

N° 2651

N° 278

ASSEMBLÉE NATIONALE

SÉNAT

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

XXIÈME LÉGISLATURE

SESSION ORDINAIRE DE 1995-1996

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale
le 19 mars 1996

Annexe au procès-verbal
de la séance du 19 mars 1996

OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

RAPPORT

sur

le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires

par M. Claude BIRRAUX

Député

Tom 2 :

Annexes

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale
par M. Robert GALLEY,
Président de l'Office.

Déposé sur le Bureau du Sénat
par M. Henri REVOL,
Vice-Président de l'Office.

Énergie

ANNEXES

Une mission en Afrique.....	3
A. L'extraction de l'uranium au Gabon	3
B. L'énergie nucléaire en Afrique du Sud : accident de l'histoire ou prémices d'un avenir souriant ?.....	9
Extraits des études préliminaires présentées par le CEA préalablement aux demandes d'autorisation de rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux effectuées pour le centre de Saclay	31
Quelques documents relatifs aux déchets TFA.....	75
A. Inventaire estimatif des déchets d'EDF.....	75
B. Déclaration commune des industriels du nucléaire	76
C. Position de FBFC sur la question des déchets TFA.....	78
Audition : « Déchets TFA et déchets miniers ».....	81
Audition : « Radioprotection »	161

UNE MISSION EN AFRIQUE...

Les thèmes d'investigation choisis cette année pour ce rapport m'ont donné l'avantage de prétendre effectuer une mission en Afrique. Cette proposition ayant été approuvée par les autorités de nos deux assemblées, j'ai dirigé mes regards vers le Gabon, où COGEMA exploite des mines d'uranium par l'intermédiaire de sa filiale URAKAB, et vers l'Afrique du Sud d'autre part, où l'extraction de l'uranium a cette particularité qu'elle est la plupart du temps une activité dérivée de l'extraction de l'or.

En outre, l'Afrique du Sud est l'un des quelques pays où un électricien exploite des centrales nucléaires conçues et construites par FRAMATOME. J'étais ainsi intéressé par les différences qui pouvaient exister avec les modes d'exploitation des centrales nucléaires d'une part, ainsi que par les modalités du contrôle de la sûreté et de la sécurité de l'autre part.

Pour ce qui concerne les résidus de l'extraction de l'uranium, j'ai retracé dans le principal du rapport les éléments les plus caractéristiques de ce déplacement, ceux qui se manifestent une réelle singularité. J'ai estimé nécessaire de présenter ici plus en détail un ensemble des informations que j'ai recueillies lors de cette mission en Afrique.

EXTRACTION DE L'URANIUM AU GABON

La COMUF, une entreprise dans le feu des restructurations

La COMUF aux prises avec un marché de l'uranium défavorable

Avec le pétrole, le bois et le manganèse, l'uranium est l'une des principales ressources naturelles du Gabon. Son extraction, sa transformation en *yellow cake* et sa commercialisation sont assurées sur place par COMUF, filiale de COGEMA, dont 25,8% du capital est détenu par l'État gabonais et l'épargne privée. Société de droit gabonais, COMUF (Compagnie des Mines d'Uranium de Franceville) a été créée en 1958 pour exploiter et exploiter les gisements d'uranium du Haut Ogooué, dans l'est du Gabon, découverts en 1956 par le CEA après 10 années de recherches.

Les importantes campagnes de prospection ont conduit à détecter de nombreux gisements d'uranifères, concentrés dans la région de Mounana, à 70 km au nord-ouest de Franceville : Mikouloungou (1965), Boyindzi (1967), Oklo (1968), Okelobondo (1974), Mounana (1982). Les gisements ont une teneur moyenne de 3,8‰ ; leur exploitation a

débuté en 1961. Depuis l'origine, les différents gisements ont produit près de 25 000 tonnes d'uranium, contenues dans 6,5 millions de tonnes de minerai.

Le potentiel brut exploitable de la région de Mounana est d'environ 15 000 tonnes, dont seules 6000 sont exploitables dans le contexte économique actuel. En effet, alors qu'il y a 10-20 ans COMUF pouvait vendre son uranium aux alentours de 400 F/kg, aujourd'hui le prix de vente tourne autour de 200 F/kg. Par ailleurs, la réduction des enlèvements assurés par COGEMA a conduit à une diminution importante du chiffre d'affaires entre la fin des années 80 et les années les plus récentes : 150 MF en 1994 contre 400 MF en 1989.

1.2 Une restructuration sévère

Le besoin de restructuration et de réduction des coûts débouche il y a quatre ans sur la mise au point d'un programme ambitieux et difficile : il s'agit de diminuer d'un facteur 4 environ les effectifs employés directement par COMUF, tout en assurant un niveau de production convenable et en évitant les mouvements sociaux dans un contexte local mono-industriel.

La restructuration administrative conduit à supprimer le poste de directeur général-adjoint, à mettre en place un contrôle de gestion, à accélérer la « gabonisation des emplois ». En effet un poste de travail pour expatrié coûte environ 2,5 fois plus que le même poste pour un Gabonais.

La restructuration des activités amène à regrouper toutes les activités de maintenance au sein d'un seul service, alors qu'elles étaient auparavant éclatées entre les différentes branches opérationnelles de la société. Parallèlement les actions de maintenance sont renforcées afin d'améliorer l'état de l'outil industriel. Enfin les opérations d'exploitation sont redéployées vers les veines de gisement à plus forte teneur : on passe de 3% au maximum à la fin des années 80 à près de 4,8% environ en 1994, soit la teneur moyenne des gisements africains. Enfin les activités annexes (chaudronnerie, plomberie, peinture, sondages...) sont confiées pour une plus large part à la sous-traitance.

La restructuration sociale suit un schéma assez classique : dans un premier temps la société fait appel aux départs volontaires et aux préretraites ; dans un deuxième temps, la fermeture d'une mine provoque près de 80 licenciements ; dans un troisième temps un plan social est négocié avec les partenaires sociaux et approuvé par les pouvoirs publics ; dans un quatrième temps, un nouveau plan social permet d'ajuster les résultats et de renégocier un certain nombre de critères antérieurs. Ces plans sociaux sont accompagnés de contributions financières à l'Office national de l'Emploi.

1.3 Un avenir mieux assuré aujourd'hui, mais COMUF doit cependant préparer l'« après uranium »

Alors que la direction de COGEMA ne croyait pas vraiment au succès de la restructuration, elle a plus confiance aujourd'hui. La restructuration a eu un excellent « retour sur investissement » : les dépenses globales (40 MF) ont été amorties en 16 mois

environ. Les mouvements sociaux ont été évités, grâce en partie au caractère "alléchant" du plan (50% des départs se sont faits sur une base volontaire). Le prix de revient de l'extraction est redevenu "compatible" avec celui des principaux concurrents africains de COMUF. L'objectif est désormais d'arriver dans la fourchette de 10 à 15 \$ par livre d' U_3O_8 (unités utilisées sur le marché mondial de l'uranium).

L'« après uranium » est pour bientôt : dans les conditions économiques actuelles, l'extraction n'est envisagée que pour une période de 6-7 ans environ (10 ans au maximum, selon les hasards de la mine). Les entreprises sous-traitantes devront trouver d'autres clients que COMUF, et le tissu industriel diversifier ses points d'ancrage. Diverses activités sont déjà soutenues financièrement, dans cette optique de diversification : agriculture, fabrication d'agrégats et de matériaux de construction...

Dans la perspective de l'« après uranium » COMUF souhaite également se dégager de certaines charges financières qui n'ont que peu de choses à voir avec son objet social. En 1958 l'absence totale de tradition industrielle dans la région a amené la société à prendre en charge totalement certains besoins élémentaires : écoles, logements, cercles de loisirs, bases d'approvisionnement... COMUF a également apporté son soutien financier à la construction de la poste et du collège, au goudronnage des routes communales, etc. La ville de Mounana, qui rassemble près de 7000 personnes dont 2500 scolaires, vit à 80% à partir des activités de COMUF !

La transition sera évidemment inévitable mais certainement très délicate.

2. Un bref aperçu des activités industrielles de COMUF à Mounana

Mon expérience proprement minière résulte de la visite au fond de la mine d'Okelobondo-sud, dans le gisement qui concentre aujourd'hui l'essentiel des activités d'extraction. Exploitée depuis 1988, elle est la prolongation en profondeur du gisement d'Oklo, rendu célèbre par la présence de réacteurs nucléaires naturels. La couche minéralisée est située sous environ 500 m de « morts terrains ». La couche exploitable a une dizaine de mètres d'épaisseur au maximum, et la minéralisation est très variable sur l'ensemble du gisement. L'exhaure en eau s'élève à 120 m³/heure environ, et l'abondance des pyrites la rend très acide (pH ≈ 4).

La proximité du gisement d'Oklo permet d'utiliser certaines infrastructures déjà existantes, qui sont cependant insuffisantes pour le bon fonctionnement simultané des deux mines. La réalisation d'un certain nombre d'ouvrages est nécessaire pour accéder au minerai, évacuer ce minerai au jour et assurer l'aérage des zones d'exploitation. Pour cette dernière fonction, plusieurs cheminées ont été percées dans les années récentes. Le percement commence par l'étude topographique approfondie des terrains (sondages carottés et inspections visuelles ou télécommandées). On procède ensuite à la consolidation et l'imperméabilisation des terrains, par une injection de ciment en surface et dans les zones de faille (les quantités de ciment peuvent atteindre plusieurs dizaines de tonnes). Un trou pilote d'environ 30 cm de diamètre est ensuite foré, aboutissant dans une galerie « de recoupe » prévue à cet effet dans le gisement ; une sonde introduite dans ce trou pilote permet de mesurer d'éventuelles déviations. Enfin les mineurs procèdent à l'alésage du trou pilote : il s'effectue à l'aide d'un alésoir de 2,1 m ou 2,4 m de

diamètre, remonté à partir du fond depuis le jour. Sur Okelo-sud, 4 entrées et 4 retours d'air assurent une circulation d'air de $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

La mine d'Okelo-sud emploie 60 mineurs et 10 agents d'encadrement. L'exploitation est rendue difficile — comme sur tous les gisements gabonais — par la possibilité de tomber sur le cœur d'un réacteur naturel. Il y a environ 2 milliards d'années la proportion d' U_{235} dans l'uranium naturel était proche de celle présente aujourd'hui dans le combustible placé en réacteur. Dans une configuration géométrique et physique favorable (concentration suffisante en uranium, faible teneur en éléments « poisons », présence d'eau pour modérer les neutrons et évacuer la chaleur produite) il s'est parfois produit, de façon naturelle, des réactions en chaîne autoentretenuës, pendant une durée de 100 000 à 800 000 ans selon les zones concernées. Ces réactions ont ainsi consommé l'uranium fissile et conduit à la formation de « lentilles » d'uranium appauvri (dimension typique = 5 m^3). Cet uranium appauvri doit impérativement être séparé de l'uranium de qualité normale, puisqu'il dégraderait la qualité du produit final livré au client de COMUF. Des analyses isotopiques sont effectuées périodiquement à cette fin, et en tant que de besoin, à Pierrelatte.

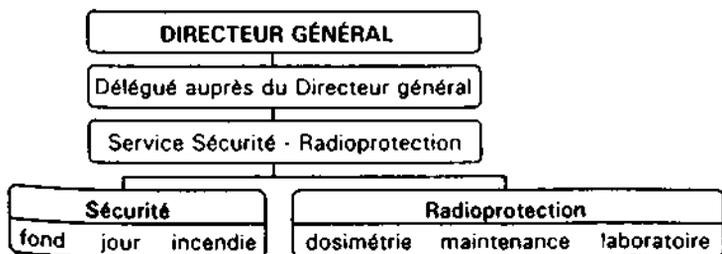
En 1994 le site de Mounana a produit 600 tonnes d'U pour 150 000 tonnes de minerai à 4% environ, plus 250 000 tonnes de stériles. La nouvelle usine de traitement de minerai de Mounana a été mise en service en 1982. Elle a une capacité nominale de 1500 t/an mais ne fonctionne actuellement qu'à la moitié ou un tiers de sa capacité, par campagnes de quelques mois. Il s'agit d'une usine classique, qui répond à la description générale faite dans le corps du rapport (mise en oeuvre d'un procédé d'attaque acide).

Pendant les campagnes d'exploitation, les effluents liquides de l'usine représentent un volume de $100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Le principal problème posé par ces effluents est leur acidité : une installation de neutralisation avait été prévue et construite, mais elle n'est pas exploitée. D'une part COMUF ne souhaite pas engager les dépenses nécessaires à l'importation de la chaux nécessaire à la neutralisation, d'autre part la dilution dans les cours d'eau récepteurs (facteur 600) assure que le pH en aval reste à des niveaux acceptables : il semble même ne pas être du tout affecté par les rejets. En revanche on m'a indiqué que le pH dans la Ngamabougou (cours d'eau recueillant directement les effluents de l'usine) pouvait être compris entre 1,5 et 2, ce qui n'est pas rien.

3. La protection radiologique chez COMUF

Il n'existe pas au Gabon de réglementation de radioprotection ; il n'y a donc ni procédure d'autorisation ni dossiers à présenter aux autorités. COMUF m'a indiqué qu'elle suit la réglementation française, dans la mesure du possible. Ainsi elle met en place les politiques et moyens permettant de respecter les recommandations de la CIPR 26 (et textes d'application pour les mines d'uranium) ; pour sa part la protection radiologique de l'environnement s'efforce de répondre aux exigences inscrites dans le décret n°90-222 du 9 mars 1990.

La protection radiologique est organisée selon le schéma suivant :



Des moyens importants sont mis en oeuvre pour la protection radiologique du personnel. Trois types de mesures sont effectués : dosimétrie d'ambiance, dosimétrie de fonction, dosimétrie individuelle. L'utilisation depuis 1990 du Système intégré de dosimétrie, développé par le CRPM, a accru l'efficacité et la pertinence de la dosimétrie individuelle. COMUF mesure elle-même les ambiances physiques (en particulier avec des matériels permettant la détermination de l'énergie α potentielle pour les descendants du radon) et envoie les têtes des dosimètres individuels tous les mois au CRPM.

En matière de protection « à la source », la principale mesure consiste à assurer une bonne aération des galeries. Il y a quelques années, l'aéragé primaire restait insuffisant (pas de ventilateurs sur les entrées d'air) ; la situation a été modifiée. Dans les galeries en aéragé primaire, les représentants de COMUF m'ont dit que le radon ne pose pas de problème, que la valeur guide pour l'énergie α potentielle était souvent dépassée avant 1991, que les poussières posent toujours des problèmes. Pour les galeries en aéragé secondaire, il n'y a pas non plus de problème pour le radon, mais il y a encore aujourd'hui quelques dépassements des valeurs guides pour l'énergie α potentielle et les poussières. Les problèmes d'exposition liés aux poussières découlent souvent du fait que les consignes d'arrosage des galeries ne sont pas toujours respectées. Dans l'usine, les principales zones d'exposition sont les postes de concassage et de broyage (poussières).

Dans un tableau comparatif regroupant l'ensemble des sites d'extraction de COGEMA, COMUF vient en avant-dernière position au plan des performances, juste devant COMINAK (Niger). Les travailleurs sont exposés à une dose moyenne inférieure à 30 mSv.

Pour la protection de l'environnement, j'ai mentionné dans le rapport les modalités anciennes et nouvelles de la gestion des résidus. La surveillance est assurée par un réseau de stations et des prélèvements réguliers en des points définis. Lors de ma visite, J.P. PFIFFELMANN a jugé nécessaire de compléter le réseau par un point de mesure en amont de la Mitembe (rivière dans laquelle se jette la Ngamaboungou) et un point directement à l'aval de la retenue derrière laquelle décantent les résidus fins ; J.P. PFIFFELMANN estimait aussi qu'après le recouvrement des résidus, dans l'ancienne carrière de Mounana, il conviendrait d'implanter 2 ou 3 dosimètres de site. ALGADE effectue un audit environnemental tous les ans. L'IPSN a effectué une synthèse relative au radon 222 en 1987 ⁽¹⁾.

¹ N. FOURCADE, M.C. ROBE, Synthèse des résultats des mesures de concentration en radon 222 sur le site de Mounana, de 1984 à 1985. Comparaison du site de Mounana avec des sites français, IPSN - Département de Protection technique - Service de Protection des Installations nucléaires - Laboratoire de recherche sur la protection dans les mines, COM/002 (2), 23 février 1987

Les capacités locales d'analyse radiologique sont assez développées : le laboratoire du service de radioprotection peut analyser tous les éléments métalliques ainsi que l'uranium (mesuré à la torche et contrôlé par fluorimétrie).

Dans le cadre des programmes communautaires SYSMIN, des aides ont été demandées à l'Union européenne pour améliorer l'aérage des mines, augmenter le financement accordé à une société de reconversion et modifier l'aménagement des aires de rejet. Plusieurs millions d'Écus auraient été accordés. La protection de l'environnement coûte en propre 100 MF CFA (c'est-à-dire 1 MF français) à COMUF.

Que conclure en définitive ? Le lecteur aura pu être surpris par l'apparente négligence qui entoure le rejet des effluents issus de l'usine de traitement. Est-il bien sérieux de ne pas neutraliser ces effluents, et d'amener ainsi le degré d'acidité de la Ngamabougou à des valeurs plus que significatives ?

Une fois n'est pas coutume, je me demande si on ne peut pas en quelque sorte « renverser » la question : pourquoi ne pas adopter cette politique minimaliste vis-à-vis de l'environnement si en contrepartie les ressources économisées par COMUF sur la protection de la Ngamabougou peuvent être utilisées à des emplois plus efficaces pour la santé des populations ? Je ne peux m'empêcher de songer alors au soutien apporté par COMUF au fonctionnement de l'hôpital de Mounana.

Plutôt que d'« hôpital » il vaudrait peut-être mieux parler de « centre de santé » : l'établissement compte 45 lits, du matériel de radiologie et de cardiologie, une salle d'accouchement, deux blocs opératoires, un centre de médecine du travail... Il prépare un projet de coopération avec le centre de recherches médicales de Franceville, sur le paludisme et les maladies sexuellement transmissibles (il y a cependant peu de cas de sida dans la région).

L'hôpital de Mounana soigne certes les personnels de COMUF (20% des entrées), mais accueille couramment des personnes venant de 120 km à la ronde. Depuis 9 ans, près de 1 million d'entrées ont été comptabilisées. Les médicaments sont payés intégralement par COMUF pour le bénéfice de l'ensemble de la population soignée. Le Dr. RAVOLLET, directeur, m'a fait part de l'étonnement qu'il avait ressenti à son arrivée : il se trouvait dans la pharmacie de l'hôpital plus de médicaments qu'il n'en avait manipulés pendant 18 ans d'Afrique !

Pour parler franchement, et au risque de choquer certaines âmes sensibles, je préfère assurément que COMUF affecte des ressources au financement de l'hôpital de Mounana plutôt qu'à la protection d'une rivière, qui est de toute façon assurée par la dilution procurée quelques kilomètres en aval. Bien sûr on peut toujours souhaiter que la qualité des eaux de la rivière soit un jour meilleure. Il s'agit de savoir où il convient de faire porter en priorité les efforts, pour leur plus grande efficacité.

B. L'ENERGIE NUCLEAIRE EN AFRIQUE DU SUD : ACCIDENT DE L'HISTOIRE OU PREMICES D'UN AVENIR SOURIAINT ?

1. Une visite à *Western Areas Gold Mining*

Située à une quarantaine de kilomètres de Johannesburg, la mine exploitée par *Western Areas Gold Mining* emploie près de 11 000 personnes. La profondeur des galeries est comprise entre 800 et 2700 m. Organisée en deux divisions géographiques, elle possède deux usines métallurgiques, dont l'une (usine Nord) est couplée avec une installation d'extraction de l'uranium, qui fonctionne depuis 1981. Celle-ci est conçue pour traiter 100 000 tonnes de minerai chaque mois.

Le minerai a une faible teneur (670 ppm, soit 0,067%) et le rendement global des installations d'extraction est proche de 80% : la teneur résiduelle après traitement est de 150 ppm environ. La politique actuelle de la société consiste à réduire les masses de minerais traitées (40 000 tonnes par mois actuellement) et stocker l'uranium produit car le prix de vente sur le marché mondial est trop bas.

1.1 La protection radiologique des travailleurs

La répartition des responsabilités est apparemment rigoureuse. La direction a pour rôle de déterminer les objectifs généraux de la protection, de mettre en place une politique d'implication de tous les personnels, d'édicter des codes de bonnes pratiques, etc. Les services chargés de la radioprotection opérationnelle doivent élaborer les plans de contrôle radiologique, les plans d'assurance qualité, les programmes de formation ; ils doivent également renseigner et conserver les registres réglementaires. Les personnels médicaux semblent avoir des responsabilités particulièrement importantes car certains propos de mes interlocuteurs ont semblé suggérer que la société doit répondre à des demandes de compensation financière pour les expositions reçues⁽²⁾. Enfin les employés doivent respecter les consignes reçues et participer activement aux divers programmes de protection.

L'exposition professionnelle est limitée à 20 mSv par an au maximum. 32 zones sont définies sur l'ensemble de la mine, dont 8 sont réglementées pour la protection radiologique. Un système de classification des expositions permet d'ajuster le niveau de contrôle individuel.

Classification des expositions

Dose reçue	Classification
[0, 1] mSv	non classifié
[1, 5] mSv	supervision
[5, 10] mSv	contrôle de niveau A
[10, 15] mSv	contrôle de niveau B
> 15 mSv	contrôle de niveau C

² Il existe par ailleurs un fonds de compensation des dommages sanitaires subis du fait de l'exposition aux poussières, risque classique en milieu minier

La poursuite des entretiens avec les dirigeants de la mine m'a confirmé dans l'idée que la généralisation de la dosimétrie individuelle, telle qu'elle a été pratiquée par exemple dans les installations françaises, représente un réel progrès pour le suivi des travailleurs. En effet la seule dosimétrie pratiquée à *Western Areas* (et vraisemblablement dans les autres mines sud-africaines) est une dosimétrie d'ambiance : la mesure des paramètres d'exposition ambiante au poste de travail sert au calcul *a posteriori* des expositions individuelles des travailleurs. Dans cette perspective, les matériels utilisés sont : 1/ au fond, des appareils de mesure du radon et de ses descendants ; 2/ à l'air libre, des dosimètres γ et des dispositifs de mesure des éléments α à vie longue.

Mes interlocuteurs m'ont cependant indiqué qu'ils doivent faire face à plusieurs difficultés, comme gérer de très larges variations dans les résultats de mesure ⁽³⁾ ou garantir la compatibilité entre les doses individuelles calculées à partir des doses d'ambiance et les doses individuelles véritables que l'on peut estimer par ailleurs. Des investigations à caractère expérimental ont en effet montré que les résultats de la dosimétrie d'ambiance sont généralement inférieurs de 50% à ceux de la dosimétrie individuelle.

Par ailleurs la capacité locale de traitement de l'information dosimétrique est insuffisante. Ce traitement a pour objectifs de connaître la distribution des doses parmi le personnel, la détermination de la (ou des) dose(s) collective(s) pertinente(s), enfin la mise au point des contrôles d'ingénierie nécessaires à l'amélioration de la protection, qui est avant tout la prévention des expositions.

Mes interlocuteurs m'ont enfin présenté une synthèse et quelques conclusions générales relatives à la politique de protection radiologique et de suivi dosimétrique :

- l'exposition radiologique est un risque réel chez *Western Areas* ;
- les usines uranium et or présentent des risques équivalents au plan radiologique en termes de dose moyenne : 1,2 à 1,5 mSv par an ;
- 20% des travailleurs nécessiteraient une dosimétrie individuelle ;
- les domaines importants pour la protection sont : la mise en place de mesures de précaution plutôt que de compensation, la détermination plus fine des facteurs d'occupation ⁽⁴⁾, la poursuite des investigations annuelles sur les travailleurs ;
- dans le domaine de la prévention en mine, les efforts principaux doivent porter sur : la qualité des eaux, la réduction de l'« âge » de l'air séjournant dans les galeries (l'air passe au fond 8 à 15 heures, selon la profondeur et la longueur des galeries), l'exposition due aux sorties d'air (puits de ventilation).

³ Je ne sais pas si cette variabilité est due à la nature des instruments de mesure utilisés (voir par exemple les controverses sur l'utilité réelle des boîtes à charbon actif pour effectuer des mesures pertinentes au sens de la radioprotection pour l'exposition au radon) ou si cette variabilité est essentiellement due aux conditions ambiantes dans la mine

⁴ Temps passé par chaque travailleur à un poste de travail déterminé ; il s'agit du maillon essentiel qui permet de relier la dosimétrie d'ambiance à une estimation dosimétrique individuelle

1.2 La protection radiologique de l'environnement

Les représentants de *Western Areas* m'ont paru soucieux d'une trop grande rigueur appliquée selon eux au régime de la protection radiologique de l'environnement (et du public par la même occasion).

De nombreux textes encadrent l'activité des mineurs : le *Minerals Act* a introduit l'obligation de mettre en place un programme de surveillance de l'environnement (pas seulement radiologique mais également chimique), qui exige entre autres une comptabilité complète de tous les matériaux rejetés par les installations. Le *Nuclear Energy Act* semble avoir mis en place une obligation de contrôle sur plusieurs dizaines d'années. La gestion des effluents liquides est placée sous la responsabilité conjointe du Ministère de l'Eau et des autorités locales.

