, rarement par achat, et par les récoltes bénévoles des chercheurs en voyage.

La campagne de l'IBPGR en Papouasie Nouvelle Guinée a été financée par le Japon à hauteur de 500 000F en 1987, la collecte de *Citrus* en Asie du Sud Est à hauteur de 550 000F en 1988. Ces chiffres se recoupent avec ceux de l'ORSTOM, qui a évalué à 500 000F le prix de revient d'une prospection de caféier. Ce dernier évalue à 500 F le coût de la récolte de chacun de ses 8 000 échantillons.

Une année de prospection est évaluée à 6MF, salaires non compris, par l'une des principales sociétés semencières françaises.

### **Collection de base de graines**

C'est le cas le plus simple : une collection de base s'engage à conserver pour une période de 100 ans le matériel qu'elle possède, c'est à dire à en garantir la viabilité.

La mise de fonds initiale est variable. Elle est en général réalisée dans un laboratoire existant. On peut construire des chambres spéciales. Mais aujourd'hui, la tendance est à la simplicité : l'une des banques les plus modernes, celle des pays nordiques, s'est équipée de 20 congélateurs pour l'ensemble de sa collection de base. Des congélateurs de secours remédient aux pannes éventuelles. Le coût en électricité est moindre.

Le principal coût d'une banque de graines est celui de l'énergie nécessaire au maintien des échantillons déshydratés et conditionnés hermétiquement, dans les conditions de conservation préconisées par les experts : - 20 °C pour le long terme, 4°C pour le moyen terme. Par exemple de 6000 à 7000 kWh/ an pour une chambre froide de 100m<sup>2</sup>, avec une isolation de 200 mm, une température interne de -20 °C, externe de 25 °C

Dans ces conditions, il faut ajouter le coût de la régénération des collections (environ tous les 5 ans) : le salaire d'un technicien pour une salle de 100 m<sup>2</sup>, ou 10 000 échantillons, supervisé par un chercheur non permanent.

Selon l'IBPGR en 1985, les coûts de fonctionnement des collections de bases varient de 1 à 30, d'une estimation à l'autre. Les coûts les moins élevés peuvent être obtenus en pays tempérés où une bonne conception des systèmes et une bonne gestion sont plus aisés.

La cryoconservation (conservation dans l'azote liquide à -196 °C), qui permet une conservation indéfinie, et le "permafrost", mise à profit des conditions particulières d'un climat donné, permettent de réduire au seul investissement en azote liquide et en conditionnement le coût de l'entretien .

La banque japonaise de Tsukuba dispose de 5 réservoirs d'azote liquide. La principale limite de la cryoconservation est le nombre limité d'espèces et de génotypes conservables par cette technique. Des études sont en cours sur le comportement de différents tissus dans de telles conditions : graines, pollen, embryons somatiques et zygotiques végétaux, sperme et embryons animaux, micro-organismes.

Une expérience de permafrost à grande échelle est en cours en Norvège, dans une mine désaffectée sous les glaces. La capacité d'un tel lieu est immense et les dépenses en énergie nulles.

L'emploi d'énergies alternatives est étudié, mais plus aléatoire.

### Croissance lente *in vitro*

Les coûts d'une chambre de culture sont ceux de l'espace disponible (le CIRAD et l'ORSTOM possèdent à Montpellier une pièce de 20 m<sup>2</sup> pour l'ensemble de leurs collections), du maintien d'une température constante (20°C) et de l'éclairage (des néons horticoles). Un poste de technicien à plein temps est nécessaire pour l'entretien et le repiquage des collections (environ tous les 2 ans), maintenues en croissance lente.

Cependant toutes les collections *in vitro* doivent être confrontées à chaque repiquage aux pieds mères dont elles sont issues pour vérification de leur conformité. Lorsque les espèces concernées sont des arbres (cas le plus fréquent), le coût le plus important reste celui de la réalisation et de l'entretien des plantations.

La cryoconservation ne coûte que le prix du réservoir d'azote liquide et du conditionnement. La préparation du matériel nécessite cependant parfois un temps

précieux, le refroidissement étant parfois très long (1°C par mn pour certains organismes).

### **Collections vivantes en plantation**

Ce type de conservation est très coûteux pour les arbres, principalement du fait des surfaces nécessaires. La collection de palmiers à huiles de Côte d'Ivoire constituée par le CIRAD comporte 10 000 individus, pieds-mères témoins de la conformité génétique des plants conservés *in vitro* en France. A raison de 143 arbres par hectare, elle s'étend sur 100 hectares. Les recherches portent sur la conservation des embryons somatiques ou d'autres tissus, qui éviterait tout "accident". Le même problème se pose actuellement pour les cocotiers. On compte un technicien mécanisé pour l'entretien de 20 hectares.

### **Evaluation agronomique**

C'est l'étape la plus coûteuse. Pour les espèces annuelles, en France, une évaluation agronomique nécessite une parcelle de 10 m<sup>2</sup> par essai, dont le coût pour le GEVES est de 200 F. L'évaluation de 50 échantillons, en 20 lieux différents, chaque essai étant répété 2 fois, revient à (50 x 20 x 2) x 200 F c'est à dire à 400 000 F, auxquels il convient d'ajouter un demi-salaire d'ingénieur (300 000F) (*source: M. Masson, Biofords consultant*) Le total étant donc de 700 000 F

Pioneer Hi-Bred verse 1,5 million de dollars (9 MF) sur 5 ans au NPGS pour l'évaluation de ses collections de maïs. Les fonds versés pour le programme Promaïs en France se sont élevés à environ 1 mf par an, et les partenaires ont échangé des services.

### **Evaluation génétique**

Au niveau de l'analyse des ressources génétiques, l'évaluation par marquage moléculaire s'ajoute aux essais en champs.

La technique la moins onéreuse est celle de l'électrophorèse des isozymes. Coût : le prix d'un appareil d'électrophorèse (10 000F), et le prix des gels d'amidon ou de polyacrilamide. L'interprétation des résultats se fait par lecture directe. Un technicien suffit.

La technique RFLP nécessite une mise de fonds importante : 3MF. Chaque analyse coûte ensuite près de 20 F et doit être répétée 2 à 3 fois, soit pour 50 échantillons et 10 marqueurs : 20 x 50 x 10 x 3 = 30 000F. A ce prix s'ajoute le traitement des données sur ordinateur. Un grand travail de recherches dans ce domaine reste donc à faire.

Certaines applications de l'amplification génique semblent promises à une diffusion plus large que la RFLP : plus simples d'emploi, elles permettent notamment d'augmenter de plusieurs ordres de grandeur le nombre d'échantillons analysés par jour. L'analyse des métabolites secondaires est encore peu pratiquée. Une recherche générale, comme celle qui est pratiquée au laboratoire de M.Jay à l'université de Lyon nécessite du matériel de chromatographie sophistiqué (entre 300 000 et 500 000 F) et la mise au point de méthodes de traitement des résultats. Les compétences d'un chercheur sont nécessaires.

Tous ces chiffres sont à relativiser en fonction des potentialités de chaque type d'installation et des besoins. Il est évident que le développement explosif attendu pour les techniques de marquage moléculaire, grâce aux programmes sur les génomes, va bouleverser les coûts de la sélection. Il est cependant clair que la mise en évidence des liaisons entre les marqueurs et le matériel à identifier est un travail de recherche, qui nécessite des évaluations agronomiques. Par ailleurs, l'évaluation de la diversité génétique d'une collection nécessitera la mise au point de sondes représentatives de cette diversité.

### **Base de donnée**

Dans la mesure où des bases européennes très performantes existent comme celle de la Nordic gene Bank, ou celle de Wageningen, l'installation d'une banque de donnée, pour une espèce cultivée, ne coûte que le prix d'un micro-ordinateur, du logiciel et du technicien qui aura la charge de la base. Un travail d'harmonisation des données sera cependant nécessaire. En revanche, la mise au point de logiciels de traitement des données informelles, agronomiques et moléculaires des complexes d'espèces reste à faire.

### **Diffusion et multiplication du matériel et des données**

Ils nécessitent des moyens humains, qui dépendent des demandes : il faut un personnel spécifiquement attaché à la multiplication. Pour le matériel, la quarantaine au passage des frontières est l'étape la plus coûteuse et nécessite un séjour en laboratoire. Les nouvelles méthodes rapides de diagnostic des maladies (anticorps monoclonaux, sondes génomiques) devraient alléger les procédures, qui nécessitent des tests pouvant durer un mois, en particulier sur les arbres. La multiplication *in vitro* permet de débarrasser tout matériel contaminé de ses parasites. Pour les arbres, cette possibilité ouvre des perspectives d'échanges considérables. Le gain se mesure en années gagnées et en introduction de cultivars nouveaux.

### **Une estimation globale : l'exemple du caféier**

Le coût global de l'amélioration du caféier a été calculé par l'équipe d'A Charrier, à l'ORSTOM<sup>17</sup>. Ils évaluent le coût des prospections à 9% du coût total des recherches (42,5MF), menées sur une collection de 8 000 échantillons. Le coût de la

<sup>17</sup>A Charrier et coll. (1989) *Coût et valorisation des ressources génétiques caféières*, ASIC, 13e colloque, Païpa.

conservation en plantations (en Côte d'Ivoire) de ces échantillons représente 24 % de ce coût total, celui de leur évaluation génétique et des croisements à 35 %. En prenant l'hypothèse d'un gain génétique de 2 à 3 % de la production annuelle des plantations issues de ces travaux (en Afrique et en Amérique centrale), l'ORSTOM estime le gain

## 2 . Quelques exemples de politiques

### A - Le rôle des organisations internationales

Rares sont les plantes cultivées dont l'exploitation n'a pas dépassé les frontières de leurs régions d'origine. Aujourd'hui, la plupart des plantes cultivées dans les pays occidentaux sont issues d'autres continents, et en particulier des régions tropicales. Autrement dit, l'évolution naturelle de la plupart des ressources génétiques d'une espèce donnée échappe à ses utilisateurs. Cette situation a suscité, au début des années 1970, deux types d'approche complémentaires pour la gestion de ces ressources : d'une part une organisation internationale coordonnée gérant les ressources génétiques comme un patrimoine de l'humanité, inappropriable par des groupes d'intérêt privé ; d'autre part la constitution de réserves nationales (banques de gènes). Cette situation a d'ores et déjà évolué.

Seules les ressources génétiques végétales et les banques de micro-organismes ont fait l'objet d'une véritable organisation internationale. Les acteurs principaux sont : la Banque Mondiale, à travers le CGIAR et les CIRA, la FAO, l'IFAD (International Fund for Agricultural Development), l'IUCN, le Seeds Action Network, l'UNEP (United Nations Environment Programme), l'UNESCO, l'UNIDO (United Nations Industrial Development Organisation), le WCMC (World Conservation Monitoring Centre) le WIPO et le WWF. Elles ont pour tâche principale non seulement d'animer et de coordonner les actions menées, mais aussi et surtout de soutenir dans ce domaine les pays en développement, centres de diversité de bon nombre des espèces domestiques actuelles, et écologiquement fortement menacés.

Durant ces deux dernières décennies, la situation internationale aura été marquée par le rôle croissant joué par la Banque Mondiale dans les pays en développement, via les centres internationaux de recherche agronomique (CIRA) et par l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources).

### La banque mondiale et les centres internationaux de recherche agronomique (CIRA)

Au début des années 1960, la banque mondiale n'intervenait dans le domaine de l'agronomie que par quelques prêts consentis à un petit nombre de sociétés dans les pays du Tiers Monde. En 1990, elle est présente dans tous les secteurs de ces pays, y compris dans les domaines de la santé et de l'éducation, allant jusqu'à conseiller les Etats dans leurs politiques et leurs structures de développement, et à en suivre les applications. La plupart des autres organismes publics d'aide au développement se bornent aujourd'hui à suivre ses conceptions, ou à les critiquer, sans avoir les moyens de proposer de politique cohérente réellement différente. L'Europe a consacré des moyens importants au développement, tant au niveau des états que de la Communauté, notamment avec les pays de l'ACP (Afrique Caraïbes Océanie) à travers les accords de Lomé. Elle s'aligne cependant plus ou moins sur la politique de la Banque Mondiale.

Le premier effort de recherche agricole international a été entrepris au Mexique en 1942, par la Fondation Rockefeller et le gouvernement mexicain. Les travaux menés

alors sur le blé furent à l'origine de la révolution verte, qui marque le début des variétés à haut rendement. Des blés semi-nains, testés en Amérique du Sud, en Inde et au Pakistan avec succès dès 1967, résistaient beaucoup mieux aux averses de la mousson que les variétés longues, augmentant les productivités. Ce travail vaudra le prix Nobel à Norman Borlaugh, directeur du programme blé du CIMMYT. Auparavant, dès les années 1920, les Japonais avaient commencé à accroître la productivité de leurs variétés de riz pour répondre à leurs propres besoins. Ils avaient, pour ce faire, constitué des collections.

La fondation Ford se joint à la fondation Rockefeller pour créer l'IRRI aux Philippines en 1960 (voir tableau), le CIMMYT au Mexique en 1966, le CIAT en 1966 en Colombie et l'IITA au Nigeria en 1967. Les besoins de ces centres croissent (6M de dollars en 1969), il faut trouver des fonds. C'est avec ces 4 centres que démarre le CGIAR, groupe consultatif pour la recherche agronomique internationale, en 1972. Cette association est coparrainée par la banque Mondiale, la FAO et le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). Aujourd'hui, 40 donateurs, pays ou institutions, financent les activités de 13 centres. Leur budget global, d'un montant de 200 millions de dollars environ en 1987, est à peu près stable aujourd'hui. Il représente 5 % de la dépense globale de recherche agricole dans les PVD. Son objectif est le développement. Les collections mondiales les plus connues sont celles de l'IRRI aux Philippines pour le riz, et du CIPau Pérou pour la pomme de terre.

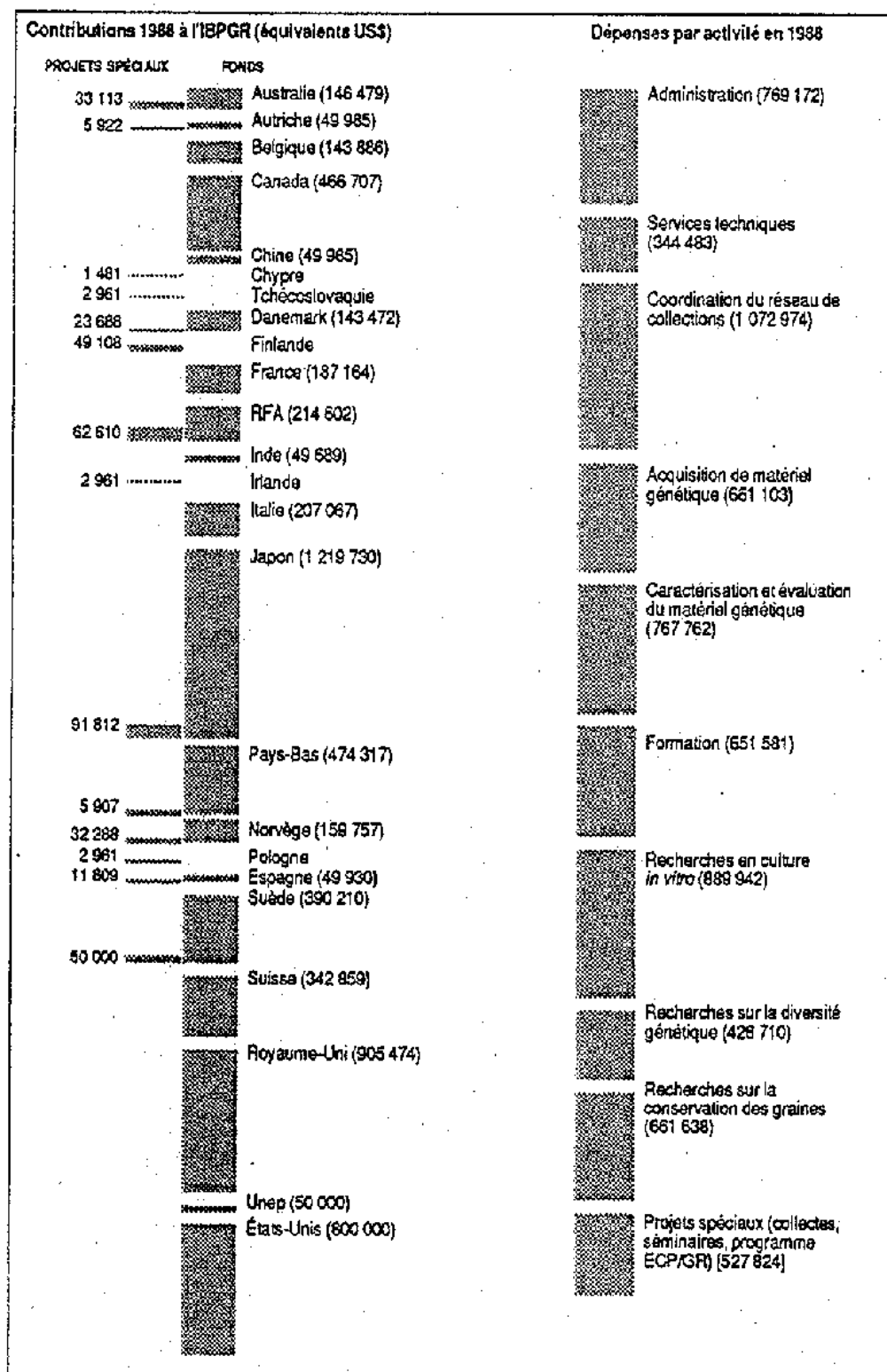
Les centres internationaux sont des organismes très souples et très efficaces, indépendants des pressions politiques gouvernementales mais évidemment très dépendants des Etats Unis, qui en sont les inventeurs et les financiers. Le siège du CGIAR est à Washington. Les décisions sur l'attribution des budgets sont prises par consensus : tous les donateurs doivent arriver à un accord. Un comité technique consultatif évalue chaque année les programmes, les stratégies, les méthodes et les résultats des centres et donne son avis sur leur adéquation aux budgets. Les centres sont des institutions de recherche d'un très haut niveau professionnel, autonomes par rapport aux pays qui les accueillent. Ils disposent de moyens élevés. Leur recherche est tournée vers le développement.

Les activités de la Banque mondiale pour le développement sont encore aujourd'hui critiquées, principalement par les adversaires de la Révolution Verte, dont les effets furent perçus comme analogues, pour l'agriculture, à ceux de la révolution industrielle. Celle-ci a fait faire un bond en avant aux gains de productivité du blé et du riz dans les pays en développement, dont certains sont devenus la proie de sociétés semencières sans scrupules. L'Afrique du Nord fut parmi ceux-ci. Elle a également concentré la création variétale dans les mains de quelques grosses sociétés. En revanche, c'est grâce à la Révolution Verte que des pays comme l'Inde, la Chine et le Bangladesh ont atteint l'autosuffisance en céréales, mais, un peu plus lentement que les pays du Nord, perdu leurs variétés locales et leurs petits exploitants traditionnels.

Les variétés de riz et de blé issues, directement ou non, de l'IRRI et du CIMMYT sont aujourd'hui cultivées sur 117 millions d'hectares dans les PVD, soit sur la moitié des surfaces consacrées aux céréales. Le supplément annuel de production par rapport aux variétés traditionnelles apporte théoriquement de quoi nourrir 500 millions d'hommes pendant 1 an. Etant données les perspectives futures, des gains de productivité seront encore nécessaires. Le point le plus noir de cette révolution est l'appauvrissement économique de l'Afrique. "Il y a 15 ans, l'Asie du Sud mourrait de

famine alors que l'Afrique exportait des denrées alimentaire. Aujourd'hui l'Asie produit largement la nourriture dont elle a besoin alors que certaines parties de l'Afrique meurt de faim. Qu'est-il arrivé ?<sup>1</sup>

FIGURE - LES SOURCES DE FINANCEMENT ET LES PROGRAMMES DE L'IBPGR (Source : IBPGR (1988) rapport annuel)



<sup>1</sup>C Norman (2/08/1985) dans la revue Science.



Pour certains experts américains, il faudrait pour ce continent une révolution dans le sorgho, le manioc, le millet et d'autres cultures de base. C'est oublier qu'il faudrait aussi changer de nombreuses autres données de l'Afrique : données endogènes, comme la corruption des gouvernements, le désintérêt pour la production, l'urbanisation croissante, le manque de main d'oeuvre qualifiée et de moyens de transport ; données exogènes liées à notre histoire avec ce continent.

En 1985, la Banque Mondiale et 13 pays industrialisés, menés par la France, le Japon, l'Italie et les Pays Bas, ont lancé le "Special Facility for Sub-Saharan Africa", un fonds de 1,1 milliard de dollars destiné à aider les Africains à combattre leur famine. Le programme ne peut réussir qu'avec des semences totalement adaptées aux demandes régionales et locales, politique qu'essaient d'adopter les CIRAs. Un sorgho hybride a été créé en 1984 par l'ICRISAT, en Inde, entre une lignée du Nigeria et une lignée de la Texas A & M university. Ses rendements sont trois fois plus élevés que ceux des variétés irriguées, et cinq fois plus que ceux des variétés de régions sèches. Des essais ont été réalisés au Soudan et au Zimbabwe. Le miracle attendu n'est pourtant pas encore là, et on peut à nouveau poser la question : quel est l'avenir des variétés hybrides dans les PVD ? Ceux-ci sont demandeurs des semences améliorées que peuvent leur sélectionner les pays du Nord. Une aide réelle devrait s'appuyer sur les organismes nationaux de recherche agronomique et de sélection, actuellement extrêmement fragiles et manquant d'une masse critique de compétences.

Signalons qu'un autre programme a été lancé en 1989 par le Canada en direction de l'Afrique : "Seeds for Survival". D'un montant de 1,3 millions de dollars sur trois ans, il a pour but : la conservation des ressources génétiques africaines, le soutien aux fermiers et aux semenciers pour accroître de 5% par an les rendements des variétés locales, d'accroître les potentialités de l'Afrique d'utiliser et de tirer bénéfice de ses ressources génétiques, et en fin de changer la perception que le public Canadien a de l'Afrique, en lui expliquant le rôle majeur des fermiers de ces pays dans le maintien de la diversité génétique, et leur contribution à l'agriculture mondiale.