Le programme de surveillance en lui-même est assez classique, ainsi que le contenu de l'étude d'impact préalable à toute autorisation. L'exploitant doit déterminer les principales voies d'exposition (eau, air...) et les termes-sources, et modéliser les transferts dans l'environnement et vers les populations susceptibles d'être exposées. En revanche les limites de rejets sont très mal « supportées » et jugées beaucoup trop sévères. Il semblerait que, pour les effluents liquides, l'activité α autorisée soit limitée à 7 Bq.l^{-1} et l'activité β autorisée à $3,4 \text{ Bq.l}^{-1}$. JCI, actionnaire principal de *Western Areas*, m'a indiqué que des négociations étaient engagées avec les autorités sur cette délicate question.

Pour la protection de l'environnement, un sujet de préoccupation important et de plus en plus pressant résulte de la dissémination de matières radioactives diverses (déchets TFA, poussières...) hors des sites. JCI, et plusieurs autres exploitants avec lui, doivent désormais assainir plusieurs sites contaminés. Par ailleurs le démantèlement des installations pose des problèmes similaires : l'oxydation des matériaux et la pénétration fréquente de radioéléments dans les fondations a obligé à constituer des équipes spécialisées en décontamination / démantèlement.

L'information du public m'a clairement été présentée comme un objectif secondaire tant que l'évaluation globale de l'impact environnemental, qui a été entreprise tout récemment, n'aura pas été achevée.

2. L'AEC à la croisée des chemins

L'*Atomic Energy Corporation* pouvait véritablement être qualifiée il y a quelques années de « bras armé » de la puissance sud-africaine en matière nucléaire. Une part très importante de ses activités était en effet à caractère militaire ; une autre part importante consistait à fournir un soutien scientifique et technique à ESKOM, électricien national exploitant la centrale nucléaire de Koeberg (voir ci-dessous). Moins de 10% des dépenses étaient affectées il y a 10 ans à des activités commerciales autres.

Au tout début des années 90, l'évolution du contexte politique en Afrique du Sud et la décision du gouvernement d'arrêter toute activité nucléaire militaire ont amené l'AEC à redéfinir profondément ses orientations stratégiques (mise en place du plan *AEC 2000*).

De 8500 à 2500 personnes, les effectifs ont été divisés par plus de 3 depuis 1990 et les activités ont été réorganisées en trois pôles :

- les activités de recherche « pure » ou de soutien à la recherche : gestion et exploitation de quelques petits réacteurs de recherche, monopole de la production de radio-isotopes ;
- la production de combustible et la R&D correspondante : l'AEC exploite une usine de conversion de 1200 tonnes/an ; elle exploitait jusqu'en avril 1995 une usine d'enrichissement (*Z-Plant* : 300 000 UTS/an) mettant en oeuvre un procédé de conception locale mais absolument pas compétitif au plan international ; elle exploite toujours une usine de fabrication de combustible de 100 tonnes/an destinée à satisfaire les besoins de Koeberg ; cette usine fait l'objet d'un accord de coopération avec FRAMATOME ; en matière de R&D, l'AEC a abandonné un projet (bien avancé) d'ultra-centrifugation mais continue à travailler sur un procédé d'enrichissement par laser ;
- les activités non nucléaires : regroupées au sein de deux départements spécialisés (développement et production industrielle), elles doivent valoriser les compétences acquises par l'AEC en chimie (composés du fluor), optique (lasers), technologies des membranes (procédés de séparation), métallurgie (traitements de surface, alliages spéciaux...), filtration d'air, systèmes d'acquisition et de mesures, etc. ; depuis 1991 les ventes de ces deux départements ont augmenté de 35 à 45% l'an, en réponse à la diminution régulière des subventions publiques à l'AEC ; 40% du budget de l'AEC est aujourd'hui assuré par ces activités commerciales et un objectif de 80% a été fixé pour l'horizon 1997-98.

Par ailleurs l'AEC a conservé le statut d'autorité réglementaire pour tout ce qui concerne les « sauvegardes » (prévention de la prolifération nucléaire), pour l'ensemble des organismes soumis à une réglementation nucléaire (industriels, mines, recherche, production d'électricité...).

Pour la protection radiologique des travailleurs dans ses activités nucléaires, M. KRUGER, directeur de la Sécurité du travail, m'a indiqué que l'AEC applique par anticipation les recommandations de la CIPR 60. Les services en radioprotection sont essentiellement destinés au personnel de l'AEC mais peuvent également être fournis à des clients extérieurs. L'AEC a aussi pour rôle de fournir une assistance en situation d'urgence, en liaison avec les autorités réglementaires (Conseil de Sûreté nucléaire, Ministère de la Santé publique).

Pour la protection de l'environnement, M. SNYDERS, directeur général exécutif des Services techniques, m'a indiqué que l'AEC dispose de très bonnes banques de données sur les bruits de fond radiologiques initiaux (« points zéro »). Les rapports avec les autorités réglementaires sont classiques ; l'AEC doit établir un rapport trimestriel, et des rapports immédiats au cas où les limites seraient dépassées. Des compétences internes significatives ont été développées en matière d'identification des voies d'exposition et de modélisation des transferts de radionucléides. Ces compétences sont mises à la

disposition, dans un cadre commercial, des exploitants de mines qui doivent désormais déposer des demandes d'autorisation au titre de la législation sur les installations nucléaires. De façon générale, l'AEC apporte un soutien aux exploitants miniers tout au long de la procédure d'autorisation.

L'AEC fait également profiter ESKOM de ses compétences, pour l'exploitation et la sûreté de la centrale nucléaire de Koeberg.

3. ESKOM face à la technologie nucléaire

3.1 Koeberg, un projet tourmenté

La mise en service de la centrale de Koeberg (deux réacteurs REP de 920 MW) est l'aboutissement d'un processus complexe, dont l'origine la plus lointaine peut être trouvée dans les années 20. A cette date des études mettent en évidence la présence de quantités d'uranium non négligeables dans les minerais aurifères présents dans le sous-sol du Witwatersrand (région de Johannesburg). Après la Seconde guerre mondiale, à l'instigation des nations occidentales et avec le soutien technique du Laboratoire central de Métallurgie (Ministère de l'Industrie), l'industrie minière construit les installations permettant de récupérer l'uranium extrait avec le minerai aurifère. L'Afrique du Sud devient rapidement un des plus importants producteurs du monde occidental.

Un programme de recherche nucléaire débute en 1948, sous l'égide de l'*Atomic Energy Board* fondé à cette fin. En 1956 une commission est constituée afin de réfléchir à l'introduction de l'électricité nucléaire dans le pays ; son rapport publié 5 ans après ne débouche sur aucune recommandation. En 1963 cependant, l'éventualité d'une émergence prochaine de l'électricité nucléaire amène les autorités à adopter une loi définissant un régime d'autorisation pour les installations nucléaires, le *Nuclear Installations Licensing and Security Act*.

En 1965 le gouvernement relance la réflexion, en demandant pour des raisons stratégiques que les technologies étudiées concernent uniquement les réacteurs fonctionnant à l'uranium naturel. L'objectif était d'éviter de tomber sous les fourches caudines des pays fournisseurs de services d'enrichissement — à l'époque les États-Unis. Le rapport de la nouvelle commission, publié en mai 1968, tranche pour la technique canadienne CANDU contre les MAGNOX britanniques.

Au tournant des années 70, l'AEC et ESKOM s'accordent pour confier à l'électricien les principaux pouvoirs de décision en matière d'opportunité, tandis que l'AEC conservera les pouvoirs réglementaires au sein d'une division spécialement créée en son sein. Ces années voient une triple évolution dans le paysage énergétique : 1/ la crise pétrolière relance l'intérêt pour le développement de l'énergie nucléaire ; 2/ les coûts en capital s'accroissent au rythme de plus de 10% l'an ; 3/ plusieurs pays se lancent dans la construction d'usines d'enrichissement susceptibles d'alimenter le marché mondial. Dans ces conditions ESKOM décide de s'orienter vers des réacteurs utilisant de l'uranium enrichi, dont les coûts en capital (et de façon plus marginale les coûts d'exploitation) sont plus faibles que pour les réacteurs à l'uranium naturel et pour lesquels le « risque politique » devient plus réduit.

En 1971 la division nucléaire d'ESKOM entreprend un voyage d'études en France, en République fédérale d'Allemagne et au Royaume Uni, afin d'y observer le fonctionnement des programmes nucléaires. Selon l'expression employée par J. COLLEY, chef de la division nucléaire, "nous avons parlé aux personnes exploitant les centrales, et non aux personnes qui les vendaient". Les préférences des techniciens se portent vers les modèles à eau bouillante (REB) mais les préférences des politiques s'en éloignent : le seul fournisseur de REB est GENERAL ELECTRIC, constructeur américain.

Le site d'implantation de la première centrale est choisi depuis longtemps. Confrontés à la fin des années 60 à une croissance très forte de la demande d'électricité dans la province du Cap, les planificateurs d'ESKOM se trouvaient *a priori* placés devant une alternative redoutable. Soit ils construisaient de nouvelles lignes électriques haute tension sur plus de 1500 kilomètres pour alimenter la province à partir des centrales à charbon implantées près des grands gisements du Nord. Soit ils construisaient sur place une centrale à charbon, quitte à devoir lui amener (par trains ou bateaux) 5 millions de tonnes de charbon environ chaque année. Une centrale nucléaire avait toute sa justification dans ce contexte géographique contraignant.

Un appel d'offres est lancé en 1974 : il porte sur la fourniture de deux réacteurs d'environ 1000 MW et de 6 charges de combustibles. Des offres sont reçues de 5 vendeurs et après un examen préliminaire, ESKOM établit une *short list* pour un « deuxième tour » : y sont inscrits un consortium multinational (États-Unis, Pays-Bas, Suisse) mené par GENERAL ELECTRIC, un consortium allemand et un consortium français mené par FRAMATOME. C'est la seconde opération engagée par FRAMATOME à l'étranger, après les centrales belges de Tihange-1 (1969), Tihange-2 et Doel-3 (1974).

ESKOM signe une lettre d'intention avec le consortium GENERAL ELECTRIC. Restent à conclure les accords intergouvernementaux nécessaires à l'exportation des technologies, des matériels et des matières (combustibles) nécessaires. La Suisse ne cause aucun problème ; l'attitude des États-Unis est plus ambiguë mais ne semble pas soulever de difficultés insurmontables ; en revanche le gouvernement néerlandais est soumis à une forte pression parlementaire contestant les échanges avec l'Afrique du Sud en général et les échanges nucléaires en particulier. Réduit à l'inaction, le gouvernement néerlandais ne peut signer l'accord indispensable et la date limite est dépassée. Le contrat échappe au consortium.

ESKOM se retourne alors vers les offres allemande et française. La proposition allemande pour des réacteurs REB est éliminée. La proposition allemande de réacteurs REP est jugée supérieure à l'offre française au plan technique, mais le montage financier des Français emporte la décision. Le contrat est signé à Johannesburg et Paris les 5 et 6 juillet 1976 ; l'accord intergouvernemental est signé en octobre de la même année. Il est rapidement suivi d'un accord tripartite Afrique du Sud-France-AIEA sur les clauses de sauvegarde appliquées à Koeberg ⁽⁵⁾.

⁵ Dans l'ouvrage FRAMATOME, du bureau d'ingénierie nucléaire au groupe international (Albin Michel, 1995) FRAMATOME écrit que "prétendre fabriquer et monter une centrale complète à 10 000 km de Paris, fut-ce en consortium avec des partenaires industriels compétents, représentait pour FRAMATOME en 1974 une véritable gageure. En fait, l'offre de FRAMATOME n'avait pas été sélectionnée sur la short list pour le deuxième tour. La réalité dans le monde est plutôt : Europe - États-Unis - Japon, qui ont tous des centrales en exercice, non pas

La centrale de Koeberg a été construite dans le cadre d'un contrat « clefs en mains » par un consortium rassemblant FRAMATOME (îlot nucléaire), ALSTHOM-ATLANTIQUE (groupes turbo-alternateurs) et SPIE-BATIGNOLLES (génie civil). BROWN BOVERI et CONCOR ont assuré la fourniture des équipements haute tension.

La fourniture de l'uranium enrichi et du combustible ont été le cadre de multiples péripéties, impliquant au plus haut niveau les gouvernements sud-africain et américain. Alors que la coopération avec l'Afrique du Sud avait bien fonctionné jusque vers le milieu des années 60, le gouvernement américain avait peu à peu acquis la conviction de l'existence d'un programme militaire, ou tout au moins de visées militaires. De plus le développement de la production d'uranium sur le sol même des États-Unis réduisait l'intérêt stratégique d'entretenir de bonnes relations politiques avec l'Afrique du Sud. Le début des années 70 voit une dégradation certaine de ces relations, accélérée par l'arrivée de l'Administration CARTER. L'avenir de Koeberg, avant et après que le contrat portant sur les réacteurs ait été signé, n'était pas véritablement assuré.

Dans son ouvrage *Koeberg, la success story nucléaire d'ESKOM* (janvier 1995), le journaliste S. MURRAY révèle que l'Afrique du Sud aurait obtenu grâce à un accord secret conclu en 1981 le bon accomplissement d'un contrat d'enrichissement conclu avec les États-Unis en 1974 et suspendu de façon unilatérale par les Américains. La contrepartie aurait été l'engagement de discussions sur l'indépendance de la Namibie et le droit de visite accordé aux inspecteurs américains dans l'installation d'enrichissement de Valindaba.

Enfin l'histoire mouvementée de Koeberg débouche le 18 décembre 1982 sur un attentat perpétré très vraisemblablement par l'ANC. Les plans de Koeberg avaient été dérobés de la bibliothèque centrale d'ESKOM et l'auteur du délit, un sympathisant notoire de l'ANC, avait été arrêté, jugé et emprisonné en 1979 (6). Celui-ci était persuadé que Koeberg n'était qu'une façade destinée à justifier les objectifs militaires inavoués du programme d'enrichissement lancé en août 1970 avec l'adoption par le Parlement de l'*Uranium Enrichment Act* (7).

ESKOM savait ainsi que Koeberg était une cible privilégiée pour l'ANC. Elle savait également qu'un éventuel attentat serait réalisé avant toute arrivée de combustible sur le site. Dans la nuit du 18 décembre 1982, deux bombes explosent sur les couvercles de cuve et endommagent sérieusement les mécanismes de barres de commande ; deux autres

pour elle, dans la cour des grands ! Ce deuxième tour fut pourtant pris très au sérieux, et FRAMATOME obtint la deuxième place par ordre de préférence du client. Puis la chance joua en sa faveur : le consortium arriva en tête, piloté par GENERAL ELECTRIC, se heurta très vite à des difficultés politiques insurmontables. C'est ainsi que la société fut rappelée à la table des négociations et obtint finalement le contrat "

6 Il est aujourd'hui professeur à la Western Cape University.

7 Une usine pilote (Y-Plant) a commencé à fonctionner en 1971 ; l'usine principale (Z-Plant) a été complètement opérationnelle en mars 1977. Lors du débat parlementaire de 1970, le Premier ministre J. VORSTER avait indiqué que le but de ce programme était pacifique mais que l'Afrique du Sud ne serait en aucune façon limitée dans son effort de recherche et que le gouvernement ne prendrait aucun risque que soient révélées les caractéristiques techniques mises en oeuvre. L'Afrique du Sud refusait par là même de se plier aux inspections internationales de non prolifération et entraînait son exclusion de la scène nucléaire mondiale. Les autorités affirment aujourd'hui que le programme nucléaire militaire n'a été décidé qu'en 1977. Le premier engin factice (sans uranium) a été fabriqué cette même année, un second a été fabriqué en 1978 et chargé en uranium en 1979. L'uranium hautement enrichi utilisé dans les 6 engins construits au total a été fourni par l'usine Y-Plant.

bombes causent des dégâts matériels très importants dans les installations électriques. Le projet Koeberg prend plus d'une année de retard.

C'est le dernier obstacle important avant le bon achèvement du projet. Les réacteurs sont mis en service en 1984 et 1985.

3.2 Organisation générale et principes de fonctionnement d'ESKOM en matière de sûreté nucléaire

La centrale de Koeberg constitue une division spéciale au sein de l'organigramme de l'électricien ESKOM. Elle est rattachée à la Direction de la Production, placée sous la responsabilité hiérarchique du directeur général d'ESKOM. La Direction de la Technologie comporte un département de sûreté nucléaire, chargé d'apporter un soutien en exploitation à la centrale ; il semble (mais l'information recueillie n'a pas été très claire) que la Direction de la technologie abrite également le département chargé de la gestion du combustible nucléaire. Un conseiller pour les questions nucléaires est directement rattaché à la direction générale de l'entreprise.

Les rapports avec l'autorité de sûreté semblent entachés de quelques préventions. J. NICHOLLS, chef du département « Sûreté nucléaire » (Division de la technologie) m'a ainsi indiqué que son département est parfois plus rapide que l'autorité de sûreté dans le traitement de certains problèmes. Il a également ajouté que l'autorité de sûreté est parfois « à la remorque » d'ESKOM sur certaines questions.

Le département de sûreté nucléaire semble être chargé de piloter certaines des diverses coopérations internationales entreprises par ESKOM. L'électricien a adhéré au consortium mondial des exploitants nucléaires, WANO, en 1989 : soutien aux opérateurs, échange d'informations, évaluations croisées (*WANO peer review*). Il entretient des liens étroits avec l'*Institute for Nuclear Power Operation* américain : soutien aux opérateurs, assistance technique, échange d'informations, soutien en situation d'urgence, évaluations croisées (*INPO peer review*). Les liens avec l'AIEA se sont renforcés depuis la levée de l'embargo ; mes interlocuteurs étaient manifestement heureux que leur pays ait été réadmis au sein de la communauté nucléaire officielle (et étatique) internationale.

Les relations sont également suivies avec les organismes français. J. NICHOLLS s'est toutefois montré parfois assez critique sur le contenu de ces coopérations. Forfanterie vis-à-vis du « Français de passage » ou sentiment justifié ? je manque évidemment d'éléments pour répondre :

- le *FRAMATOME Owners Group*, qui rassemble les clients de FRAMATOME et permet l'échange d'informations techniques, est trop déséquilibré : EDF est trop puissant vis-à-vis de FRAMATOME, alors que les autres électriciens n'ont pas acquis suffisamment d'indépendance technique pour se démarquer des options de FRAMATOME et engager de véritables discussions sur ces options ; les principaux thèmes de discussions avec FRAMATOME concernent l'intégrité du circuit primaire et le vieillissement de la cuve ;

- la coopération avec EDF est essentielle, mais les gens d'EDF ont souvent tendance à ne vouloir parler que des problèmes qui concernent d'abord EDF ; par ailleurs "ils ne parlent des problèmes que lorsqu'ils ont trouvé la solution !".

Cependant J. NICHOLLS affirme que "rester en ligne avec EDF est fondamental pour notre niveau de sûreté nucléaire". La politique d'ESKOM semble par ailleurs osciller entre deux directions :

- suivre intensivement les pratiques françaises : ceci procure assurément un niveau élevé de sûreté mais a un coût assez important pour un petit exploitant ;
- acquérir plus d'indépendance : cela permet de mettre au point des solutions adaptées au contexte local mais se heurte trop souvent au manque de qualification technique dans les équipes actuelles d'ESKOM.

Les relations contractuelles entre EDF et Koeberg remontent à 1982 : transmission de documents d'exploitation, échanges de questions-réponses sur des sujets techniques particuliers. EDF est intervenue dans la formation des équipes d'exploitation. Des échanges d'ingénieurs sont effectués périodiquement (chimie, maintenance, exploitation, etc.).

Au début de 1995, la direction générale d'ESKOM a demandé à EDF d'élargir le contrat existant et de renforcer son assistance afin d'aider Koeberg à maintenir la sûreté nucléaire à un niveau comparable à celui des centrales françaises, ainsi qu'à diminuer le coût du kWh produit. Plusieurs domaines privilégiés de coopération ont été identifiés : évaluation de la sûreté, retour d'expérience sur le fonctionnement des réacteurs, prolongation de la durée de vie des installations, gestion des pièces détachées. Plus généralement ESKOM souhaite profiter de façon plus approfondie de l'effet de série et de l'organisation des Moyens centraux du Parc mis en œuvre par EDF. A la mi-février 1996, EDF m'indiquait que rien n'était encore conclu et que les discussions sur les modalités contractuelles du partenariat étaient toujours en cours. Les premières actions communes envisagées concerneraient l'évaluation de sûreté et l'écriture du rapport de sûreté de Koeberg.

Notons enfin que les liens entre EDF et ESKOM concernent également les autres aspects du métier d'électricien : transport en haute tension, distribution, formation du personnel, etc. Un protocole conclu en février 1992 institue une large coopération, EDF prenant par exemple une part active au programme *Électricité pour tous* ; en novembre 1993 une filiale commune d'électrification a été constituée.

3.3 La politique de sûreté à la centrale de Koeberg

L'organisation interne de la « division Koeberg » montre une bonne séparation entre les fonctions de production et les fonctions de sûreté. La majorité des travaux de maintenance est effectuée par les personnels de Koeberg (300 personnes affectées à ces activités), sauf pour certains travaux spécialisés qui sont confiés à des contractants locaux

ou des experts étrangers⁽⁸⁾. Une centaine de firmes travaillent pour la centrale (prestation de services, fourniture d'équipements) ; les emplois induits sont évalués à 600 pour ce seul secteur (près de 2000 pour l'extraction de l'uranium nécessaire à Koeberg).

M. FITZPATRICK, chef du département de sûreté nucléaire à la centrale de Koeberg, m'a présenté les grilles d'indicateurs utilisés par la hiérarchie pour synthétiser les points forts et les points faibles de la sûreté : le niveau de référence des indicateurs est établi en fonction de l'examen des meilleures pratiques internationales ; sur chacune des cases de cette grille, la centrale se positionne en vert, jaune ou rouge selon ses performances. L'un des facteurs des bonnes performances globales enregistrées ces dernières années tient à la qualité de la chimie maintenue dans le circuit primaire : la corrosion de ce circuit est bien maîtrisée (ce qui a d'ailleurs des répercussions potentielles importantes sur l'exposition des travailleurs en arrêt de tranche).

La direction de la centrale a reconnu l'importance du facteur humain. Elle a récemment décidé de modifier l'organisation de la formation. Les opérateurs en salle de commande passent toutes les 6 semaines sur simulateur (mais je ne sais pas s'il s'agit d'un simulateur « pleine échelle »). Dans une perspective toute anglo-saxonne, la hiérarchie réfléchit actuellement à la possibilité de lier la rémunération au niveau individuel de compétence, pour une référence déterminée pour chaque poste de travail.

La culture de sûreté est une action récente mais abordée avec volontarisme. Une mission de l'AIEA en 1991 avait regretté qu'il fût impossible à la direction de Koeberg de démontrer qu'elle avait une action déterminée pour la culture de sûreté. La réaction ne s'est pas faite attendre : un département d'amélioration de la sûreté nucléaire a été créé, qui a commencé son travail par l'étude approfondie des rapports de P. TANGUY, Inspecteur général pour la sûreté nucléaire à EDF. Les moyens mis au service de la vigilance pour la sûreté ont été renforcés : mise en place d'une *hot line* téléphonique et de *Records of Nuclear Safety Concern*, mini rapports rédigeables par tout un chacun, sur tout événement ou toute question touchant à la sûreté. Ces mini rapports sont compilés et analysés par le département d'amélioration de la sûreté nucléaire.

Plus récemment d'autres initiatives ont été mises en place : définition du programme STAR (*Stop, Think, Act, Report*), édition d'une feuille bi-mensuelle SCAN (*Safety Culture Awareness News*), « concours » d'émulation mensuel (rémunéré) pour les actions positives menées pour la sûreté, séminaire sur la vigilance en matière de sûreté nucléaire (4 jours en mars 1994, un jour de « rafraîchissement » en août 1995). De façon générale, la direction de la centrale cherche à développer les réflexes d'auto-évaluation, qu'elle juge essentiels pour la culture de sûreté.

Je dois mentionner certains éléments d'information qui semblent montrer quelques particularités de la centrale de Koeberg vis-à-vis des centrales exploitées par EDF. D'après ce que j'ai pu observer et écouter, ces particularités concernent essentiellement les situations de crise :

⁸ FRAMEX, filiale de FRAMATOME créée en 1979, est chargée de gérer les contrats et la sous-traitance confiées aux industriels locaux lors de la construction puis de la maintenance des centrales

- pour la politique d'intervention hors site, c'est le chef d'urgence qui a la responsabilité de décider de l'évacuation éventuelle des populations (le préfet en France) ; par ailleurs la centrale a adopté à l'origine la philosophie américaine, qui demande de procéder à l'évacuation dans un rayon de 16 km autour de la centrale ; cependant l'urbanisation croissante et difficilement contrôlable dans les environs de Koeberg amène la direction à réfléchir sur l'éventualité d'adopter la démarche française : évacuation dans un rayon de 5 km, confinement dans un rayon de 10 km ; un calendrier a été distribué dans un rayon de 40 km, portant au verso des informations générales sur la centrale ainsi que des informations sur la conduite à tenir en cas d'accident sévère ;
- après l'accident de Three Mile Island, les procédures de conduite accidentelles appliquées à Koeberg ont été modifiées dans le même sens que les procédures américaines, alors qu'EDF a opté pour l'approche par états (APE) ; j'ai demandé à EDF des précisions sur les différences entre ces deux processus ; la réponse d'EDF est exposée à l'issue de ce chapitre.

3.4 La radioprotection des personnels à Koeberg

Le département de sûreté nucléaire comprend une division plus spécialement chargée de la protection radiologique. Elle a pour fonctions d'établir et mettre à jour les standards de protection utilisés dans les installations nucléaires et non nucléaires, d'étudier les développements récents en matière de protection radiologique⁽⁹⁾, d'assurer un soutien de radioprotection en exploitation, d'assurer le service interne de dosimétrie, de gérer l'ensemble des déchets solides, liquides et gazeux générés par la centrale, de contrôler qu'ils ont un impact acceptable sur l'environnement. La division rassemble 81 personnes actuellement, mais une réduction à 67 est programmée pour 1997-98 grâce à la dévolution des tâches de routine à un sous-traitant.