### **La FAO et l'IBPGR**

La FAO s'associe en 1974 avec le CGIAR pour créer l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). Vers 1987 les relations entre les deux organismes se dégradent et ils cherchent à redéfinir leurs rôles. L'IBPGR revendique notamment l'expertise scientifique et reproche à la FAO son mode d'intervention jugé trop politique.

Le système global mis en place en 1983 par la FAO pour les ressources génétiques végétales a pour but de promouvoir la conservation, l'utilisation équitable et à long terme ainsi que la disponibilité sans restrictions des plantes d'intérêt agronomique. D'autres programmes de la FAO, dans le contexte général de la recherche et du développement en agriculture et en foresterie, complètent cette disposition par des supports techniques. Depuis 1988, la FAO a publié un état mondial des ressources génétiques, une information régulière et un système d'alerte précoce, un code de conduite pour les collecteurs, et un autre pour les biotechnologues ; elle organise des séances de travail sur les collections *ex situ* et sur les zones protégées.

## ENCADRÉ - LES CENTRES INTERNATIONAUX PARRAINÉS PAR LE CGIAR

Chaque centre bénéficiant de l'appui du CGIAR est indépendant et autonome. Certains centres sont spécialisés dans la recherche sur un produit, pour lequel ils sont investis d'un mandat mondial. D'autres sont chargés de zones géographiques ou écologiques particulières, ainsi que, dans certains cas, de la responsabilité mondiale d'un ou plusieurs produits. D'autres encore exercent des fonctions spécialisées dans les domaines de la recherche sur les politiques alimentaires, de la conservation des ressources génétiques et du renforcement de la recherche agricole nationale dans les pays en développement.

**CIAT** Centre international d'agriculture tropicale (*Centro Internacional de Agricultura Tropical*)

Apartado Aéreo 6713 - Cali - Colombie

Télex : 396-05769 - Tél. : 672050

Directeur général : John L. Nickle

Président : William Tossell

Amérique latine : pâturages, riz

PVD : manioc, *Phaseolus* (haricot commun)

**CIEMAT** Centre international d'amélioration du maïs et du blé (*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*)

PO Box 6-641 - Londres 40 - Mexico 06600 - D.F.

Mexique - Télex : 1772023

Tél. : 595 421 00, (905) 761-3855/761-3636

Directeur général : Donald L. Winkeimann

Président : Guy Vallaeys

Amérique latine : orge

PVD : maïs, blé, triticale

**CIP** Centre international de la pomme de terre (*Centro Internacional de la Papa*)

Apartado 5969 - Lima - Pérou

Télex : 394-25672 - Tél. : 330266/330842

Directeur général : Richard L. Sawyer

Président : Jack W. Meagher

PVD : pomme de terre

**IBPGR** Conseil international des ressources phylogénétiques (*International Board for Plant Genetic Resources*)

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Via delle Terme di Caracalla - Rome 00100 - Italie

Télex : 843-610181/610127 - Tél. : 5797-4772

Secrétaire exécutif : J. Trevor Williams

Président : W.J. Peacock

Ressources génétiques végétales, tous pays

**ICARDA** Centre international de recherche agricole dans les zones arides (*International Center for Agricultural Research in the Dry Areas*)

PO Box 5466 - Alep - Syrie

Télex : 924-331206/331263/331208

Tél. : 550465/551280/557599

Directeur général : Mohamed A. Nour

Président : José Cubero

Afrique du Nord/Moyen Orient : blé, pois chiche

PVD : orge, fèves

**ICRISAT** Institut international de recherche sur les cultures de régions tropicales semi-arides (*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*)

ICRISAT Patancheru PO - Andhra Pradesh 502

324 - Hyderabad - Inde

Télex : 953-152203, 953-1556366 - Tél. : 224016

Centre sahélien (CRISAT)

BP 15404 - Niamey - Niger (via Paris)

Télex : 5406 - Tél. : 72-25-29/72-27-25/72-27-98

Directeur général : Leslie Swindale

Président : Fenton V. MacHardy

PVD : mil, arachide, pois chiche, pois cajou

**IFPRI** Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (*International Food Policy Research Institute*)

1776 Massachusetts Avenue, NW - Washington, DC

20036 - États-Unis

Télex : 440054 - Tél. : (202) 862-5633/4

Directeur : John W. Mellor

Président : Dick de Zeeuw

Politique alimentaire dans les PVD

**IITA** Institut international d'agriculture tropicale (*International Institute of Tropical Agriculture*)

IITA, Ibadan, Nigéria - c/o Ms. Maureen Larkin

- L.W. Lamboorn & Co. - Carolyn House, 25 Ding-

wall Road - Croydon CR9 3EE - Royaume-Uni

Télex : 31417/20311

Tél. : (022) 43244/413315/413440

Directeur général : Laurence Stifel

Président : John J. McKeivey, Jr.

Afrique subsaharienne : manioc, maïs, riz, soja

PVD : taro, niébé, patate douce, igname

**ILCA** Centre international pour l'élevage en Afrique (*International Livestock Center for Africa*)

PO Box 5689 - Addis Ababa - Éthiopie

Télex : 976-21207 - Tél. : 183215/183222/182455

Directeur général : Peter Brumby

Président : Barry Nestel

Afrique subsaharienne : élevage, pâturages

**ILRAD** Laboratoire international de recherches vétérinaires (*International Laboratory for Research on Animal Diseases*)

PO Box 30709 - Nairobi - Kenya

Télex : 963-22040 - Tél. : 392311

Directeur général : A.R. Gray

Président : W.R. Pritchard

Afrique subsaharienne : théllériose,

trypanosomiase

**IRRI** Institut international de recherche sur le riz (*International Rice Research Institute*)

PO Box 933 - Manille - Philippines

Télex : 45365/40890/22456/63786 -

Tél. : 42-0580/742-0717

Directeur général : M.S. Swaminathan

Président : Kenzo Hemmi

PVD : riz

**ISNAR** Service international de la recherche agricole nationale (*International Service for National Agricultural Research*)

PO Box 93375 - 2509 AJ La Haye - Pays-Bas

Télex : 844-53746 - Tél. : 472991

Directeur général : Alexander von der Osten

Président : Henri Carsalade

Systèmes nationaux de recherche dans les PVD

**WARDA/ADRAO** Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (*West Africa Rice Development Association*)

PO Box 1019 - Monrovia - Libéria

Télex : 937-4333 - Tél. 221466/221963

Secrétaire exécutif par intérim : Aliou Jagae

Afrique de l'Ouest : riz

## **Les ressources génétiques animales**

Il n'existe pas pour les animaux de coordination des ressources génétiques. La plupart des pays industrialisés gèrent leur ressources animales à des fins d'amélioration génétique. Avec l'intensification des échanges de matériel à l'échelle du globe, une standardisation et une coordination internationales sont de plus en plus souhaitées. Des expériences dans ce domaine ont été menées : sur des souches bovine Pie Noire (FAO, Stoltzman et al., 1981) et sur les races porcines mondiales (Sutherland et al), avec l'objectif d'établir un réseau. Le besoin d'harmoniser les comparaisons des géniteurs a été exprimé, en particulier pour les taureaux de races laitières des différents pays. Le groupe "Interbull" a été créé à cet effet par la FEZ (Fédération européenne de zootechnie), la Fédération internationale laitière et le Comité international de contrôle des performances laitières du bétail .

Le principal souhait au niveau international est d'harmoniser la description génétique des espèces. Un comité de nomenclature a été créé pour les ovins et caprins, qui devrait cette année publier une nomenclature standardisée. Un projet similaire est à l'étude pour l'espèce bovine.

### **Le réseau international : banques de données et banques de gènes**

L'attachement de l'homme pour ses races locales est certainement plus fort quand il s'agit d'espèces animales que vis à vis des espèces végétales. c'est peut être ce qui explique les structures différentes des réseaux ou des organisations qui vont s'occuper de sauvegarde. En France, on l'a vu, l'association la plus active dans ce domaine est la société d'ethnozootecnie, et la plupart des initiatives ont été régionales et non concertées. Dans le monde anglo-saxon, le Rare breeds survival Trust britannique a été créé en 1971, et l'American Minor Breeds Conservancy en 1977. La nécessité d'un politique cohérente et d'une coordination nationale est généralement reconnue. Il apparaît aussi clairement, compte tenu du fait que les échanges de matériels (animaux, embryons, sperme) entre populations s'effectuent à l'échelle du globe, des actions au niveau international paraissent justifiées.

L'action de la FAO remonte aux années 60. Rappelons que la conférence des Nations Unies pour l'environnement à Stockholm en 1972 aboutit à la création du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE/ UNEP). En 1973 fut lancé un inventaire des races animales menacées de disparition. En 1980, les pays membres de l'ONU furent convoqués à une consultation technique en vue de préparer une stratégie globale de gestion des ressources génétiques animales. En 1983, un groupe d'Experts est créé et réuni à Rome, où il fait les propositions suivantes : conserver les matériels génétiques menacés, in situ et ex situ ; créer des banques de données ; former du personnel scientifique et technique pour la gestion des ressources génétiques.

Comme dans le domaine du végétal, les actions de la FAO sont axées essentiellement sur les banques de données et les banques de gènes, et en direction des pays en voie de développement. De 1983 à 1985, la réalisation de banques de données-pilotes en Asie, en Afrique et en Amérique Latine a donné lieu à des études méthodologiques approfondies. En 1985, cet organisme a recommandé la création de telles banques dans chacune des grandes régions du globe : Afrique, Amérique Latine, Proche Orient, Asie, Europe et Amérique du Nord. La constitution de banques de

gènes sous forme de semence et d'embryons congelés fait également l'objet d'études pilotes, en particulier dans les pays en développement.

La fédération européenne de Zootechnie (FEZ) intervient également au niveau international. En 1980, elle crée, au sein de sa commission de génétique animale, un groupe de travail sur les ressources génétiques, chargé de réaliser un bilan de la situation dans les pays membres, Europe et bassin méditerranéen. Il organise des enquêtes, tous les 3 ans, sur l'état des populations de bovins, caprins, équins, ovins et porcs. L'enquête de 1985 a reçu des réponses de 17 des 30 pays membres, rapportant des renseignements sur 148 races bovines, 45 caprines, 73 équines, 64 porcines et 183 ovines; En France, y participaient le BRG, l'AFZ, l'INRA, et l'union nationale des livres généalogiques. Une partie de ces travaux (races ovines et caprines) a fait l'objet d'une publication du BRG. A la demande de la FEZ les informations fournies par les enquêtes périodiques ont été centralisées en 1987 dans une banque installée à l'institut de génétique animale de l'école vétérinaire de Hanovre (RFA), avec le concours de la fondation allemande pour la recherche. Cette initiative intéressa la FAO, et en février 1988, un accord entre les deux organisations fut signé pour créer une Banque de données mondiale FEZ/FAO sur les ressources génétiques animales. Cet accord étend le champ de la banque de Hanovre à tous les pays du monde, sous la direction du Pr D. L. Simon. Une nouvelle mise à jour a été faite en 1988 pour les populations européennes, et elle devrait être étendue aux autres pays par l'intermédiaire d'un réseau d'experts nationaux.

### **Perspectives**

Après le lancement de grandes banques mondiales, la politique actuelle des organismes comme l'IBPGR s'appuie de plus en plus sur des initiatives nationales, qu'ils conseillent et fédèrent dans un réseau d'échanges. Le principal problème actuel étant de rendre les collections exploitables. Il est impossible ici de faire le tour des politiques menées par les différents pays

Les situations sont très diverses. Un cas extrême est celui de la Chine, où la recherche agronomique est entre les mains de l'Etat (Académie des sciences) et d'instituts régionaux (universités, instituts agronomiques, collectivités locales). La plupart de pays d'Asie aujourd'hui autosuffisants comme la Chine, l'Inde, la Thaïlande ont toujours été très actifs en matière de ressources génétiques. Leurs collections sont mondialement connues et ils réalisent eux-mêmes de programmes nationaux de sélection. Les variétés locales y ont subi une érosion moins rapide que dans les pays en développement et ont été en grande partie récoltées. Dans la plupart des pays occidentaux, la création de variétés est menée au sein des sociétés semencières, ou fait l'objet de contrats sur objectifs entre firmes privées et organismes d'état. Enfin, dans les pays en développement, dont la recherche agronomique est le plus souvent inexistante, de nombreuses aides à la recherche sont apportées par les organismes internationaux, les CIRA (spécialisés par espèce), et par les organismes de coopération. Outre les aides apportées un vrai changement serait possible avec l'existence d'une "masse critique" suffisante en compétences pour y intégrer des techniques et des méthodologies rationnelles. Nous développerons ci-après les expériences qui nous paraissent les plus élaborées.

## B - Le système américain

Les Etats-Unis possèdent des collections de matériel végétal et microbien reconnues dans le monde entier, où sont dupliquées un grand nombre de collections d'autres pays. Mais ces collections ont souffert d'un manque de moyens. Le gouvernement fédéral subventionne des programmes pour la conservation des espèces animales et végétales d'intérêt industriel, ainsi que la conservation *in situ* d'espèces choisies. A côté de ces actions nationales, se développe une multitude d'autres programmes pour la conservation de la diversité, dans lesquels le gouvernement n'intervient pas. Par ailleurs, les très nombreux programmes fédéraux pour la conservation *in situ* ne sont pas réellement coordonnés, et donc pas intégrés dans une approche globale, ce qui rend difficile toute estimation de budget. Le plus souvent, les états ou les sociétés privées pallient les manques, mais le maintien de la diversité n'est pas pour eux un objectif spécifique. La plupart des programmes associent l'Etat fédéral, les états et les sociétés privées. La plupart de nos données proviennent du rapport réalisé par l'OTA en 1987 et demanderaient une réactualisation. Nous n'avons malheureusement pas eu le temps de réaliser cette enquête. Mais ses conclusions sont tout de même parlantes. Le tableau joint réalise une synthèse du système actuel.

### La préservation *in situ*

La préservation des écosystèmes a fait l'objet de nombreuses études aux Etats Unis. Plus de 100 catégories de programmes de conservation, dont certains impliquent différentes agences, y sont menés : ils vont de la protection des monuments aux estuaires en passant par les forêts, sans objectif affiché du maintien de la diversité biologique. En revanche, celle-ci est l'objectif principal du programme "The man and the Biosphere", programme international coordonné par l'UNESCO : 43 réserves américaines y sont consacrées, relevant des du service des parcs nationaux (25), de l'office des forêts américain (18), du service de la pêche et de la vie sauvage (4), du bureau de la gestion du sol (1), de la recherche agricole (2) et de l'administration nationale des océans et de l'atmosphère (3).

Tous les programmes de préservation *in situ* ont pour objectif le maintien de la diversité des écosystèmes dans leur ensemble.

On distingue le National Widerness Preservation System, parcs d'accès strictement restreint (interdits aux véhicules à moteurs, à une activité humaine prolongée), mais plus ou moins surveillés ; les zones d'estuaires, réglementées par les états ; les réserves privées enfin, qui sont considérées comme les plus efficaces. Il existe également des Research Natural Areas, bien protégées mais souvent très petites (jusqu'à 2 acres).

Selon leurs objectifs (certains se bornent à protéger seulement quelques espèces en danger), le pouvoir de conservation de ces parcs est très variable. Les Américains ont étudié leurs niveaux de diversité, en comparant leurs populations à celles des écosystèmes types auxquels ils se rattachent. Il en ressort que les grands parcs de 4 agences (National Park Service, Forest Service, Fish and Wildlife Service, et Bureau of land Management) n'abritent pas 22% des écosystèmes types qu'ils devraient héberger. Une autre proportion, 29%, de ces écosystèmes y sont sous représentés. Une autre

étude s'appuyant sur un autre système d'analyse aboutit aux mêmes résultats. Certaines de ces études ont montré que 55% des menaces des parcs naturels proviennent de leurs frontières. Pour restituer au parc national les écosystèmes manquants, il faudrait dépenser des sommes considérables.

Un Programme national pour restaurer l'habitat des espèces en danger existe depuis 1973 (Endangered Species Program). Il dresse des listes, publiées régulièrement dans le Federal Register, attire l'attention du public, dresse des plans de sauvegarde, gère les habitats des espèces. Son pouvoir s'arrête cependant aux impacts adverses des autres agences fédérales. Son budget est en accroissement, d'environ 2 M\$ annuels pour l'établissement de listes, et de 4 M\$ pour des plans de sauvegarde, distribués aux états. Citons encore, à titre d'exemple, les State Natural Heritage Programs, financés par une institution privée à but non lucratif, The Nature Conservancy, l'une des plus importantes aux Etats Unis (elle possède 895 réserves). Ces programmes ont pour but le maintien de la diversité (inventaires, définitions de priorités, diffusion d'informations) et font intervenir des institutions publiques et privées, par l'intermédiaire de contrats avec les gouvernements des états. Ces programmes sont notamment les seuls à remplir une fonction très précieuse : par un inventaire continu des espèces rares, ils sont capables de protéger les régions les plus importantes du point de vue de la diversité biologique, et surtout de prévoir et de détecter à temps les plans de développement potentiellement destructeurs. D'autres institutions privées d'importance diverse participent à la protection de la nature, dont l'Izaak Walton League of America qui conseille le Congrès, les états et les agences sur les lois et les aspects réglementaires des programmes.

Notons enfin, dans le cadre de la protection *in situ*, le Food Security Act de 1985 attribue à l'US Department of Agriculture, institut de recherche agronomique américain, une réserve de terres pour la conservation. Cet acte autorise en effet l'USDA à négocier avec les fermiers l'exploitation de 40 millions d'acres de terres fragilisées par l'exploitation intensive, à condition que ces terres soient plantées d'herbes, de légumes et d'arbres destinés à réduire l'érosion et de restaurer la vie sauvage. Le fermier, de son côté s'engage à offrir sa terre pour plus de 50 ans. Enfin, des universités s'emploient à développer des recherches pour mettre au point des techniques de restaurations d'écosystèmes : Cary Arboretum de New York, Center for Restoration Ecology, à l'université du Wisconsin.

### La conservation *ex situ*

On l'a vu, l'Etat fédéral s'intéresse surtout à la conservation des ressources des espèces d'intérêt agricole ou économique, les états étant plus concernés par la flore et la faune sauvages. Cependant la plupart des collections *ex situ* sont le fait d'initiatives privées. Les activités de recherches qui y sont rattachées concernent principalement les techniques de conservation. Plantes, animaux, micro-organismes font l'objet d'actions qui se chevauchent souvent.

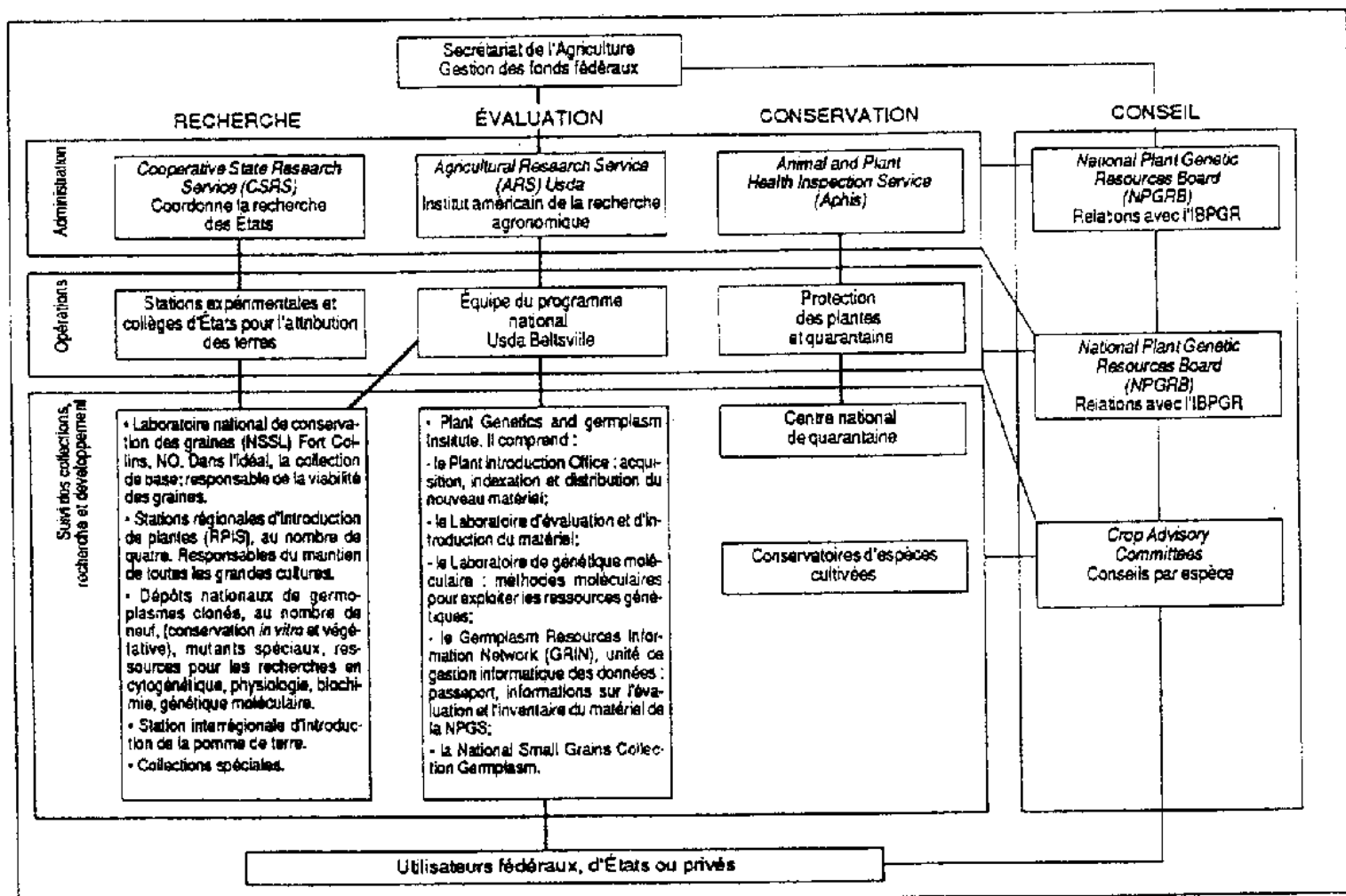
### Les plantes

Historiquement les ressources génétiques végétales étaient sous la juridiction de l'USDA, et concernaient les espèces cultivées. Les objectifs de cet organisme reflètent encore cette tendance, bien que des législations récentes y aient incluses certaines

espèces sauvages (Forest and Rangeland renewable resources research act, rural development act).