M. BOYD, chef de la division de radioprotection, m'a indiqué que celle-ci utilise couramment un équivalent monétaire de l'homme.Sievert pour ses actions d'optimisation. Ceci tendrait à prouver que l'optimisation chez l'exploitant est passée du stade du discours au stade de la mise en œuvre courante.

De façon générale, la politique de radioprotection semble très prudente. Les premières mesures dosimétriques lors d'une opération d'inspection des couvercles de cuves ayant montré une valeur de 0,22 h.Sv, le chantier a été arrêté et les acteurs concernés ont pris le temps de définir une nouvelle méthode.

Il faut dire que le facteur temps est un paramètre moins limitant que dans les opérations menées sur les centrales d'EDF ou d'autres électriciens. La surcapacité électrique nationale fait que les arrêts de tranche sont beaucoup plus longs que ce qui est considéré comme normal dans d'autres pays. De même les performances dosimétriques s'expliquent par un facteur de charge global sur l'année assez faible, qui limite l'activation des circuits et des produits de corrosion.

⁹ Par exemple la division de radioprotection a étudié en détail les recommandations de la CIPR 60 pour voir si les standards adoptés pour la centrale de Koeberg devaient être modifiés, et dans quelle mesure

Les rejets sont réglementés précisément : une limite de rejet a été fixée pour chaque radioélément. La centrale ne doit pas délivrer un équivalent de dose supérieur à 0,25 mSv/an aux personnes du public. Les calculs des doses « réellement » reçues par le groupe critique montrent un équivalent de dose délivré dix fois moindre, soit 0,025 mSv/an. En 1994, la dilution des rejets liquides dans l'environnement marin immédiat a été évaluée de façon expérimentale : la division de radioprotection a déterminé un coefficient de dilution de 500 environ.

Les déchets solides ont vu une amélioration spectaculaire : la centrale produisait 500 blocs de béton en 1987, mais seulement 120 en 1994. La cause essentielle était la mise en place d'un tri à la source efficace... et l'incitation à la réduction des coûts ! Koeberg reste au-dessus des meilleures pratiques internationales : des progrès sont encore nécessaires. Les déchets sont envoyés au site de Vaalputs, dans le désert de Kalahari. Ce site m'a été décrit comme "idéal" pour le stockage des déchets : très peu de précipitations, pas d'infiltrations d'eau, pas de séisme depuis 10 000 ans... Cependant, lors du premier départ des colis de déchets venant de Koeberg, le Ministre de l'Énergie a fait le voyage dans le camion, pour l'image de marque.

La gestion du combustible irradié commence à poser quelques problèmes : les piscines de Koeberg seront pleines en 1998. ESKOM a besoin d'un site d'entreposage. Les autorités et ESKOM commencent également à réfléchir à un site de stockage définitif, puisque la politique de l'Afrique du Sud a fait l'impasse sur le retraitement. ESKOM fait des provisions annuelles pour le financement de ce site à venir.

4. Le Council for Nuclear Safety, autorité de sûreté nucléaire

4.1 Le CNS, une institution qui doit encore affirmer son autorité

Formellement créé en 1982, lors d'une modification du *Nuclear Installations Licensing and Security Act* (1963), le *Council for Nuclear Safety* fut d'abord un comité réduit de 14 personnes, chargé de donner des avis et des « impulsions » à l'AEC. Cette dernière organisation disposait à l'origine du pouvoir d'instruire les demandes d'autorisation d'installations nucléaires. Au cas où l'AEC n'aurait pas souhaité suivre les recommandations du Conseil, le sujet pouvait être déféré au Ministre des Affaires économiques qui disposait du pouvoir de trancher définitivement.

En juin 1988, la promulgation d'une nouvelle modification du *Nuclear Energy Act* donne au CNS la personnalité juridique. Il assume désormais les pouvoirs réglementaires sur les installations nucléaires et les activités impliquant des risques radiologiques. Il prend sous son autorité les services techniques compétents de l'AEC (division de la sûreté nucléaire).

Le Conseil et le directeur exécutif sont nommés par le Ministre des Affaires énergétiques et minières. Le directeur exécutif est membre de droit du Conseil. Les services comptent actuellement 75 personnes environ, mais l'extension du champ d'intervention du CNS vers le secteur minier va conduire bientôt ce nombre à 85 ⁽¹⁰⁾.

¹⁰ Les mines ne sont pas considérées comme des installations nucléaires mais doivent être réglementées au regard de la radioprotection

Les services administratifs instruisent les procédures d'autorisation, avec le soutien de deux services techniques et d'ingénierie. Le financement du CNS est assuré à 70% par les redevances des exploitants et à 30% par une contribution budgétaire. Cette répartition est jugée équilibrée par B. WINKLER, directeur exécutif.

Les compétences du CNS se sont accrues au fil du temps, mais une certaine ambiguïté demeure vis-à-vis des relations avec l'AEC :

- la responsabilité première du CNS est l'autorisation des installations nucléaires sur tout le cycle du combustible ; en revanche l'AEC conserve son statut d'autorité réglementaire pour tout ce qui concerne les radioisotopes, à l'exception de ceux qui sont utilisés dans les installations dépendant du CNS !
- la « tutelle » sur les déchets nucléaires a suscité quelques difficultés : en utilisant le terme de "contrôle", la loi semble suggérer que l'AEC a la responsabilité des déchets et du combustible irradié ; à cette fin, l'AEC a fondé et exploite le centre de Vaalputs, après une autorisation délivrée par le CNS ; le CNS et l'AEC ont longtemps discuté sur la possibilité légale qu'aurait l'AEC d'être l'autorité réglementaire en matière de déchets et l'opérateur du centre de stockage ; une solution consensuelle semble avoir vu le jour : le CNS est bien l'« autorité » mais l'AEC a des responsabilités opérationnelles, qui justifient le terme de "contrôle" employé par la loi.

D'après les propos tenus par B. WINKLER, directeur exécutif, et J. LEAVER, directeur général du CNS, il semble que l'AEC ait parfois la nostalgie de ses compétences abandonnées.

Dans cette marche difficile vers l'affirmation de soi, l'acquisition et le maintien d'une expertise technique au service de l'autorité sont des pièces essentielles. Les services propres du CNS sont assez restreints et les contrats avec les partenaires extérieurs sont développés. La politique de recrutement se heurte au fait qu'une autorité de sûreté a besoin de compétences plus larges que celles procurées par l'université : B. WINKLER et J. LEAVER estiment qu'il faut au moins 2 à 3 ans pour commencer à devenir réellement opérationnel. Un certain nombre de personnes quittent le CNS après quelques années. Certes l'expertise n'est pas perdue pour la nation puisque ces personnes se dirigent surtout vers ESKOM ou l'AEC, mais ces mouvements représentent une « perte sèche » pour l'autorité de sûreté. Il lui est difficile de garder les gens les plus brillants.

Dans ces conditions le renforcement de la coopération internationale doit être une priorité. Un accord de coopération pour l'échange d'informations techniques et le développement des relations en matière réglementaire a été signé entre le CNS et la DSIN en septembre 1995. Dans un cadre encore informel, deux délégations sud-africaines avaient effectué une visite en France (février et octobre 1995) à l'occasion du processus de réévaluation de sûreté de Koeberg. Deux délégations de la DSIN se sont rendues en République sud-africaine aux mois de février 1995 et 1996.

Peu de besoins sont ressentis en matière de R&D. La centrale de Koeberg est d'un modèle bien connu et éprouvé et l'exploitant a l'obligation de se tenir informé des

évolutions techniques. Le CNS estime pouvoir couvrir tout ce qui lui est nécessaire pour les discussions techniques avec ESKOM. En cas de besoin, l'expérience étrangère apporte l'expertise manquante, car il est fréquent que les problèmes rencontrés sur Koeberg aient déjà été rencontrés ailleurs, en particulier sur les réacteurs d'EDF.

4.2 Les grands dossiers techniques

Le contrôle exercé sur la centrale de Koeberg vise essentiellement à déterminer si celle-ci est dans de bonnes conditions d'exploitation. Un chef de projet est présent (semble-t-il en permanence) à Koeberg et 7 personnes travaillent pour lui, dont 4 sont disponibles pour des visites et des inspections. Ce chef de projet a la possibilité de demander des audits approfondis sur un point particulier du fonctionnement de la centrale ou sur un événement significatif au regard de la sûreté. Une fois par an, les équipes affectées à Koeberg effectuent une revue détaillée sur un sujet technique spécial. Récemment une réévaluation générale de sûreté a été lancée à l'occasion du dixième anniversaire de la centrale (en liaison avec le projet « durée de vie » engagé par ESKOM).

Le CNS a la responsabilité directe du suivi dosimétrique de tous les travailleurs exposés aux rayonnements. La centrale de Koeberg a, comme c'est le cas également en France, été autorisée à réaliser elle-même cette dosimétrie légale, sous le contrôle du CNS (exactitude, efficacité, qualité). Comme me l'ont dit MM. WINKLER et LEAVER, "la surveillance des rejets doit être effectuée par l'exploitant. Pourquoi pas celle des doses reçues ?" Le moyen physique de dosimétrie est le dosimètre thermo-luminescent (TLD) mais le film reste utilisé dans certains cas.

L'exposition professionnelle dans les mines attire de plus en plus l'attention du CNS. Il n'existe pas encore de réel suivi dosimétrique dans les mines (à l'exception d'une dosimétrie d'ambiance, dont j'ai évoqué plus haut les difficultés). Or les meilleures informations disponibles tendent à montrer qu'un nombre non négligeable de personnes dépassent le niveau de 20 mSv par an : "ce sera un problème massif". Dans un premier temps, le CNS est en train de mettre au point et de développer un processus d'autorisation visant entre autres à améliorer les conditions du suivi dosimétrique dans toutes les mines. Facteur défavorable : les mineurs ne connaissent rien aux risques des rayonnements, pas plus que leurs syndicats d'ailleurs. Les inspections dans les mines sont encore très limitées, mais il faudra bien s'assurer que les exploitants respectent la réglementation. Il faudra à cet effet que le CNS articule ses actions avec celles des inspecteurs miniers « classiques » (sécurité minière, eaux, poussières...). Pour la dosimétrie individuelle, MM. WINKLER et LEAVER m'ont indiqué que le dosimètre conçu par ALGADE est à leurs yeux le meilleur, mais qu'il est trop cher pour les mines sud-africaines. De toute façon, le CNS n'exigera vraisemblablement de dosimètre individuel que pour des postes et des personnes « clefs ».

La surveillance de l'environnement et l'établissement de son programme technique sont de la responsabilité de l'exploitant. Le programme doit être approuvé par le CNS ; si celui-ci l'estime insuffisant, il peut le compléter par les prescriptions de son choix. Le CNS dispose d'un petit laboratoire et effectue essentiellement un contrôle de qualité sur les mesures effectuées par l'exploitant. L'autorité de sûreté est ouverte à une certaine souplesse dans la gestion des autorisations de rejet : // l'exploitant peut déposer un

dossier pour augmenter ses rejets au delà des limites normales, dans des conditions particulières ; 2/ l'autorité a accepté de rediscuter avec ESKOM des limites appliquées à Koeberg, sur la base de l'expérience d'exploitation. En définitive, le système d'autorisation de rejet est fondé sur des limites ajustables.

La gestion des déchets TFA pose les mêmes problèmes de part et d'autre de l'Équateur. Il semble que la remise de ferrailles contaminées dans le domaine public ait été une pratique assez courante : MM. WINKLER et LEAVER m'ont cité le chiffre de 10 000 tonnes vendues chaque mois aux fondeurs sans contrôle radiologique, mais je n'ai pas d'idée sur l'origine et la provenance de ces tonnages tout à fait significatifs. L'arrêt des ventes a été demandé par le CNS mais l'évaluation des conséquences de ces pratiques est encore difficile. Il est avéré que certaines pièces métalliques sorties de fonderies ont une radioactivité non négligeable.

La prise de conscience résulte du refus par les autorités britanniques, en 1994, d'une cargaison de ferrailles contaminées en provenance d'Afrique du Sud. Le CNS aurait alors lancé une enquête générale, qui aurait débouché sur la mise en évidence de ces modalités de gestion. Le CNS souhaite d'abord définir une politique claire et se donner quelque temps avant d'adopter des dispositions « lourdes ». Cependant la pression sociale est forte et le public ne se préoccupe pas des « concepts abstraits comme le principe ALARA » : il veut une décontamination totale et immédiate.

A cette occasion l'Afrique du Sud a découvert, comme de nombreux autres pays, les problèmes posés par la contamination des terrains du fait des radionucléides à vie longue. Suite à l'enquête de 1994, évoquée ci-dessus et portant sur 105 sites au total, le CNS a mis en évidence une trentaine de sites (mines, anciennes mines, stockages de résidus miniers) pour lesquels des travaux de décontamination ont été jugés nécessaires. Huit autres sites, implantés dans le nord du pays, avaient déjà fait l'objet d'une réhabilitation en 1994.

Pour la gestion des matières radioactives, le *Nuclear Energy Act* a défini un seuil de radioactivité massique de $0,2 \text{ Bq.g}^{-1}$ au-dessus duquel toute matière doit être déclarée au CNS ; celui-ci a alors le loisir de prendre une réglementation s'il l'estime nécessaire. La signification à accorder à cette valeur de $0,2 \text{ Bq.g}^{-1}$ rejoint les interrogations que l'on a pu recenser en France sur la problématique des seuils universels d'exemption : le seuil de $0,2 \text{ Bq.g}^{-1}$ est-il applicable aux terrains contaminés ? Jusqu'où faut-il décontaminer ? Comment gérer les cendres des centrales à charbon, dès lors que certains minerais de charbon contiennent jusqu'à 1 % d'uranium ? Faut-il interdire leur utilisation (fréquente) comme matériaux de construction ? Quel genre de restrictions le CNS peut-il appliquer à l'usage des terrains contaminés ? etc.

Lors de ma visite, le CNS m'a indiqué que certains tas de résidus implantés dans le centre de Johannesburg avaient été complètement enlevés, du fait de la valeur importante des terrains ⁽¹¹⁾. En revanche la réflexion devait être poursuivie pour résoudre l'ensemble des questions soulevées.

¹¹ N'oublions pas que Johannesburg est à l'origine une ville minière, dont l'essor résulte de la mise en valeur des ressources du sous-sol local.

La nécessité d'aboutir se fait encore plus pressante avec le démarrage de quelques opérations de démantèlement d'ampleur significative qui sont prévues par l'AEC. Sur la stratégie de démantèlement, le CNS n'est pas opposé à ce que les travaux soient effectués assez rapidement ; mais il faut considérer en détail tous les paramètres. Le recyclage éventuel de pièces métalliques contaminées doit être envisagé avec circonspection, tout en ayant présent à l'esprit que la contamination est essentiellement contenue dans les « croûtes » fixées à la surface du métal, et que celui-ci est en général radiologiquement sain. De toute façon, l'examen des demandes et l'octroi d'éventuelles autorisations se feraient au cas par cas, selon une approche pragmatique.

Pour MM. WINKLER et LEAVER, la question des déchets doit être revue de façon globale, afin de parvenir à une démarche cohérente et structurée.

L'information du public était jusqu'à une date récente tout à fait balbutiante. Le statut d'organisme réglementaire dont jouissait le CNS interdisait pratiquement de mettre en place toute politique d'information. Le CNS souhaite profiter du nouveau contexte politique en Afrique du Sud pour promouvoir des actions fortes. L'un de ses premiers objectifs vise à solliciter les commentaires du public sur les principes et aspects actuels de la réglementation.

Les principes les plus fondamentaux sont au nombre de 3 :

- la loi fondatrice repose sur le concept de "dommage nucléaire" : il est possible de mettre en place une réglementation dès lors qu'elle est rapportée à la sauvegarde des personnes (mais pas de l'environnement) contre les risques des rayonnements ionisants ⁽¹²⁾ ;
- la responsabilité de l'exploitant nucléaire est absolue : il n'est pas besoin de devoir prouver une négligence pour mettre en jeu cette responsabilité ; il n'est pas besoin de rechercher le fabricant ou le fournisseur d'un équipement défaillant : il suffit de se tourner vers l'exploitant ; un mécanisme légal permet d'aller devant le Parlement si les sommes impliquées dans la mise en jeu éventuelle de cette responsabilité sont supérieures à la capacité financière de l'exploitant ;
- l'évaluation de sûreté est fondée sur une approche probabiliste.

¹² Ce principe est complété, comme il a été dit plus haut, par l'instauration de seuils d'exemption pour le contrôle des matières et substances radioactives. Aux termes de la section 2 (e) du Nuclear Energy Act, le Ministre des Affaires énergétiques et minières doit, par insertion dans la Gazette du Gouvernement, "déterminer les niveaux de radioactivité spécifique, de radioactivité totale et d'équivalent de dose pour lesquels le CNS devra publier une déclaration [écrite]" ; la section 2 (f) dispose que le Ministre doit "déterminer les niveaux de radioactivité spécifique et de radioactivité totale au-dessous desquels les dispositions de la présente loi ne s'appliquent pas" ; la section 2 (g) dispose que le Ministre peut "avec le concours du CNS et de l'AEC, exempter toute matière radioactive des dispositions de la présente loi". Si l'utilisation de substances radioactives met en jeu des grandeurs inférieures à celles évoquées au 2 (e), cette utilisation est libre, sous réserve que le CNS ait déclaré par écrit qu'elle n'est pas susceptible d'excéder les limites générales posées par lui pour la protection des personnes. Ces niveaux de référence ont été fixés en 1994 à 100 Bq g⁻¹ pour la radioactivité massique, 10⁴ Bq pour la radioactivité totale manipulée en une année, 1 mSv pour l'équivalent de dose individuel.

Ce dernier point a été choisi, de préférence à l'approche déterministe généralement retenue (comme en France), parce qu'il est très tôt apparu qu'il est impossible de garantir qu'un accident ne se développera jamais « au delà » des limites définies *a priori*. De nombreux travaux avaient eu lieu dans les années passées sur cette question difficile. Par ailleurs, il est clair que l'on doit raisonner en disant qu'une installation nucléaire ne doit pas abonder de façon significative le risque supporté par la société ; cette perspective est probabiliste par nature.

Cette démarche innovante à l'époque a suscité beaucoup d'oppositions de la part d'ESKOM et de ses fournisseurs. Elle implique en effet d'estimer le risque généré par l'installation, donc d'évaluer la fiabilité des composants et du système dans son ensemble. Par ailleurs les procédures d'exploitation des réacteurs implantés à Koeberg étaient écrites dans une optique déterministe ; une réflexion a été lancée récemment pour procéder aux adaptations nécessaires.

Avec le recul de l'expérience, cette approche probabiliste s'avère pleine de difficultés. En particulier, il faut déterminer un facteur de risque acceptable pour l'exercice des activités nucléaires. Cependant le CNS note que la NRC américaine *"commence à parler le même langage"*. Le CNS a choisi les critères suivants pour les risques supportés par le public : 1/ le risque de mortalité causé à tout personne individuelle du public ne doit pas excéder $5 \cdot 10^{-6}$ par an ; 2/ le risque moyen de mortalité pour la population résultant de l'exploitation normale comme des situations accidentelles ne doit pas excéder 10^{-7} par an ; 3/ la probabilité d'occurrence des accidents graves est également prise en compte, selon une formule précisée dans les textes ; 4/ les variations du risque ne doivent pas excéder un facteur 50 par rapport au risque moyen dans les régions et communautés où une mobilité sociale forte et régulière est observée.

Pour les risques professionnels : 1/ le risque de mortalité individuelle ne doit pas excéder 10^{-3} par an ; 2/ le risque moyen de mortalité des personnes exposées pour des raisons professionnelles, résultant de l'exploitation normale et des situations accidentelles, ne doit pas excéder $2 \cdot 10^{-4}$ par an ; 3/ la probabilité d'occurrence des accidents graves est également prise en compte, selon une formule précisée dans les textes ; 4/ les variations du risque ne doivent pas excéder un facteur 5 par rapport au risque moyen pour les travailleurs d'une installation donnée ou pour toute subdivision de la population exposée qui paraît pertinente dans chaque cas d'espèces.

La politique de gestion du risque, aux yeux du CNS, doit de toute façon reposer sur l'affirmation fondamentale que le concept d'« accident maximum » est faux.

4.3 *Quel avenir pour l'autorité de sûreté dans la nouvelle Afrique du Sud ?*

Les bouleversement politiques de ces dernières années et la fin de l'apartheid ont amené le CNS à s'interroger sur sa place et son rôle dans le nouveau paysage institutionnel sud-africain. Tout d'abord, au plan strictement matériel, un nouveau Conseil sera bientôt constitué pour refléter les changements fondamentaux vécus par le pays. Au delà, le CNS souhaite s'impliquer plus avant dans le renouvellement des mentalités politiques, dans le cadre de sa mission. Comment prendre en compte de façon plus globale les questions de sécurité du public vis-à-vis des risques de la société

industrielle ? Faut-il envisager de s'orienter vers un *Health and Safety Executive* à la britannique (13) ?

Une partie de la réponse à ces questions dépendra aussi de l'évolution du secteur nucléaire en Afrique du Sud. Le moins que l'on puisse dire est que l'horizon est largement ouvert.

5. Les perspectives de l'énergie nucléaire en Afrique du Sud

5.1 Un contexte national peu favorable au nucléaire

Les obstacles au développement de l'énergie nucléaire ne viennent pas d'une opposition sociale « anti-nucléaire ». La question nucléaire n'alimente pas vraiment les polémiques : les Sud-Africains avaient assurément d'autres sujets de préoccupation depuis une dizaine voire une quinzaine d'années... Le désir essentiel de la population consiste à satisfaire ses besoins en énergie et le débat environnemental en général a une très faible ampleur. La reconstruction politique du pays et le programme de développement social prioritaire aujourd'hui relèguent ces préoccupations au second plan, derrière la volonté d'améliorer la condition matérielle de tous les Sud-Africains, en particulier par l'accès à l'électricité.

Selon J. NICHOLLS, les sondages montrent que 70 à 80% des personnes seraient « neutres » à « positives » sur l'énergie nucléaire. En fait le principal argument des opposants au nucléaire repose sur la non compétitivité du courant fourni par Koeberg : 30% plus cher environ que celui fourni par les grandes centrales à charbon. Un autre facteur perturbateur est le lien originel avec les activités militaires. D'ailleurs en 1986-87 l'ANC s'était déclaré fermement opposé au développement du nucléaire civil ; sa conférence nationale de 1994 a montré une évolution significative. Les responsables de l'ANC y auraient déclaré qu'il n'y aura plus de centrales nucléaires tant que subsisteront des surcapacités de production et que le coût de l'électricité nucléaire ne sera pas compétitif. Dans ces conditions, une partie de la fonction de Koeberg est de « faire passer » le message nucléaire à l'Afrique du Sud et à l'Afrique en général.

En fait — tous mes interlocuteurs ont été catégoriques sur ce point — la principale source d'opposition au développement du nucléaire est à l'intérieur même d'ESKOM : les gens du charbon restent dominants... donc dominateurs. Ils ont pour eux l'argument de la compétitivité du « kWh charbon ». Le débat est cependant acharné sur la nature des moyens de production qu'il faudra mettre en oeuvre dans les prochaines années.

Cette perspective n'est pas pour tout de suite. Des erreurs de prévision commises au début des années 80 ont entraîné la constitution de fortes surcapacités. En 1982-83 la demande nationale d'électricité s'accroissait au rythme de 8% l'an environ ; conjuguée à une faible disponibilité des centrales (à charbon), elle a suscité la mise en route de nombreux chantiers par ESKOM. La généralisation de l'embargo dans les années 80 a fortement ralenti cette demande, à un rythme moyen de 5% l'an, qui a chuté à +1% en 1991 et 1992 avant de remonter légèrement (+3%) en 1993 et 1994.

¹³ Voir dans mon rapport pour 1993 le chapitre intitulé « Le Royaume Uni face aux séductions du privé »

ESKOM s'est retrouvé à la tête de surcapacités équivalentes à 50% de son parc total. Tous les chantiers inachevés ont été arrêtés ou suspendus. Le retour récent de la croissance amène à prévoir une extension des capacités à l'horizon 2003-2004. Elle sera satisfaite en priorité par l'achèvement des chantiers en sommeil aujourd'hui. Ce sont donc les centrales à charbon qui devraient assurer le maintien, à moyen terme, de la sécurité énergétique. Les gisements charbonniers du Transvaal Est sont proches de la surface du sol, ont une teneur et une qualité correctes. Les coûts de production sont bas. D'ailleurs le charbon est utilisé à hauteur de 47% pour la production d'électricité ; les exportations absorbent près de 20% de la production tandis que les autres usages industriels se partagent entre les industries sidérurgiques et métallurgiques ($\approx 7\%$), la chimie (avec en particulier SASOL) et les chemins de fer ($\approx 26\%$).

ESKOM a conclu un contrat de fourniture d'électricité sur 25 ans avec un gros client industriel (aluminium), donc cherche à maîtriser ses coûts globaux de production. C'est pourquoi une offre de SHELL tendant à vendre le gaz produit par ses gisements de Namibie a été repoussée l'an dernier. L'impératif de maîtrise des coûts est également renforcé par les besoins de financement générés par l'électrification du pays, toujours inachevée.

5.2 Une ouverture africaine et internationale prometteuse, qui ne laisse la porte ouverte qu'à un développement limité

Car dans un pays qui dispose de fortes capacités industrielles, au plan quantitatif comme au plan qualitatif, l'extension des usages (et surtout des usagers) de l'électricité emporte avec elle les promesses de conquêtes nouvelles. ESKOM est déjà le géant africain de l'électricité : avec 37 000 MW il dispose de près de 50% de la capacité installée sur le continent (82 000 MW). Il assure 60% de la production totale de l'Afrique, mais les deux tiers des Sud-Africains n'ont pas encore l'électricité. Un vaste programme, *Électricité pour tous*, a été mis au point et sera réalisé en plusieurs tranches. La première, étalée sur 5 ans, concerne déjà plusieurs millions de ménages.

8000 MW de capacité sont disponibles pour des exportations. Les liens avec les pays limitrophes sont déjà étroits. Le réseau électrique de la Namibie est largement connecté au réseau sud-africain : à la saison sèche la Namibie est importatrice tandis qu'elle exporte vers l'Afrique du Sud après la saison des pluies. Une ligne de 500 MW a été construite depuis peu entre l'Afrique du Sud et le Zimbabwe. Un projet commun avec le Mozambique vise à reconstruire les capacités d'échange autour des installations de Cahora Bassa, détruites pendant les seize ans de guerre civile au Mozambique ; il devrait être achevé vers 2003-2004. ESKOM a la responsabilité de la réhabilitation des centrales thermiques au Zimbabwe.

En fait le réseau d'Afrique australe est déjà constitué en partie. Les stratégies d'ESKOM et de ses partenaires proches regardent désormais vers l'Afrique centrale. Le Zaïre est un pays clef dans le dispositif envisagé : occupant une position centrale sur le continent, il dispose d'un potentiel hydraulique exceptionnel. A elle seule, la gigantesque construction qui domine les chutes d'Inga aurait la possibilité de générer plus de 100 000 MW. Si elle était utilisée à pleine capacité, sa production doublerait la totalité de l'énergie électrique produite en Afrique !

En ouvrant plus largement ses frontières électriques, l'Afrique du Sud vise aussi à accéder aux ressources hydrauliques bon marché qui résulteront de la mise en valeur des fleuves d'Afrique australe et centrale.

Dans ce contexte potentiellement porteur, les ambitions du secteur nucléaire semblent devoir se limiter à la maîtrise des filières technologiques hors réacteurs, et leur valorisation à l'exportation. Inaugurant une conférence internationale de l'AIEA à Johannesburg en janvier 1995, le Ministre des Affaires énergétiques et minières, M. Pi BOTHA, affirmait ainsi que "plusieurs États d'Afrique devront venir au nucléaire." D'une part "l'environnement sur le continent est menacé par le fait que 80% de l'énergie consommée vient du bois." D'autre part "l'énergie nucléaire pourrait être la clef du bien-être de la population mondiale. Tôt ou tard les sources d'énergies conventionnelles seront taries." En revanche, pour la République sud-africaine, l'énergie devrait être "par nécessité" largement fondée sur le charbon : "nous avons des réserves de charbon qui dureront bien plus longtemps que celles du reste du monde. Il serait absurde de nous part de changer de source d'énergie." Concédaient que l'industrie nucléaire nationale restait pour l'heure "modeste, mais couvrant de vastes domaines, sûre et efficace", il évoquait la possibilité d'accroître les revenus de son pays en exportant des technologies nucléaires.

Ce mouvement nécessitera assurément le développement des coopérations avec les autres puissances nucléaires. Les États-Unis s'apprentent à reprendre leur coopération, suspendue en 1977 suite aux certitudes acquises par l'Administration sur la réalité de son programme militaire sud-africain.

Pareillement, il est tout à fait probable que l'AEC cherchera à tirer profit du récent accord de coopération nucléaire signé avec la France (prolongation d'un accord antérieur) le 29 février 1996. Dans ce cadre, l'AEC et COGEMA ont signé le même jour un accord pour le développement d'une technologie d'enrichissement de l'uranium par laser. Grâce à cette technologie sur laquelle elle travaille depuis plus de 10 ans, l'AEC espère occuper une place significative sur le marché mondial de l'enrichissement. L'accord avec COGEMA porterait sur la construction d'une installation pilote pré-industrielle, en phase finale du programme de R&D. Le financement serait assuré pour moitié par les deux partenaires, sur une base annuelle dans une optique à 3 ans. Le montant total du projet s'élèverait à environ 45 M\$. Bien entendu l'accord entre l'AEC et COGEMA est soumis aux garanties internationales du Traité de non prolifération nucléaire, que les deux pays ont ratifié.

Contrairement aux projets AVLIS (États-Unis) et SILVA (France), le procédé MILS (Molecular Laser Isotope Separation) mis au point par l'AEC effectue la séparation isotopique sur des molécules d'hexafluorure d'uranium, et non sur des atomes d'uranium gazeux. D'après la Direction du Cycle du Combustible du CEA, ce procédé ne permet pas d'enrichir l'uranium de retraitement car il ne permet pas de séparer l' U_{235} et l' U_{238} . Le CEA, les États-Unis et URENCO ont chacun travaillé en leur temps sur des procédés similaires mais les ont abandonnés en raison d'un manque allégué de flexibilité. Seul le Japon et l'Afrique du Sud ont continué leurs efforts dans cette voie.

Koeberg restera-t-elle alors une exception dans le paysage électrique sud-africain ? Le déterminisme géographique si fort qui a justifié la construction de la centrale implique que selon toute vraisemblance l'accroissement de la capacité nucléaire sud-africaine sera étroitement corrélé à la croissance économique dans la province du Cap. La nécessité d'équilibrer le réseau de production-transport amène cependant ESKOM à envisager la construction d'une, voire deux centrales supplémentaires sur les côtes sud du pays.

En Afrique australe l'aventure nucléaire semble devoir rester limitée. Il est vrai que l'« aventure électrique » y a par elle-même une portée exaltante, si grands sont les besoins et l'aspiration des hommes à une vie meilleure. Koeberg est tournée vers la mer mais ESKOM est tournée vers l'intérieur du continent.

LES PROCEDURES DE CONDUITE ACCIDENTELLES FRANCAISES ET LES PROCEDURES AMERICAINES UTILISEES A KOEBERG (RSA)

Si les procédures couvrent un champ technique identique, elles diffèrent entre elles dès leur conception.

L'approche américaine est construite sur une analyse la plus exhaustive possible des perturbations les plus probables et les plus pénalisantes pour un nombre fini d'événements initiateurs d'incidents ou d'accidents. Les scénari sont prévus à priori.

L'ergonomie des procédures correspond à une culture "Navy" de type check-list linéaire, la procédure est entre les mains du superviseur qui dicte aux opérateurs les actions à entreprendre.

Les événements les plus improbables sont couverts par une approche redondante basée sur la protection des 3 barrières de confinement : gaine du combustible, enveloppe du circuit primaire, enceinte de confinement. Cette surveillance est assurée par un ingénieur sûreté.

L'approche française est née de la constatation suivante : contrairement aux combinaisons possibles de défaillances qui sont en nombre infini, les états physiques de l'installation nucléaire peuvent être dénombrés.

Il suffit alors de réagir aux conséquences d'une situation dégradée plutôt qu'à ses causes, et, à partir des valeurs physiques caractérisant l'état du réacteur, d'en déduire les actions à mener.

Les procédures sont conçues en boucle fermée selon un processus auto-adaptatif, qui permet de réitérer en permanence le diagnostic à partir de seulement six fonctions d'état de la chaudière et de choisir parmi seulement huit stratégies de conduite.

Grâce au diagnostic périodique et à leur structure en boucle ces procédures sont pardonnantes (récupération possible à la boucle suivante) et qualifiées "d'anti-stress" par les opérateurs.

Elles sont par ailleurs adaptées à l'organisation française des équipes de conduite : chaque acteur est indépendant et dispose de ses instructions propres (l'opérateur, le superviseur, l'ingénieur sûreté) ; Elles garantissent trois niveaux de contrôle : autor-contrôle de chaque intervenant grâce à la structure en boucle des procédures, contrôle interne de l'équipe par le superviseur, contrôle externe par l'ingénieur sûreté.

EXTRAITS DES DEMANDES D'AUTORISATION DE REJETS PRESENTEES AUX AUTORITES PAR LE CENTRE D'ÉTUDES NUCLEAIRES DE SACLAY

Pour la deuxième année où je m'intéresse aux rejets radioactifs des installations nucléaires, il m'a semblé intéressant de consulter certaines parties des demandes d'autorisation de rejets présentées par les exploitants aux autorités.

J'ai souhaité plus particulièrement consulter les passages correspondants dans ce qui constituait l'étude préliminaire préparée par l'exploitant ⁽¹⁾. En effet l'approbation de l'étude préliminaire par les autorités figeait de façon quasi définitive les options techniques mises en oeuvre par l'exploitant ; le dossier soumis ensuite à enquête publique n'était plus qu'une version édulcorée de cette étude préliminaire.

Il est à noter que le régime juridique des autorisations de rejets a été modifié par le décret du 4 mai 1995 "relatif aux rejets d'effluents liquides et gazeux et aux prélèvements d'eau des INB" dans un sens favorable à une meilleure cohérence administrative et à une meilleure information du public. Son champ d'application a d'ailleurs été étendu, sous certaines conditions et réserves, aux « INB secrètes » travaillant pour les besoins de la défense nationale.

J'avais choisi d'étudier plus précisément en 1995 les effluents du centre de Saclay. J'ai donc demandé à l'OPRI de me communiquer les chapitres *ad hoc* des demandes présentées par le CEA pour ce centre vers 1977-78 ; ces chapitres m'ont été transmis sans délai. Les pages ci-dessous sont leur retranscription intégrale, à l'exception des sommaires intérieurs ; quelques ajustements de mise en page ont également été effectués. Chose curieuse : certaines des feuilles que m'a communiquées l'OPRI lui ont été transmises par télécopie par le centre de Saclay. Est-ce à dire que les archives de l'OPRI sont incomplètes ?

Je veux enfin attirer l'attention du lecteur sur le fait que certaines des indications rapportées dans les documents ci-dessous peuvent être obsolètes aujourd'hui.

1 Voir mon rapport présenté en 1994, p. 200 et suivantes.

**DEMANDE D'AUTORISATION DE REJET
D'EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX
(EXTRAITS)**

VI. CARACTERISTIQUES DES POPULATIONS

1. DEMOGRAPHIE

1.1 Population du plateau de Saclay (chiffres de 1975)

Le Plateau de Saclay comprend les villages de Saclay (Bourg et Val d'Albian), Villiers-le-Bâcle et Saint-Aubin dont la population totale est d'environ 2200 habitants, auxquels il faut ajouter les migrants (personnes venant travailler journellement) ; ceux-ci comprennent :

- le personnel du Centre lui-même, soit 8000 personnes aux heures ouvrables, réduit à quelques centaines la nuit et le dimanche ;
- le personnel du Centre d'Essais des Propulseurs (1200 personnes) et de quelques installations industrielles implantées à Saclay ;
- les établissements d'enseignement installés à la frange Sud du plateau : extrémité Nord de la Faculté d'Orsay, Institut Universitaire de Technologie, Centre d'Études Supérieures Industrielles, École Supérieure d'Électricité, École Polytechnique, qui accueillent une population migrante pouvant atteindre 20 000 personnes de jour, pendant les périodes des cours universitaires.

1.2 Répartition de la population par zones circulaires

La répartition dans un rayon de 10 km autour du Centre par couronnes et secteurs est donnée en annexe. En s'éloignant du Centre de Saclay, on trouve :

- dans un rayon de 20 km, la moitié de Paris et la banlieue Sud et Ouest jusqu'à Arpajon, Juvisy, Ivry-sur-Seine, Neuilly, Puteaux, Chatou, Saint-Germain ;
- dans un rayon de 30 km, tout Paris, toute la banlieue Sud et Ouest, une partie de la banlieue Est jusqu'à Saint-Maur, Nogent, Le Perreux, Noisy-le-Sec et une partie de la banlieue Nord jusqu'à Saint-Denis et Enghien ;
- dans un rayon de 50 km, toute l'agglomération parisienne et des villes comme Étampes et Pontoise, soit quelque 9 millions d'habitants.

Figure VI-1-1

Répartition de la population dans un rayon de 10 km autour du Centre d'Études nucléaires de Saclay.

Figure VI-1-2

Répartition de la population dans un rayon de 50 km autour du Centre d'Études nucléaires de Saclay.

Documents : statistiques de l'I.N.S.E.E.

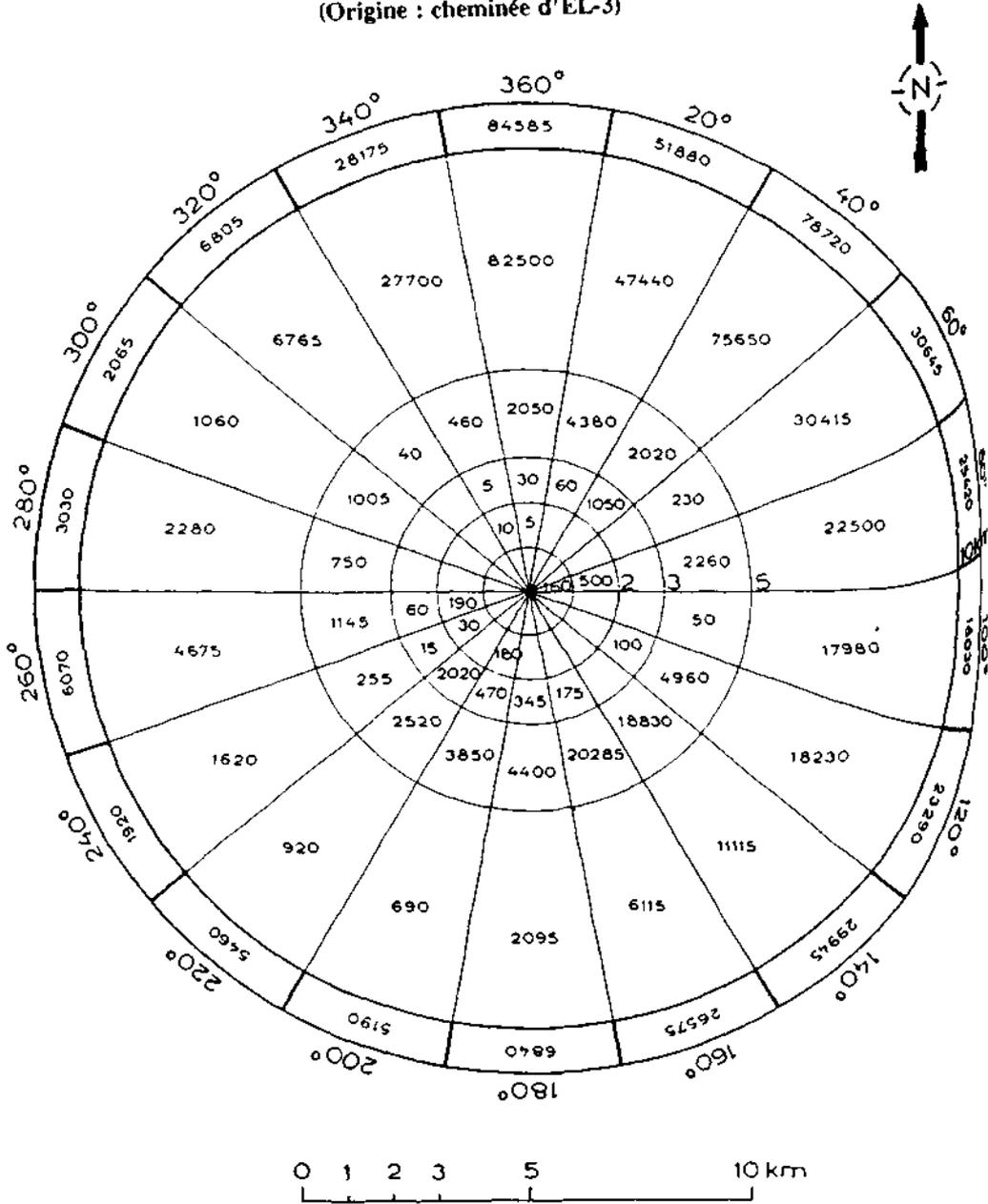
recensement de 1968

« Enquêtes communales » du Ministère de l'Agriculture 1970/1971.

N.B. Pour les populations dans un rayon de 10 km, une enquête auprès des autorités locales, en octobre 1975, a permis de mieux préciser les apports des nouvelles agglomérations.

Les personnels des Centres d'Études Nucléaires et les militaires ne sont pas décomptés.

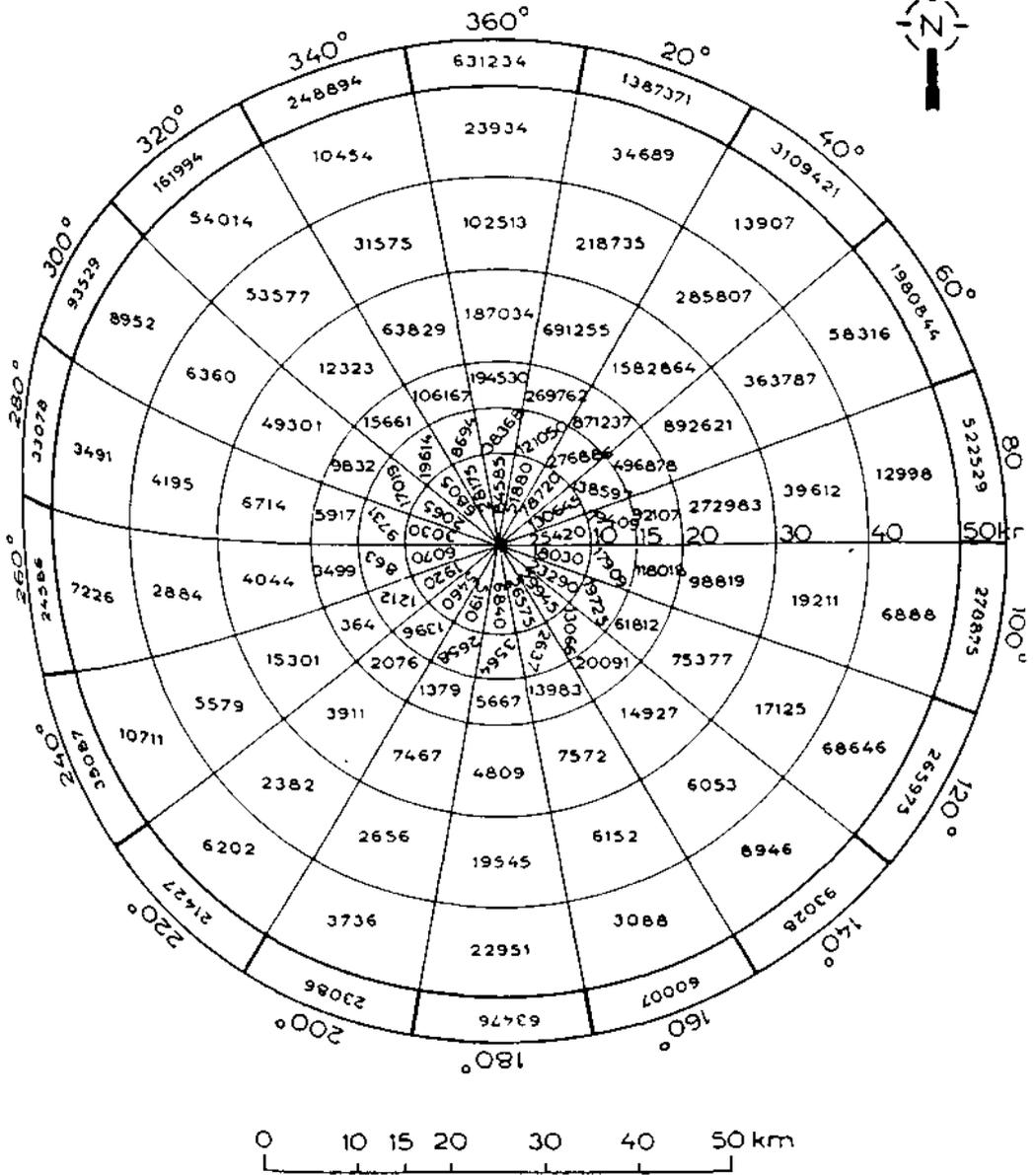
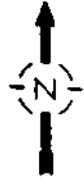
RÉPARTITION DE LA POPULATION DANS UN RAYON DE 1 km AUTOUR DU CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE SACLAY (Origine : cheminée d'EL-3)



Cumul par secteur :

Population totale concernée : 434 645 personnes

RÉPARTITION DE LA POPULATION DANS UN RAYON DE 50 km
 AUTOUR DU CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE SACLAY
 (Origine : cheminée d'EL-3)



Cumul par secteur :

Population totale concernée : 9034441 personnes

2. REGIME ALIMENTAIRE

Il ressort, d'une étude de l'Institut National de la Statistique et des *Études Économiques* datant de 1972, que l'alimentation se répartit comme suit pour les produits pouvant être contaminés par les rejets d'effluents atmosphériques :

- légumes frais : 100 à 180 g par jour par personne
- viandes de toutes origines et produits dérivés : 140 à 165 g par jour par personne
- lait et produits laitiers : 0,300 l d'équivalent lait par jour pour l'adulte
0,700 l d'équivalent lait par jour pour l'enfant en bas âge

L'alimentation des populations dans l'environnement du Centre de Saclay *ne* provient pas, en totalité, des productions locales. Par suite de l'absence de *réseau de* distribution suffisant, les approvisionnements des familles se font, en général, dans les centres commerciaux des grands ensembles (Vélizy, Les Ulis, etc.).

Toutefois, afin de ne pas réduire arbitrairement les valeurs calculées, il *se* *considère* toujours que les aliments sont tous d'origine locale et consommés immédiatement. Les rations journalières moyennes, compte tenu des habitudes *locales* ont été définies comme suit :

	Enfant	Adulte
Légumes frais	50 g	150 g
Viande de boucherie et charcuterie	—	200 g
Lait et produits dérivés	0,7 l	0,3 l

VII. ÉVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFÉRENTS VECTEURS

PREAMBULE

Pour 8 points de l'environnement (stations de surveillance *atmosphériques*, chapitre III-4) et pendant 8 années, les valeurs des concentrations *atmosphériques* mensuelles moyennes maximales possibles ont été calculées à partir des résultats *conus* pour :

- les activités des rejets d'argon 41 par la cheminée d'EL-3,
- les coefficients de dispersion,
- et les termes correctifs,

mentionnés ci-après pour les rejets de longue durée.

En général, ces concentrations maximales sont de 1,1 à 2,5 fois les concentrations déduites directement des résultats des mesures faites pendant la même période.

En ce qui concerne les rejets de courte durée, les coefficients de dispersion à utiliser sont ceux figurant sur les abaques et correspondant aux conditions au moment du rejet.

1. DISPERSION ATMOSPHERIQUE

1.1 Modèle de dispersion pour des rejets de courte durée

Les coefficients de dispersion des rejets atmosphériques (gaz, vapeurs et aérosols fins) ont été déterminés à la suite des lâchers expérimentaux de courte durée effectués sur le site de Saclay à partir des points-sources (cheminées). D'autres expériences similaires sur d'autres installations françaises (centres nucléaires et industriels) ont permis de mieux préciser leurs variations selon les conditions météorologiques et la distance au point-source (LE QUINIO R., rapport CEA-R 3945).

Les abaques qui en découlent, utilisées à Saclay, sont données figure VII-1-1. Pour des rejets de courte durée (de 30 à 60 mn), ces coefficients peuvent être directement utilisés comme l'ont prouvé les mesures faites à l'occasion de rejets programmés.

1.2 Modèle de dispersion pour des rejets de longue durée

En ce qui concerne les rejets dont la durée dépasse 1 h, pour connaître l'activité moyenne pour une période donnée en un point de l'environnement, il convient d'appliquer les termes correctifs tenant compte :

- *a priori* de la probabilité (ou, *a posteriori*, de la fréquence déduite des mesures) pour que le point considéré soit sous le vent de l'installation pendant la durée du rejet ; la direction du vent doit être donnée par secteurs de 20° ;
- de la variabilité de la direction du vecteur vent entre deux mesures consécutives du vent ; pour un espacement de 3 h, le coefficient est égal à 0,58 ;
- de la variation du coefficient de dispersion en fonction des conditions de diffusion.

En tenant compte des éléments précités, on obtient, pour les lieux considérés dans le tableau de la page [suivante], les coefficients suivants pour calculer les activités volumiques moyennes annuelles à partir des activités totales annuelles rejetées.

COEFFICIENTS POUR LE CALCUL DE L'ACTIVITÉ VOLUMIQUE MOYENNE ANNUELLE

Lieu	Coefficient		Fréquence de la condition de dispersion		Coefficient moyen	Fréquence des vents vers le lieu	Coefficient moyen annuel (*)	
	Condition normale	Condition mauvaise	Normale	Mauvaise			Ci/m ³ par Ci/s	K ₁ Ci/m ³ par Ci/an
	s/m ³	s/m ³	%	%				
Christ-de-Saclay	1,3.10 ⁻⁵	1,9.10 ⁻⁵	51	49	1,6.10 ⁻⁵	6,4	5,9.10 ⁻⁷	1,9.10 ⁻¹⁴
Grand-Viltain	5,0.10 ⁻⁶	8,0.10 ⁻⁶	47	53	6,6.10 ⁻⁶	5,1	2,0.10 ⁻⁷	6,3.10 ⁻¹⁵
Saint-Aubin	7,0.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁵	52	48	9,4.10 ⁻⁶	6,5	3,5.10 ⁻⁷	1,1.10 ⁻¹⁴
Villiers-le-Bâcle	7,0.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁵	45	55	9,8.10 ⁻⁶	4,9	2,8.10 ⁻⁷	8,8.10 ⁻¹⁵
Mesnil-Blondel	7,0.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁵	45	55	9,8.10 ⁻⁶	5,7	3,2.10 ⁻⁷	1,0.10 ⁻¹⁴
Saclay bourg	7,0.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁵	52	48	9,4.10 ⁻⁶	6,0	3,3.10 ⁻⁷	1,0.10 ⁻¹⁴
Paris (20 km)	3,6.10 ⁻⁷	5,0.10 ⁻⁷	58	42	4,2.10 ⁻⁷	8,0	1,9.10 ⁻⁸	6,2.10 ⁻¹⁶

(*) Il est tenu compte du facteur de correction de la variabilité de la direction du vent entre les mesures faites en routine toutes les 3 h (0,58).