Le programme le plus important est le National Plant Germplasm System (NPGS), auquel participent l'USDA, l'Etat, l'industrie, des institutions privées et des individus (voir tableau). Ce programme répond aux besoins nationaux. sa mission est de collecter, maintenir, évaluer, rendre accessible la plus grande diversité génétique possible sous la forme de graines ou de matériel cloné (multiplication végétative, culture in vitro en particulier), pour les sélectionneurs et les scientifiques.

**LE NATIONAL PLANT GERmplasm SYSTEM**  
(Source : rapport OTA (1987))  
Le système américain est très centralisé, mais souffre d'un manque de subsides publics, étant très soutenu par des organisations bénévoles ou humanitaires.



Le NPGS dispose d'une quantité de matériel exceptionnelle, connue de la communauté scientifique du monde entier. Il a cependant été l'objet de nombreuses critiques sur ses capacités de coordination, de communication, de stockage et de maintenance des graines, ainsi que sur les compétences de son personnel. En particulier, le centre de conservation du National seed Storage Laboratory (NSSL)-a été violemment critiqué à la suite d'une étude du GAO (General Accounting Office) révélant que les conservatoires n'envoyaient aux collections de bases du NSSL que la moitié des semences des collections actives, et que près de 63 % des ressources génétiques de ces collections actives étaient stockées dans des containers ou sous des climats inadéquats. Des efforts ont été faits depuis, avec un réapprovisionnement en ressources, la construction de nouveaux équipements mais le problème de la maintenance du matériel reste posé : la nature diffuse du réseau (division des responsabilités, nombreux niveaux d'autorité, intérêts en compétition avec ceux des autres agences d'état ou fédérales), et des ressources inadéquates (budgets insuffisants pour la régénération des graines et leur distribution) en sont la principale cause.

Les Crop Advisory Committees, qui apportent une expertise et un conseil technique par espèce, prennent une importance croissante. Il leur a été demandé d'identifier les lacunes, de coordonner la maintenance des collections de développer des priorités et d'évaluer les informations sur les échantillons.

Par ailleurs, les activités de service ne doivent pas être sous-estimées, car elles sont une des causes de découragement des chercheurs qui ont à les assumer lorsque les crédits décroissent. Ces activités comprennent : la culture des semences à régénérer, l'évaluation des échantillons, le contrôle de la viabilité des semences, la gestion de l'information. avec l'accroissement de la taille des collections, un besoin en personnel se fait sentir très rapidement.

L'introduction de nouvelles technologies dans la conservation, comme les très basses températures et la cryoconservation nécessite de nouveaux équipements. De plus, en 1987, le NSSL avait besoin de quadrupler sa capacité d'accueil.

Ajoutons à cette structure les réseaux mis en place par des sociétés privées, tels le Seed Savers Exchange, dont les quelques 450 membres assurent la préservation de près de 3 500 variétés, ou la Rhododendron Species Foundation qui entretient une importante collection des espèces sauvages de rhododendrons dans une banque donnée par la société Weyer Haeuser Co. Dans l'industrie, United Brand possède la plus importante collection de bananiers et Pioneer Hi-Bred a versé 1,5 million de dollars au NPGS sur 5 ans pour l'évaluation des variétés sud-américaines de maïs. Mais si les semenciers sont capables de maintenir les ressources génétiques, leurs objectifs sont estimés trop éloignés du maintien de la diversité pour qu'ils en aient la responsabilité.

### **Les animaux**

Jusqu'à récemment, il n'existait pas de programme organisé de conservation de la diversité génétique animale. La participation de l'Etat y est minimale et les actions privées sont si dispersées qu'il est difficile d'en tirer un panorama général. Nous avons cependant entendu récemment que les Etats Unis avaient décidé d'accroître leur effort en matière de ressources génétiques animales. L'USDA a été autorisé à gérer les



ressources génétiques des espèces domestiques sous les mêmes législations que le NPGS.

En 1987, l'OTA ne constatait pas d'évolution du budget de l'USDA pour les ressources animales, et constatait que ses principaux efforts ont porté sur l'identification de ressources étrangères d'intérêt agronomique, introduites en très grand nombre aux USA depuis les années 60 (principalement bétail, mais aussi ovins et porcins). Certaines de ces races se sont solidement implantées aux Etats Unis.

Aucune de ces actions n'avait pour but la préservation d'espèces ou de races en danger. Le centre le plus actif dans ce domaine est le Meat Animal Research Center, dans le Nebraska. Par ailleurs des associations de sélectionneurs existent pour chaque grande espèce : bovins, porcins, ovins, caprins, et chevaux, qui enregistrent et rassemblent les informations disponibles sur les pedigrees américains. Ces associations sont les seules à veiller au maintien d'une diversité génétique. Enfin, quelques individus indépendants maintiennent de nombreux troupeaux de races mineures.

Un American Minor Breeds Conservancy (AMBC) s'attache à identifier ces personnes et les différents troupeaux (80 enregistrés en 1987, dont des bovins, ovins, caprins, porcins, ânes et mules)

Toutes les ressources génétiques des volailles sont détenues par des firmes privées, la plupart d'envergure internationale. Cependant, les universités qui mènent des travaux dans ce domaine contribuent à rendre cette information disponible : un chercheur de l'université du Connecticut a réalisé un registre international, réactualisé chaque année, des ressources génétiques des volailles. D'autres laboratoires universitaires entretiennent quelques petites populations à des fins expérimentales ou pédagogiques.

Enfin, l'Institut international du mouton et de la chèvre, associé à l'université de l'Utah, étudie l'adaptation de ces espèces à des conditions locales spécifiques, et est impliqué dans la gestion de leurs ressources génétiques en relation avec des institutions internationales.

Les sociétés d'insémination artificielle dominent toutes les ressources concernant les bovins laitiers, la sélection portant presque uniquement sur la race Holstein : sur les 6 à 7 millions de vaches laitières inséminées chaque année aux USA, 65 % ont reçu la semence de 400 à 500 taureaux. Les 1000 pères potentiels sont eux mêmes, pour moitié, les descendants des dix meilleurs taureaux de la génération précédente. Le risque de consanguinité dans les races laitières est réel.

En 1987, l'OTA résume la situation aux Etats Unis en ces termes <sup>2</sup>:

- Il n'existe pas d'équipements pour stocker in vitro les ressources génétiques ovines, porcines ou aviaires.

- Pour le moment, la diversité génétique des ovins et caprins américains ne semble pas en danger.

- Etant donné le petit nombre de races hyper-sélectionnées chez les volailles, une diversité adéquate doit être entretenue pour ces espèces.

---

<sup>2</sup> US Congress, Office of Technology Assessment (1987) Technologies to Maintain Biological Diversity, Government Printing Office, n°052-003-01057-7, Washington, DC.

- Les races bovines laitières sont en voie d'érosion génétique accélérée par les méthodes *in vitro.*, alors que la diversité des races à viande semble stabilisée ou même en légère croissance.

- ce sont certainement les races non enregistrées et non identifiées qui sont le plus en danger.

Par ailleurs, l'Office remarque que la conscience du public et des institutions américains sur ces problèmes est beaucoup moins aiguë que pour les plantes, alors qu'elle émerge au niveau international (à comparer avec la situation en France).

### **Les micro-organismes**

Il n'existe pas plus de préservation des micro-organismes aux Etats Unis que dans les autres pays du monde. Il existe en revanche de très nombreuses collections pour des groupes taxonomiques particuliers, et plusieurs centaines de collections de travail, publiques ou privées. Ces collections font l'objet de collectes spécifiques, et l'ATCC, mondialement connue, est la seule qui diffuse son matériel.

### ***Les collections des institutions***

La plus importante est celle de l'USDA, au Northern Regional laboratory, qui héberge pour le long terme, un large éventail d'espèces. Elle ne publie ni ne distribue cependant son matériel et ses informations, du fait du coût élevé de ces opérations. Ce sont principalement ces contraintes qui empêche l'extension de ce type de collections aux Etats unis. De nombreuses collections existent au sein des états, qui pour la plupart souffrent de ces manques de fonds. Créées souvent à l'initiative d'un individu, beaucoup sont vouées à disparaître avec lui, comme la collection de Rhizobium, créée par un conservateur et considérée comme la plus grande au monde jusqu'à sa mort, en 1975 : elle a été reprise par l'université d'Hawaï, pour un projet de recherche de L'US Agency for International Development (USAID) en 1976. Elle est devenue en 1985 un MIRCEN (microbiological Resource Center, réseau international sous les auspices de l'UNESCO.

### ***L'American Type Culture Collection (ATCC)***

La plus grande référence américaine en matière de micro-organismes appartient à une institution privée, à but non lucratif : l'ATCC. Ses collections, de plus de 36 000 souches de bactéries, mycelliums, chlamidiae, rickettsiae, protozoaires, algues, lignées cellulaires et virus, sont répertoriées dans un catalogue et distribuées à la demande, moyennant rétribution. De toutes les collections américaines de plus de 30 000 souches, elle est la seule à faire connaître ses collections et à les distribuer.

Les principal problème d'une collection de micro-organismes est son coût d'entretien. Toutes sont menacées de détérioration, et l'ATCC doit veiller à maintenir ses souches sur une base non liée à la demande : les souches peu ou pas utilisées, ou sans valeur intrinsèque affichée sont les plus menacées. Sans réelle mesure ou connaissance de la diversité génétique des micro-organismes, il est impossible de décider d'une stratégie dans ce domaine.

## Conclusions

Le système américain repose encore en grande partie sur les initiatives privées, malgré les efforts de l'Etat. Or les principaux bénéficiaires du maintien de la diversité sont du domaine public. L'OTA recommande donc de plus grandes initiatives de la part de l'Etat pour soutenir les initiatives privées.

Il recommande l'élaboration de stratégies nationales plus intégrées, en particulier dans les domaines où elles n'existent pas, et dans ceux où plusieurs stratégies se concurrencent.

Enfin, l'OTA constate que les budgets fédéraux consacrés à la conservation des ressources naturelles ont décliné considérablement au cours de la dernière décennie, même comparé aux autres pays industriels.

## C - L'efficacité japonaise

Pour les Japonais, les ressources génétiques sont un enjeu stratégique. Aussi n'ont-ils pas hésité dès le début des années 80 à se donner les moyens et les technologies nécessaires. Tous les règnes les intéressent : micro-organismes d'abord (pris au sens le plus large), gènes, plantes cultivées, animaux, produits de la pêche, arbres et forêts. Mais avant d'accepter une souche dans une collection de base, il faut qu'elle ait été jugée soit en voie de disparition, soit intéressante pour des applications futures au Japon. On ne conserve pas tout. Les applications potentielles concernent les biotechnologies, l'agriculture, l'environnement, la santé, etc.

Au niveau national, de nombreux ministères sont concernés par les ressources génétiques, et leurs approches sont différentes : ministère de l'agriculture (MAFF), de l'éducation (Mombusho), de l'industrie et du commerce extérieur (MITI), de la santé (nous n'en parlerons pas dans ce cadre), des finances, ainsi que l'Agence pour la Science et la technologie. Chaque ministère supervise ses propres collections, sans regroupement national. Les collections les plus importantes sont celles du ministère de l'éducation (320 000 échantillons de toutes espèces) et du MAFF (170 000).

On peut ajouter au secteur public les collections de 45 sociétés privées, sur lesquelles il est plus difficile d'avoir des informations<sup>3</sup>. Il semble cependant que celles-ci sont extrêmement spécialisées, et limitées aux activités des sociétés.

Les liens entre les différentes organisations sont de 3 types : relations "personnelles" entre chercheurs, regroupement au sein d'un projet, et fédérations. La plus connue est la Japan Federation for Culture Collection (JFCC), qui regroupe la plupart des collections de micro-organismes. Les budgets sont conséquents (*tableau*) et, pour la plupart, en augmentation.

---

<sup>3</sup>La plupart des informations de ce chapitre nous viennent de deux rapports d'ambassade, publiés par la direction de la coopération scientifique, technique et du développement du ministère des affaires étrangères français : H. Mas et D. Pardo (1988) *Les collections publiques de matériel génétique au Japon*, rapport n°519 et *Les collections privées de matériel génétique au Japon* rapport n°919.

**- POUR LES JAPONAIS, LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES  
ONT UNE GRANDE VALEUR STRATÉGIQUE**  
(Source : H Mas & D Pardo [1988] Les collections publiques  
- et privées - de matériel génétique au Japon.  
Deux rapports d'ambassade, CSTD.)

Budgets affectés aux collections publiques tous matériels confondus (100 yen = environ 4 francs) et pourcentages, par rapport aux budgets des agences et des ministères japonais dans les sciences de la vie (chiffres entre parenthèses). Le ministère de la Santé, qui consacre une part très importante de son budget (de 10 à 40%, selon deux sources différentes) aux banques de gènes et de cellules animales possède une collection de plantes médicinales basée à Tsukuba (budget : 1,8 MF). Le Maff lui-même, qui consacre beaucoup d'argent aux ressources génétiques végétales, a construit entre 1985 et 1988 un centre de dépôt extrêmement moderne (42,8 MF), automatisé (10 MF), et une serre d'une quarantaine de 10 MF. De plus, le Japon est le plus important financier de l'IBPGR.

Ministères	1982	1983	1984	1985	1986	1987
AST	-	-	1 823 (1) (21,2)	63 (0,73)	23 (0,2)	50 (0,3)
MITI	-	20 (0,76)	22 (0,8)	485 (2) (10)	708 (2) (12,15)	251 (2) (4,06)
Éducation	-	-	103 (0,75)	110 (0,58)	118 (0,8)	128 (0,93)
Santé	1014 (0,90)	1044 (0,95)	1001 (3) (0,39)	1019 (3) (0,39)	1032 (3) (0,30)	1041 (3) (0,20)
Agriculture	non disponible (900 millions environ en 1987)					
Environnement	-	-	52 (100)	48 (100)	43 (49)	37 (38)

(1) Dont 1 282 millions affectés à la construction d'une gènothèque au Riken Institute ; AST : Agence pour la science et la technologie.

(2) Dont 209 millions de yen (1985), 196 millions (1986) et 147 millions (1987) affectés à la construction d'un laboratoire de culture de cellules végétales et animales.

(3) Autre source : 280 millions de yen (1985), 370 millions de yen (1986), 285 millions de yen (1987).

Par ailleurs le Japon est fortement engagé dans des actions au niveau international : il est le principal financeur de l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) à qui il verse plus de 20 % (environ 7 MF) de son budget annuel, et avec qui il mène des projets spécifiques ; il est engagé également dans des accords bilatéraux d'échanges avec le Mexique, la Colombie et les Philippines

Le matériel des banques est réparti en 3 types de collections :

- collections de travail, dont le matériel est en cours d'identification et d'évaluation et sert souvent à des programmes de recherche ;
- collections de base, contenant des échantillons bien identifiés, évalués, enregistrés, et jugés intéressants pour des applications futures ;
- collections actives, issues des collections de base, et disponibles sur catalogues et/ou bases de données.

Les collections de base sont centralisées, les autres étant réparties entre différents instituts de recherches.

#### **Place et rôle des différents ministères**

Le principal programme du MAFF, le *gene bank Project*, lancé en 1983, n'a démarré qu'en 1985, après une redéfinition des objectifs et du budget. Le National Institute of Agrobiological Resources y occupe une place importante, puisqu'il possède les collections de base de 3 des 5 secteurs : les plantes, les micro-organismes et les animaux. Il possède une coordination et trois départements, dont un administratif et deux de recherches, dont les fonctions sont bien différenciées :

- l'un s'occupe de la gestion de l'information génétique et des bases de données, avec 5 laboratoires et 18 chercheurs : Plant germplasm introduction, plant germplasm evaluation, microorganism germplasm evaluation, animal germplasm evaluation, information management ;

- l'autre s'occupe de la conservation du matériel et des collections, avec 5 laboratoires et 13 chercheurs : Seed preservation, plant and Tissue preservation, Microorganisms germplasm preservation, Animal germplasm preservation, Germplasm storage center. Il effectue des recherches sur la mise au point de techniques. Il travaille en particulier sur les techniques de cryoconservation (conservation par l'azote liquide) des graines et tissus végétaux, et des semences et tissus de porcins et d'ovins. Le MAFF a versé au NIAR 16 MF en 1985 et 40,5 MF en 1988 pour les ressources génétiques. Parmi les gros investissements de cette période, citons la construction d'un centre de dépôt très moderne (coût : 42,8 MF) , automatisé (10 MF), et d'une serre d'isolement (10 MF).

Le ministère de l'éducation a été le premier à se préoccuper des ressources génétiques au Japon, sur la pression de ses chercheurs. Les collections, très nombreuses et variées, sont disséminées dans 172 universités et laboratoires de recherche, et servent exclusivement à des fins de recherche. Le financement annuel de ces collections, hors recherches, s'élève à environ 5 MF. Il est en augmentation lente (7%) mais régulière. Le National Institute of Genetics de Mishima a changé de statut en 1984 pour devenir le

noyau de rassemblement et de distribution des informations pour les universités.

Le ministère de l'industrie et du commerce extérieur (MITI) s'occupe de collections destinées principalement aux biotechnologies : micro-organismes, cellules animales et humaines, à travers le Fermentation Research Institute. Ce centre a la particularité d'être l'unique centre international de dépôt d'organismes brevetés au Japon, conformément au traité de Budapest<sup>2</sup>. Le MITI a versé 32 MF entre 1984 et 1986 pour l'agrandissement du centre, et 22 MF supplémentaires entre 1985 et 1987 pour la construction d'un laboratoire pour les plantes et les animaux, qui accepte des manipulations jusqu'au niveau P2.

Les collections de l'Agence pour la science et la Technologie sont rassemblées au sein du RIKEN (Institute of Physical and Chemical Research), qu'elle finance à 90%, les 10% restants provenant de fonds privés. Celui-ci possède deux sites : l'un à Wako-shi, près de Tokyo conserve les organismes en voie de disparition et effectue des études de taxonomie systématique et recense les collections japonaises sur bases de données. ; l'autre à Tsukuba conserve les espèces destinées aux applications futures : collection de secours du premier, entièrement dupliquée, collection de cellules animales, humaines et de gènes. Le RIKEN a un budget annuel de 15 MF environ et a investi 51,3 MF en 1984 dans la construction d'une gènothèque.

Le ministère des finances possède une collection de micro-organismes pour la fermentation alcoolique, saké en particulier.

Enfin l'Agence pour l'environnement collectionne les bactéries, microalgues et protozoaires pouvant avoir un intérêt pour l'environnement : elle est la seule à s'intéresser particulièrement aux microalgues, pour leurs applications multiples : dépollution, haute valeur nutritive, production de métabolites intéressants, etc.

Comme on le voit, les Japonais s'intéressent énormément aux micro-organismes, et la participation très importante des sociétés privées à ces collections confirme cet intérêt. Mais les autres règnes ne sont pas en reste, bien que plus centralisés. Le MAFF a répertorié 130 de ces sociétés : 44 ont des collections végétales, 9 des collections d'animaux, 8 d'algues, 82 de micro-organismes, dont 41 pour l'agro-alimentaire, 18 de cellules végétales, 41 de cellules animales, 30 de gènes. Il est très difficile de connaître le contenu de ces collections, chaque société craignant la concurrence au niveau national. On peut dire cependant que ces collections sont anciennes, très nombreuses ; elles sont très spécialisées, car liées aux activités spécifiques des entreprises. Elles possèdent un grand nombre de mutants, de souches ou de variétés "travaillées". Elles représentent le patrimoine de sociétés et sont entourées de grandes précautions. Les sociétés bénéficient cependant du soutien des collections publiques qui leur fournissent le matériel qui leur manque et forment leurs personnel.

Examinons la situation par règne.

---

<sup>2</sup> Le traité de Budapest, signé par 22 pays en avril 1977 et mis en application le 19 août 1980, définit les procédures de dépôt de brevets sur les micro-organismes. En particulier, les micro-organismes faisant l'objet d'un brevet ou intervenant dans un procédé breveté doivent être déposés dans une banque.

## Les micro-organismes

246 000 souches dans les ministères, 6 000 dans les préfectures, 161 500 (estimées) dans le secteur privé.

Pour le MAFF, l'objectif est la collection de tous les micro-organismes au sens large (y compris les gènes, adn et arn) en relation avec la production agricole. Centralisée au NIAR, la collection de base devrait atteindre 13 000 souches en 1992. Les banques secondaires sont distribuées dans 12 instituts dont les activités sont : recherche agronomique, sciences agro-environnementales (membre de la JFCC), industrie animale, graminées fourragères, arbres fruitiers, légumes-thé-plantes ornementales, sériciculture, santé animale (membre JFCC), alimentation, forêt et produits dérivés, aquaculture et pêche. Les collections sont gérés en fonction de leurs objectifs : environnement (organismes pathogènes de végétaux, microflore du sol, etc, en tout 255 191) animaux (pathogènes, 953), alimentation (1366)(*tableau*). Les modes de conservation varient entre la lyophilisation (bactéries, le froid mécanique (+4 ou -80°C à 30% d'hygrométrie, selon la durée de conservation désirée) et l'azote liquide (longue durée). Le NIAR possède un laboratoire P3. Un projet spécial de 3 ans sur la préservation à long terme a donné lieu à la publication en 1987 d'un manuel pour standardiser les procédures.

C'est au sein du ministère de l'éducation que la *Japan Federation for culture collection* a été créée, en 1951. En 1985, le Mombusho évaluait à 318 le nombre d'espèces différentes de micro-organismes et à 205 000 le nombre d'échantillons dans ses collections. Les informations sont centralisées à la *Science Information division* du *Science and international affairs bureau* du ministère.

Le *National Institute of Genetics* de Mishima a changé de statut en 1984 pur devenir le noyau de rassemblement et de distribution des informations pour les universités. Il est organisé en différentes sections. Celle qui gère les micro-organismes possède l'unique collection japonaise de souches caractérisées génétiquement. Elle comporte 11 000 souches répertoriées sur bases de données, et publie un catalogue sur sa collection d'*Escherichia coli* incluant la carte génétique, une liste de marqueurs, un classement des souches par marqueur, la liste des mutants conservés, et la description des moyens de conservation.

L'un de ses centres, le DNA research Center, construit une base de données sur l'ADN, équivalente à celles de Los Alamos aux USA et de l'EMBL (laboratoire européen de biologie moléculaire) de Heidelberg.

Parmi les centres les plus réputés, on cite le Nodai Research Institute - Culture Collection, Tokyo university of Agriculture, qui héberge en particulier la JFCC; il possède environ 4500 souches de micro-organismes liées à la fermentation ou aux maladies des plantes. Sa collection de bactéries lactiques est très réputée.

Le Fermentation Research Institute du MITI conserve, on l'a vu, tous les micro-organismes et cellules faisant l'objet de brevets, à l'exception cependant de ceux pouvant être dangereux pour l'environnement ou la santé, et de ceux nécessitant un confinement P3 ou P4. Près de 900 micro-organismes y sont déposés chaque année, et la collection en compte environ 10 000.

L'Agence pour la science et la technologie possède le RIKEN, qui s'est donné pour tâche principale de développer des bases de données sur les banques japonaises, et de participer aux grandes bases internationales : Le World data Center de la World Federation for Culture Collection (programme MIRCEN de l'UNESCO, auparavant situé en Australie, est installé depuis 1986 à Wako-shi).

La collection du RIKEN, *Japan Collection of Microorganisms*, créée en 1980, comprend 6000 souches dont 4000 disponibles parmi lesquelles de nombreuses bactéries anaérobies, des moisissures et des levures. Le centre de Tsukuba possède en outre une banque de gènes, et un laboratoire de niveau de sécurité P4.

La banque du ministère des finances est située au National Institute of Brewing et possède environ 2000 souches.

L'Agence pour l'environnement, dont la collection est située au *National Institute for Environmental Studies (NIES)*, publie un catalogue sur sa collection de microalgues. L'envoi d'une souche coûtait 360 F en 1988.

Enfin, il faut mentionner que la JFCC, qui ne cesse de croître depuis sa création, comptait 25 membres affiliés, 252 individuels et 45 donateurs (des industriels) en 1988.

Du côté des industriels, de nouvelles structures voient le jour sous l'impulsion d'associations comme la JBA (*Japan Bio Industry Association*, appuyée par le MITI) ou le BRAIN (*Bio-oriented Research Advancement Institute*) à l'initiative du MAFF. Ce dernier a été en particulier à l'origine, avec douze Brasseurs dont Kirin Breweries, Asahi Breweries, Suntory et Kyowa Hakko, du *Brewing Micro-organism Heredity Resource Development Center*, qui met en place une banque de micro-organismes.

Au niveau privé, d'après une enquête du MAFF en 1985, on compte 82 collections de micro-organismes, dont 42 pour l'agro-alimentaire.. L'ensemble totalise 161 540 échantillons. Quinze d'entre elles seulement ont des collections supérieures à la moyennes (2000), et possèdent donc la majorité des ressources privées. Quatre disposent de collections de plus de 10 000 souches parmi lesquelles : Ajinomoto, Kyowa Hakko et Kirin Breweries. On peut y ajouter, à part, l'institut de fermentation d'Osaka, fondation à but non lucratif dépendant du Mombusho mais qui entretient des relations très étroites avec Takeda Chemical Industries.



### **Les ressources génétiques végétales**

Dans ce domaine, la situation est un peu moins complexe, les collections publiques étant réparties entre seulement 2 ministères : le MAFF et le Mombusho.

Le nombre d'échantillons conservés est comparable à celui des micro-organismes : 368 300 échantillons répertoriés au total, dont 240 200 sous l'égide des ministères, 71 800 (un chiffre conséquent) au niveau des préfectures et 56 300 en collections privées.

Dépendant du MAFF, le NIAR sert de collection de base pour les ressources végétales. Pour les collections secondaires on trouve 8 instituts de recherches dans les domaines suivants : agronomie, arbres fruitiers, graminées fourragères, thé-légumes-plantes ornementales, génie agricole, sériciculture, agriculture tropicale, semences et organes de multiplication. La répartition des tâches est décrite dans le tableau 3. Deux types de priorité ont été définies : usage industriel et protection des espèces ou variétés menacées. Les acquisitions proviennent d'une part de programmes spécifiques menés avec l'IBPGR : prospection des populations de Papouasie nouvelle Guinée en 1987, budget 500 000 F, prospection de Citrus en Asie du Sud Est, budget 550 000 F, versé par le MAFF à l'IBPGR ; d'autre part des accords bilatéraux d'échanges avec d'autres pays.

6000 nouveaux échantillons ont été introduits au Maff entre 1981 et 1986. Il compte actuellement 121 600 entrées, dont 50 000 environ en collection de base au NIAR. Le centre de stockage, construit dans le cadre du *Gene Bank Project*, est entièrement automatisé : les échantillons arrivent dans des bouteilles en vinyl manipulées automatiquement par robot et chariot. Le centre a une capacité de 150 000 échantillons.

Les collections de base sont conservées dans des boîtes de conserve hermétiques, leur taux d'humidité ayant été descendu progressivement autour de 7%. La conservation à long terme se fait à - 10°C, la conservation des collections actives est réalisée à -1°C. en flacon de vinyl. La distribution de matériel, réservée aux organismes de recherche publics jusqu'en 1986, est désormais ouverte aux acheteurs potentiels. En 1987, 42125 variétés de 230 espèces étaient disponibles sur catalogue, au prix de 225 F l'échantillon. Des bases de données existent, qui informent sur l'identité des variétés et leurs utilisations potentielles.

Dans l'ordre des priorités données aux 95 700 espèces conservées en 1986 sous forme de graines, citons : le riz, le blé, l'orge, les haricots, les graminées fourragères, les légumes ; parmi les 25 900 variétés conservées sous forme de plantes : les fruitiers, le thé, les racines et tubercules, les fourrages, le mûrier, les plantes ornementales et les divers.

Il n'est pas possible de connaître le niveau de duplication des collections du ministère de l'éducation entre elles et avec celles du MAFF. Les mêmes espèces y sont représentées, avec 205 000 entrées, réparties entre 125 universités et instituts de recherche. Environ 42 d'entre eux ont des collections de plus de 1000 types. Parmi les plus importantes, citons la collection du National Institute of Genetics, qui comporte 11 000 échantillons, dont 10 000 de riz, celle de la faculté d'agriculture de l'université de Kyoto, très réputée, qui a été classée collection de base par l'IBPGR, en particulier pour les céréales (blé, maïs et autres : 8800) ; celle de l'université de Tokyo possède de

nombreuses plantes de la famille du blé (6881) ; l'université d'Okayama possède une collection de 4538 orges cultivées et 271 sauvages ; la collection des crucifères (choux, colza, etc) est à l'université de Tohoku (315), celle du sésame à Toyama (389), etc.

En ce qui concerne les collections privées, 44 sociétés ont déclaré posséder des collections de plantes, et 33 des collections de graines, avec une moyenne de 1300 et 1400 échantillons. Des sociétés se créent cependant, dont deux sous l'égide de BRAIN.

Hokkaido Green Bio Kenkyusho (créée en 1986, 12 chercheurs et techniciens) est chargée d'étudier la résistance aux basses températures de blés, de haricots et de riz, et de les améliorer par génie génétique. Elle est financée à 70 % par le Brain, par la préfecture de Hokkaido et 5 associations d'agriculteurs de la région.

Kakkô Mai Ikushu Kenkyusho (Rice Breeding Center for Sake) est financée par de nombreux industriels. Fondée par le BRAIN, Japan Tobacco industries, Kirin Breweries, Tohoku Denryoku (énergie électrique), l'association des brasseurs japonais et celle de Tokyo, et l'association pour l'évaluation des céréales : Elle est financée à 70% par le BRAIN, sur un budget total de 3,8 millions de francs pour 7 ans. Elle travaille, avec 8 chercheurs et techniciens, à l'amélioration des variétés de riz entrant dans la fabrication du saké : baisse du taux de protéines, meilleure résistance aux climats, etc, et aux techniques de conservation par le froid.

### Animaux

Il existe au Japon un programme de conservation des ressources animales. Il est cependant beaucoup plus limité que pour les deux règnes précédents. Quant aux produits de la pêche, ils recouvrent des ressources très spécifiques.

La Banque centrale, pour les animaux, est le NIAR. Elle conserve dans l'azote liquide des semences et embryons de 590 races, c'est à dire des bovins, et pour 80%, des oeufs fécondés de vers à soie (à 0°C) Les espèces non conservables *in vitro* sont gardées en pâturages : bovins, ovins porcins, races étagères. Des recherches sont menées, en outre, sur la conservation *in vitro* des ovins et des bovins.

Sous l'égide du Mombusho, 336 races ou espèces d'animaux sont conservées, et font donc l'objet de recherches. Il faut sans doute enlever de ce total les 151 types de ver à soie du national Institute of Genetics;

### Produits de la pêche

Les produits de la pêche sont rassemblés au National Research Institute of Aquaculture de Mie : les ressources consistent en une grande variété d'organismes liés à l'aquaculture : algues responsables des "marées rouges"(30), aliments pour poissons et coquillages, bactéries et virus pathogènes. Et bien sûr, des études sont menées sur la conservation du sperme des poissons.

## Conclusions

Le système japonais montre bien les différences fondamentales d'intérêt entre les sociétés privées et les organismes publics. L'ensemble des activités de préservation est organisé surtout en fonction des grands secteurs économiques nationaux, qui se recoupent souvent, mais bien différencié des préoccupations de préservation des écosystèmes. En revanche, le Japon finance sans hésiter les programmes internationaux.

## D - L'Europe

Au sein de la CEE, un groupe de travail interprogrammes étudie actuellement la question des ressources génétiques. Ce groupe considère que les collections pourraient être en péril, du fait des priorités budgétaires des organismes de recherche et des semenciers privés.

La plupart des travaux en Europe ont porté sur la constitution de collections ou de banques servant de réservoir génétique pour l'amélioration des plantes. Les différents pays d'Europe peuvent être classés selon l'ampleur et la nature de leur activité, qui semble très liée à la puissance de l'industrie semencière : une collecte et une conservation active pour les Pays Nordiques, la RFA, la France, la Suisse, les Pays Bas, et peut-être la Grande Bretagne ; l'existence d'une diversité génétique considérable et de races locales, encore cultivées, dans certains pays méditerranéens (Espagne, Grèce, Italie, Portugal, Turquie), nécessitant une collecte ; un centre d'origine des espèces européennes, la Turquie, déjà largement prospecté par les "chasseurs de gènes" étrangers. Les pays des deux dernières catégories, moins développés, ont encore besoin du soutien de l'IBPGR et de la Communauté européenne

Deux attitudes différentes, bien que complémentaires, ont prévalu selon les pays : dans les uns, les efforts ont porté principalement sur la constitution de collections et leur conservation à long terme, sur la caractérisation du matériel récolté et sur la mise au point de banques de données. Dans les autres, l'entretien de collections à des fins de recherche a été plus souvent accompagnée d'une évaluation agronomique du matériel.

## Les ressources génétiques végétales

La plupart des activités sur les ressources génétiques ont été stimulées dès 1959 par l'organisation Eucarpia, association européenne pour l'amélioration des plantes, dont la section "Espèces sauvages et formes primitives" devint ensuite la section des ressources génétiques. Elle soutint fortement la conférence de la FAO, en 1961 à Rome, intitulée *FAO Conference on Plant Exploration and Introduction*, et fit des propositions pour l'établissement de banques de gènes destinées à couvrir l'ensemble des zones agroclimatiques d'Europe : le Nord-Ouest à Braunschweig (RFA), le Sud-Est à Bari (Italie) et à Izmir (Turquie), le Nord, et en particulier les régions scandinaves (sans proposition), et enfin l'Europe centrale avec 3 localisations : Leningrad (URSS), Gatersleben (RDA), et Radzikow (Pologne).

LES CENTRES DE RESSOURCES GÉNÉTIQUES EUROPÉENS HEBERGEANT DES COLLECTIONS RECONNUES, VUS PAR LA CEE			
On peut noter que la France n'y est citée que par sa collection de vignes. De très belles collections d'espèces tropicales ont été établies en Côte-d'Ivoire par l'Orstom et le Cirad, mais elles appartiennent à ce pays. L'Inra, qui possède principalement des collections à des fins de recherche, ne possède pas de structure pour l'entretien de collections plus importantes.			
Lieu	Date de création	Fonction	Financements
Izmir (Turquie)	Fin des années 1960	National : stockage et banque de données, dans le cadre de l'Arari (1), régional	FAO, United Nations Special Fund
Bari (Italie)	1970	Dépôt régional pour le sud de l'Europe	-
Braunschweig (RFA)	1970	National : quelques espèces	Federal Centre for Agriculture
Braunschweig (RFA)	1974	Banque de gènes germano-hollandais pour la pomme de terre	Accord bilatéral Pays-Bas-RFA ; German-Deutch Commission on Agricultural Research
Braunschweig (RFA)	1984	Extension au genre <i>Beta</i>	Nouvel accord entre les deux ministères de l'Agriculture
Wageningen (Pays-Bas)	1986	Banque de données mondiale sur le genre <i>Beta</i>	Centre for Genetic Resources (accord)
Montpellier (France)	1986	Banque de données mondiale sur la vigne	Collaboration OIV (2) et station allemande d'amélioration de la betterave Geilweilerhof
Lund (Suède)	1979	Banque de gènes des pays nordiques	Conseil des ministres des pays scandinaves
? (Espagne)	1981	National : centre de conservation	Inia (3)
Tessaloniki (Grèce)	-	National : banque de gènes NGARC (4)	-

(1) Arari : Aegean Regional Agricultural Research Institute.

(2) OIV : Organisation internationale de viticulture.

(3) Inia : Institut national des recherches agronomiques espagnoles.

(4) NGARC : Centre de recherches agronomiques du Nord de la Grèce.

Les tentatives pour obtenir des aides aux échelons supra-nationaux (OCDE, CE ou autres) n'aboutirent pas. Aussi, au lieu des grands projets coopératifs de départ, ces centres démarrèrent sur des initiatives nationales (*tableau*). Ils appartiennent toujours aux pays où ils ont été créés.

Après l'installation de la FAO et de l'BPGR à Rome en 1974, le *Genebank Committee* d'Eucarpia maintint des contacts étroits avec ces instances. Le besoin d'actions concertées se fit de plus en plus sentir, les pays européens se sentant de plus en plus concernés, mais les actions engagées restèrent des initiatives nationales. Il faudra attendre 1980 pour voir naître un projet régional européen, dans le cadre du programme de développement des Nations Unies : l'*European Cooperative Programme for the Conservation and Exchange of Crop Genetic Resources* (ECP/GR).

### **L'ECP/GR : une collaboration majeure Est-Ouest**

Etabli dès 1980 comme projet régional par le programme de développement des Nations Unies (UNDP) l'ECP/GR fut d'abord coordonné par la FAO, et aujourd'hui par l'IBPGR. Vingt-huit pays européens, de l'Est et de l'Ouest, y participent. Il a pour mission d'inventorier les ressources génétiques de huit espèces cultivées dans les pays participants, et de constituer des bases de données européennes sur les plantes cultivées : il s'agit d'*Allium* (l'ail), *Avena* (l'avoine), *Hordeum* (l'orge), des graminées et légumineuses fourragères, des *Prunus* (pruniers et apparentés), tournesol, betterave et crucifères. En effet, les travaux de l'institut Vavilov en URSS montrent qu'actuellement, la variabilité génétique disponible dans les centres européens de diversification de la plupart des espèces cultivées est encore largement sous-exploitée.

### **L'Europe de l'Est et l'Institut Vavilov**

Les pays de l'Est sont très actifs dans l'exploitation des ressources génétiques végétales. Ce grand intérêt remonte à Vavilov, généticien et sélectionneur, né en 1887 et directeur dès 1920 du célèbre institut, qui s'appelait à l'époque *All-Union Institute of plant industry*.

Ce grand scientifique fut un des pionniers des nouvelles approches de la sélection, faisant intervenir dans ses études la phytogéographie, la cytologie, la génétique, la taxonomie, la biochimie et l'archéologie. Ses théories sur les ressources génétiques, basées sur les origines de l'agriculture et la domestication, sont mondialement connues. Il est à l'origine des stratégies de sélection basées sur l'utilisation de la diversité génétique. Il explora le monde entier, avec quelques collègues, collectant des variétés cultivées, des espèces sauvages, des mauvaises herbes (ou adventices), mais aussi des informations sur les pratiques agricoles, les conditions agro-écologiques, les peuples et l'archéologie des régions visitées. En 1945, la ville de Leningrad possédait 250 000 collections, 400 instituts de recherche et 20 000 chercheurs convaincus par l'enthousiasme de Vavilov. Il pensait que les régions du monde où l'on pouvait trouver la plus grande diversité pour une culture étaient celles où elle avait été domestiquée pour la première fois. Ce concept, qu'il appela loi des séries homologues, s'est trouvé toujours vérifié et est à la base de toutes les stratégies actuelles de recherches de résistance aux prédateurs et aux maladies chez les espèces sauvages. Il est mort en 1943. L'institut qui porte aujourd'hui son nom possède des collections de toutes les espèces cultivées en URSS. Le concept de centre d'origine

s'élargit ensuite au concept de centres de diversification. Les variétés de pays des régions d'extension de l'agriculture devinrent intéressantes à explorer, et riches en diversité. Ces régions ne sont pas toutes situées dans les pays en développement, et l'Europe en compte un bon nombre de très intéressantes : le blé et l'orge ont été sélectionnés pendant des décennies sur ces bases. Vavilov réalisa ses collections à une époque où les variétés de pays étaient très cultivées. Une période obscure suit, dominée par la pensée de Lyssenko, avec un très faible développement de la génétique. On dispose de peu d'informations sur cette époque.

Aujourd'hui l'institut Vavilov des plantes industrielles a une activité très importante en ressources génétiques, et s'appuie sur la démarche de Vavilov : son activité principale est la collecte (Department of Plant introduction) et l'introduction de nouveaux échantillons ; chaque espèce est étudiée dans une approche globale, en relation avec celles qui lui sont proches.

Cet institut entretient des relations étroites avec les sélectionneurs sur des programmes spécifiques. Il possède un laboratoire de test de viabilité des semences. Il possède actuellement 375 000 échantillons de graines et 250 000 échantillons sous forme de collections vivantes. Il est informatisé et ses descripteurs sont ceux des pays du CMEA (*Council for Mutual Economic Aid*). Il mène des recherches fondamentales sur les espèces qu'il conserve, étudie les nouvelles techniques d'études du génome et de conservation. Il entretient enfin des contacts avec les instances internationales et nationales, y compris les Etats Unis. Il semble cependant que certaines de ses collections ne soient pas exploitables.

Ajoutons qu'en Europe de l'Est, la RDA possède la collection européenne d'orges et que la Pologne a un centre très actif.

#### **Les collections en Europe de l'Ouest**

Aux niveaux nationaux, on rencontre les organisations les plus diverses, depuis des banques de gènes nationales jusqu'à des institutions qui coordonnent diverses activités. Cette situation est en pleine évolution. Les objectifs sont très différents : certaines collections rassemblent simplement les réserves disponibles au niveau national, alors que d'autres contiennent des échantillons représentatifs de la diversité génétique mondiale d'une espèce particulière.

Banques de gènes centralisées et institutionnalisées (voir tableau) : Pays nordiques (Danemark, Norvège, Suède, Finlande, Islande), République fédérale d'Allemagne, Grèce, Italie, Pays Bas, Espagne, Turquie.

Ces sept centres comportent des installations de stockage du matériel et un système central de données informatisé. La multiplication, la caractérisation et l'évaluation du matériel sont généralement effectuées en liaison étroite avec les organismes et les programmes de sélection.

Les 7 banques de gènes, qui ont adopté la convention de la FAO, offrent un accès libre à leurs collections et informations. La Grèce, cependant, demande en retour du matériel génétique de la même espèce. Toutes participent au réseau coordonné par l'IBPGR et au programme ECP/GR.

Toutes ont été constituées par décision nationale, dans le cadre soit d'un programme de recherches national, soit d'un accord bilatéral (Pays Bas-RFA) ou multilatéral (pays nordiques). A l'origine de ces programmes, des collections constituées par les différents instituts nationaux, à des fins de recherche ; elles furent transférées aux banques nouvellement créées.

La taille de ces centres est modeste : 2 à 3 scientifiques pour la RFA, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, 5 à 7 pour les pays nordiques et les Pays Bas, 12 pour la Turquie. Notons cependant que celles des Pays Bas et de RFA font partie d'un gros complexe de recherche en agronomie, et que Les Pays bas et l'Italie mènent de nombreux programmes en relation avec des sociétés semencières privées.

Tous mènent, en relation avec des organismes de coopération, divers programmes dont l'importance est difficile à quantifier. On peut cependant dire sans trop d'erreur qu'ils s'agit principalement de l'entretien des collections existantes ou disponibles au niveau national, et de la constitution d'une documentation.

Leurs moyens financiers dépendent largement de la bonne volonté et des priorités des différents programmes et instituts de recherche, en particulier pour l'évaluation des caractéristiques agronomiques. Etant données les contraintes financières croissantes auxquelles doivent faire face la plupart de ces instituts, ces moyens financiers manquent d'une assise sûre.