1.3 Conséquences des rejets gazeux

Pour les activités des rejets de routine, les conséquences de la dispersion atmosphérique pour l'environnement sont les suivantes :

1.3.1 Activité atmosphérique

	Activité des rejets (Ci)	Activité atmosphérique moyenne annuelle (Ci/m ³)						
		Christ-de-Saclay	Ferme du Grand-Villain	Saint Aubin	Villiers-le-Bâcle	Mesnil-Blondel	Saclay bourg	Paris 20 km
GAZ								
Argon 41	2.10 ⁵	3,8.10 ⁻⁹	1,3.10 ⁻⁹	2,2.10 ⁻⁹	1,8.10 ⁻⁹	2,0.10 ⁻⁹	2,0.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻¹⁰
Autres gaz rares	3.10 ³	5,7.10 ⁻¹¹	1,9.10 ⁻¹¹	3,3.10 ⁻¹¹	2,6.10 ⁻¹¹	3,0.10 ⁻¹¹	3,0.10 ⁻¹¹	1,9.10 ⁻¹²
Effluents des accélérateurs linéaires	3.10 ³	5,7.10 ⁻¹¹	1,9.10 ⁻¹¹	3,3.10 ⁻¹¹	2,6.10 ⁻¹¹	3,0.10 ⁻¹¹	3,0.10 ⁻¹¹	1,9.10 ⁻¹²
VAPEURS ET AÉROSOLS								
Eau tritiée								
Halogènes	3.10 ⁴	5,7.10 ⁻¹⁰	1,9.10 ⁻¹⁰	3,3.10 ⁻¹⁰	2,6.10 ⁻¹⁰	3,0.10 ⁻¹⁰	3,0.10 ⁻¹⁰	1,9.10 ⁻¹¹
Émetteurs α	2	3,8.10 ⁻¹⁴	1,3.10 ⁻¹⁴	2,2.10 ⁻¹⁴	1,8.10 ⁻¹⁴	2,0.10 ⁻¹⁴	2,0.10 ⁻¹⁴	1,2.10 ⁻¹⁵
Émetteurs β	1.10 ⁻³	1,9.10 ⁻¹⁷	6,3.10 ⁻¹⁸	1,1.10 ⁻¹⁷	8,8.10 ⁻¹⁸	1,0.10 ⁻¹⁷	1,0.10 ⁻¹⁷	6,2.10 ⁻¹⁹
Émetteurs βγ	5	9,5.10 ⁻¹⁴	3,2.10 ⁻¹⁴	5,5.10 ⁻¹⁴	4,4.10 ⁻¹⁴	5,0.10 ⁻¹⁴	5,0.10 ⁻¹⁴	3,1.10 ⁻¹⁵

1.3.2 Exposition à l'activité atmosphérique

a) Inhalation et passage transcutané associés à l'activité atmosphérique due au tritium

On obtient pour les points de l'environnement, avec un rejet annuel de 30 kCi de tritium, les valeurs suivantes :

Lieu	Activité volumique moyenne annuelle	Concentration annuelle intégrée
Christ de Saclay	5,7.10 ⁻¹⁰ Ci/m ³	5,0.10 ⁻⁶ Ci.h/m ³
Ferme du Grand Villain	1,9.10 ⁻¹⁰ Ci/m ³	1,7.10 ⁻⁶ Ci.h/m ³
Paris (20 km)	1,9.10 ⁻¹¹ Ci/m ³	1,7.10 ⁻⁷ Ci.h/m ³

b) Inhalation associée à l'activité atmosphérique due aux halogènes radioactifs

Pour les points de l'environnement considérés, avec un rejet annuel de 2 Ci d'halogènes, on obtient les valeurs suivantes :

Lieu	Activité volumique moyenne annuelle	Concentration annuelle intégrée
Christ de Saclay	3,8.10 ⁻¹⁴ Ci/m ³	3,3.10 ⁻¹⁰ Ci.h/m ³
Ferme du Grand Villain	1,3.10 ⁻¹⁴ Ci/m ³	1,1.10 ⁻¹⁰ Ci.h/m ³
Paris (20 km)	1,3.10 ⁻¹⁵ Ci/m ³	1,1.10 ⁻¹¹ Ci.h/m ³

2. DEPOT

2.1 Dépôt par temps sec

Selon les conditions de diffusion — bonnes (instabilité des basses couches de la biosphère) ou mauvaises (stabilité) — l'une des courbes de la figure VII.1-2 sera utilisée. Pour un rejet de longue durée, il faudra tenir compte des termes correctifs précisés au chapitre 1.3. Pour le calcul des coefficients de dépôt annuel, il est tenu compte de la répartition des fréquences des directions des vents en fonction des classes de stabilité.

Lieu	Coefficient de dépôt pour une émission de 1 Ci		Fréquence de la condition de dispersion		Coefficient moyen	Fréquence des vents vers le lieu	Coefficient de dépôt K_D (%)
	Condition normale	Condition mauvaise	Normale	Mauvaise			
	Ci/m ² par Ci	Ci/m ² par Ci	%	%	Ci/m ² par Ci	%	Ci/m ² par Ci
Christ de Sécly	$5 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	51	49	$9,9 \cdot 10^{-8}$	6,4	$3,7 \cdot 10^{-8}$
Ferme du Grand Viltain	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$4,7 \cdot 10^{-8}$	47	53	$3,3 \cdot 10^{-8}$	5,1	$1,7 \cdot 10^{-8}$

(*) Il est tenu compte de la variabilité de la direction du vent entre deux mesures consécutives.

2.1.1 Dépôt du tritium par temps sec

Le tritium se présente sous forme de vapeur d'eau et se comporte comme un gaz constituant l'air de l'atmosphère libre. On ne peut pas lui affecter une vitesse de chute à par suite le dépôt, par temps sec, au sol n'est pas à envisager.

2.1.2 Dépôt des halogènes par temps sec

L'ensemble des halogènes sera considéré comme étant constitué par de l'iode 131. La radioactivité déposée sur les végétaux par le dépôt sec, D_{sv} , doit être évaluée en tenant compte des éléments suivants :

- rejet annuel en Ci..... A_r
- coefficient de dépôt en Ci/m² par Ci K_D
- durée du temps sec 91 %
- coefficient de rétention sur la végétation..... 0,25
- période mécanique de rétention sur la végétation..... 14 j
- période radioactive de l'iode 131 8,06 j

Soit D_0 le dépôt initial. Au temps t , $D_{sv} = D_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Le dépôt moyen annuel est : $\bar{D}_{sv} = D_0 \left[\frac{1}{t} \int_0^{t=1 \text{ an}} e^{-\lambda t} dt \right]$

D'où $\frac{\bar{D}_{sv}}{D_0} = \left[\frac{-1}{\lambda t} \cdot e^{-\lambda t} \right]_{t=0}^{t=1 \text{ an}} = \frac{1 - e^{-\lambda}}{\lambda}$ (2)

2 Note de l'Office parlementaire : le résultat est exact, malgré une présentation manquant de rigueur mathématique.

Si on désigne par T_{eff} la période effective, on a $\lambda = \frac{0,693}{T_{\text{eff}} / 365}$

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{8,06} + \frac{1}{14} = 5,12 \text{ j}$$

Comme $\lambda = \frac{0,693}{5,12/365}$ est grand, on peut écrire $\frac{\overline{D}_{\text{sv}}}{D_0} \approx \frac{1}{\lambda} = 2,02 \cdot 10^{-2}$

$$\overline{D}_{\text{sv}} = A_r \cdot K_2 \cdot 0,91 \cdot 0,25 \cdot 2,02 \cdot 10^{-2}$$

Pour la radioactivité, à l'équilibre, du dépôt au sol, on ne tient compte que de la période radioactive de l'iode 131 :

$$\frac{\overline{D}_{\text{ss}}}{D_0} \approx \frac{1}{\lambda} = 3,18 \cdot 10^{-2}$$

$$\overline{D}_{\text{ss}} = A_r \cdot K_2 \cdot 0,91 \cdot 3,18 \cdot 10^{-2}$$

Avec les valeurs de K_2 données en 2.1 (Christ de Saclay : $3,7 \cdot 10^{-9}$ Ci/m² par Ci ; ferme du Grand Viltain : $1,7 \cdot 10^{-9}$ Ci/m² par Ci) et un rejet annuel de 2 Ci, on a :

Dépôt par temps sec

Lieu	Dépôt sur les végétaux	Dépôt sur le sol
Christ de Saclay	$3,5 \cdot 10^{-11}$ Ci/m ²	$2,2 \cdot 10^{-10}$ Ci/m ²
Ferme du Grand Viltain	$1,6 \cdot 10^{-11}$ Ci/m ²	$9,9 \cdot 10^{-11}$ Ci/m ²

2.2 Dépôt par temps de pluie

On dispose (caractéristiques de l'environnement) de la fréquence des directions des vents pendant les précipitations d'une intensité de 0,1 à 5 mm/h. L'abaque de la figure VII.1-3, prévue pour une intensité moyenne de 2 mm/h, peut donc être utilisée. Sur une période de 5 années, on a noté 12 cas, soit moins de 0,1% sur les 14 000 observations, avec une intensité de pluie supérieure à 5 mm/h ; ces cas ne sont donc pas pris en considération pour des rejets de longue durée.

Dépôt par temps de pluie

Lieu	Coefficient de dépôt	Fréquence des vents pendant les précipitations	Coefficient de dépôt moyen annuel K_2
Christ de Saclay	$1,0 \cdot 10^{-7}$ Ci/m ² par Ci	0,112	$6,5 \cdot 10^{-9}$ Ci/m ² par Ci
Ferme du Grand Viltain	$4,4 \cdot 10^{-8}$ Ci/m ² par Ci	0,091	$2,3 \cdot 10^{-9}$ Ci/m ² par Ci

2.2.1 Dépôt du tritium

Pour estimer l'activité, en tritium, de l'eau des précipitations, il est nécessaire de tenir compte des éléments suivants :

- coefficient donnant l'activité volumique moyenne maximale dans l'air au lieu considéré en Ci/m³ par Ci (voir chapitre 1.3)K₁
- masse de vapeur d'eau dans l'air prise pour 6,5.10⁻⁶ m³ par m³ d'air ρ
- coefficient de transfert de l'eau tritiée de l'air à l'eau des précipitations d'après les abaques de CHAMBERLAIN (fonction du temps) f
- fréquence des vents pendant les précipitations vers le lieu considéré..... F_p
- rejet annuel en curiesA

On a la relation suivante donnant l'activité volumique de l'eau de pluie en Ci/ m³ d'eau

$$a = A \cdot K_1 \cdot \frac{1}{\rho} \cdot F_p \cdot f$$

Pour deux points de l'environnement, en considérant un rejet annuel de 30kCi, on obtient les valeurs suivantes :

Lieu	K ₁	f	F _p	A _p (activité volumique de l'eau atmosphérique)
Christ de Saclay	1,9.10 ⁻¹⁴ Ci/m ³ par Ci	0,1	0,112	9,8.10 ⁻⁷ Ci/m ³ d'eau
Ferme du Grand Viltain	6,3.10 ⁻¹⁵ Ci/m ³ par Ci	0,2	0,091	5,3.10 ⁻⁷ Ci/m ³ d'eau

Les mesures pluviométriques faites au CEN Saclay peuvent être considérées comme valables pour l'ensemble du plateau. Il est recueilli en moyenne 650 mm d'eau, soit 6,5.10⁻¹ m³/m² par an. Pour les deux points de l'environnement, on a les dépôts annuels suivants de tritium :

Dépôt de tritium par les précipitations

Christ de Saclay	6,4.10 ⁻⁷ Ci/m ²
Ferme du Grand Viltain	3,7.10 ⁻⁷ Ci/m ²

2.2.2 Dépôt de l'iode sur les végétaux et le sol

On utilise les éléments suivants :

- coefficient de rétention sur les végétaux pris égal à 0,1
- fréquence des précipitations : 0,09
- le coefficient K₂ en Ci/m² par Ci,
- pour le dépôt sur le sol, le ruissellement et l'infiltration sont négligés, seule la période radioactive est prise en compte, pour définir l'activité à l'équilibre, du dépôt. Les dépôts sont donnés par les formules suivantes (paragraphe 2.1.2) :

- sur les végétaux : $D_{pv} = A \cdot K_2 \cdot 0,1 \cdot 0,09 \cdot 2,02 \cdot 10^{-2}$

- sur le sol : $D_{ps} = A \cdot K_2 \cdot 0,09 \cdot 3,18 \cdot 10^{-2}$

Pour un rejet A de 2 Ci en un an, on a :

Lieu	K_2	Dépôt sur les végétaux	Dépôt sur le sol
Christ de Saclay	$6,5 \cdot 10^{-9}$ Ci/m ² par Ci	$2,4 \cdot 10^{-12}$ Ci/m ²	$3,7 \cdot 10^{-11}$ Ci/m ²
Ferme du Grand Viltain	$2,3 \cdot 10^{-9}$ Ci/m ² par Ci	$8,4 \cdot 10^{-13}$ Ci/m ²	$1,3 \cdot 10^{-11}$ Ci/m ²

2.3 Dépôt par la rosée

La condensation, au sol, sous forme de rosée (ou de gelée blanche) de la vapeur d'eau atmosphérique, peut entraîner une activité surfacique sous le vent du point de rejet. Ce phénomène est important pour le tritium (sous forme d'eau tritiée). Il faut, dans ce cas, considérer les éléments suivants :

- coefficient donnant l'activité volumique moyenne annuelle dans l'air au lieu considéré en Ci/m³ par Ci K_1
- masse de vapeur d'eau dans l'air prise pour 6,5 par m³ d'air ρ
- masse d'eau déposée au sol par an (10⁴ g par m²)..... D
- fréquence des vents vers le lieu dans les situations propices à la formation de rosée (stabilité thermique des basses couches de l'atmosphère) F_s
- rejet annuel en Ci A

La formule donnant l'activité du tritium déposée au sol par la rosée D_r en Ci/m², est la suivante :

$$D_r = A \cdot K_1 \cdot \frac{1}{\rho} \cdot D \cdot F_s$$

Pour deux points de l'environnement, en considérant un rejet annuel de 30kCi, on obtient :

Lieu	K_1	F_s	D_r
Christ de Saclay	$1,9 \cdot 10^{-14}$ Ci/m ³ par Ci	0,059	$5,2 \cdot 10^{-8}$ Ci/m ²
Ferme du Grand Viltain	$6,3 \cdot 10^{-15}$ Ci/m ³ par Ci	0,027	$7,9 \cdot 10^{-9}$ Ci/m ²

2.4 Conséquences des rejets gazeux

Dépôts en Ci/m²

	Dépôt sec		Précipitation		Rosée	Dépôt total	
	sur végétaux	au sol	sur végétaux	au sol		sur végétaux	au sol
HALOGENES							
Christ de Saclay	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-12}$	$3,7 \cdot 10^{-11}$		$3,7 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-10}$
Ferme du Grand Viltain	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$9,9 \cdot 10^{-11}$	$8,4 \cdot 10^{-13}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$		$1,7 \cdot 10^{-11}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
TRITIUM							
Christ de Saclay			$6,4 \cdot 10^{-7}$		$5,2 \cdot 10^{-8}$		$6,9 \cdot 10^{-7}$
Ferme du Grand Viltain			$3,7 \cdot 10^{-7}$		$7,9 \cdot 10^{-9}$		$3,8 \cdot 10^{-7}$

Radioactivité volumique du tritium dans les eaux de précipitations :

- Christ de Saclay $9,8 \cdot 10^{-7}$ Ci/g d'eau
- Ferme du Grand Viltain $5,3 \cdot 10^{-7}$ Ci/g d'eau

3. PRODUCTIONS AGRICOLES

3.1 Modèles et évaluation des transferts dans les produits récoltés

Les modèles de transfert utilisés pour l'évaluation des conséquences des rejets gazeux sont ceux figurant dans la publication du 30 mars 1977 de l'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire. Ils sont explicités dans les chapitres suivants traitant des conséquences des rejets de tritium à l'état de vapeur et de l'iode. Ces déterminations sont faites pour deux points de l'environnement constituant à la fois des lieux de production et de consommation :

Lieu	Distance du point de rejet	Direction par rapport au Nord géographique	Nombre d'habitants	Observations
Christ de Saclay	1000 m	80°	40 permanents 120 saisonniers	agglomération la plus proche du CEN Saclay
Ferme du Grand Viltain	2400 m	360°	25 permanents	500 bovins élevés surtout en étable

Les transferts dans les produits récoltés résultent des activités apportées par les vecteurs suivants :

- air (activité atmosphérique)
- précipitations aqueuses (pluie, neige, etc ...)
- condensation de la vapeur d'eau atmosphérique (rosée).

3.2 Produits alimentaires d'origine végétale

3.2.1 Transfert direct par dépôt

Le dépôt du tritium sous la forme gazeuse n'est pas à considérer. Seule la radioactivité foliaire, compte tenu de la période de l'iode 131, est à prendre en considération. Avec une production durant 6 mois et un rendement de 3000 g/cm^2 , l'activité massique sera la suivante :

	Christ de Saclay	Ferme du Grand Viltain
Activité du dépôt sur les végétaux	$3,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ci/m}^2$	$1,3 \cdot 10^{-11} \text{ Ci/m}^2$
Activité massique des végétaux	$6,2 \cdot 10^{-15} \text{ Ci/g}$	$2,2 \cdot 10^{-15} \text{ Ci/g}$

Avec une consommation de légumes verts étant, par jour, de 150 g pour un adulte et de 50 g pour un enfant, on trouve les doses ingérées suivantes :

	Christ de Saclay	Ferme du Grand Viltain
Adulte	$9,3 \cdot 10^{-13} \text{ Ci par jour}$	$3,3 \cdot 10^{-13} \text{ Ci par jour}$
Enfant en bas âge	$3,1 \cdot 10^{-13} \text{ Ci par jour}$	$1,1 \cdot 10^{-13} \text{ Ci par jour}$

3.2.2 Transfert indirect à partir du sol

Cette voie concerne l'eau tritiée. On considère que l'eau contenue dans les produits alimentaires d'origine végétale a été absorbée par la voie racinaire et qu'elle provient de l'horizon superficiel du sol. On peut ainsi admettre que son activité en tritium est la même que celle des précipitations. L'eau constituant 80% du poids du légume frais, on obtient les activités massiques suivantes:

- Christ de Saclay..... $7,8 \cdot 10^{-13}$ Ci/g de végétal frais
- Ferme du Grand Viltain $4,2 \cdot 10^{-13}$ Ci/g de végétal frais

La consommation de légumes verts étant de 150 g pour un adulte et de 50 g pour un enfant, on trouve :

	Christ de Saclay	Ferme du Grand Viltain
Adulte	$1,2 \cdot 10^{-10}$ Ci par jour	$6,3 \cdot 10^{-11}$ Ci par jour
Enfant en bas âge	$3,9 \cdot 10^{-11}$ Ci par jour	$2,1 \cdot 10^{-11}$ Ci par jour

3.3 Produits alimentaires d'origine animale

Les transferts aux produits alimentaires d'origine animale sont étudiés globalement pour deux radionucléides : le tritium et l'iode.

3.3.1 Tritium

En supposant que l'eau ingérée par les bovins de la région de Saclay provienne pour 1/3 de l'alimentation et 2/3 de l'abreuvement avec une eau non contaminée :

- l'alimentation consiste en 80% de végétaux frais de production locale ;
- le lait contient 87% d'eau ;
- la viande contient 80% d'eau,

on trouve les activités massiques suivantes :

<u>lait</u> :	Christ de Saclay	$1,8 \cdot 10^{-10}$ Ci/l
	Ferme du Grand Viltain.....	$9,7 \cdot 10^{-11}$ Ci/l
<u>viande</u> :	Christ de Saclay	$1,7 \cdot 10^{-13}$ Ci/g
	Ferme du Grand Viltain.....	$9,0 \cdot 10^{-14}$ Ci/g

L'adulte consommant 300 g de produits laitiers et 200 g de viande, l'enfant en bas âge 700 g de produits laitiers, les doses ingérées par jour sont les suivantes :

	Christ de Saclay		Ferme du Grand Viltain	
	Adulte	Enfant en bas âge	Adulte	Enfant en bas âge
Produit laitiers	$5,4 \cdot 10^{-11}$ Ci/j	$1,3 \cdot 10^{-10}$ Ci/j	$2,9 \cdot 10^{-11}$ Ci/j	$6,8 \cdot 10^{-11}$ Ci/j
viande	$3,4 \cdot 10^{-11}$ Ci/j	—	$1,8 \cdot 10^{-11}$ Ci/j	—

3.3.2 Iode

On considère qu'une activité surfacique de la végétation consommée de 1 Ci/m^2 entraîne une activité volumique du lait de $0,88 \text{ Ci/l}$. L'alimentation étant constituée pour moitié par l'herbe provenant des prairies locales, l'activité volumique du lait sera la suivante :

— Christ de Saclay : $0,88 \times 3,7 \cdot 10^{-11} \times 0,5 = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ci/l}$

— Ferme du Grand Viltain : $0,88 \times 1,3 \cdot 10^{-11} \times 0,5 = 5,7 \cdot 10^{-12} \text{ Ci/l}$

L'adulte consommant 300 g de produits laitiers, l'enfant en bas âge 700 g, les doses ingérées par jour sont les suivantes :

	Christ de Saclay	Ferme du Grand Viltain
Adulte	$4,8 \cdot 10^{-12} \text{ Ci par jour}$	$1,7 \cdot 10^{-12} \text{ Ci par jour}$
Enfant en bas âge	$1,1 \cdot 10^{-11} \text{ Ci par jour}$	$4,0 \cdot 10^{-12} \text{ Ci par jour}$

BIBLIOGRAPHIE

R.J. GARNER, « A mathematical analysis of the transfer of fission products to cow's milk », in *Health Physics*, 1967, vol. 13, pp. 205-212.

Institut de Protection et de Sûreté nucléaire

— Évaluation des doses dues aux rejets de tritium.

— Évaluation des doses dues aux rejets atmosphériques d'iode 131 en fonctionnement normal.