Ainsi les budgets des banques de gènes couvrent la maintenance du matériel et son enregistrement. Ils ne permettent pas d'assurer son évaluation, sa collecte ni la recherche. Or ces activités sont essentielles pour tout programme de ressources génétiques. Elles doivent donc être réalisées sur des financements supplémentaires. La Communauté Européenne et l'IBPGR participent à ces financements.

La CEE, dans le cadre du second programme de recherches en agronomie, de 1979 à 1983, a soutenu un programme d'harmonisation des descriptions (*Better use of gene banks*) selon les critères de l'IBPGR et, partiellement, de collecte de trèfle, de *Lolium pérenne* et de crucifères. Le programme suivant, de 1984 à 1988, a soutenu un groupe de travail sur les cultivars de pomme de terre. Quant à l'IBPGR, ses activités étant tournées principalement vers les PVD, il n'a financé en Europe que quelques activités de collecte en Espagne et au Portugal.

Neuf des 11 pays impliqués font également partie des principaux donateurs de l'IBPGR. En 1987, leur part couvrait 30 % du budget global de cet organisme (environ \$5M), soit US \$1 539 344.

*La banque des pays nordiques* est certainement la plus avancée de toute l'Europe de l'ouest. Destinée principalement à l'origine aux espèces agricoles et horticoles des pays du Nord, elle conserve aujourd'hui la collection européenne de pois (avec le centre de Bari) ; elle a aidé la banque de Gatersleben (RDA) à l'élaboration de la documentation européenne sur l'orge, et celle de Radzikow (Pologne) à mettre sur pied la documentation européenne sur le seigle. Elle possède la collection de base mondiale d'avoine, et a de nombreux programmes, en collaboration avec les pays du

Nord, pour la régénération, l'évaluation et la caractérisation des collections.

*A Braunschweig-Volkenrode (RFA)*, l'Institut des sciences des végétaux cultivés et d'amélioration des plantes (FAL) héberge la banque de gènes nationale, spécialisée dans les céréales, tubercules, légumineuses, plantes à huiles, à fibres, quelques plantes maraîchères, fourragères, médicinales et aromatiques, et quelques espèces sauvages. Elle offre près de 50 000 accès, pour 450 espèces environ. La plupart de ces collections ne sont que des collections primaires, non élaborées. Elles ne couvrent pas la totalité de la variabilité génétique de l'espèce. En revanche, les collections de betteraves et de solanées sauvages, établies dans le cadre de l'accord bilatéral entre la RFA et les Pays Bas, sont des collections de base, très documentées. Le centre de Braunschweig sert, de plus, de dépôt central pour la collection *in vitro* des cultivars européens de pomme de terre. D'autres instituts, fédéraux et régionaux, abritent des collections d'espèces maraîchères, ornementales et fruitières.. Le Geilweilerhof sert de centre pour les collections de Vitis. Un programme national a démarré pour les espèces forestières. Un programme national pour la conservation des ressources génétiques, proposé par le Pr D. F. R. Bommer, est actuellement en discussion.

*La banque de Tessaloniki en Grèce* a la responsabilité d'un programme national de conservation à long terme. Elle sert aussi de centre national de documentation. Au sein du réseau IBPGR, elle entretient les collections de base méditerranéennes de coton, de tabac et de betterave. Elle collecte, multiplie, évalue, caractérise le matériel en relation avec les instituts concernés, représentés chacun par un scientifique au sein d'un comité national. Elle a participé au programme ECP/GR par la collecte sur son territoire des espèces concernées.

*L'institut pour le germoplasme à Bari (Italie)* sert de centre national de collection et de documentation. Il est l'un des 4 centres mondiaux pour le triticum. Les collectes, multiplications, caractérisations et évaluations sont effectuées par les organismes publics concernés et les sociétés privées. Un grand programme concernant les espèces fruitières ligneuses a démarré en 1980 et implique 24 institutions scientifiques.

*Le centre de Wageningen* aux Pays Bas est une institution indépendante, qui coopère étroitement avec les instituts de recherche et les semenciers privés, en particulier pour la régénération et l'évaluation des collections. Il participe au réseau IBPGR pour la betterave, le colza et l'ail, ainsi qu'avec la RFA pour la betterave et les solanées tubéreuses sauvages. Il possède une collection très importante de laitues, et des collections primaires (pois, triticum, hordeum, fourrages, fèves, et quelques espèces potentiellement cultivables). Un programme pour les fleurs coupées et les bulbes ornementaux est en cours de discussion. Le centre mène des recherches en collaboration avec les universités et les centres de recherche de Wageningen sur la taxonomie des Beta et Solanum, la gestion des bases de données, et les interactions génotype-milieu, comme indicateurs de la variation génétique entre populations.

*Le centre espagnol* est une création du ministère de l'agriculture et des pêches, coordonnée au ministère et confié à l'institut de recherches agronomiques national (INIA).. Il possède une coordination nationale, soutenue par un comité réunissant des scientifiques des différents organismes de recherche. La principale banque de gènes est située à Alcalá de Henares, près de Madrid. Elle est responsable de la collection européenne de lupins, de crucifères, \*cucumis et \*citrullus sauvages, ainsi que des



racés locales des différentes céréales et légumineuses. Le pays lui-même, tout comme le Portugal, est par ailleurs riche d'une diversité génétique considérable qui n'a pas encore été collectée.

*L'ARARI en Turquie* possède un centre de stockage et de documentation national à Izmir. Huit groupes de plantes y sont collectés, multipliés et évalués en collaboration avec les instituts de recherche et les universités. La Turquie est par ailleurs un grand centre de diversité pour le blé, les crucifères, diverses espèces maraichères et fruitières, etc. Elle ne possède pas de limitation particulière pour l'usage de ces ressources, excepté pour le tabac, la figue, le raisin, la noisette et la pistache, soumises à certaines réglementations. Toute collecte nécessite l'accord préalable de l'ARARI.

### Les programmes de coordination nationaux

L'Autriche, la Belgique, Chypre, la France et le Portugal ne possèdent pas de centres, mais un programme national de coordination des ressources génétiques.

Ces programmes sont principalement tournés vers la collecte et la conservation du matériel disponible au niveau national. Ils ont pour objectif principal le maintien de populations sources en évolution active, pour la création d'une diversité génétique utilisable en amélioration des plantes.

C'est *la France* qui a la coordination la plus centralisée, et l'objet principal de cette centralisation est l'information disponible

Les budgets de ces programmes sont difficiles à évaluer : ils proviennent des budgets de recherche des différents instituts qui y participent et sont, là encore, en compétition avec les autres priorités de recherche. En France, cependant, le bureau des ressources génétiques peut établir des priorités et orienter des fonds. Rappelons néanmoins que son budget annuel n'est que de 800 000 FF.

*L'Autriche*, du fait de la diversité de ses climats, possède cinq instituts indépendants en des zones géographiques distinctes, sous la houlette de la banque de gènes autrichienne des plantes cultivées (OGK) Ils possèdent leurs propres collections, qui couvrent toutes les espèces traditionnellement cultivées en Autriche. Les variétés locales de céréales, de quelques fourrages et de légumes y sont notamment conservées. Ces collectes ont démarré dès les années 20, et entre 1960 et 80, toutes les variétés locales encore cultivées ont été collectées. On y trouve également des collections plus modestes de *Phaseolus* (le haricot), de cultures à usage industriel, de plantes médicinales et de certaines espèces ligneuses fruitières. Un petit nombre de cultivars des pays voisins y sont également maintenus. Les informations sont fournies par les différents instituts.

*En Belgique*, c'est le ministère de l'Agriculture qui est chargé de coordonner les travaux, depuis l'implication du pays dans le programme ECP/GR. Le jardin botanique national est chargé d'établir une base de données. Les instituts de recherche sont incités à collecter et à maintenir la diversité génétique. Les collections répertoriées sont principalement celles des sélectionneurs privés. Une exception, la collection de *Phaseolinées* sauvages appartenant à la faculté des sciences agronomiques et reconnue par l'IBPGR comme une collection de base. Très remarquables aussi sont la collection de 2000 clones de peupliers en cours

## LF RESEAU MINF

Country	Acronym	Town	Approx. nr. of holdings	Microorganisms
Belgium	LMG	Ghent	8 000	(Bacteria)
	MUCL	Louvain-la-Neuve	15 000	(Fungi and yeasts)
	IHEM	Brussels	6 000	(Fungi and yeasts)
France	LCP	Paris	3 000	(Fungi)
	CFBP	Angers	2 900	(Phytopathogenic bacteria)
	CNRZ	Jouy-en-Josas	800	(Lactic acid bacteria)
	ADRIA	Villers-Bocage	200	(Lactic acid bacteria)
Italy	DBVPG	Perugia	3 000	(Yeasts)
Spain	CECT	Burjasot-Valencia	2 000	(Bacteria, fungi, yeasts)
Greece	ATHU-M	Athens	200	(Fungi)
	ACA-DC	Athens	80	(Lactic acid bacteria)
	BPIC	Kiphissia, Athens	300	(Plant pathogenic fungi)
	BPIC	Kiphissia, Athens	1 000	(Plant pathogenic bacteria)
Netherlands	CBS	Baarn, Delft	38 200	(Fungi, yeasts, actinomycetes)
	LMD	Delft	2 500	Bacteria)
	Phabagen	Utrecht	3 500	(Plasmids, bacterial mutants)
	CDI	Lelystad	1 400	(Animal pathogens, Mycoplasmas)
	KIT	Amsterdam	210	(Leptospira)
	PD	Wageningen	1 200	(Bacteria, plant pathogens)
	LMW	Wageningen	1 200	(Bacteria: agricultural species)
United Kingdom	RIVM	Bilthoven	3 100	(Bacteria, bacterial serotypes)
	ECAAC	Porton Down	350	(Animal cell lines)
	CCAP	Ambleside and Porton Down	2 000	(Algae and protozoa)
	NCTC	Colindale, London	4 000	(Medical bacteria)
	NCIMB	Aberdeen	3 800	(Industrial bacteria)
	NCFB	Reading	2 000	(Food bacteria)
	NCPF	Colindale, London	830	(Medical fungi)
	NCWRF	Watford	530	(Wood rotting fungi)
Federal Republic of Germany	CMI	Kew	13 500	(Filamentous fungi)
	NCYC	Norwich	2 000	(Yeasts)
Federal Republic of Germany	DSM	Braunschweig	7 000	(Bacteria, plasmids, fungi, yeasts, plant viruses, plant cell cultures and animal cells)
	IGC	Oeiras	1 400	(Yeasts)
Total			132 100	

d'évaluation à la station gouvernementale de production de peupliers, et la collection de 2100 cultivars d'arbres fruitiers collectés en Belgique depuis 1975 et étudiés pour leurs résistances aux maladies et leur qualité à la station de pathologie végétale de Gembloux. Du matériel de cette collection a été diffusé pour la production domestique ou commerciale.

*A Chypre*, les activités sont coordonnées par l'institut de recherche agronomique de Nicosia, et ont démarré officiellement en 1978 avec la collection de blé dur et d'orge anciens, tout en continuant à être d'abord concernées par les variétés locales. La caractérisation et l'évaluation sont effectuées dans le cadre des programmes de sélection.

*Le Portugal* a mis en place un programme officiel en 1976, avec l'aide de l'IBPGR, au département de génétique de l'*Estacao Agronomica Nacional* d'Oeiras. L'objectif initial était la collecte de la diversité génétique, au Portugal de différentes espèces cultivées : blé, orge, lupins, maïs, quelques espèces marichères et fourragères. A partir de 1979, l'Etat portugais a pris les relais des financements. Le matériel à collecter est encore important. Des installations de stockage à Braga, dans le nord, sont destinées à recevoir le germoplasme du maïs des régions méditerranéennes. Il en existe aussi à Oeiras. La caractérisation et l'évaluation du matériel se concentrent pour le moment sur le maïs et sur les lupins (*lupinus luteus*). Un système d'information centralisé est en projet.

*La France* a une situation encore différente. Nous y reviendrons.

#### Les pays avec programmes institutionnels

L'Irlande, la Suisse et la Grande Bretagne n'ont ni collections de base, ni programme national. Leur situation est cependant proche de celle des pays possédant des programmes nationaux. La taille des deux premiers peut le justifier. Quant à la Grande Bretagne, l'un des donateurs les plus actifs de l'IBPGR, qui héberge des collections très importantes et organise un cours international à l'université de Birmingham, elle ne possède pas de structure nationale.

*L'Irlande* possède de nombreuses et petites collections de vieux cultivars et de races locales des espèces importantes pour le pays, avec un effort particulier pour les herbages et les espèces sauvages de betteraves, ces dernières en coopération avec la banque de gènes Pays Bas-RFA. La plupart du matériel de prairie a été évalué et l'informatisation des informations est en cours.

*La Suisse* s'est attachée depuis les années 20, via différents instituts et organisations, à récolter les vieux cultivars et races locales de la région nord des Alpes, et en particulier des céréales les plus importantes : blés (*Triticum aestivum*, *T. spelta*), orges. Depuis la dernière guerre, s'y ajoutent des populations de maïs, de trèfle rouge, d'herbes à fourrage et de *Vicia faba*. Plus récemment, les plantes maraichères et les anciennes variétés de vignes y font l'objet d'une attention particulière. Un coordinateur national a été récemment nommé, mais les priorités et les objectifs sont définis indépendamment par chaque institut.

*En Grande Bretagne*, l'organisation au niveau national est informelle, le contrôle des différentes activités étant dispersé entre plusieurs organisations. Le pays ne possède pas de banque de gènes nationale. Un *UK plant genetic resources group* (UK PGRG) a été mis en place, avec des représentants de chaque organisation, sans statut

officiel, le rattachant soit au ministère de l'agriculture (MAFF), soit à l'AFRC (Agricultural and Forestry Research Council). Il n'existe pas de politique nationale en la matière, ni d'exécutif à responsabilité financière. Rappelons qu'une grande partie de la recherche agronomique en amélioration des plantes a été privatisée en Grande Bretagne, mais que les ressources génétiques relèvent encore du secteur public. Les réglementations et la politique des programmes sont décidées au niveau institutionnel, les décisions relevant du domaine international étant prises par l'Overseas Development administration (OD) pour ce qui concerne la contribution à l'IBPGR, ou par le MAFF, ou encore par d'autres instances nationales, comme la division de la recherche et du développement pour l'ECP/GR, ou l'office de protection des variétés végétales pour la FAO. Les grandes collections de base reconnues par l'IBPGR sont celle de la National Vegetable Research Station pour les crucifères (choux, colza, radis...) et les aulx (*Allium*) à Wellesbourne, celle des régions tropicales arides et semi-arides des jardins botaniques royaux de Wakehurst Place. D'autres collections importantes pour les arbres fruitiers (East Malling, essais à Brogdale), pour les espèces fourragères (avec des échantillonnages systématiques de pâturages anciens) à Aberystwyth, la collection de pommes de terres du Commonwealth et des populations en évolution active pour l'amélioration des plantes. Les informations sur ces collections ne sont pas standardisées, et la privatisation en cours dans ce secteur en Grande Bretagne ainsi que la réorganisation de la recherche en un complexe institutionnel plus large rend l'avenir des ressources génétiques très incertain en Grande Bretagne. La privatisation privilégiant les bénéfices immédiats, la place des ressources génétiques en Grande Bretagne pourrait être en danger. Un institut semble en dehors de ces remaniements : il s'agit du jardin botanique royal de Kew, dont la vocation principale est la collecte au niveau international, et dont l'objectif est de contribuer à la conservation de la flore non autochtone en Grande Bretagne.

### **Micro-organismes : le réseau MINE**

Avec le développement des biotechnologies, l'intérêt des banques de micro-organismes a été le plus évident. Le réseau MINE (Microbial information Network Europe), projet de banque de données rassemble aujourd'hui les efforts de scientifiques et d'industriels, avec le soutien du Biotechnology Action Programme (programme BAP de la CEE). La France, par l'intermédiaire d'Organibio (fédération française des bioindustries), de l'Inra et du Bureau des Ressources Génétiques, vient d'y entrer à part entière après avoir remis à jour et harmonisé le recensement de ses collections conformément à ce réseau.

150 000 souches de micro-organismes ont été répertoriées dans les différents pays membres de la CEE. Il a fallu harmoniser les données et constituer une base de données informatique. Quatre pays ont initié le programme, en 1986, avec quelques bases majeures : la BCCM (*Belgian coordinated collections of micro-organisms*) en Belgique, le CAB International Mycological Institute (CMI) en Grande Bretagne, le *Centraalbureau voor Schimmelcultures* aux Pays Bas, et la RFA. Ces collections rassemblent un pool de gènes de 100 000 souches. Depuis 1988, la France, la Grèce, l'Italie et l'Espagne ont rejoint le projet MINE, et la base française a été lancée en août 1990. L'ensemble regroupe près de 150 000 souches. L'intérêt de ce projet réside non seulement dans la quantité de microorganismes qu'il concerne, mais aussi dans le fait que ces collections sont complémentaires de celles des industriels, et non des duplicats.

Des recherches sont menées sur la stabilité des souches en conservation (lyophilisation, cryoconservation). Toutes les données utiles accessibles sont enregistrées, jusqu'à la production de métabolites secondaires (antibiotiques), d'enzymes intéressantes pour l'industrie, etc. Certaines collections sont spécialisées dans la description d'outils ou de gènes intéressants pour le génie génétique. Des catalogues sont édités et l'ensemble des informations a été harmonisé pour constituer un réseau européen de données informatisées. Il est question de créer un système centralisé, au centre européen d'informations sur les collections à Braunschweig, en RFA, avec des relais dans chaque centre national. Le système d'informations du réseau MINE a été conçu pour être constamment remis à jour.

### Des propositions de recherches pour la CEE

Dans le cadre de son programme FAST (Forecasting and Assessment in Science and Technology), la CEE a organisé à Dublin en 1987 une conférence internationale intitulée : *Biological Diversity : a Challenge to Science, the Economy and Society*. Monsieur Fasella lui-même, directeur de la DG XII (Science, Recherche et Développement), avait émis le souhait que des coopérations internationales et des programmes européens soient mis en place.

En juin 1990, une réunion d'experts intitulée "*Biotechnology for improvements in assessment, conservation and utilisation of biological diversity : conservation of genetic resources*" fut organisée par la division Biotechnologies de la DG XII pour travailler sur cette question, dans le cadre du programme Biotech, consacré à la recherche fondamentale<sup>4</sup>.

Le groupe travaillant sur les ressources génétiques végétales est constitué d'un large panel d'expertises scientifiques : description de la diversité aux niveaux moléculaire et morphologiques, applications des biotechnologies à l'amélioration des plantes et à leur protection, évolution des systèmes génétiques, dynamique des populations de plantes, gestion de la diversité génétique dans les collections. Lors de sa

---

<sup>4</sup>Il nous paraît intéressant que ce type d'initiative soit située à la DGXII. En effet de nombreux projets de recherche précompétitive (programme BAP jusqu'en 1989, programmes BRIDGE, ECLAIR et FLAIR ensuite) se sont surtout attachés au développement des biotechnologies végétales. Les programmes actuellement les plus intéressants pour les ressources génétiques au sein de la DG XII sont certainement ceux qui concernent les cartographies de génomes. Délaissant, sauf pour les micro-organismes, les projets de séquençage, la CEE a pris le parti en effet d'orienter tous ses programmes vers la cartographie de différents génomes travail soutenu par des travaux de recherche fondamentale sur la physiologie du développement et de la reproduction, et de réfléchir sur leur impact éthique et social. Des espèces de différents genres ont été choisies : *la levure* : séquençage du chromosome 3 (BAP, 2,6 ME) et étude du génome (4 chromosomes, BRIDGE, 5 ME sur 3 ans) ; *bacillus* : approche stratégique pour la carte complète et le séquençage (Science, 0,872 ME de 1988 à 1993) ; *Arabidopsis* pour les plantes : cartographie et biologie moléculaire (BRIDGE, 3ME de 1991 à 1993) ; *le porc* : développement de la carte physique et génétique (BRIDGE, 1,2 ME de 1991 à 1993) ; l'homme bien sûr, avec un budget de 15 ME de 1990 à 1992, la souris (1,28 ME et la drosophile (0,872 ME) Outre les connaissances et les gènes nouveaux que ces programme devraient faire découvrir, ils devraient conduire au développement de techniques d'analyse et de marqueurs moléculaires qui pourraient bouleverser notre connaissance des êtres vivants.

dernière réunion, les 2 et 3 juillet 1990, il a émis le souhait que les biotechnologies soient améliorées pour l'étude, la conservation et l'utilisation des ressources génétiques. Quatre objectifs ont été retenus par pour les cinq prochaines années :

- D'abord, la mise au point de méthodes pour l'évaluation de la diversité, à grande échelle et de façon routinière. Une nouvelle taxonomie : la taxonomie moléculaire, doit être développée. Un certain nombre de sondes moléculaires ont été répertoriées pour différentes espèces : 1000 pour le maïs, 400 pour le soja, 1000 pour la tomate, 130 pour le poivron et la pomme de terre, 180 pour le chou, 130 pour la laitue, 100 pour l'orge, 60 pour le blé, 250 pour le riz. Des méthodes de criblage larges permettraient aux scientifiques d'identifier les populations à grande variabilité génétique et de gérer leur évolution, *in situ* ou *ex situ* : il serait intéressant de tester ainsi la diversité des forêts, des écosystèmes, des plantes médicinales, des grandes cultures et des cultures horticoles, de substances chimiques produites par les plantes et de résistances aux maladies, des relations entre populations et entre groupes d'espèces.

- Une seconde priorité serait le développement de systèmes d'information pour traiter les données moléculaires en combinaison avec les autres données disponibles. Elles permettraient d'intensifier les échanges entre les différentes expertises.

- La troisième priorité serait d'évaluer les différentes méthodes de conservation actuelles et futures, afin de déterminer leur efficacité dans les différents contextes possibles.

- La quatrième priorité pour le groupe sera l'identification de marqueurs permettant d'évaluer le potentiel de régénération des échantillons d'arbres conservés dans l'azote liquide.

Le groupe de travail sur les ressources animales, après avoir pris note de la consanguinité croissante des espèces domestiques et de la perte de populations locales, a fixé des objectifs : prévenir la perte d'espèces, de populations ou de races locales d'animaux ; prévenir la perte de gènes importants dans des races ou des stocks génétiques existants. Les techniques d'identification et de cryopréservation doivent donc être développées. Les recherches sur la cryopréservation et sur les transferts d'embryons seraient en particulier très utiles au maintien de petites populations.

Les grandes questions encore posées dans ce domaine nécessitent des recherches : comment définir la diversité génétique chez les animaux, comment augmenter nos connaissances de cette diversité, quels sont les besoins en conservation et quelles espèces protéger. Outre les espèces sauvages, certaines espèces domestiques ont été choisies comme modèles : les porcins, sauvages et domestiques, pour comparaison ; chez les bovins, la Holstein américaine (répandue dans le monde entier), la race européenne laitière noire et blanche, en voie d'extinction en Europe de l'Ouest, la race africaine N'Dama tripanotolérante, pour comparaison ; les races aviaires (de très nombreuses données physiologiques et génétiques sont disponibles) ; chez les poissons, les salmonidés.

En ce qui concerne les ressources microbiennes, dont on estime connaître environ 10 % des espèces, les efforts devraient porter sur l'isolement, la culture et la caractérisation taxonomique de nouvelles espèces et souches. Les recherches pourraient se concentrer sur les espèces résistant à des stress de l'environnement, ou susceptibles d'érosion ; l'étude des mécanismes écologiques provoquant des pertes de populations

devrait être entreprise, ainsi que l'action de l'homme sur ces populations ; enfin les échanges de gènes et de fonctions entre souches ou espèces devraient être étudiés de façon plus systématique. Toutes recherches développées à ces fins seraient alors utiles.

Ces études pourraient faire l'objet de collaborations entre les instances internationales, les organismes européens et les pays en développement.

Afin de coordonner les différentes approches des ressources génétiques au sein de la Commission des Communautés Européennes, un groupe rassemblant des experts des différents programmes et services a été constitué, à l'initiative de la division biotechnologies de la DGXII. Y sont impliqués tous les programmes et divisions concernés par l'environnement, l'agriculture (y compris les forêts et les pêches), l'industrie (principalement des biotechnologies), et ayant une responsabilité dans les programmes de recherche ou la mise au point de réglementations<sup>5</sup>.

Un autre réseau d'informations sur les habitats naturels et les ressources végétales en Europe est également en cours.

### Conclusions

Aucun pays ne pourra assurer le maintien de la diversité génétique de toutes les espèces. Par ailleurs, la plupart des espèces cultivées en Europe, excepté les espèces forestières et de prairie (dont nous avons peu parlé dans ce rapport) sont originaires des pays du Tiers Monde. Les ressources génétiques sont un enjeu des dialogues Nord Sud sur le contrôle des ressources naturelles. Nombre de pays d'Europe ont un rôle modérateur dans ce type de confrontation. L'Europe peut donc apporter une contribution importante dans l'élaboration d'un réseau et d'une politique efficaces, et ouvrir sa politique agricole aux ressources planétaires.

---

<sup>5</sup> Le secrétariat de ce groupe est installé à la DG XII.

## E - Les ressources génétiques en France et leur organisation: points forts et faiblesses.

*"Il est particulièrement ironique de constater que la France, nation connue pour sa forte centralisation bureaucratique depuis Napoléon et sa propension aux projets grandioses - et souvent magnifiques -, ait entrepris la conservation du matériel génétique de façon si décentralisée. On peut accentuer l'ironie en constatant que les USA, avec leur goût pour la décentralisation, ont pris la voie opposée."*

remarque a été faite par un expert américain du Committee for Agricultural Research Policy<sup>6</sup>, en 1989.

En France, la conservation des ressources génétiques relève de 3 ministères (agriculture, environnement, recherche et technologie), et concerne 7 organismes de recherche : Inra, Orstom, Cirad, Cnrs, Ifremer, Institut Pasteur, Muséum d'histoire naturelle, plusieurs universités, l'ONF, les parcs naturels, les jardins et conservatoires botaniques, 112 sociétés de semences (celles qui ont une activité de recherche) sur les 765 existantes, les instituts techniques des différentes espèces animales, et, pour les micro-organismes, la plupart des sociétés de fermentation. On peut leur ajouter l'activité non négligeable de certaines associations bénévoles (comme la société de pomologie ou certaines associations régionales) et des parcs naturels. L'ensemble trouve un point de rassemblement dans le Bureau des Ressources Génétiques, localisé au Muséum et appartenant aujourd'hui au Ministère de la Recherche et de la Technologie. Au Muséum également, le secrétariat faune-flore, qui dépend du ministère de l'environnement, établit des recensements des espèces sauvages. Le ministère de l'agriculture n'intervient que ponctuellement sur les ressources génétiques, dans le cadre de programmes concernant les espèces sur lesquelles il a établi des priorités (voir programmes maïs et blé).

Le premier rapport important présenté en France au gouvernement date de 1980 (rapport de MM Vissac et Cassini au ministère de l'agriculture). Il attribue l'érosion du capital génétique à 3 effets de l'agriculture moderne : la spécialisation, la marginalisation et la pollution. Il remarque que les gains de productivité obtenus récemment proviennent d'une base génétique très réduite et que les sélectionneurs se préoccupent principalement du court terme. La conservation des ressources génétiques, affaire de long terme, peut apporter un certain nombre de bénéfices : meilleure adaptation des plantes, exploitation des zones marginales, et production d'énergie renouvelable. Y est ajouté le rôle de la France dans la production de semences pour le Tiers Monde. Parmi les actions de conservation en cours, figurent la collection de toutes les variétés du catalogue du GEVES (Groupe d'Etudes et de Contrôle des Variétés et des Semences), organisme habilité à l'étude des variétés nouvelles proposées à l'inscription en catalogue, les collections de travail des chercheurs, les collections de graines d'arbres forestiers de Nancy et d'Orléans, et plusieurs arboretums conservant des plantes vivantes.

<sup>6</sup>L. Bush (1989) Remembrance of things past (and future) Plant germplasm conservation in France, Annual congress of Rural Sociological Society, Seattle, Washington.



Les auteurs concluent en regrettant que "le capital génétique exceptionnel de la France n'ait pas été l'objet d'une politique de concertation à la hauteur du problème". Ils proposent alors la création d'une organisation à l'échelle nationale pour la documentation, la recherche (en particulier sur les méthodes), la conservation à basse température et la coordination régionale. Le rapport comporte également la position d'un scientifique et sélectionneur, Max Rives : "L'importance des ressources génétiques a toujours été reconnue par les sélectionneurs : ils ont maintenu pendant très longtemps ce qu'ils appellent avec modestie et sans prétention des collections, afin de pouvoir disposer en permanence de la variabilité génétique dont ils savent qu'ils auront besoin ultérieurement". La biologie moléculaire, en soulignant l'importance des interactions entre gènes, introduit la notion de variabilité génétique. Le *germplasm* cède la place aux ressources génétiques et le progrès génétique actuel devient le fait, non plus de gènes majeurs isolés, qui ont déjà été sélectionnés dans les variétés modernes, mais de centaines de gènes dits mineurs. Sa version actuelle de cette analyse est que les zones de chromosomes mises en évidence par les techniques de marquages du génome (RFLP) correspondent sans doute à ces gènes majeurs connus des généticiens quantitatifs. Max Rives met en garde contre la gestion statique, dans les banques, des ressources génétiques, et insiste sur la nécessité de deux étapes distinctes dans la création de variétés : un travail initial de mise en valeur des ressources en collections, préalable à l'intervention du sélectionneur-créateur de variétés. Et de conclure que "chaque nation doit prendre ses responsabilités, sous peine de tomber sous la dépendance du pouvoir variétal des autres pays".

Cependant l'histoire des ressources génétiques en France est fortement liée aux actions d'André Cauderon. Sélectionneur de maïs et d'orge, inspecteur général de l'Inra puis directeur du bureau des ressources génétiques, aujourd'hui secrétaire général de l'académie d'agriculture, a marqué la conception française des ressources génétiques. En particulier, il tente de relier les préoccupations immédiates des sélectionneurs au souci pour la diversité biologique : "les espèces non directement utilisables par l'homme deviennent inutiles, mais essentielles pour la biosphère et la survie de l'homme". Il déclare dans Le Monde en 1989 qu'il faut "laisser une place aux autres espèces vivantes tout en protégeant l'environnement " et à propos des collections, en 1984 qu'il "est également nécessaire de maintenir vivant l'intérêt de l'homme pour le trésor que représente la diversité".

Ce courant de pensée a différentes variantes dans la recherche française : un grand intérêt pour les relations génétiques entre populations *in situ* et leur écosystème, montrant que les gènes circulent entre les variétés locales cultivées et les mauvaises herbes de la même espèce ; le concept de complexe d'espèces montre l'avantage des collections en évolution active (J. Pernès). Les biotechnologies permettent de mettre au point de nouvelles méthodes pour la valorisation de la diversité génétique dans du matériel utilisable en sélection : les cultures de pollen après croisements créent de individus homozygotes, la fusion de protoplastes permet des transferts de chromosomes entiers, ou rend possibles de nouveaux croisements. A. Gallais intègre ces nouvelles possibilités dans de nouveaux schémas théoriques de sélection. Des modèles de sélection à deux vitesses se mettent en place à l'Inra, la première ayant pour but de préparer du matériel à fort potentiel de diversité génétique. Les biotechnologies révolutionnent aujourd'hui l'analyse du génome : par marquage génétique, on pense mesurer et prévoir la vigueur hybride (D. de Vienne), les caractères quantitatifs (M.

Lefort Buson, F. Rodolphe), ou l'existence de caractères de domestication, etc. Enfin les généticiens surveillent avec attention l'engouement pour l'étude des génomes. Les scientifiques et les sélectionneurs français ont de grandes potentialités. Ils ne démarrent pas toujours les premiers. Leurs conceptions de la sélection traversent frontières et océans, mais la nouvelle génération, rompue aux techniques de la biologie moléculaire, n'a plus de vision d'ensemble indispensable aux stratégies. Qui prendra la relève des théoriciens de la variabilité génétique ? Où sont formés les taxonomistes moléculaires dont auront besoin les analyseurs des génomes ? comment se fera le lien qui devra relier les hommes de terrain, observateurs de caractères variables, quantifiables, mais sujets aux conditions de l'environnement et ceux qui grâce aux machines à gènes remettront bout à bout les structures du génome ? C'est aussi à la formation des générations futures que nous confronte la question des ressources génétiques.

Pour les ressources génétiques animales, afin de prévenir l'accélération de la consanguinité liée au développement des techniques de conservation et de transferts artificiels - de sperme ou d'embryons, des programmes de conservation ont été mis en place à partir de 1978. Ils sont décidés aux niveaux de la Commission nationale d'amélioration génétique et du ministère de l'agriculture. Une méthodologie basée sur la cryoconservation de semence ou d'embryons a été élaborée par l'Union des livres généalogiques et les instituts techniques de chaque espèce. Dix sept programmes fonctionnaient en 1989, qui concernaient 28 races ou populations. Le ministère de l'agriculture y consacrait 750 000 F en 1989, mais ces crédits ont été diminués.

Du fait de l'intérêt pour les biotechnologies, les micro-organismes ont été les premiers à bénéficier d'un soutien de la CEE, des industriels et du ministère de l'industrie pour la création de bases de références, au sein d'un réseau européen : le réseau MINE. Le ministère de l'industrie finance également plusieurs actions coordonnées par le BRG, à travers le programme "Ressources du Vivant".

### **Le Bureau des ressources génétiques et le programme "Ressources du vivant"**

Le bureau des ressources génétiques a été créé en 1983, et André Cauderon en a été le premier directeur. Logé par le Muséum national d'histoire naturelle, il appartient aujourd'hui au ministère de la Recherche et de la Technologie, et est dirigé par André Charrier, directeur de recherches à l'Orstom. Une association à l'image de la complexité de sa mission, qui est principalement dans les mains de scientifiques. L'un de ses premiers projets a été de recenser les collections françaises, publiques et privées. Cette étude est toujours en cours.

Ses tâches actuelles sont très larges, puisqu'il s'agit d'animer et de coordonner diverses actions d'exploration, de collecte, d'inventaire, de multiplication et d'évaluation de collections, d'en gérer l'information, et de représenter la France dans les organisations internationales. Il dispose pour cela de deux scientifiques, d'une informaticienne, de deux secrétaires et surtout d'un très grand réseau de relations. Son budget annuel est de 800 000 francs donnés par le ministère, complété de fonds versés sur programmes par l'Inra, l'Orstom, le Cnrs, le Cirad, etc. Il est doté d'un conseil d'orientation, composé de représentants des ministères de l'agriculture, de l'environnement, de l'éducation nationale, des affaires étrangères, de la coopération, de la recherche, et d'un comité scientifique constitué de représentants de l'industrie des semences ainsi que des principaux organismes de recherche : Inra, Orstom, Cnrs,

Muséum, Institut Pasteur et Université.

Le BRG, du fait de son appartenance à un ministère, n'a eu que les moyens de stimuler des activités de conservation, mais il n'a pas de pouvoir en matière de recherche. Il a organisé plusieurs colloques importants sur divers groupes d'espèces : arbres fruitiers, plantes légumières, plantes sauvages, animaux domestiques et participe à une étude menée par l'association Descartes du MRT, sur l'évaluation des enjeux économiques des ressources génétiques. Il a publié des livres sur les actions menées et les colloques qu'il organise. Il a financé la création et la publication de collections existantes, dont le programme, considéré comme une réussite par le Président de la République lui-même, sur les espèces forestières. Nous ne développerons pas ce travail dans ce rapport, puisqu'il n'a de liens qu'écologiques avec l'industrie agroalimentaire. Mais il est considéré comme un modèle, et le lecteur pourra se reporter avec profit à l'ouvrage de A Arbez<sup>7</sup>, Le BRG a financé plusieurs explorations, notamment sur les graines de plantes annuelles. Son action, telle que l'avait conçue A. Cauderon, couvre toutes les espèces vivantes. Il fait enfin partie d'un réseau considérable et en pleine croissance de scientifiques et de fonctionnaires internationaux concernés par la question des ressources génétiques.

Malgré toutes ses actions, le BRG apparaît aujourd'hui une structure insuffisante pour faire face à toutes les situations. Le manque d'une politique réelle et d'un budget pérenne est apparu au ministère, et il est question de le rattacher budgétairement à un organisme de recherche (l'Inra a été proposé). Il sera bientôt doté d'un budget pérenne de 2,5 millions de francs.

### **Les ressources génétiques végétales**

Jusqu'aux années 1950, l'agriculture française a été dominée par les variétés locales françaises. Puis l'internationalisation progressive du marché des semences a conduit à l'importation de variétés étrangères adaptées à de très nombreux climats, qui ont remplacé progressivement ces variétés locales, dont beaucoup ont aujourd'hui disparu, parce que non (ou mal) conservées.

Pour l'inscription de variétés au catalogue, 500 demandes sont reçues chaque année, auxquelles s'ajoutent 500 demandes de certificats d'obtention végétale ; elles font toutes l'objet d'évaluations agronomiques, sur 75 000 parcelles. Pour les comparaisons, le GEVES entretient une collection de 16 000 références. Tout le travail pour l'enregistrement des seules variétés améliorées nécessite 180 personnes, un budget de 60 millions de F dont 37% proviennent des charges des utilisateurs. L'accès au catalogue reste emprunt d'un formalisme très compliqué. Une suggestion a été faite par A. Cauderon en 1986 d'en faciliter l'accès aux amateurs de variétés inhabituelles sans valeur économique, et une liste spéciale a été créée à cet effet.

Malgré les actions du BRG, il est difficile de parler d'un réseau ou d'un système français : celui-ci commence néanmoins à se structurer. Le Geves semble appelé de plus en plus à gérer les ressources génétiques des espèces constituant son catalogue. Il travaille en relations étroites avec l'Inra. Celui-ci, de son côté, héberge des collections de toutes les espèces majeures d'intérêt agronomique, horticole ou maraîcher.

---

<sup>7</sup> J. Arbez (1989) les ressources génétiques forestières en France. Ed. BRG

Cependant, l'Inra tient à préciser son domaine de compétence : la recherche, et à se démarquer de la création variétale. Toute collection ne peut y être hébergée que si elle constitue la base de travail d'un programme de recherche.

Dans ce domaine, il semble que tous les organismes publics français soient d'accord : toute collection doit être identifiable, maintenue et exploitable. La notion de collection de base, au sens où l'a entendu l'IBPGR, intéresse peu les Français. Si des priorités sont à fixer, du moins pour les chercheurs et les professionnels concernés, elles portent actuellement sur tout ce qui peut favoriser l'exploitation des collections : les techniques de conservation, l'analyse génétique et l'évaluation agronomique, la réalisation de banques de données nationales, les programmes d'adaptation de matériel "rustique". L'exploration d'espèces sauvages ou de races de pays peut bénéficier de très gros budgets chez certains semenciers (le chiffre de 6 MF par an a été cité) ou dans les organismes de recherche tropicale, mais relève encore du bénévolat dans la recherche publique. La préservation *in situ* de races de pays commence à faire l'objet de recherches, en particulier pour la betterave. La conservation dans les arboretums et jardins botaniques fait en ce moment l'objet d'une évaluation au BRG. Quant aux actions menées par les parcs naturels sur les écosystèmes, elles sont principalement régionales et encore peu reliées à l'industrie.

Les programmes de collection et d'évaluation impliquent des relations très particulières entre l'Inra et le secteur privé. On peut citer à cet égard le programme maïs. Celui-ci a été financé par trois types de partenaires : deux ministères (l'agriculture, la recherche et la technologie), l'Inra et un groupement professionnel: Pro-maïs, qui rassemble les seize sociétés françaises de semences de maïs. Chaque partenaire a apporté environ 1 million de francs pendant 5 ans jusqu'en 1988, pour l'étude de 1 200 types et variétés locales provenant pour moitié de l'étranger. Chaque société a accepté de mener gratuitement un certain nombre d'essais sur ces collections, qui ont donné lieu à une série de mesures morphologiques et physiologiques destinées à évaluer la valeur potentielle des variétés pour la production d'hybrides. Les résultats de ces essais ont ensuite été traités sur les ordinateurs de l'Inra. Ils ont permis de différencier 36 groupes présentant des caractéristiques différentes, dont se serviront les sélectionneurs. Ces résultats ne sont communiqués qu'aux sociétés participantes et à l'Inra. Toute autre société intéressée doit payer un droit d'entrée de 200 000 F. Aujourd'hui, si les ministères ont arrêté leur contribution, Promaïs continue de verser 500 000 F par an pour la poursuite du programme. Chaque société mène en outre ses propres programmes de création de variétés. Un groupement, le GELI (Groupe d'Etude des lignées Inra), s'est créé au sein de Promaïs pour exploiter les lignées de l'Inra dans la création d'hybrides. Il paye des redevances à l'Inra. Enfin, une extension de ce programme au niveau de la CEE est en cours d'étude, qui rassemble en particulier la France, l'Espagne, le Portugal et l'Italie. Les collections à la base de ce travail sont "définies, maintenues, disponibles" (trois critères chers à la conception française) : une partie est conservée en congélateurs à - 20 °C. Les collections actives sont préservées à 4° C et à un taux d'humidité de 35%.

Le même type de collaborations entre l'Inra et des semenciers a donné lieu à un important programme sur les plantes fourragères. Au domaine du Magneraud (Charentes Maritimes), 500 échantillons de Ray Gras anglais ont été évalués en collaboration avec des sociétés privées. Les résultats des évaluations restent confidentiels et réservés aux acteurs du programme. La France a pris une responsabilité

européenne sur la luzerne, qui sera stockée, évaluée, mise sur banque de données et distribuée au Magneraud L'Inra de Montpellier a collecté et étudié la répartition de toutes les fourragères annuelles et notamment du trèfle, dont il est en train de devenir un spécialiste mondial. L'institut Vavilov à Leningrad et les Américains possèdent d'énormes collections, dont près de la moitié ne seraient plus conformes à leur titre, car elles ont été multipliées dans des conditions qui ne tenaient pas compte de leurs modes de croisement ou de leurs infertilités. Une équipe de 6 personnes a collecté les variétés d'Europe méditerranéenne et d'Asie, et constitué une collection comportant des milliers de variétés. Après examen de ses échantillons, elle a procédé ensuite à des regroupements, pour la multiplication, de populations de variétés locales de même origine géographique. Dans la région de Damnat par exemple, près de l'Atlas, nombre de ces variétés sont échangées, et donc mélangées, sur les marchés locaux. Elle a également procédé à la recherche de gènes rares. Le même travail a été réalisé sur le ray grass.

Deux programmes de même type existent pour le blé. Le plus ancien rassemble cinq semenciers (le club des Cinq) et a pour but principal d'augmenter la résistance aux maladies et la qualité du pain. Chaque société et l'Inra criblent chaque année un large éventail de matériel. Le plus intéressant est ensuite repris par les sociétés au compte de leurs propres programmes de recherches. Il n'y a pas de mise en commun de matériel. Six laboratoires de l'Inra travaillent sur le "programme blé", autour d'une collection basée à Clermont Ferrand.

L'objectif principal du programme "ressources génétiques des céréales à paille" de Clermont Ferrand est de coordonner et de rendre disponibles toutes informations et matériels existant en France sur cette espèce : tout matériel en cours de régénération est évalué pour ses caractéristiques agronomiques, et celles-ci sont ajoutées aux informations existantes ; des introductions nouvelles sont prévues, ainsi que des croisements "primaires" permettant de fournir aux sélectionneurs du matériel déjà adapté. Un catalogue est édité avec des données "passeport" et des données agronomiques. Le centre construit actuellement une base de données, dont le principe est comparable à celles de Gatersleben en RDA (base européenne pour l'orge) ou de Wageningen aux Pays Bas, et adaptable à toutes les espèces autogames. Le programme a reçu des fonds du ministère de l'agriculture (120 000 F), du Bureau des ressources génétiques (80 000 F) et de l'ONIC (office national interprofessionnel des céréales) (80 000 F). L'ensemble des recherches qui y sont menées sont financées dans le cadre des programmes blé et orge de l'Inra. Les professionnels regroupés autour de l'ITCF, du GEVES, du GNIS y sont intéressés de diverses façons : ils participent au comité de pilotage des travaux, fournissent la liste des ressources génétiques échangeables qu'ils possèdent, qui seront mises en commun dans une collection nationale. Ils choisissent les caractères de description qui les intéressent, et assurent les évaluations en champs du matériel en multiplication. Ils peuvent en échange utiliser le matériel fourni par l'Inra.