Figure VII.1-1

DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE
ACTIVITÉ VOLUMIQUE POUR UNE ÉMISSION DE 1 Ci/s pendant 1 heure

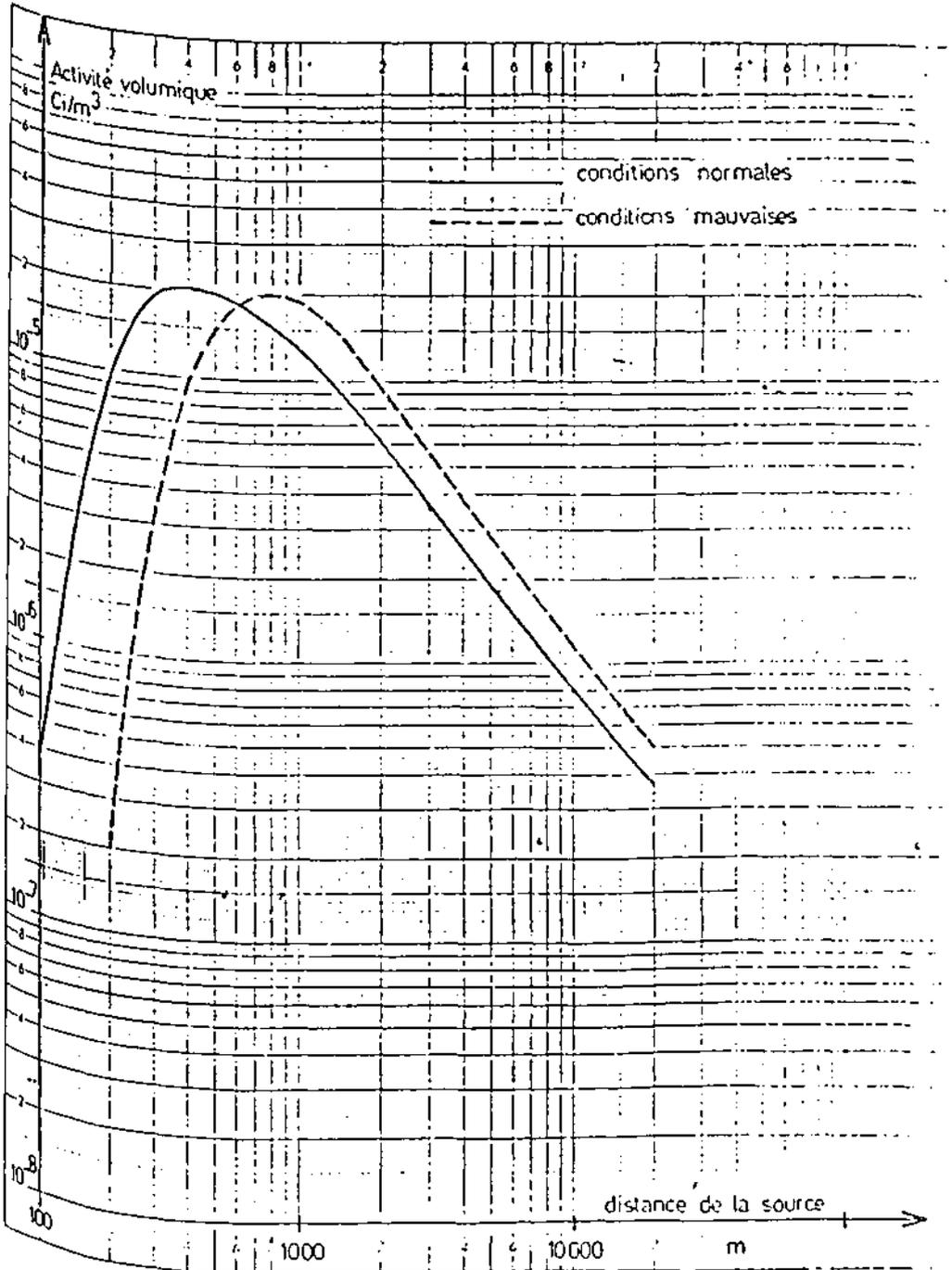


Figure VII.1-2

DÉPÔT PAR TEMPS SEC
ACTIVITÉ SURFACIQUE POUR UNE ÉMISSION DE 1 Ci en 1 heure

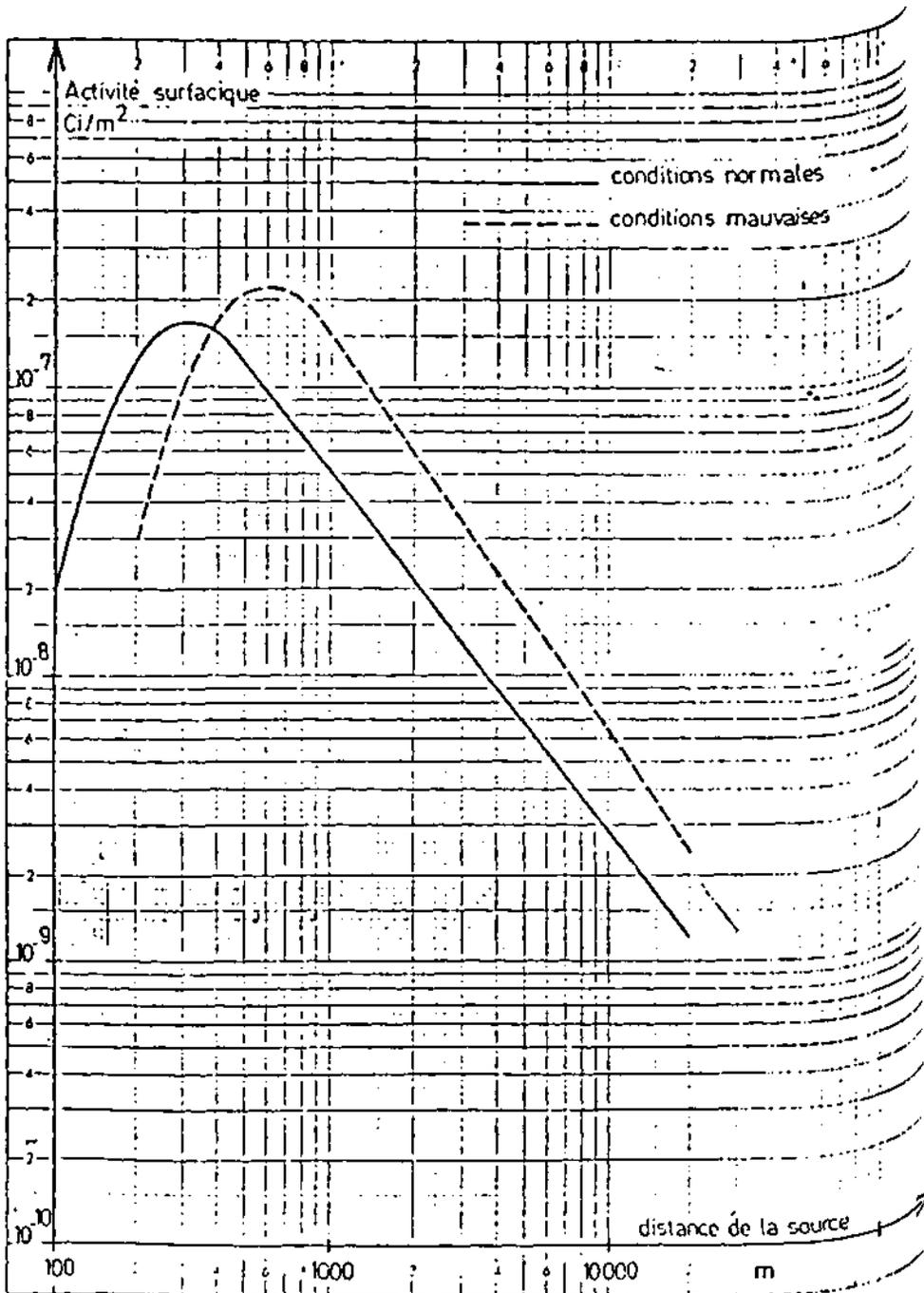
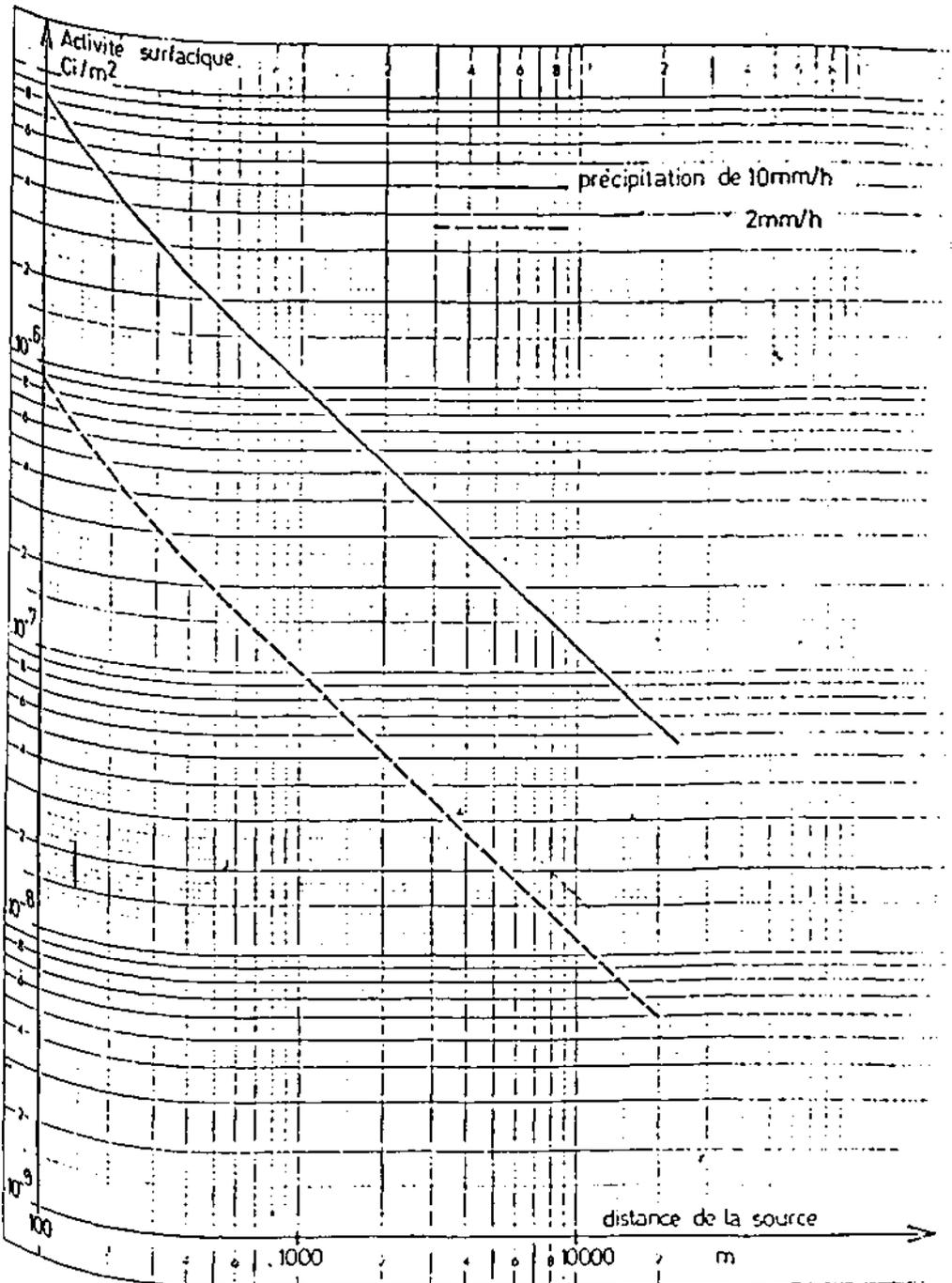


Figure VII.1-3

DÉPÔT PAR TEMPS DE PLUIE
ACTIVITÉ SURFACIQUE POUR UNE ÉMISSION DE 1 Ci en 1 heure



VIII. INDICATIONS PRELIMINAIRES SUR LES VOIES ET LES RADIONUCLEIDES PREPONDERANTS EU EGARD A L'IRRADIATION

Les conséquences, pour les populations, des rejets des effluents gazeux (ou considérés comme tels), sont les suivantes :

- irradiation externe par l'exposition au panache et le dépôt au sol ;
- inhalation de l'air contaminé ;
- ingestion des produits contaminés : eau, végétaux, produits carnés et laitiers.

Les éléments nécessaires pour le calcul des équivalents de dose, résultant des activités citées, figurent au chapitre VII de la présente étude. Une récapitulation est donnée ci-après.

RECAPITULATION DES CONSEQUENCES DES REJETS GAZEUX

1. Exposition due à la radioactivité atmosphérique

Concentration annuelle intégrée (Ci.h/m³) (*)

	Christ de Saclay	Ferme du Grand Viltain	Paris (20 km)
Argon 41	3,3.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁶
Autres gaz rares	5,0.10 ⁻⁷	1,7.10 ⁻⁷	1,7.10 ⁻⁸
Effluents des accélérateurs linéaires	5,0.10 ⁻⁷	1,7.10 ⁻⁷	1,7.10 ⁻⁸
Eau tritiée	5,0.10 ⁻⁶	1,7.10 ⁻⁶	1,7.10 ⁻⁷
Halogènes	3,3.10 ⁻¹⁰	1,1.10 ⁻¹⁰	1,1.10 ⁻¹¹
Émetteurs α	1,7.10 ⁻¹³	5,5.10 ⁻¹⁴	5,4.10 ⁻¹⁵
Autres émetteurs βγ	8,3.10 ⁻¹⁰	2,8.10 ⁻¹⁰	2,7.10 ⁻¹¹

(*) Il n'est pas tenu compte de la décroissance due à la période radioactive.

2. Radioactivité de la chaîne alimentaire

2.1 Tritium

	Unité	Christ de Saclay		Ferme du Grand Viltain	
Activité de l'eau des précipitations	Ci/m ³	9,8.10 ⁻⁷		5,3.10 ⁻⁷	
Dépôt par précipitations	Ci/m ²	6,4.10 ⁻⁷		3,7.10 ⁻⁷	
Dépôt par la rosée	Ci/m ²	5,2.10 ⁻⁸		7,9.10 ⁻⁹	
Activité des végétaux (transfert indirect)	Ci/g	7,8.10 ⁻¹³		4,2.10 ⁻¹³	
INGESTION du tritium		Adulte	Enfant en bas âge	Adulte	Enfant en bas âge
Légumes	Ci/jour	1,2.10 ⁻¹⁰	3,9.10 ⁻¹¹	6,3.10 ⁻¹¹	2,1.10 ⁻¹¹
Produits laitiers	Ci/jour	5,4.10 ⁻¹¹	1,3.10 ⁻¹⁰	2,3.10 ⁻¹¹	6,8.10 ⁻¹¹
Viande	Ci/jour	3,4.10 ⁻¹¹	—	1,8.10 ⁻¹¹	—

2.2 Iode

		Unité	Christ de Saclay		Ferme du Grand Viltain	
Dépôt par	sur végétaux	Ci/m ²	3,5.10 ⁻¹¹		1,6.10 ⁻¹¹	
temps sec	sur sol	Ci/m ²	2,2.10 ⁻¹⁰		9,9.10 ⁻¹¹	
Dépôt par	sur végétaux	Ci/m ²	2,4.10 ⁻¹²		8,4.10 ⁻¹³	
précipitations	sur sol	Ci/m ²	3,7.10 ⁻¹¹		1,3.10 ⁻¹¹	
Dépôt total	sur végétaux	Ci/m ²	3,7.10 ⁻¹¹		1,7.10 ⁻¹¹	
	sur sol	Ci/m ²	2,6.10 ⁻¹⁰		1,1.10 ⁻¹⁰	
Activité des végétaux	dépôts sur végétaux	Ci/g	6,2.10 ⁻¹⁵		2,2.10 ⁻¹⁵	
Activité du lait		Ci/l	1,6.10 ⁻¹¹		5,7.10 ⁻¹²	
INGESTION de l'iode			Adulte	Enfant en bas âge	Adulte	Enfant en bas âge
Légumes		Ci/j	9,3.10 ⁻¹³	3,1.10 ⁻¹³	3,3.10 ⁻¹³	1,1.10 ⁻¹³
Lait		Ci/j	4,8.10 ⁻¹²	1,1.10 ⁻¹¹	1,7.10 ⁻¹²	4,0.10 ⁻¹²

**DEMANDE D'AUTORISATION DE REJET
D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES
(EXTRAITS)**

VI. CARACTERISTIQUES DES POPULATIONS

1. DEMOGRAPHIE, ACTIVITES ET HABITUDES

1.1 Démographie

1.1.1 Répartition de la population autour du CEN Saclay

Le centre de Saclay, implanté à proximité de Paris, se situe donc dans la région de France où la densité de population est la plus forte. C'est au nord-est que se situe l'agglomération parisienne. La densité est relativement faible aux abords immédiats du Centre, sa valeur est de 200 habitants par kilomètre carré, dans un rayon de 3 km. Dans un rayon de 10 km, les principales villes sont : Versailles, Chaville, Viroflay, Châtenay-Malabry, Verrières-le-Buisson, Palaiseau et Chevreuse.

1.1.2. Population du bassin versant de la Bièvre

Le Bassin de la Bièvre s'étend sur plusieurs départements qui sont de l'amont vers l'aval : les Yvelines, l'Essonne, les Hauts-de-Seine, le Val-de-Marne et la Ville de Paris.

Mises à part Trappes et Vélizy-Villacoublay avec leurs zones industrielles et leurs grands ensembles, les communes en amont d'Igny ont encore l'aspect de petits villages ruraux, bien que les constructions résidentielles, pavillons et petits immeubles, qui ont fait tout d'abord leur apparition dans la vallée, gagnent peu à peu le plateau. Les communes en aval d'Igny font partie de la banlieue de Paris, avec un tissu urbain dense et continu constitué de zones pavillonnaires et de grands immeubles collectifs.

Le cours de la Bièvre n'est aérien que jusqu'à Massy. Dans le tableau VI.1.1, nous donnons le détail des communes situées en totalité ou partiellement sur le bassin correspondant au cours aérien, ainsi que les populations y résidant.

En amont du confluent du ru Saint-Marc, exutoire secondaire des Étangs de Saclay, la population est de 42 100 habitants. Pour le ru Saint-Marc et le tronçon de Bièvre allant de Jouy-en-Josas jusqu'au confluent du ru de Vauhallan, la population globale est de 16 000 habitants. Enfin, pour le ru de Vauhallan, exutoire principal des Étangs et les agglomérations en aval, la population globale est estimée à 39 000 habitants.

La population globale du bassin de la Bièvre correspondant au cours aérien, soit 114 km² est d'environ 95 000 habitants.

1.1.3. Evolution de la population

Le voisinage de l'agglomération de Paris influence fortement toutes les zones et les activités proches. Les environs de Saclay et la vallée de la Bièvre ont subi, au cours de la dernière décennie, des modifications importantes.

Il faut signaler, en particulier, les grands ensembles de Massy-Palaiseau, ceux de Meudon-la-Forêt et de Vélizy-Villacoublay, enfin la ville nouvelle de Saint-Quentin en Yvelines à proximité de Trappes. Elle doit avoir deux centres urbains, l'un constitué par le secteur compris entre les communes de Voisins-le-Bretonneux et Montigny-le-Bretonneux à l'ouest, l'autre se développant actuellement autour de l'Étang de Saint-Quentin. A terme, cette ville doit atteindre 500 000 habitants. La zone de Bures-Orsay doit être une « zone d'accompagnement » de la zone de Trappes avec la construction de 10 350 logements dans la vallée de l'Yvette.

Aux abords du Centre, la densité de population est encore faible : 3 400 habitants et 2 000 employés dans un rayon de 3 km. Cependant les résidences et zones d'activités groupées essentiellement dans les vallées commencent à apparaître sur le plateau.

Il s'est créé au cours des dernières années :

- des résidences individuelles à Saclay et Villiers-le-Bâcle ;
- des établissements industriels ;
- des établissements universitaires tels que l'Institut Universitaire de Technologie, le Centre d'Études Supérieures Industrielles, l'École Supérieure d'Électricité, l'École Polytechnique.

Ces deux secteurs d'activité attirent un personnel important et provoquent une augmentation de la population aux heures ouvrables.

Le tableau VI.1.2, donnant l'évolution des populations du bassin de la Bièvre, met en évidence un accroissement régulier des communes de la vallée et une stagnation des communes du plateau sauf en ce qui concerne Trappes et Vélizy-Villacoublay.

1.2 Activités

On peut considérer que l'environnement immédiat de Saclay constitue une couronne d'un rayon de 10 km autour du Centre. Cette couronne, peuplée de 435 000 habitants environ, est constituée par une partie du département de l'Essonne et une partie du département des Yvelines.

La population de ces départements, soit 1 080 000 pour les Yvelines et 920 000 pour l'Essonne, partage son activité entre l'agriculture, les industries locales et les centres de recherche. Aux employés de ces différents secteurs résidant dans l'Essonne et les Yvelines viennent s'ajouter les immigrants quotidiens venus d'autres zones de la région parisienne.

1.2.1 *Activité agricole*

Dans les départements des Yvelines et de l'Essonne, la surface utilisée ne représente que 45% de la surface totale en raison de la forte urbanisation de la région parisienne.

Dans l'Essonne l'agriculture emploie 7 700 personnes (soit 0,84% de la population totale), dont 65% sont des chefs d'exploitation et leur famille. Dans les Yvelines, elle emploie 10 000 personnes (soit 0,92% de la population) dont 60% sont des chefs d'exploitation et leur famille.

1.2.2. *Activité industrielle*

Dans l'Essonne, les industries mécaniques et métallurgiques (48 500 salariés en 1972) arrivent nettement en tête ; le bâtiment et les travaux publics viennent en seconde position (28 800 salariés en 1972), suivis par l'électronique (5 700 employés). Les papeteries et imprimeries, les industries agricoles et alimentaires et les industries chimiques occupent une place beaucoup moins importante.

Dans les Yvelines, l'industrie automobile occupe la place la plus importante. Elle emploie 27% des salariés du département. Viennent ensuite le bâtiment et les travaux publics, avec 17,5% des salariés, puis la construction électrique et électronique.

1.2.3. *Centres de recherche*

Les centres de recherche, nombreux dans la région, occupent une partie appréciable de la population. Dans l'Essonne, outre le Centre d'Études Nucléaires de Saclay, qui emploie 8 000 personnes, le C.N.R.S. de Gif-sur-Yvette en emploie 1 400. A ces centres viennent s'ajouter les Écoles et Facultés, comme la Faculté des Sciences d'Orsay et l'École Polytechnique de Palaiseau. Dans les Yvelines, à proximité de Saclay, on citera le Centre National de Recherche Zootechnique de Jouy-en-Josas.

1.3 *Habitudes*

Le département de l'Essonne conserve un certain caractère rural, bien qu'atténué par l'urbanisation croissante de la région parisienne, tandis que le département des Yvelines a un caractère plus résidentiel.

Il se tient annuellement trois foires dans l'Essonne (à Arpajon, Dourdan et Marcoussis) et deux dans les Yvelines (Houdan et Mantes-la-Jolie) ; des marchés hebdomadaires ont lieu dans l'Essonne à Étampes, Saint-Chéron et la Ville-du-Bois, et dans les Yvelines à Houdan. Le département de l'Essonne est équipé de 12 supermarchés, celui des Yvelines de 38.

Les loisirs sont représentés dans l'Essonne par 53 maisons de jeunes, 34 cinémas, 84 terrains de sport, 17 piscines, dans les Yvelines par 79 maisons de jeunes, 36 cinémas, 106 terrains de sport, 21 piscines. Des plans d'eau ont été aménagés pour la pêche, la baignade et le canotage, en particulier l'Étang de Saint-Quentin et l'Étang de la Minière, aux sources de la Bièvre. Il faut y ajouter des complexes de loisirs et de sports

comme ceux de Dourdan et de Corbeil-Essonne et de la Celle-Saint-Cloud, Guyancourt, Saint-Germain-en-Laye, etc. pour les Yvelines qui attirent, en particulier durant le *week end*, outre les habitants de ces départements, ceux de Paris et de sa ceinture. Signalons à ce propos que 9,4% des habitations de l'Essonne et 6,75% de celles des Yvelines sont des résidences secondaires.

Tableau VI.1.1
Population du bassin versant de la Bièvre (cours aérien)

Cours de la Bièvre	Commune	Nombre d'habitants	
		Amont des exutoires	Aval des exutoires
Etang de Saint-Quentin	Trappes	17 000	
	Bois-d'Arcy	10 500	
	Montigny-le-Bretonneux	1 312	
	Voisins-le-Bretonneux	1 000	
Sources de la Bièvre	Guyancourt	3 471	
	St-Cyr-l'École	1 500	
	Camp de Satory (Versailles)	1 450	
	Buc	3 943	
Ru Saint-Marc	Toussus-le-Noble	463	
Confluent	Les Loges-en-Josas	1 399	
	Jouy-en-Josas		8 170
Confluent de la Sygrie	Vélizy-Villacoublay (partiel : résidents seulement)		1 600
	Bièvres		4 235
Etang de Saclay	Saclay		2 037
Ru de Vauhallan	Vauhallan		1 858
	Igny		9 630
Confluent	Verrières-le-Buisson		11 509
	Palaiseau (partie)		5 000
	Massy (partie)		9 000
TOTAL PARTIEL		42 098	53 039
TOTAL GÉNÉRAL		95 137	

Tableau VI.1.2
Évolution de la population pour les communes du bassin versant de la Bièvre
(cours aérien)

Communes	1936	1954	1962	1968	1975
Trappes	3 419	4 885	9 645	16 799	22 905
Bois d'Arcy	1 261	2 107	3 229	6 770	10 500
Montigny-le-Bretonneux	458	532	462	768	1 312
Voisins-le-Bretonneux	321	335	348	389	2 133
Guyancourt	824	1 010	1 243	1 492	3 471
Buc	1 293	1 485	1 921	2 650	3 943
Toussus-le-Noble	132	214	161	192	483
Les Loges-en-Josas	359	653	592	712	1 399
Jouy-en-Josas	2 246	3 116	4 109	5 404	8 171
Bièvres	1 769	2 287	2 711	3 306	4 235
Saclay	617	1 059	1 615	1 950	2 037
Vauhallan	561	625	1 085	1 757	1 858
igny	3 557	4 931	5 477	7 786	9 630
Verrières-le-Buisson	2 965	4 464	7 056	9 850	11 509
Palaiseau (totalité)	7 878	10 118	16 326	25 337	28 924
Massy (totalité)	4 480	6 380	18 955	36 802	41 560
Vélizy-Villacoublay	5 265	6 675	5 960	14 855	23 856

2. RÉGIME ALIMENTAIRE,, ORIGINE DES EAUX DE BOISSON ET DES PRODUITS ALIMENTAIRES CONSOMMÉS

2.1 Régime alimentaire

Il ressort d'une étude de l'Institut National de la Statistique et des *Études Économiques* (INSEE) datant de 1972 (série M 34) que, dans le Bassin Parisien, l'alimentation se répartit comme suit pour les produits pouvant être contaminés à la suite de rejets d'effluents liquides :

- eau de boisson 1,2 l/j
- légumes frais..... 100 à 180 g/j
- viandes de toutes origines et produits dérivés..... 140 à 165 g/j
- lait et produits laitiers pour l'adulte 0,3 l/j d'équivalent lait.

Le tableau VI.2.1 donne la ration alimentaire journalière type d'un adulte, *compte tenu des habitudes alimentaires locales*. Pour le nourrisson, enfant de moins de 6 mois, on peut retenir les valeurs suivantes :

- légumes frais..... 50 g/j
- lait et produits laitiers 0,7 l/j

2.2 Origine des eaux de boisson et des produits alimentaires consommés

2.2.1 Produits alimentaires

L'alimentation des populations dans l'environnement du CEN Saclay, sur le plateau en particulier, ne provient pas en totalité des productions locales. Par suite de l'absence de réseau de distribution suffisant, les approvisionnements des familles se font en général dans les centres commerciaux des grands ensembles tels que Vélizy et les Ulis.

Dans les communes de la vallée de la Bièvre, l'approvisionnement local est plus important, en particulier en ce qui concerne les produits laitiers et maraîchers pour lesquels on peut considérer que 80% des quantités consommées sont produites sur place.

2.2.2 Eaux de boisson

La consommation moyenne journalière d'eau de boisson est de 1,2 l. Cette eau provient, pour 80% de la population, des réseaux de distribution, le reste étant constitué par de l'eau minérale.