Ce type de fonctionnement s'appuie sur des échanges de services. Il a pour avantage d'encourager l'emploi, par les semenciers, d'une diversité génétique mise à disposition par l'Inra. Il permet également à l'Inra de concrétiser sa volonté de se retirer de la production de variétés élaborées pour travailler sur des aspects plus fondamentaux de la recherche.

On peut citer aujourd'hui d'autres programmes menés sur ce type d'approche

entre l'Inra et les sociétés privées : programme tournesol avec une association Protournesol, programme sur les plantes maraîchères, etc.

Il faut tout de même souligner que les fonds qui y sont consacrés sont très variables, et que la poursuite de la plupart de ces programmes dépend des crédits d'incitation remis en cause chaque année.

La France possède à l'Inra de Montpellier la plus belle collection de vignes du monde. celle-ci a fait l'objet de soins très attentifs de conservation, encouragés par le mécennat ou les incitations de sociétés privées : la culture *in vitro* est très étudiée sur la vigne, et un travail de marquage des différents cépages par la technique RFLP est en cours. La très belle collection française de pommes de terre est également mondialement réputée.

Un autre type d'action est mené actuellement sur les arbres fruitiers, et les collections vivantes d'espèces pérennes à l'Inra de Bordeaux, à Angers et à Avignon : dans ce programme de conservation en plantations, chaque région est responsable de ses variétés locales. L'Alsace, par exemple, prend en charge ses variétés locales de pommiers dans des vergers d'observation, dans le cadre d'un projet de développement économique. la banque Nordique de gènes devrait céder à la France la responsabilité de la base de données sur les collections européennes de Prunus : elle regroupe un grand nombre d'espèces dont les plus connues sont le pêcher, le prunier, l'abricotier,...

Il faut encore citer l'action d'incitation menée en France sur les crucifères (choux, navets, colza..) de pays. L'Europe est un centre de diversification des crucifères. L'exploration des crucifères de pays a été menée en France avec l'aide de la CEE, de l'Inra et du BRG (1982, 83, 84, 86). Le déclin des crucifères fourragères et la croissance de la culture du colza en France rendaient ces explorations de plus en plus difficiles. Un travail a été mené avec des associations de volontaires : en 1987, le BRG a édité et diffusé un livre<sup>8</sup>, écrit par Philippe Marchenay, qui décrit les différentes méthodes de collecte des variétés de pays et un guide pour les amateurs. La démarche de P. Marchenay est celle d'un ethnobotaniste : les variétés de pays représentent une partie de notre héritage. Elles ont été créées tout au long des siècles par nos ancêtres et ne peuvent survivre aujourd'hui que par nos soins. Tout comme un monument historique, elles nous informent sur notre histoire, sur l'histoire de notre agronomie et sur la matrice socioculturelle qui gouvernait les échanges de semences, les communications sur les nouvelles variétés, les raisons des choix de certains cultivars, par rapport à d'autres. L'auteur suggère aux amateurs d'aller interroger les personnes âgées, en particulier les femmes, dans les régions reculées de notre pays, et de collecter les graines qu'elles cultivent parfois dans leurs jardins.

D'autres botanistes, comme J. P. Dalmas, directeur scientifique du Parc national des Ecrins appellent aussi à l'exploitation des richesses naturelles françaises. Des accords ont été signés entre le Parc des Ecrins et des fermiers des hautes Alpes pour le maintien de variétés de pays, mais aussi pour le développement de cultures nouvelles, comme les espèces destinées à la reverdisation des talus d'autoroute ou des pistes de ski.

Des Ecomusées ouverts dans tout le pays montrent au public les évolutions de

---

<sup>8</sup>P. Marchenay (1987) A la recherche des variétés locales des plantes cultivées. Paris : BRG, Museum National d'histoire naturelle

l'espace agricole au cours des siècles. Celui du Pays de Rennes reconstitue sur 10 hectares les différentes pratiques et variétés depuis le 16<sup>e</sup> siècle. Il est conseillé par les scientifiques de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. Le programme est soutenu financièrement par l'Inra, plusieurs semenciers, la coopérative d'apiculteurs et la ville de Rennes.

Les jardins botaniques jouent un rôle important dans la collecte et la conservation des variétés de pays. Le Muséum à Paris, les jardins de Nancy, de Brest, de Porquerolles conservent à moyen terme un grand nombre de plantes d'espèces non cultivées.

Parmi les associations non-gouvernementales intéressées par la conservation des ressources génétiques, citons :

- des associations presque gouvernementales comme l'Association Française pour la conservation des espèces végétales, qui regroupe divers groupes de recherche, conservatoires et associations.

- l'association pour la sauvegarde des ressources génétiques de Légumes et de Fleurs, qui regroupe l'Inra et 3 sociétés de semences.

- des associations à activité militante comme Solagral, qui s'intéresse aux effets de l'activité semencière sur les relations Nord-Sud.

- une demi-douzaine d'associations de Croqueurs de Pommes, d'associations de pomologie et autres amateurs de pomme, celle-ci semblant avoir toujours une existence très vive dans l'imaginaire de certains de nos contemporains.

- des groupes d'agriculteurs concernés par les variétés de pays, en particulier ceux pratiquant l'agriculture biologique.

### **L'Institut National de la Recherche Agronomique et le programme Prodiges**

L'Inra joue un rôle déterminant dans le maintien des ressources génétiques en France. Toutes les collections conservées par cet organisme ont été constituées par les équipes de recherche des départements d'amélioration des plantes, que l'on peut considérer comme le potentiel de recherche en ressources génétiques. Dans les années 80, les efforts de l'Inra ont été tournés principalement vers les techniques de pointe de la biologie moléculaire, la France ayant commencé par prendre du retard dans ce domaine. Pourtant, depuis quelques années un gros effort est en cours pour la constitution de banques opérationnelles, notamment pour les céréales à paille et les plantes fourragères. Il mobilise surtout des moyens humains. En même temps l'Inra cherche à clarifier son rôle, en tant qu'organisme public de recherche, dans la gestion et l'exploitation des ressources génétiques.

Dans le cadre de ses restructurations et de son programme Agrotech, l'Inra a consulté ses chercheurs sur l'intérêt d'un programme pour les ressources génétiques et sur ses axes de recherches. Ainsi devrait voir le jour le projet Prodiges. Il propose de mettre en place une recherche spécifique, mais laisse posé le problème des banques, qui nécessite une organisation et des compétences d'ingénieurs, plutôt que de chercheurs.. Le projet Prodiges cherche d'une part à prendre en compte les dimensions sociales et culturelles, et non plus seulement économiques, de l'exploitation du vivant ; d'autre part à protéger et à conserver la diversité génétique face au travail des sélectionneurs sur un nombre trop limité de souches. Ce programme concerne les ressources

génétiqes animales et végétales.

Trois thématiques ont été dégagées, dont le but est de lever des verrous. Il s'agit principalement de la caractérisation du génome, de l'analyse de la diversité de populations soumises à des intensités variables de la sélection humaine, d'études sur les aspects économiques de la conservation et sur les potentialités de la cryoconservation.

La thématique "Conservation du génome et des introgressions" met l'accent sur la nécessité de la cartographie génétique, applicable tant au règne végétal qu'animal, pour le typage du matériel et l'identification des gènes. Il s'agirait d'appliquer les méthodes de biologie moléculaire et de biométrie sur quelques modèles afin de mettre au point des méthodologies transposables aux autres espèces. Les retombées de ce type de travail pourraient être la mise au point de sondes moléculaires, de matériel de référence, l'identification de régions du génome intéressant les sélectionneurs, la compréhension des relations génétiques existant entre populations ou espèces (taxonomie, transferts de gènes, voire de régions du génome, processus de domestication), et enfin l'identification du matériel conservé dans les banques, permettant de caractériser les collections et de suivre l'évolution des populations.

La thématique "Méthodologie d'étude des populations et modélisation" vise à comprendre les relations de l'homme avec la diversité génétique. Elle relève de la génétique des populations et de la biométrie, avec deux types de modèles : les populations spontanées et les populations artificielles en "gestion dynamique", source de variabilité génétique pour les sélectionneurs. Elles devraient rendre possible l'identification de structures génétiques originales, qui permettraient de faire un tri dans les collections pour ne garder que les échantillons réellement différents, sans risque de perte de matériel ou de gènes importants. Ce type d'études apportera un outil puissant pour redéfinir des méthodes d'échantillonnage et de prospection des espèces, caractériser les populations, mieux gérer et exploiter la diversité.

Une troisième thématique recouvre les techniques de conservation et l'économie de la conservation. Avec les études sur la cryoconservation, l'Inra s'insère ici dans un programme plus vaste, soutenu par le ministère de la recherche et de la technologie sur la cryoconservation du pommier et du poirier (laboratoire d'ontogenèse expérimentale, laboratoire d'androgenèse et biotechnologies végétales d'Amiens, sur la réalisation d'une cryoembryothèque du lapin (U. d'immunophysiologie moléculaire de l'Institut Pasteur), avec le concours de l'équipe de recherches de la société Air Liquide. Il contribuerait à l'établissement de données de référence pour l'établissement de cryobanques.

Enfin les études économiques viseraient à l'établissement de choix rationalisés en matière de préservation, et à comprendre le rôle du statut juridique des ressources génétiques dans l'élaboration des politiques de gestion.

### **Les cultures tropicales**

La France, qui a mené sa propre politique scientifique vis à vis des PVD, n'a participé que très peu aux efforts internationaux pour la constitution de banques, ne partageant pas toujours le point de vue de l'IBPGR et des instituts internationaux sur ce sujet (voir plus haut). Deux instituts, l'Orstom (Institut Français de Recherche Scientifique pour le développement en Coopération) et le Cirad (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) se partagent la



recherche et la coopération technique avec les PVD. Ils ont leurs racines dans les relations étroites entre la France et les pays d'Afrique depuis la colonisation.

Dotés de spécialistes reconnus au niveau mondial, ces organismes se sont beaucoup préoccupés des ressources génétiques végétales des espèces tropicales : cultures industrielles comme les cotonniers, les caféiers, le palmier à huile, l'hévéa, cultures vivrières comme le riz, le mil, le sorgho, fourragères comme le *Panicum*, ou herbe de Guinée. Dans le cadre de leurs activités ils ont constitué des collections importantes, en banques, mais aussi beaucoup en plantations, dont la plupart, dupliquées et maintenues en Côte d'Ivoire, appartiennent aujourd'hui à ce pays. Certaines, en particulier les vitrothèques, ont également été reconstituées au nouveau centre d'agronomie tropicale de Montpellier (parc Agropolis) où sont installés ces deux organismes. Certaines collections de graines ont été dupliquées dans des collections de référence comme celle de Fort Collins aux USA.

### *L'Inra*

La vocation de l'Orstom est la recherche fondamentale dirigée vers les pays en développement. La plupart des méthodologies développées à l'Orstom, en général sur des espèces tropicales peu sélectionnées, visent à mettre au point des méthodologies ou des variétés adaptées aux conditions agro-économiques des pays en développement. Elles diffèrent sensiblement de l'approche des CIRA. André Charrier, directeur du Laboratoire de Ressources Génétiques et d'Amélioration des plantes Tropicales à Montpellier, est actuellement le directeur du BRG. Cependant l'Orstom, qui a pratiqué longtemps la recherche "de terrain" voit aujourd'hui ses compétences redéfinies, la plupart des pays en développement définissant eux mêmes leurs programmes et faisant appel aux scientifiques occidentaux sur appels d'offre.

Les collections de plantes tropicales de l'Orstom étaient basées dans les pays en développement, elles appartiennent aux pays qui les hébergent. Les collections qui pouvaient être dupliquées sont aujourd'hui aux centres de Montpellier et de Bondy.: graines de céréales, d'herbe de Guinée (*Panicum*), de gombos, vitroplants de palmier à huile et de caféiers. Les axes de recherches du laboratoire concernent principalement l'application des biotechnologies à la conservation *in vitro*, et la recherche de marqueurs moléculaires pour l'identification d'un certain nombre d'espèces.

La recherche en ressources génétiques a été marquée de 1960 à 1989 par la personnalité scientifique de J. Pernès, directeur de recherches dans cet organisme, puis au Cnrs, et décédé prématurément. Il imprima aux programmes de l'Orstom une orientation spécifique vers l'étude de l'organisation génétique des complexes d'espèces : les origines spontanées des espèces cultivées, les processus de domestication, l'étude des flux de gènes entre formes sauvages et cultivées constituent encore les pôles d'intérêt des équipes actuelles de généticiens formés à son école, et s'enrichissent aujourd'hui des apports de la physiologie végétale pour comprendre les relations entre les gènes et leurs produits. La plupart des recherches de l'Orstom ont consisté en travaux de synthèse sur quelques espèces modèles, visant à approfondir la notion de complexe d'espèces et à en tirer des méthodologies : *Panicum*, café, riz, gombo et manioc. D'autres travaux en collaboration avec le Cirad ont permis de progresser considérablement dans la sélection d'espèces à cycle long, comme le palmier à huile, l'hévéa ou le bananier. Ces travaux comptent parmi les grandes réussites scientifiques mondiales en matière de cultures tropicales.

L'une des plus récentes études de l'Orstom sur les espèces peu sélectionnées concerne le gombo. Une collection dite de référence a été constituée en collaboration avec l'IBPGR<sup>9</sup>. Deux types de plantes de cette espèce, dits soudanien et guinéen sont cultivés en Côte d'Ivoire. Les travaux menés par cette équipe pendant près de 10 ans sur les populations africaines ont permis de proposer des programmes de sélection adaptés à l'espèce et aux conditions agronomiques de la Côte d'Ivoire : 500 échantillons ont été collectés en Afrique, et évalués pour leurs caractéristiques morphologiques, leur précocité, leurs profils enzymatiques, etc. Tous les résultats des observations ont été analysés par ordinateur, ce qui a permis de différencier une vingtaine de variétés. Quand c'était possible, le choix d'un échantillon possédant un caractère morphologique distinctif permettait d'"étiqueter" la population qu'il représentait (couleur de tel ou tel organe, etc). Les lots d'origine choisis ont été multipliés et envoyés en copie à la banque de Fort Collins, aux USA et dans la banque de graines de l'Orstom à Bondy.

Une collection de base de "taille humaine", c'est à dire mémorisable par un sélectionneur (environ 200 à 300 accessions au total, avec la collection d'origine) a été constituée, représentant la diversité la plus large. A partir de cette collection de base, des programmes de sélection ont été proposés à l'Institut des Savanes de Côte d'Ivoire, institut national chargé des tests et de la diffusion des variétés sur le pays. Les critères de sélection portent surtout sur des caractères particuliers de résistance aux maladies locales, d'aptitude au bouturage, et seulement accessoirement sur la productivité. L'objectif peut être de les intégrer à l'espèce qui est cultivée en Côte d'Ivoire. Il a été proposé également de reconstituer une espèce synthétique basée sur le processus évolutif ayant conduit des formes sauvages aux formes cultivées, l'intérêt de cette démarche étant une meilleure adaptation.

### *Le Cirad*

Depuis le début des années 70, le Cirad est en pleine évolution. Constitué au départ d'organismes indépendants qui tiraient des bénéfices des variétés et des plantations issues de leurs recherches, il a évolué, avec la disparition de ses marchés, vers une activité d'organisme public. Plus de la moitié de ses recherches concernent les espèces tropicales d'arbres, pour lesquelles il a acquis une grande expertise.

Cette reconversion l'a amené à reconsidérer ses objectifs. La Côte d'Ivoire est propriétaire de toutes les collections, qui y ont été introduites du monde entier, et dont certaines sont reconnues comme collections de base par l'IBPGR : cotonnier, palmier à huile. Aujourd'hui, le Cirad et l'Orstom n'y ont plus accès. Il a fallu en faire un bilan tant qu'elles étaient disponibles - car les collections pérennes ne peuvent être conservées qu'en plantation ou *in vitro* - et considérer les différentes situations.

Les collections de plantes annuelles, à graines (maïs, sorgho, cotonnier, arachide) ont été dupliquées dans la banque du Cirad à Montpellier, en Guadeloupe et à Fort Collins, aux USA.

Les plantations de plantes pérennes comme les caféiers, l'hévéa, le cacaoyer, les palmier à huile et la majorité des fruitiers, dont les graines sont récalcitrantes, posent un problème d'accès. Aussi, relevant une réflexion lancée par l'IFAR (International

---

<sup>9</sup>travaux de A Charrier, S Hamon (Orstom) et de l'IBPGR.

Found for Agricultural Research) aux Etats Unis, et l'IBPGR sur le devenir des arbres tropicaux menacés par une déforestation accélérée, le Cirad a proposé son expertise. Pour l'IFAR, la protection des écosystèmes tropicaux est une priorité urgente. L'établissement de réserves permettrait de sauver ce qu'il est encore temps de sauver. Il doit être associé à un programme accéléré de conservation *ex situ*. Il s'appuierait sur le fait que la plupart des plantations d'espèces de rente comme le palmier à huile ou l'hévéa appartiennent à de petits exploitants qui en sont propriétaires. En fait les arbres, cultures de rente des pays en développement ne sont pas considérés comme prioritaires par leurs gouvernement, par rapport aux cultures vivrières. Leur image "coloniale" les a desservis. Pour l'IFAR tout doit être sauvé mais il faut définir des priorités. Pour le Cirad, il faut travailler sur des cibles précises. Le groupe de travail créé par l'IFAR estime à 1, 59 million de dollars sur 3 ans les fonds nécessaires au lancement d'un programme définissant des priorités et lançant des actions spécifiques par espèce. Ce coût pourra être baissé selon ce que les différents organismes existants ont déjà pris en charge. La médiation d'organismes internationaux comme l'IBPGR serait importante, face aux susceptibilités nationales. La formation de scientifiques compétents dans les pvD devra être soutenue, et il devient important de former des "taxonomistes moléculaires". Les fonds pourraient être demandés à des agences internationales pour le développement, à leurs équivalents bilatéraux, aux fondations et associations intéressés par la diversité biologique. Quelques espèces "cobayes" ont été proposées, les unes parce qu'elles présentent un grand intérêt pour les consommateurs, les autres pour les producteurs. : les cocotiers et les Citrus, importants économiquement, la mangue et l'avocat, en pleine expansion, et une famille importante mais peu travaillée comme le bambou.

Dans le cadre de ce programme, le Cirad propose son expertise dans la collecte et l'évaluation des espèces citées, ainsi que dans l'amélioration de leur productivité. Les bases génétiques sur lesquelles reposent les plantations actuelles sont très étroites: le plus souvent , quelques graines ont été semées puis clonées ou croisées entre elles. Elles peuvent donc être améliorées. Fort de ses résultats sur le palmier à huile, dont la productivité a été augmentée de 20 à 30 % par des croisements judicieux, le Cirad a donné une priorité, dans ses programmes, à la sauvegarde et à l'élargissement des bases génétiques du bananier (banane fruit et banane plantain) et du cocotier. Adoptant pour ce dernier les mêmes méthodes de sélection que sur le palmier à huile, il obtient en 2 générations des gains de 20 %. La quarantaine du bananier est indispensable : tous les bananiers échangés dans le monde transitent par le laboratoire de Montpellier pour être testés, voire assainis par la culture *in vitro* avant de franchir d'autres frontières.

La noix de coco est intransportable : très lourde, dès qu'elle est en contact avec l'humidité des bateaux elle se met à germer. Par ailleurs, tous les cocotiers du monde n'existent plus qu'en plantations, où ils sont ravagés par toutes sortes de maladies ; leur multiplication par embryons somatiques, qui les débarrasserait de leurs maladies, est au point, et les embryons semblent pouvoir être conservés(et transportés) dans l'azote liquide des progrès qui résoudraient nombre de problèmes d'introduction et de quarantaine. Ces techniques nécessiteront cependant d'importants travaux de recherche, menées actuellement avec l'Orstom. Le Cirad semble donc choisir sa voie : se concentrer sur ses véritables expertises et développer les hautes technologies sur les espèces tropicales. Partageant la position de l'Inra sur son rôle d'organisme de recherche, il oriente ses recherches vers l'identification, la conservation et la

disponibilité de collections actives, et mise sur les biotechnologies pour développer son activité.

Il est très important pour les espèces tropicales d'être conservées dans leurs climats, et le Cirad ne veut pas se substituer aux organismes réalisant les collections. Mais il est important, pour lui, de conserver du matériel amélioré, qui puisse circuler facilement, indemne de maladies : ce problème est beaucoup plus compliqué pour les arbres tropicaux que pour les plantes à graines.. Pour M. Meunier, Montpellier, le centre français pour la recherche en agronomie tropicale, pourrait devenir centre européen des ressources génétiques des espèces tropicales. L'enjeu d'un tel centre pour l'Europe est évident. Il dépasserait la seule communauté et ses intérêt pour l'ouvrir concrètement à la coopération Nord Sud.

L'Orstom et le Cirad, qui ont quitté la plupart de leurs bases africaines, ne travaillent plus que comme consultants pour ces pays. Ils ont cependant de très nombreuses relations avec d'autres pays d'Afrique, d'Asie et de nombreux pays d'Amérique latine.

Une remarque commune aux 2 organismes français est à signaler : sur le marché africain arrivent des cadres scientifiques très compétents formés en occident. Ils sont engagés comme chercheurs par leurs pays, mais interviennent très vite dans les décisions politiques. En cherchant à rendre leur pays autosuffisant, ces responsables scientifiques se coupent de la communauté internationale. Comment alors, garder leurs compétences et entretenir leur formation, activité permanente indispensable à tout chercheur ? Actuellement la Côte d'Ivoire, qui est propriétaire de ses collections, refuse de les céder à des fins commerciales et prolonge à tel point les procédures de délivrance d'échantillons à des fins de recherche qu'il devient impossible de mener ces recherches. Pendant ce temps, faute de moyens ou de compétence, nombre de collections ne sont pas renouvelées. Un exemple des nombreuses différences d'intérêt entre le Nord et le Sud pour les ressources génétiques. Il est urgent de trouver des solutions. Le rôle de l'IBPGR et de la FAO comme médiateurs dans ce genre de situation est très important.

Les nouvelles données scientifiques entre le Nord et le Sud sont déjà en train de s'établir. Il s'agit pour les organismes français de devenir encore plus compétents dans les techniques de pointe, s'ils ne veulent pas être exclus des collaborations scientifiques demandées par les pays en développement. Quelles ressources génétiques, quelles techniques apporteront-ils ? Le problème commence tout juste à être négocié au niveau international. Il est fortement politique, et urgent. La position des pays occidentaux sur les ressources génétiques est celle d'un droit d'accès libre au patrimoine de l'humanité. Plusieurs pays en développement dont le Brésil et la Côte d'Ivoire, réagissant à l'écart croissant qui les sépare du développement, veulent négocier en termes d'échanges (leurs ressources contre nos technologies). Nous ne pouvons que proposer d'y réfléchir très sérieusement.

### **Comparaison avec les autres pays européens.**

Par rapport à nos cousins germaniques, nordiques ou hollandais, qui ont le sens de la préservation du patrimoine et y ont consacré des moyens scientifiques importants, nous avons pris du retard.

Notre potentiel en amélioration des plantes est le meilleur en Europe. Notre

capacité de coordination est insuffisante. Les Pays Bas, petit pays qui a centralisé toutes ses forces à Wageningen est très bien coordonné, et a développé une excellente technologie et un bon réseau d'information. La banque de pays Nordique est également excellente.

L'Allemagne, elle, manque de relais privés : le territoire, le climat sont défavorables, les terres coûtent cher, et seuls sont cultivés le pois la betterave, la pomme de terre, les céréales à paille. Aussi les scientifiques allemands sont-ils plus fondamentalistes, et ont développé de nombreux outils.

### Les ressources animales

Quelques rappels sur la situation de la sélection animale en France, avant d'aborder l'aspect spécifique de la conservation des races animales. La sélection animale française présente en effet trois caractéristiques : le système est conçu sur un mode collectif, il reçoit des aides des pouvoirs publics, et s'inscrit dans un cadre réglementaire fortement structuré.

La conception de l'organisation actuelle est collective, par souci d'efficacité, depuis 1966 : les méthodes de contrôle des performances, d'identification des individus, de contrôle de leurs descendance, de calculs d'index. sont uniques. La participation de l'Etat est en diminution régulière depuis 1985, celui-ci souhaitant que la filière s'organise jusqu'à l'autofinancement. La participation des associations et des coopératives y est importante. La situation est cependant différente selon les espèces. L'amélioration génétique des races laitières est un succès universellement reconnu. Les résultats obtenus sur les races allaitantes sont en revanche beaucoup plus limités. A cela deux raisons : l'étroitesse de la base génétique et la faible diffusion des géniteurs performants, du fait du peu de recours à l'insémination artificielle. Par ailleurs l'évaluation des reproducteurs de monte naturelle est beaucoup moins structurée et contrôlée.

Aux niveaux de la Commission nationale d'amélioration génétique et du ministère de l'agriculture, des programmes de conservation ont été mis en place à partir de 1978. Une méthodologie basée sur la cryoconservation de semence ou d'embryons a été élaborée par l'Union des livres généalogiques et les instituts techniques de chaque espèce. Dix sept programmes fonctionnaient en 1989, qui concernaient 28 races ou populations. Son message en avril 1989 était le suivant : "les contraintes budgétaires nous obligent à réduire de nombreux postes, dont probablement le poste "conservation des ressources génétiques" [...] Autrement dit, le moment est probablement venu d'effectuer un choix parmi les races ou populations menacées, et de réduire le nombre de programmes et de races aidées au titre de la conservation. Il appartient à la communauté scientifique et dans ce cas, à l'Inra, de nous proposer un outil méthodologique permettant de faire ces choix. L'outil devrait pouvoir donner un indicateur synthétique d'originalité ou de distance par rapport à d'autres races existantes, menacées ou non. Les techniques modernes d'analyses de données permettent de mettre au point un tel outil sans lequel la politique de conservation des ressources génétiques ne pourra progresser." (A. Dassonville, colloque avril 1989). Cette remarque, déjà énoncée par certains scientifiques français à propos des ressources génétique végétales, peut trouver en partie des réponses. L'Inra en propose aujourd'hui quelques unes.

L'exemple des ressources animales illustre le rôle important que peuvent jouer les parcs naturels régionaux dans la conservation. En France, depuis 10 ans, une grande partie des races locales a été protégée grâce à l'action de ces parcs, bien ancrés dans les régions. Ils ont coordonné des programmes avec les partenaires locaux, très attachés à ces races, affectivement et culturellement, en leur cherchant des débouchés spécifiques : actions touristiques, opérations labels, organisations de filières. Le bilan est impressionnant. Il semble dès à présent qu'ils sont appelés à être les chevilles ouvrières régionales des actions de conservation génétique animale, si une réelle politique arrive à être définie au niveau national. Nous n'avons pas développé plus haut l'exemple des arbres fruitiers, mais il relève d'une même sensibilité de la part du public.

Il n'a pas existé de conduite homogène et cohérente pour l'ensemble des parcs. Ces parcs sont gérés au niveau des régions, chacun a son statut, sa charte et ses moyens financiers propres. Les actions de conservation génétique animales ont été appréhendées selon des méthodologies très diverses et des moyens très inégaux. Le cri d'alarme, il faut encore le noter, avait été lancé par des personnalités étrangères à l'agriculture, et les actions menées prenaient en compte la défense de l'environnement, la recherche d'une identité culturelle régionale et la diversification de l'agriculture. Elles se sont notamment beaucoup appuyées sur les ethnosciences. Par ailleurs dès 1970, une prise de conscience s'était manifestée au Ministère de l'Agriculture, avec l'attribution d'une ligne budgétaire propre, bien que limitée, pour la sauvegarde des petites races (chapitre 4450 du ministère). D'autres orientations, telles la nécessité d'une gestion rationnelle des milieux difficiles, et la recherche de nouveaux débouchés économiques pour répondre à l'évolution des demandes du marché, s'y sont jointes. Les orientations actuelles de la politique du ministère de l'agriculture et du programme de recherches Agriculture Demain renforcent cette tendance.

Il est difficile de faire une synthèse des actions entreprises tant sont diverses les approches. Une constatation a pu être faite, avec le recul, que les actions pérennisées et efficaces, indépendamment de leurs moyens financiers, avaient un objectif de départ clairement identifié et peu d'intervenants.

### L'approche ethno-scientifique

Ce type de démarche est justifié par le constat de situations souvent désespérées. Les facteurs culturels sont primordiaux. Le baudet du Poitou, le mouton landais, la jument noire nivernaise leur doivent leur survie.

L'histoire de la sauvegarde du baudet du Poitou commence avec le mémoire de fin d'études d'un étudiant de l'ENSA de Toulouse, A. Audiot, qui en réalise l'inventaire en 1977 : la race ne comporte plus alors que 44 animaux de race pure, dont 24 femelles et 20 mâles d'âges très variables. Or elle représente "un patrimoine culturel et affectif inestimable", ayant à ce point imprégné la mémoire paysanne du pays poitevin qu'on trouve sa trace dans nombre de dictons et de noms de lieux du pays. De plus la race, destinée à la production de mules ou de mulets, est soumise à des méthodes d'élevage et à une sélection tout à fait particulières.

En 1979, le parc régional du Marais Poitevin inscrit la conservation du baudet du Poitou dans sa charte et lui consacre d'importants moyens. En 1982 est créée une asinerie expérimentale : un ambitieux programme de croisement continu avec des ânesses communes y est mis en oeuvre en liaison avec l'Inra de Toulouse et le Service du haras national de Saintes. La sauvegarde de la race poitevine est prise en relais par

une association, la SABAUD, créée en 1988, qui entretient des contacts étroits avec des organisations anglo-saxonnes de renom, dont l'International Donkey Protection Trust. De son côté, le parc a édité une plaquette abondamment illustrée faisant le point sur cette action.

C'est dans un but "écomuséologique" que le parc naturel régional des Landes a reconstitué l'ancienne population de mouton landais. Dans le système agrosylvopastoral traditionnel, ce mouton, en élevage extensif, jouait un rôle prépondérant. Les 120 femelles qui le composent sont les derniers survivants de cette race, et font l'objet d'un programme génétique rigoureux piloté par l'Inra de Toulouse, reposant sur la création de familles avec accouplements dirigés.

La protection de la jument noire nivernaise résulte du même type de démarche. Elle a débouché sur la signature d'une convention de recherche entre le parc naturel régional du Morvan et la société d'ethnozootecnie en vue d'étudier la naissance et l'évolution d'une race dans un contexte socio-économique particulier; Celle-ci se traduit notamment par une sélection de caractères morphologiques externes particuliers, comme la couleur de la robe.

### **L'approche conservatoire**

Plusieurs parcs régionaux ont relayé sur le terrain des actions de sauvegardes, pilotées sur le plan génétique par l'ITEB (Institut Technique de l'Élevage Bovin), et financées par le ministère de l'agriculture et des crédits régionaux. Ainsi en est-il de la race bovine ferrandaise. Le même type de concertation a permis de valoriser les races bovines et équines Camargue, le mouton d'Ouessant, les races bovines bretonne Pie Noire et Villars de Lans.

Dans le programme de conservation de la race Ferrandaise, démarré en 1978, le parc naturel régional des Volcans d'Auvergne assure la coordination des partenaires locaux (éleveurs, techniciens et représentants des administrations) grâce à un comité technique. Le programme repose sur le repérage des familles, puis la constitution de stocks de semences dont une partie sert à inséminer des mères à taureaux choisies sur des qualités précises.. La généalogie des 217 femelles de cette population est bien connue, et depuis 10 ans, une quinzaine de taureaux sont entrés au centre d'insémination artificielle. Les femelles sont réparties dans une cinquantaine d'élevages, dont certains en race pure. La race possède des aptitudes mixtes : une bonne production de lait de bonne qualité fromagère et à très fort taux protéique (34 à 35%), et l'expression développée d'un gène "culard" chez les taureaux, très apprécié par les bouchers pour un marché local. Enfin, cette race rustique est bien placée pour la longévité...

Ce sont également des programmes génétiques (et touristiques) qui sous-tendent la conservation du taureau Camargue pour sa combativité, et du cheval Camargue. Le parc naturel régional de Camargue s'est fortement impliqué dans ces deux programmes par des financements et une assistance technique régulière. à l'association qui regroupe les éleveurs de cette race, et au Haras national d'Uzès.

Citons aussi le concours des parcs d'Armorique et du Vercors pour la sauvegarde de leurs races locales.

## L'approche naturaliste

Cette approche est née principalement de la nécessité de protéger des zones fragiles abandonnées par l'agriculture, avec des moyens peu coûteux. Des expériences ont été menées avec succès, qui ont permis de protéger ces milieux dégradés de l'envahissement par la flore arbustive, tout en assurant la conservation d'une race en péril et en lui trouvant parfois de nouvelles affectations. c'est ce qu'a fait le PNR de Brière dans son marais, avec une dizaine de vaches de la race nantaise (l'un des 3 rameaux de l'ancienne population Vendéenne-Parthenaise) en 1977. Le PNR du Lubéron a créé une zone pare-feu en faisant nettoyer ses sous-bois par la chèvre du Rove (ses effectifs ont doublé depuis le début de l'expérience en 1981). Le PNR de Brotonne, fait entretenir ses 1800ha de tourbières, de faible valeur fourragère, depuis 1979 par un troupeau de bovins Highland Cattle et de chevaux camarguais d'une rusticité exceptionnelle (les températures y sont descendues jusqu'à -27°C). Ce dernier modèle d'élevage extensif a eu un tel succès qu'une dizaine de régions en France, comme le PNR du Nord-Pas de Calais ont décidé de s'en inspirer, et que celui du Marais Poitevin repeuple en race bovine Maraichin (autre rameau de la population locale) des zones de pâturage extensif.

### Vers des actions régionales concertées

Afin d'étendre ce type d'actions, les régions ont commencé à prendre le relais des parcs pour les intégrer dans une approche globale de valorisation socio-économique de leur patrimoine. Ce mouvement pourrait bien constituer la nouvelle vague des actions de conservation génétique en France. Plusieurs projets d'envergure de même nature sont en effet en train de se mettre en place, qui commencent par l'inventaire des races régionales.

Un Centre Régional de ressources génétiques a été créé par la région Nord-Pas de Calais. Il dépasse largement le cadre du Parc régional, son objectif étant le développement agro-économique des ressources de la région. A la base de sa création, "l'idée que la préservation d'espèces devenues marginales constituait une nécessité pour une agriculture devant nécessairement évoluer vers une plus grande diversification de ses productions et de ses débouchés." D'où la mise en place de groupes de travail sur les races bovines Flamande et Bleue du Nord, sur le mouton Boulonnais, et sur les chevaux de trait Ardennais et Boulonnais. Chaque modèle est étudié en fonction d'un type d'exploitation donné, les études génétiques sont menées en étroites concertation avec les organismes professionnels ou spécialisés (ITEB, ..).

Quelques actions incitatives menées par le CRRG vers les éleveurs: primes à la conservation des étalons pour les chevaux de trait, aide à la production d'embryons de haute valeur génétique (races bovines), incitations aux contrôles de performances, aide à la création de nouveaux élevages (avances remboursables) ; la valorisation économique des produits a été accompagnée d'une action médiatique. Enfin, signe des convergences de vue dans ce domaine avec les Chinois, un taureau et deux génisses de race flamande ont été offerts au maire de Tanjin par le Président du Conseil régional en personne, dans le cadre d'un jumelage entre ces deux régions.

La Lorraine met en route un programme de relance de la race Merinos de l'Est, le PNR de Corse est en train de réaliser l'inventaire des races corses. Enfin, deux cellules interrégionales de conservation et de valorisation des ressources génétiques se mettent en place dans le Sud Ouest et dans l'Ouest. L'une émane de l'Inra de Toulouse



et intègre le PNR des Landes et de Gascogne. L'autre, plus récente, s'organise autour du PNR du Marais Poitevin avec l'appui de la station Inra de Lusignan.

### **Micro-organismes**

La France s'est intégrée récemment au réseau MINE, grâce aux efforts conjugués d'Organibio, fédération française des biotechnologies, des ministères de la recherche

Les collections entrées dans le réseau MINE sont au nombre de quatre. Elles seront désormais répertoriées comme collections de références européennes, dans le domaine qui est le leur.

La collection du laboratoire de cryptogamie du Muséum d'histoire naturelle de Paris : elle comporte 3000 souches de champignons filamenteux, un catalogue informatisé pour 700 souches, des souches répondant aux normes AFNOR de biodétérioration, un service d'identification, et réalise des stages de formation et des recherches sur contrat avec des industriels.

La collection française de bactéries phytopathogènes de l'Inra comporte 2900 souches de bactéries. Elle publie régulièrement un catalogue, et effectue des recherches actives en taxonomie, en génétique, et sous contrats avec des industriels.

La collection Inra de bactéries lactiques est riche de 700 souches d'intérêt technologique. Elle collabore avec les instituts professionnels de l'industrie laitière et publie un catalogue de 450 souches.

La collection du laboratoire de génie microbiologique de l'ADRIA de Normandie, en relation avec l'université de Caen, possède 200 souches particulièrement bien caractérisées sur le plan des propriétés technologiques et industrielles. Elle réalise l'isolement, l'identification, la conservation de collections privées sous contrats.

Certains des laboratoires qui s'y sont engagés assurent l'ensemble de la gestion des collections. Mais d'autres collections existent, mondialement connues, à l'Institut Pasteur notamment, qui ne sont pas intégrées dans le réseau MINE. L'Institut Pasteur possède notamment des équipes réputées. Le problème de la gestion des collections se pose à nouveau pour les micro-organismes.

## Conclusions

Pour le moment, si on le compare à ceux des Etats Unis ou des Pays Bas, le système français de conservation des ressources génétiques ne forme pas encore un tout cohérent. Ce n'est pas tant du fait de son organisation : un réseau coordonné au niveau national par un bureau des ressources génétiques actif, que par le manque d'une politique et de moyens financiers réels. Nous savons qu'en France, en matière d'environnement, les questions concernant la biologie ont été dépendantes de trois ministères : recherche et technologie, agriculture, environnement. Il n'est pas sûr qu'une solution unique existe au niveau des ministères, car les différentes composantes des ressources génétiques forment un système complexe, où de nombreux acteurs ont un intérêt : sociétés privées de semences, agriculteurs, recherche publique, coopération, aménagement du territoire, tourisme, éducation, associations de consommateurs, pour n'en citer quelques uns. La création d'un organisme fédérateur, agence ou bureau, paraît beaucoup plus adaptée.

Les structures en mesure de mener une politique des ressources génétiques existent. Elles manquent principalement de moyens financiers et humains, rassemblant sur peu de personnes une trop lourde charge. Il a été proposé de donner un budget plus important et pérenne au BRG, et de nommer un chef de projet par espèce domestique. Cette idée, lorsqu'elle est évoquée, est accueillie favorablement.

Pour le moment, en France, on ne sait pas encore à quelle instance attribuer la gestion à long terme de collections dites de base : faut-il alors nous associer avec les systèmes existants en Europe ? Il peut être intéressant d'envisager des complémentarités. D'autre part, il n'y a pas de volonté délibérée, du côté des organismes de recherche, de soutenir des programmes sur des espèces mineures, sinon tropicales ; quelques associations isolées remplissent parfois ce rôle mais aucune politique cohérente n'existe encore.

En ce qui concerne les collections de micro-organismes, une organisation est déjà en place grâce aux efforts d'Organibio, qui a coordonné, en relation avec l'Inra (P. Fournier), le rassemblement de toutes les données disponibles sur les micro-organismes, notamment pour l'agro-alimentaire, dans les laboratoires de recherche français. Elle participe ainsi de façon très active au réseau d'information européen MINE. Celle-ci n'est bien sûr pas la première au monde, puisque les Japonais et les Américains en possèdent de très élaborées. Cette banque européenne, qui a reçu un soutien financier de la CEE, devrait à terme être financée par les consultations et les demandes des industriels. L'organisation de telles banques est beaucoup plus simple que pour les plantes, la conservation et l'analyse du matériel évoluant cependant avec les progrès de la recherche.

La gestion des ressources animales a déjà subi une rupture, d'ordre économique. Les races rares d'animaux domestiques, qui bénéficient de l'attachement culturel et affectif des populations, bénéficient d'un regain d'intérêt dans les pays développés, pour la valorisation de terres en friche. L'ensemble des actions menées, dans lesquelles les parcs naturels régionaux ont joué un très grand rôle, nécessiterait une véritable

politique nationale. Quant aux sélectionneurs de races pures et de stocks génétiques , organisés au niveau national en France, ils ont à faire face à une consanguinité accentuée par les techniques d'optimisation de la reproduction et d'obtention de génotypes hyperperformants. Là encore, la perte de variabilité nécessite une gestion rationnelle, et une bonne connaissance des génomes pour le maintien d'échantillons représentatifs et la gestion des croisements, dont les géniteurs sont aujourd'hui choisis à l'échelle mondiale.

Les banques de données et de gènes, c'est bien sûr indispensable. Mais il ne faut pas oublier d'une part qu'elles n'existeraient pas sans les actions de recherches qui les sous-tendent, et que trop souvent l'on oublie de mentionner en matière de ressources génétiques. L'exemple des ressources animales montre de plus combien sont importants les facteurs culturels et affectifs dans ce domaine, dimension que seules ont su prendre en compte des instances régionales. Or l'impact éducatif et de sensibilisation du public de ces actions est à notre avis fondamental. Quand prendra-t-on en compte plus sérieusement ces aspects ?

### Conclusion provisoire...

Nous avons ici l'impression de n'avoir fait qu'un état des lieux ; le champ des ressources génétiques est immense et il doit faire l'objet de réflexions spécifiques. Des organismes, des experts, des associations divers jouent actuellement un rôle actif dans la préservation des ressources génétiques, et ce malgré des moyens parfois dérisoires. Il nous semble que manque surtout une volonté politique.

Il n'est plus temps de convaincre.

Notre première proposition serait de rassembler des experts de tous les champs concernés, pour définir des priorités et faire des propositions concrètes. Nous en avons citées de nombreuses dans ce rapport. D'autres ont été émises par les experts internationaux indépendants de toute organisation, au cours des réunions du Keystone Center, aux Etats Unis. Elles pourraient également être une base de travail.

Les biotechnologies nous offrent les moyens de changer nos stratégies. Quelles méthodologies développer pour rendre compte, en routine, de l'état des collections, des écosystèmes, des races domestiques, et suivre régulièrement leur évolution ? Si nous ne voulons pas conserver d'immenses collections inutilisables, quelles méthodes faut-il développer pour en tirer des connaissances et les exploiter activement ?

Comment protéger juridiquement les ressources biologiques pour éviter leur disparition ?

Que transmettrons-nous aux générations futures ?

La diversité génétique n'est pas qu'un enjeu économique ou stratégique. Elle fait partie d'un patrimoine, qui peut être valorisé à tous les échelons de la société. Quelle est leur valeur sociale, culturelle, éducative et créative ? Quelles innovations pouvons-nous en tirer ?

Nous ne pouvons nous substituer aux instances politiques, industrielles ou scientifiques qui décident de soutenir l'intérêt économique et social d'une activité donnée. Dans un certain nombre de domaines, les scientifiques ont déjà établi des priorités. On pourra consulter à cet égard le rapport d'activités du Bureau des Ressources Génétiques.