2.2.2.1 Eaux minérales

On peut considérer que, dans la région de Saclay, au moins 75% des eaux minérales consommées sont importées. Il s'agit essentiellement des eaux d'Évian, Vichy et Vittel. Le reste, soit 25%, est constitué par des eaux mises en bouteille localement. Ainsi qu'il a été dit au chapitre V.3, il existe deux usines d'embouteillage d'eau de table, l'une à Montigny-le-Bretonneux, l'autre à Saint-Lambert. L'eau est prélevée par pompage dans la nappe des Sables de Fontainebleau.

2.2.2.2. Eaux des réseaux de distribution

a) Organismes de distribution

La distribution d'eau potable est assurée dans le Bassin de la Bièvre et dans l'environnement du Centre d'Études Nucléaires de Saclay, par quatre sociétés :

— la Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage (S.L.E.E.) ;

— la Compagnie Générale des Eaux (C.G.E.) ;

— les Eaux et Fontaines de Versailles (E.F.V.) ;

— la Sablaise des Eaux.

Le Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay, regroupant les communes de Bièvres (lieux-dits de Menillez et Favreuse), de Saclay, de Saint-Aubin, de Vauhallan et de Villiers-le-Bâcle, est affermé à la S.L.E.E. qui assure tant l'approvisionnement en eau que l'entretien des réseaux de distribution. Le détail de la répartition des communes entre ces compagnies est donné dans les tableaux VI.2.2 et VI.2.3.

b) Origine de l'eau distribuée

L'eau distribuée est fournie par les pompages en rivière (Seine, Marne et Oise) et les pompages dans les nappes souterraines. L'importance respective de ces deux origines dépend de la compagnie considérée.

1 - Compagnie Générale des Eaux

L'eau distribuée par la compagnie provient pour 94% de pompages en rivière ; la Seine à Choisy-le-Roi en fournit 47%, la Marne à Neuilly-sur-Marne et Nogent en fournit 38%, enfin l'Oise à Méry-sur-Oise en fournit 9%. L'appoint est fait avec de l'eau souterraine, les principales stations de pompage sont celles :

- de Noisy-le-Grand, qui exploite la nappe de l'Éocène inférieur dans le Sparnacien ;
- d'Aulnay-sous-Bois, qui exploite la nappe de l'Éocène inférieur et celle de l'Albien ;
- de Pantin, qui capte la nappe de l'Éocène inférieur ;
- d'Épinay-sur-Seine, qui capte la nappe de l'Éocène inférieur et celle de l'Albien ;
- de Villeparisis, qui prélève dans la nappe de l'Éocène supérieur.

2 - Eaux et Fontaines de Versailles

C'est la nappe de la Craie Sénonienne qui fournit l'essentiel de l'eau distribuée. L'usine est située à Croissy. Elle fournit 94% de l'eau. Cette eau provient en partie d'eau de Seine traitée et réinjectée dans la nappe. L'appoint est fait avec de l'eau provenant de la Compagnie Générale des Eaux et de la Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage.

3 - Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage

La majeure partie de l'eau distribuée sur la rive gauche de la Seine provient de pompage dans le fleuve. Il y a deux usines de pompage :

— l'une à Viry-Châtillon, dont la capacité maximale est de 4 200 m³/h.

— l'autre à Morsang-sur-Seine, dont la capacité maximale est de 6 250 m³/h.

L'apport d'eau souterraine représente moins de 10% de l'eau distribuée. Le tableau VI.2.4 donne le détail des principales stations de pompage. Elles exploitent les nappes de l'Oligocène, de l'Éocène supérieur, de l'Éocène moyen et inférieur et celle de l'Albien. Les plus importantes sont les stations de Viry-Châtillon et d'Orsay ; la première capte les nappes de l'Éocène supérieur et de l'Albien, la deuxième celle de l'Albien.

4 - Société Sablaise des Eaux

La Société Sablaise des Eaux dessert quelques communes à l'ouest du Centre : le Mesnil-Saint-Denis et Levy-Saint-Nom où sont implantées ses usines principales de

pompage, une partie de la commune de Milon-la-Chapelle, ainsi que St-Lambert et Magny-les-Hameaux où elle possède des forages secondaires. L'eau est pompée dans la nappe de l'Oligocène, au niveau des sables de Fontainebleau.

2.2.2.3. Prélèvements individuels

Le Centre d'Essais des Propulseurs, l'aéroport de Toussus-le-Noble et la Ferme d'Orsigny possèdent chacun des forages dans la nappe de l'Oligocène au niveau des sables de Fontainebleau. Cette eau sert à l'ensemble des besoins de ces installations et en particulier à la consommation d'eau de boisson.

Tableau VI.2.1

Ration alimentaire de l'adulte dans l'environnement du Centre de Saclay

Eau de boisson	l/j	1,2
dont eau minérale		0,25
Légumes frais	g/j	150
dont salades		30
tomates		25
poireaux		15
Poisson	g/j	22
dont poisson frais		19
Toute viande	g/j	200
dont viande de boucherie		100
viande de porc et charcuterie		50
volaille, lapin, gibier		50
Lait et produits laitiers	l/j	0,3
dont lait frais		0,2

Tableau VI.2.2.

DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE

Communes du bassin versant de la Bièvre

(cours aérien en aval des exutoires des étangs)

Cours de la Bièvre	Commune	Organisme de distribution
Ru Saint-Marc	Toussus-le-Noble	Eaux et Fontaines de Versailles
Confluent	Les Loges-en-Josas	Eaux et Fontaines de Versailles
	Jouy-en-Josas	Compagnie Générale des Eaux
Confluent de la Sygrie	Vélizy-Villacoublay	Eaux et Fontaines de Versailles
	Saclay	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay ^(a)
Ru de Vauhallan	Bièvres	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay ^(a)
	Igny	Compagnie Générale des Eaux
Confluent	Vauhallan	Compagnie Générale des Eaux
	Palaiseau	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay ^(a)
Fin du cours aérien	Vernières-le-Buisson	Compagnie Générale des Eaux
	Massy	Compagnie Générale des Eaux

(a) réseau de distribution de la Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage

Tableau VI.2.3
DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE
*Communes situées dans l'environnement immédiat
du Centre d'Études Nucléaires de Saclay*

Distance	Commune	Lieu-dit ou installation particulière	Organisme de distribution
0 à 1 km	Saclay	CEN-Saclay	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
		Christ-de-Saclay	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
1 à 2 km	Saclay	Ville	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
	Saint-Aubin	Ferme d'Orsigny	puits dans la nappe de l'Oligocène
		Le Mesnil Blondel	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
2 à 3 km	Bures	Ferme du Moulon	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
	Gif-sur-Yvette	C.N.R.S.	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
		Saint Marc	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
	Jouy-en-Josas	Petit Viltain	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
		Corbeville	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
	Orsay	Centre d'Essais des Propulseurs	puits dans la nappe de l'Oligocène
		Saclay	Ferme du Grand Viltain
	Saint-Aubin	Ferme de la Martinière	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
		Ferme de Villeras	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
		Billehou	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
		Villiers-le-Bâcle	Ville
	3 à 5 km	Bièvres	Menillez
Buc		Favreuse	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay
		Ville	Compagnie Générale des Eaux
Bures		Ville	Eaux et Fontaines de Versailles
Châteaufort			Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
			Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
Gif-sur-Yvette		Ville	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
Igny		C.N.R.S.	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
			Compagnie Générale des Eaux
Jouy-en-Josas		Ville	Compagnie Générale des Eaux
			H.E.C.
Les Loges-en-Josas			Eaux et Fontaines de Versailles
Orsay		Ville	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
			(puits à Orsay)
Palaiseau		Faculté	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
		Corbeville	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage
Saclay	Ville	Compagnie Générale des Eaux	
	Lozère	Compagnie Générale des Eaux	
Saint-Rémy-les-Chevreuse	Val-d'Albian	Syndicat des Eaux du Plateau de Saclay	
Toussus-le-Noble	Ville	Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage	
		Aérodrome	Eaux et Fontaines de Versailles
Vauhallan		Ferme du Trou Salé	Puits dans la Nappe de l'Oligocène
			Eaux et Fontaines de Versailles
			Syndicat des Eaux et Plateau de Saclay

**Principales stations de pompage d'eau souterraine
de la Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage**

Commune	Désignation	Nappe captée	Niveau capté	Débit maximal (m ³ /h)	Rabat. (m)	Prélèv. annuel (m ³)
Bulhon						
Cheneuse	puits	Oligocène	Sables de Fontainebleau	18	13,5	76 000
	forage	Éocène supérieur	Éocène supérieur	12,6	0,9	44 000
Dampierre	puits foré	Éocène moyen et inférieur	Lutétien	50 + 6,7	2,5 + 17	116 000
	puits foré	Éocène supérieur	Sables de Beauchamp et Lutétien	15		30 000
Evy		Éocène moyen et inférieur				
Limours	forage	Oligocène	Calcaire de Brie	20		60 000
Linas	puits	Oligocène	Sables de Fontainebleau	20	10,4	110 200
Orsay	source captée	Oligocène	Calcaire de Brie	86,4		760 000
Viry-Chatillon	forage	Albien	Albien	114	4,5	511 000
	forage	Éocène supérieur	Alluvions	75		2 500 000
	forage	Albien	Sables de Frécambault Sables de Drillons	264	15	1 182 000

Rabat. : hauteur de rabattement . Prélèv. : prélèvement annuel

VII. ÉVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFÉRENTS VECTEURS

1. DISPERSION DANS LE MILIEU RECEPTEUR

1.1 Dilution et dépôts

L'activité présente à un moment donné dans l'eau du milieu récepteur est la résultante de trois mécanismes : la dilution, la décroissance radioactive et le dépôt.

1.1.1 Dilution et décroissance

1.1.1.1. Dans les étangs

Les effluents du CEN Saclay, véhiculés par l'Aqueduc des Mineurs, se déversent dans l'Étang Vieux qui lui-même s'écoule dans l'Étang Neuf.

Si V est le volume total de l'étang en m³,
 v son débit annuel d'évacuation en m³/an,
 Q l'activité en Ci du radionucléide, de constante λ (en an⁻¹), déversée annuellement dans l'étang,

l'activité volumique moyenne de l'eau sortant de l'étang est donnée par la relation :

$$a = \frac{Q}{v + \lambda \cdot V} \text{ (Ci/m}^3\text{)}$$

On rappelle que :

— dans l'Étang Vieux $v = 3,5 \cdot 10^6$ m³/an, et
 $V = 3,5 \cdot 10^5$ m³.

— dans l'Étang Neuf $v = 4,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$, et
 $V = 5,0 \cdot 10^5 \text{ m}^3$.

Le tableau VII.1.1 donne les coefficients moyens d'affaiblissement de l'activité par transit dans les étangs, des principaux radionucléides susceptibles d'être rejetés. On voit que, par seule décroissance radioactive, 5% seulement de l'iode 131 rejeté atteint l'exutoire de l'Étang Neuf.

L'activité volumique ainsi calculée est celle qui serait mesurée dans l'hypothèse d'une dilution totale et homogène ; elle représente l'activité volumique moyenne de l'eau de l'étang. L'expérience montre que dans le deuxième étang (Étang Neuf), la dilution est homogène et que, dans le premier étang, si, à court terme, on peut observer des zones d'accumulation (ancien exutoire de l'étang), à long terme l'homogénéisation de l'activité s'effectue ; le rapport moyen entre l'activité de la zone d'accumulation et celle de l'ensemble de l'étang n'est que de 1,05.

1.1.1.2 En rivière

La concentration dans la rivière, au niveau du point de rejet, après homogénéisation sur toute sa section, s'écrit :

$$a = \frac{Q}{F} \text{ (Ci/m}^3\text{)} \quad \begin{array}{l} Q \text{ étant l'activité annuelle rejetée en Ci/an,} \\ F \text{ le débit de la rivière en m}^3\text{/an.} \end{array}$$

Cette relation peut encore s'écrire :

$$a = C \cdot k \text{ (Ci/m}^3\text{)} \quad C \text{ étant la concentration moyenne du déversement,}$$

k le coefficient de dilution égal au rapport du débit moyen du déversement au débit moyen du récepteur.

Les débits moyens annuels ainsi que les facteurs de dilution en différents points du bassin sont donnés dans le tableau VII.1.2. Le facteur de dilution des effluents du Centre au niveau de la Bièvre est de $1,2 \cdot 10^{-1}$.

1.1.2 Échange et dépôts

Dès son rejet dans les eaux superficielles, chaque radionucléide se partage en deux fractions :

— la fraction restant en solution ;

— la fraction passant dans la phase solide, soit par précipitation, soit par fixation sur les matières en suspension et sur les sédiments, soit par absorption par la matière vivante (plancton, macroflore et macrofaune).

Le taux d'élimination de la phase liquide dépend de plusieurs facteurs qui sont entre autres :

- la nature du radionucléide considéré ;
- la nature et la granulométrie de la phase solide ;
- les caractéristiques physico-chimiques de l'eau ;
- les caractéristiques biologiques de l'eau ;
- le temps de contact eau-sédiments.

Ce dernier facteur est beaucoup plus grand dans les Étangs de Saclay que dans les rus et dans la Bièvre. C'est pourquoi nous nous attacherons à quantifier la fraction restant en phase solide dans les Étangs.

L'estimation de la masse utile de sédiments ainsi que la connaissance du taux de matières en suspension et de leur coefficient de distribution K_d devraient permettre une estimation du taux d'épuration. Il s'avère que si les résultats obtenus pour certains radionucléides (césium 137) sont confirmés par les mesures *in situ*, d'autres sont en désaccord total (strontium 90). Ceci tient au fait que pour le césium 137, le mécanisme prédominant est l'adsorption sur la phase solide (le K_d des limons du plateau de Saclay est compris entre 50 000 et 90 000) alors qu'il est peu important pour le strontium 90 (K_d d'environ 40), l'absorption par la matière vivante devenant probablement un des processus prédominants.

Dans le tableau VII.1.3, nous donnons les coefficients globaux d'épuration, hors décroissance, de l'eau dans les étangs ; ils sont calculés à partir des mesures faites *in situ*, sans prétendre dégager les mécanismes qui régissent l'épuration.

Parmi les radionucléides cités, le cobalt 60 présente l'épuration la plus faible et le sélénium 75 l'épuration la plus forte. Nos résultats de mesure ne nous permettent pas de déterminer les taux d'épuration d'autres radionucléides que ceux présentés dans le tableau VII.1.3, les activités mises en jeu étant trop faibles par rapport aux limites de sensibilité des techniques de mesures utilisées en routine. Cependant, la valeur obtenue pour l'activité β globale, hors tritium et potassium 40, qui est de 0,75 dans chaque étang, nous donne l'ordre de grandeur de ce qui peut être appliqué pour les autres radionucléides.

1.2 Évaluation de l'activité volumique des eaux superficielles en fonction des rejets effectués par le centre

Le tableau VII.1.4 donne une estimation de l'évolution de l'activité volumique de l'eau superficielle depuis les Étangs de Saclay jusqu'à la Seine pour le rejet d'activité maximale susceptible d'être effectué par le Centre en un an.

Les activités sont calculées pour chacun des principaux radionucléides et les valeurs indiquées tiennent compte de la décroissance radioactive, de l'épuration dans les Étangs de Saclay, ainsi que de la dilution tout au long de leur cheminement. Ces valeurs sont toutefois surestimées puisqu'elles ne tiennent pas compte de l'épuration ni de la décroissance en rivière.

On voit qu'au niveau de la Bièvre, le radionucléide dont l'activité est la plus élevée est le tritium ; toutefois sa teneur est inférieure au 1/100 de sa CMA eau. Tous les autres radionucléides s'y trouvent à une concentration inférieure au 1/1 000 de leur CMA.

1.3 Percolation vers la nappe souterraine

La percolation des effluents vers la nappe souterraine ne peut s'effectuer qu'au niveau du réseau hydrographique de surface.

1.3.1 Étangs de Saclay

Les étangs ont pour substratum l'argile à meulière ; elle est, dans sa masse, hétérogène puisque, outre les blocs meuliers, on y trouve des lentilles de sable. Toutefois les étangs, qui ont été aménagés pour alimenter les bassins du parc de Versailles, semblent avoir, dans leur fond, une couche d'argile très homogène. Les bilans en eau ainsi que les contrôles effectués dans la nappe à leur proximité n'ont jamais permis de mettre en évidence une percolation de l'eau des étangs vers la nappe des Sables de Fontainebleau.

1.3.2 La Bièvre et ses affluents

Les marnes vertes, mur de la Nappe de l'Oligocène, affleurent dans la vallée de la Bièvre à partir du confluent du ru Saint-Marc à Jouy-en-Josas et dans la vallée du ru de Vauhallan à partir de Vauhallan. En aval de ces deux localités, la nappe est suspendue. Elle ne peut donc pas être alimentée par les eaux superficielles.

Les seuls tronçons où l'on puisse craindre une percolation vers la nappe sont ceux où les rus courent sur un substratum sableux, c'est-à-dire pour le ru de Vauhallan sur 1,5 km, de la Ferme de Favreuse à l'entrée de Vauhallan et pour le ru Saint-Marc sur la totalité de son cours.

Les Sables de Fontainebleau ayant des K_d très faibles, on admettra, par prudence, que la rétention des radionucléides est nulle.

Tableau VII.1.1

ÉTANGS DE SACLAY

Coefficient d'affaiblissement de l'activité des principaux radionucléides de période courte susceptibles d'y être rejetés

Radionucléide	Période jour	Coefficient d'affaiblissement moyen annuel		
		Étang Vieux	Étang Neuf	Coefficient global
⁴⁵ Ca	170	$8,7 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-1}$	$7,4 \cdot 10^{-1}$
⁷⁵ Se	120	$8,3 \cdot 10^{-1}$	$8,0 \cdot 10^{-1}$	$6,6 \cdot 10^{-1}$
⁹⁹ Mo → ^{99m} Tc	2,8	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$
¹⁰⁶ Ru → ¹⁰⁶ Rh	370	$9,3 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-1}$
¹¹³ Sn → ^{113m} In	120	$8,3 \cdot 10^{-1}$	$8,0 \cdot 10^{-1}$	$6,6 \cdot 10^{-1}$
¹²⁵ I	60	$6,9 \cdot 10^{-1}$	$6,7 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-1}$
¹³¹ I	8	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
¹⁶⁹ Yb	32	$5,5 \cdot 10^{-1}$	$5,1 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$
²⁴² Cm	160	$8,6 \cdot 10^{-1}$	$8,4 \cdot 10^{-1}$	$7,2 \cdot 10^{-1}$

Tableau VII.1.3

ÉTANGS DE SACLAY

Coefficients d'épuration de quelques radionucléides

Radionucléide	Étang Vieux	Étang Neuf	Total
Émetteurs α	0,73	0,82	0,60
¹⁴ C	0,60	0,80	0,48
⁶⁰ Co	0,76	0,81	0,62
⁷⁵ Se	0,30	0,44	0,13
⁹⁰ Sr	0,45	0,79	0,36
¹³⁷ Cs	0,53	0,57	0,30
Émetteurs β (hors ³ H et ⁴⁰ K)	0,75	0,75	0,56

Tableau VII.1.2.

DILUTION DES EFFLUENTS LIQUIDES DU CEN SACLAY
AU LONG DU BASSIN DE LA BIÈVRE

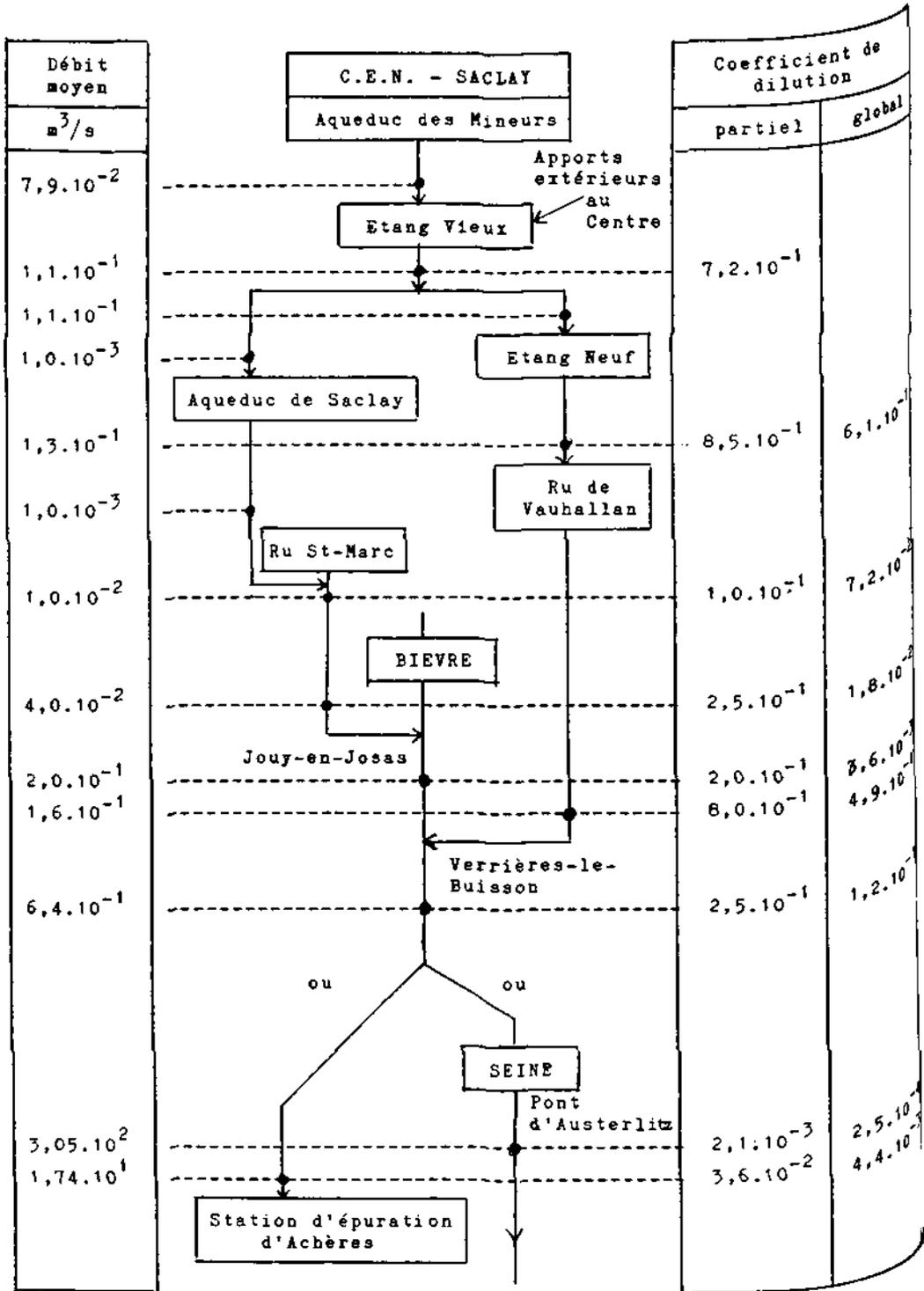


Tableau VII.1.4

Estimation de l'activité volumique moyenne des eaux superficielles
qui résulterait du rejet de l'activité annuelle demandée par le CEN-S (Ci/m³)

Radionucléides	³ H	¹⁴ C	⁴⁵ Ca	⁶⁰ Co	⁷⁵ Se	⁹⁰ Sr→ ⁹⁰ Y	⁹⁹ Mo→ ^{99m} Tc	¹⁰⁶ Ru→ ¹⁰⁶ Rh
CMA (Ci/m ³)	3,0.10 ⁻³	8,0.10 ⁻⁴	9,0.10 ⁻⁶	5,0.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁴	4,0.10 ⁻⁷	2,0.10 ⁻⁴	1,0.10 ⁻⁵
Aqueduc des Mineurs	2,0.10 ⁻⁴	2,5.10 ⁻⁷	1,2.10 ⁻⁹	7,2.10 ⁻⁹	3,0.10 ⁻⁷	1,3.10 ⁻⁸	2,1.10 ⁻⁹	3,2.10 ⁻⁹
Étang Vieux	1,4.10 ⁻⁴	1,1.10 ⁻⁷	7,5.10 ⁻¹⁰	3,9.10 ⁻⁹	5,4.10 ⁻⁸	4,2.10 ⁻⁹	1,5.10 ⁻¹⁰	2,1.10 ⁻⁹
Étang Neuf	1,2.10 ⁻⁴	7,5.10 ⁻⁸	5,4.10 ⁻¹⁰	2,7.10 ⁻⁹	1,6.10 ⁻⁸	2,8.10 ⁻⁹	1,1.10 ⁻¹¹	1,6.10 ⁻⁹
Ru Saint Marc								
Amont	1,4.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁸	7,5.10 ⁻¹¹	3,9.10 ⁻¹⁰	5,4.10 ⁻⁹	4,2.10 ⁻¹⁰	1,5.10 ⁻¹¹	2,1.10 ⁻¹⁰
Aval	3,6.10 ⁻⁶	2,7.10 ⁻⁹	1,9.10 ⁻¹¹	9,8.10 ⁻¹¹	1,3.10 ⁻⁹	1,1.10 ⁻¹⁰	3,8.10 ⁻¹²	5,4.10 ⁻¹¹
confluent Bièvre (a)	7,2.10 ⁻⁷	5,4.10 ⁻¹⁰	3,8.10 ⁻¹²	2,0.10 ⁻¹¹	2,7.10 ⁻¹⁰	2,1.10 ⁻¹¹	7,6.10 ⁻¹³	1,1.10 ⁻¹¹
Ru de Vauhallan								
Amont	1,2.10 ⁻⁴	7,5.10 ⁻⁸	5,4.10 ⁻¹⁰	2,7.10 ⁻⁹	1,6.10 ⁻⁸	2,8.10 ⁻⁹	1,1.10 ⁻¹¹	1,6.10 ⁻⁹
Aval	9,6.10 ⁻⁵	6,0.10 ⁻⁸	4,3.10 ⁻¹⁰	2,1.10 ⁻⁹	1,3.10 ⁻⁸	2,3.10 ⁻⁹	8,7.10 ⁻¹²	1,3.10 ⁻⁹
Bièvre aval (b)	2,4.10 ⁻⁵	1,5.10 ⁻⁸	1,1.10 ⁻¹⁰	5,3.10 ⁻¹⁰	3,3.10 ⁻⁹	5,6.10 ⁻¹⁰	2,2.10 ⁻¹²	3,3.10 ⁻¹⁰
Seine								
Pont d'Austerlitz	5,0.10 ⁻⁸	3,1.10 ⁻¹¹	2,3.10 ⁻¹³	1,1.10 ⁻¹¹	6,9.10 ⁻¹²	1,2.10 ⁻¹³	4,6.10 ⁻¹⁵	7,0.10 ⁻¹³
Achères (c)	8,6.10 ⁻⁷	5,4.10 ⁻¹⁰	4,0.10 ⁻¹²	1,9.10 ⁻¹¹	1,2.10 ⁻¹¹	2,0.10 ⁻¹¹	7,9.10 ⁻¹⁴	1,2.10 ⁻¹¹

Radionucléides	¹¹³ Sn→ ^{113m} In	¹²⁵ I	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹⁶⁹ Yb	autres β et γ	émetteurs α
CMA (Ci/m ³)	9,0.10 ⁻⁵	8,0.10 ⁻⁷ (d)	1,0.10 ⁻⁶	2,0.10 ⁻⁵	8,2.10 ⁻⁴	< 10 ⁻⁵ (e)	< 4.10 ⁻⁶ (e)
Aqueduc des Mineurs	8,0.10 ⁻⁹	3,0.10 ⁻⁹	6,8.10 ⁻⁸	1,3.10 ⁻⁸	3,0.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁷	1,6.10 ⁻⁸
Étang Vieux	4,8.10 ⁻⁹	1,5.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁸	5,0.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁹	6,5.10 ⁻⁸	8,4.10 ⁻⁹
Étang Neuf	3,3.10 ⁻⁹	8,5.10 ⁻¹⁰	2,1.10 ⁻⁹	2,4.10 ⁻⁹	5,2.10 ⁻¹⁰	4,1.10 ⁻⁸	5,9.10 ⁻⁹
Ru Saint Marc							
Amont	4,8.10 ⁻¹⁰	1,5.10 ⁻¹⁰	1,2.10 ⁻⁹	5,0.10 ⁻¹⁰	1,2.10 ⁻¹⁰	6,5.10 ⁻⁹	8,4.10 ⁻¹⁰
Aval	1,2.10 ⁻¹⁰	3,7.10 ⁻¹¹	2,9.10 ⁻¹⁰	1,2.10 ⁻¹⁰	3,0.10 ⁻¹¹	1,6.10 ⁻⁹	2,1.10 ⁻¹⁰
confluent Bièvre (a)	2,4.10 ⁻¹¹	7,5.10 ⁻¹²	5,9.10 ⁻¹¹	2,5.10 ⁻¹¹	5,9.10 ⁻¹²	3,2.10 ⁻¹⁰	4,2.10 ⁻¹¹
Ru de Vauhallan							
Amont	3,3.10 ⁻⁹	8,5.10 ⁻¹⁰	2,1.10 ⁻⁹	2,4.10 ⁻⁹	5,2.10 ⁻¹⁰	4,1.10 ⁻⁸	5,9.10 ⁻⁹
Aval	2,6.10 ⁻⁹	6,8.10 ⁻¹⁰	1,7.10 ⁻⁹	1,9.10 ⁻⁹	4,2.10 ⁻¹⁰	3,3.10 ⁻⁹	4,7.10 ⁻⁹
Bièvre aval (b)	6,5.10 ⁻¹⁰	1,7.10 ⁻¹⁰	4,2.10 ⁻¹⁰	4,8.10 ⁻¹⁰	1,0.10 ⁻¹⁰	8,3.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁹
Seine							
Pont d'Austerlitz	1,4.10 ⁻¹²	3,6.10 ⁻¹³	8,8.10 ⁻¹³	1,0.10 ⁻¹²	2,1.10 ⁻¹³	1,7.10 ⁻¹¹	2,5.10 ⁻¹²
Achères (c)	2,3.10 ⁻¹¹	6,1.10 ⁻¹²	1,5.10 ⁻¹¹	1,7.10 ⁻¹¹	3,6.10 ⁻¹²	3,0.10 ⁻¹⁰	4,3.10 ⁻¹¹

(a) Jouy en Josas ; (b) (Verrières le Buisson) ; (c) Achères : station d'épuration

(d) les valeurs de ces CMA ont été calculées par le SPR du CEN Saclay

(e) valeur de la CMA la plus faible des radionucléides susceptibles d'être présents.

2. EAU DE BOISSON

L'eau potable dispensée par les réseaux de distribution est à 95% importée, le reste provient des prélèvements effectués dans les nappes souterraines ; le plus important d'entre eux est celui de la nappe de l'Albien à Orsany qui ne peut pas être concerné par une percolation des eaux de surface.

Les seuls prélèvements d'eau potable effectués à proximité des étangs ou du réseau hydrographique concerné par les rejets du Centre sont ceux de la Nappe des Sables de Fontainebleau qui alimentent la ferme d'Orsigny et le Centre d'Essais des Propulseurs.

Le C.E.P. dispose d'un forage situé à 700 m en amont de la zone d'infiltration possible qui correspond à l'affleurement des sables dans la vallée du ru de Vauhailan. Le rayon d'action du forage n'étant que de l'ordre de 200 m et la nappe étant fortement rabattue en direction inverse sous l'influence du thalweg, il est peu probable que le forage puisse être concerné par les infiltrations. Dans la mesure où existeraient des infiltrations à partir des étangs, un des forages du C.E.P. pourrait se trouver concerné ; toutefois, cette hypothèse a toujours été infirmée jusqu'à ce jour par les analyses de contrôle effectuées dans la Nappe des Sables de Fontainebleau et dont les résultats figurent à la page V.6/3.

La ferme d'Orsigny se situe à 1,4 km de la zone d'infiltration possible du ru Saint-Marc. Le rayon d'action du forage étant plus faible que celui du C.E.P. et la nappe étant fortement rabattue par la vallée, on arrive à la conclusion qu'une contamination des eaux pompées, par l'eau du ru Saint-Marc, est peu vraisemblable. Il faut rappeler d'autre part que 1% seulement du débit de vidange de l'Étang Vieux emprunte ce parcours.

3. PRODUITS DE LA PECHE

Seuls les poissons peuvent entrer pour une part significative dans la ration alimentaire. La pêche en Bièvre, en aval des exutoires des étangs, se limite actuellement au seul tronçon Jouy-en-Josas / Bièvres et aux bassins de l'École des Hautes Études Commerciales. Etant donné que 1% seulement du déversement des étangs emprunte cette voie, nous la considérerons comme négligeable.

Nous ne considérerons que les seuls poissons pêchés dans les Étangs de Saclay. Les quantités prélevées représentent, au plus, la consommation une fois par semaine de poisson par une quarantaine de personnes et la consommation de quelques repas par an pour environ 300 personnes.

Les radionucléides rejetés par le Centre vont se fixer plus ou moins rapidement sur les organismes aquatiques. On peut considérer que ceux-ci sont en équilibre avec leur milieu, les rejets variant peu sur de grands laps de temps et les poissons ne pouvant migrer vers l'amont.

Par définition, on appelle facteur de distribution K_d le rapport à l'équilibre de l'activité massique du poisson à l'activité volumique de l'eau.

$$K_d = \frac{\text{Activité par kg de poisson frais}}{\text{Activité par litre d'eau}}$$

La valeur du facteur de distribution varie, pour un radionucléide donné, en fonction des caractéristiques chimiques de l'eau. Elle est beaucoup plus élevée en eau douce qu'en eau saumâtre, ainsi que de la forme chimique sous laquelle le radionucléide est présent dans le milieu.

Le tritium se trouve à concentration égale dans l'eau du milieu et dans l'eau de l'organisme aquatique. Étant donné que le poisson contient 90% d'eau, on aura donc :

$$K_d = 0,9$$

Ce principe de répartition homogène des isotopes d'un même corps entre le milieu ambiant et l'organisme aquatique peut être appliqué à tous les éléments présents en quantités pondérables de part et d'autre ; c'est le cas, en particulier, du calcium.

La teneur en calcium des poissons d'eau douce est de 600 mg/kg et la teneur en calcium de l'eau des étangs est en moyenne égale à 90 mg/l dans l'Étang Vieux et 70 mg/l dans l'Étang Neuf ; les valeurs des coefficients de distribution du calcium sont donc de 6,7 dans l'Étang Vieux et de 8,7 dans l'Étang Neuf. Dans le cas des poissons où seul le muscle est consommé, la valeur du coefficient est encore plus faible.

La teneur en calcium conditionne également la valeur du facteur de concentration du strontium. Pour l'organisme entier, il est donné par la relation :

$$\log K_d = 3,3 - 0,8 \cdot \log C_{Ca}$$

C_{Ca} étant la concentration dans l'eau du calcium en mg/l.

Dans l'Étang Vieux $K_{d\ Sr} = 54$

Dans l'Étang Neuf $K_{d\ Sr} = 67$

Pour le muscle, la relation devient :

$$\log K_d = 1,91 - 0,92 \cdot \log C_{Ca}$$

Les valeurs des facteurs de distribution deviennent alors de 1,29 et de 1,63 dans chaque étang respectivement.

Dans le cas du césium, c'est de la concentration en potassium que dépend la valeur du K_d . Dans le cas des étangs où la teneur en potassium est de 15 mg/l, on peut prendre

$$K_{d\ Cs} \approx 700$$

On trouvera dans le tableau VII.3.1, l'ensemble des valeurs retenues pour le calcul de la concentration massique dans les poissons des principaux radionucléides susceptibles d'être rejetés.

Tableau VII.3.1
Activité massique des poissons
qui résulterait du rejet de l'activité annuelle demandée par le CEN-S

Radionucléide	Etang Vieux			Etang Neuf		
	K _d	Eau (activité volumique) (Ci/l)	Poisson (activité massique) (Ci/kg)	K _d	Eau (activité volumique) (Ci/l)	Poisson (activité massique) (Ci/kg)
³ H	0,9	1,4.10 ⁻⁷	1,3.10 ⁻⁷	0,9	1,2.10 ⁻⁷	1,1.10 ⁻⁷
¹⁴ C	4500	1,1.10 ⁻¹⁰	4,9.10 ⁻⁷	4500	7,5.10 ⁻¹¹	3,4.10 ⁻⁷
⁴⁵ Ca	7	7,5.10 ⁻¹³	5,2.10 ⁻¹²	8	5,4.10 ⁻¹³	4,3.10 ⁻¹²
⁶⁰ Co	50	3,9.10 ⁻¹²	2,0.10 ⁻¹⁰	50	2,7.10 ⁻¹²	1,4.10 ⁻¹⁰
⁷⁵ Se	170	5,4.10 ⁻¹¹	9,2.10 ⁻⁹	170	1,6.10 ⁻¹¹	2,7.10 ⁻⁹
⁹⁰ Sr → ⁹⁰ Y	54	4,2.10 ⁻¹²	2,3.10 ⁻¹⁰	67	2,8.10 ⁻¹²	1,9.10 ⁻¹⁰
⁹⁹ Mo → ^{99m} Tc	10	1,5.10 ⁻¹³	1,5.10 ⁻¹²	10	1,1.10 ⁻¹⁴	1,1.10 ⁻¹³
¹⁰⁶ Rh → ¹⁰⁶ Ru	10	2,1.10 ⁻¹²	2,1.10 ⁻¹¹	10	1,6.10 ⁻¹²	1,6.10 ⁻¹¹
¹¹³ Sn → ^{113m} In	50	4,8.10 ⁻¹²	2,4.10 ⁻¹⁰	50	3,3.10 ⁻¹²	1,7.10 ⁻¹⁰
¹²⁵ I	15	1,5.10 ⁻¹²	2,3.10 ⁻¹¹	15	8,5.10 ⁻¹³	1,3.10 ⁻¹¹
¹³¹ I	15	1,2.10 ⁻¹¹	1,8.10 ⁻¹⁰	15	2,1.10 ⁻¹²	3,2.10 ⁻¹¹
¹³⁷ Cs	700	5,0.10 ⁻¹²	3,5.10 ⁻⁹	700	2,4.10 ⁻¹²	1,7.10 ⁻⁹
¹⁶⁹ Yb	25	1,2.10 ⁻¹²	3,0.10 ⁻¹¹	25	5,2.10 ⁻¹³	1,3.10 ⁻¹¹
transuraniens	25	8,4.10 ⁻¹²	2,1.10 ⁻¹⁰	25	5,9.10 ⁻¹²	1,5.10 ⁻¹⁰

4. PRODUCTIONS AGRICOLES IRRIGUEES

4.1 Produits alimentaires d'origine végétale

L'irrigation pratiquée dans la région est une irrigation d'appoint. Elle concerne au plus 80 ha de maraîchages dans le bassin de la Bièvre dont 15 ha pouvant être irrigués par l'eau du ru de Vauhallaan et 20 ha par l'eau de la Bièvre en aval du confluent de ce ru. L'apport moyen annuel est de 0,1 m³/m². Le facteur de transfert défini comme le rapport

$$r = \frac{\text{pCi/kg de produit frais}}{\text{pCi/l d'eau utilisée}}$$

dépend, pour un radionucléide donné :

- du type d'irrigation : il est plus important pour une irrigation par aspersion (transfert direct) que pour une irrigation à la raie ou souterraine (transfert indirect) ;
- de l'espèce végétale considérée ;
- de la nature du sol.

Le végétal choisi est la salade qui représente la production prédominante en région parisienne (tableau V.6.3.). La nature des sols d'alluvions des vallées étant très variable (limons, argiles, sables), nous avons retenu le coefficient le plus défavorable correspondant à un sol sablonneux. Le coefficient de transfert indirect est donné par la relation préconisée par BARBIER et coll. :

$$r = \frac{c \cdot d}{\lambda + \varphi} \quad (3)$$

r exprime la contamination de la récolte en litres d'eau, ce qui signifie que 1 kg de denrée récoltée contient autant d'activité que r litres d'eau d'irrigation ;

c = rapport $\frac{\text{pCi/kg de produits frais}}{\text{pCi apportés par mètre carré}}$

d = hauteur annuelle d'irrigation en litres/m².an

λ = constante radioactive de l'élément en an⁻¹

φ = fraction du radioélément perdue annuellement par infiltration (en général 0,01 pour un sol sablonneux).

Le tableau VII.4.1 évalue l'activité des végétaux dans les vallées du ru de Vauhallan et de la Bièvre pour les principaux radionucléides rejetés par le CEN-S, en considérant respectivement une irrigation par aspersion et une irrigation à la raie ou souterraine.

Pour le cobalt 60, le strontium 90 et le césium 137, les coefficients indiqués résultent d'études expérimentales (BARBIER et coll., DELMAS et coll.). Pour le sélénium 75 et l'étain 113, la formule a été appliquée aux coefficients de transfert indirect valables pour les éléments stables et le coefficient de transfert direct a été supposé égal à celui du césium 137, c'est-à-dire 0,6. Pour le carbone 14, le transfert du sol à la plante est très peu probable en raison de l'importance de l'assimilation chlorophyllienne. Le coefficient de transfert indirect de l'iode 131 a été également considéré comme négligeable en raison de sa période très courte.

4.2 Produits alimentaires d'origine animale

Le seul élevage susceptible d'être concerné par les rejets du CEN-S est celui de la Ferme du Grand-Viltain qui comprend 300 vaches laitières donnant 30 hl de lait par jour. La zone de paturage se situant presque entièrement en amont des exutoires du Centre, et les cultures fourragères (maïs, luzerne, betteraves) n'étant pas irriguées dans la région, nous considérerons uniquement la contamination du lait à partir de l'eau d'abreuvement.

Le tableau VII.4.2 évalue l'activité du lait de ces vaches pour les principaux radionucléides rejetés par le CEN-S, en considérant une ration moyenne journalière de

³ Note de l'Office parlementaire : dans cette définition de r donnée par le document CEA, le dénominateur n'est pas homogène ; il faut évidemment lire le produit $\lambda \cdot \varphi$ et non la somme $\lambda + \varphi$

50 l d'eau par vache et par jour et en supposant cette ration entièrement constituée par l'eau de Bièvre, prélevée entre Jouy-en-Josas et Bièvres. Le coefficient de transfert est défini comme le rapport :

$$r = \frac{\text{pCi/l de lait}}{\text{pCi ingérés par jour}}$$

Les valeurs de ces coefficients sont extraites de la publication de R.J. GARNER et ce qui concerne le strontium 90, l'iode 131 et le césium 137. Pour les autres éléments, elles ont été extraites de la table de transfert des éléments stables.

Tableau VII.4.1
Activité massique maximale des végétaux qui résulterait du rejet de l'activité annuelle demandée par le CEN Saclay

Radionucléide	coeff. r	Vallée du ru de Vauhallan		Vallée de la Bièvre	
		Activité de l'eau d'irrigation pCi/l	Activité du végétal pCi/kg	Activité de l'eau d'irrigation pCi/l	Activité du végétal pCi/kg
CONTAMINATION DIRECTE					
³ H	1	1,2.10 ⁵	1,2.10 ⁵	2,4.10 ⁴	2,4.10 ⁴
¹⁴ C	ε				
⁶⁰ Co	1,6	2,7	4,3	5,3.10 ⁻¹	8,5.10 ⁻¹
⁷⁵ Se	0,6	1,6.10 ¹	9,6	3,3	2,0
⁹⁰ Sr → ⁹⁰ Y	0,3	2,8	8,4.10 ⁻¹	5,6.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹
¹¹³ Sn → ^{113m} In	0,6	3,3	2,0	6,5.10 ⁻¹	3,9.10 ⁻¹
¹³¹ I	3,5	2,1	7,3	4,2.10 ⁻¹	1,5
¹³⁷ Cs	0,6	2,4	1,4	4,8.10 ⁻¹	2,9.10 ⁻¹
CONTAMINATION INDIRECTE					
³ H	1	1,2.10 ⁵	1,2.10 ⁵	2,4.10 ⁴	2,4.10 ⁴
¹⁴ C	ε				
⁶⁰ Co	0,85	2,7	2,3	5,3.10 ⁻¹	4,5.10 ⁻¹
⁷⁵ Se	0,2	1,6.10 ¹	3,2	3,3	6,6.10 ⁻¹
⁹⁰ Sr → ⁹⁰ Y	9	2,8	2,5.10 ¹	5,7.10 ⁻¹	5,0
¹¹³ Sn → ^{113m} In	ε				
¹³¹ I	ε				
¹³⁷ Cs	0,3	2,4	7,2.10 ⁻¹	4,8.10 ⁻¹	1,4.10 ⁻¹

Tableau VII.4.2.
Activité volumique maximale du lait qui pourrait résulter du rejet de l'activité annuelle demandée pour le CEN-S

Radionucléide	Coefficient de transfert	Activité de l'eau d'abreuvement	Activité ingérée par jour	Activité du lait	Rappel CMA eau
	$\frac{\text{pCi/l lait}}{\text{pCi ingérés}}$	pCi/l	pCi	pCi/l	pCi/l
³ H	1,0.10 ⁻²	7,2.10 ⁻²	3,6.10 ⁴	3,6.10 ²	3.10 ⁶
¹⁴ C	1,2.10 ⁻²	5,4.10 ⁻¹	2,7.10 ¹	3,2.10 ⁻¹	8.10 ⁵
⁶⁰ Co	1,0.10 ⁻³	2,0.10 ⁻²	1,0	1,0.10 ⁻³	5.10 ⁴
⁷⁵ Se	4,5.10 ⁻²	2,7.10 ⁻¹	1,3.10 ¹	5,8.10 ⁻¹	3.10 ⁵
⁹⁰ Sr → ⁹⁰ Y	8,6.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻²	1,0	8,6.10 ⁻⁴	4.10 ²
¹¹³ Sn → ^{113m} In	2,5.10 ⁻³	2,4.10 ⁻²	1,2	2,9.10 ⁻²	9.10 ⁴
¹³¹ I	5,3.10 ⁻³	5,9.10 ⁻²	3,0	1,6.10 ⁻²	1.10 ³
¹³⁷ Cs	1,3.10 ⁻²	2,5.10 ⁻²	1,2	1,6.10 ⁻²	2.10 ⁴

DOCUMENTS CONSULTÉS

- E. THOMPSON, C.A. BURTON, D.J. QUINON, C.N. YOOK, *Concentration factors of chemical elements in edible aquatic organisms*, MID 4500 UC 48 UCRL 50564 (octobre 1972)
- J. DELMAS, A. GRAUBY, R. DISDIER, *Études expérimentales sur le transfert dans les cultures de quelques radionucléides présents dans les effluents des centrales électronucléaires*, IAEA - SM - 172/61 (1973)
- J. DELMAS, P. BOVARD, A. GRAUBY; R. DISDIER, *Radiocontamination expérimentale de quelques espèces cultivées à l'aide d'effluents d'origines diverses*, Symposium international sur la radioécologie appliquée à la protection de l'homme et de son environnement, Rome (7-10 septembre 1971)
- R.J. GARNER, « A mathematical analysis of the transfer of fission products to cow's milk », in *Health Physics*, 1967, vol. 13, pp. 205-212

LES DECHETS D'EDF : INVENTAIRE

Etapes \ Tonnage*	Non radioactifs			Très faible activité - TFA -			Faible et moyenne activité - FMA -		
	Gravats	Métal	Autres**	Gravats	Métal	Autres**	Gravats	Métal	Autres**
Exploitation et Maintenance 1994 → 2038	≅ 0	12 000	6 400	5 500	500	20 000	≅ 0	12 000	600
Démantèlement niveau 2 (5 UNGG + 58 REP)	2 500 000	47 000	11 000	120 000	380 000	26 000	13 000	47 000	2 700
Démantèlement niveau 3 (5 UNGG + 58 REP)	7 500 000	50 000	1 400	300 000	410 000	15 000	30 000	60 000	1 300
	≅ 11 000 000 T			≅ 1 500 000 T			≅ 200 000 T		

* Tonnage : sur la base d'une estimation et avant conditionnement (hors colis)

** Autres : déchets technologiques, liquides combustibles, calorifuges, câbles électriques

Unité = Tonne

Gestion des déchets très faiblement radioactifs

EDF - CEA - COGEMA

En liaison avec la Direction de la Sécurité des Installations Nucléaires (DSIN), assistée de la Direction pour la Prévention des Pollutions et Risques (DPPR), les trois principaux acteurs du nucléaire français ont conduit ensemble une réflexion, ces derniers mois, sur le problème de la gestion des déchets très faiblement radioactifs (déchets TFA).

1. Première étape de la réflexion : préciser de quoi l'on parle

Qu'est-ce qu'un déchet très faiblement radioactif ?

Dans la pratique, les producteurs différencient facilement, avec des critères bien définis, les déchets de haute activité, les déchets de faible et de moyenne activité (déchets FMA), en fonction de leur activité massique, de leur spectre radioactif, et de leur teneur en radioéléments à vie longue. Dans cet ensemble, les TFA ne constituent pas une catégorie très nettement définie, comme de nombreux experts et les rapports Desgraupes, Le Déaut et Fréjaques l'ont mis en évidence.

Il faut se rappeler que le législateur ne définit la caractéristique radioactive d'un déchet que par les obligations qu'elle est susceptible d'entraîner en termes de radioprotection. A partir de la radioactivité massique d'une substance, il signifie aux exploitants si elle entraîne ou non pour eux certaines obligations de radioprotection.

Ainsi, pour des substances dont la radioactivité est inférieure à 100 Becquerels par gramme pour les radionucléides artificiels ou 500 Becquerels par gramme pour les radionucléides naturels, la réglementation n'impose pas à leurs détenteurs d'obligations particulières vis-à-vis de la radioprotection.

C'est cette catégorie de substances qui fait débat et qui sera produite en grande quantité lors des opérations de démantèlement des installations nucléaires.

La discussion menée entre les autorités des Ministères de l'Industrie et de l'Environnement et les acteurs du nucléaire amène à proposer que l'on précise filière par filière ce que sont les substances contenant de la radioactivité en-dessous des concentrations massiques citées ci-dessus :

- a) une première catégorie, d'activité massique comprise entre quelques Bq/g¹ et 100 Bq/g (artificiel) ou 500 Bq/g (naturel) que l'on propose d'appeler « déchets de très faible activité », quoique ne demandant pas d'actions particulières au regard de la loi de 1966 (modifiée 1988) sur la radioprotection, nous semble devoir être traitée de façon spécifique, dans le cadre des études déchets dont nous parlerons plus bas ;
- b) l'autre partie, la plus importante en volume, d'activité massique inférieure à ces quelques Bq/g¹ devrait être considérée comme des déchets industriels ordinaires.

Ces déchets industriels ordinaires, dont la seule caractéristique particulière serait de provenir d'installations nucléaires, et qui pourraient être réglementairement traités comme des déchets industriels destinés aux décharges classées,

seraient soumis néanmoins à des dispositions particulières pour leur mise en décharge.

Electricité de France (EDF), la Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA) et le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) en conviennent et proposent que ces « déchets industriels ordinaires » provenant de leurs activités sortent du domaine nucléaire, au cas par cas, filière par filière, dans le cadre d'un processus d'assurance de la qualité reconnu, ce qui signifie en particulier la traçabilité des produits.

c) Par référence aux deux catégories ci-dessus, le cas des déchets radiifères devrait faire l'objet d'une approche spécifique.

d) Enfin, toute cette démarche conduit à souhaiter que ces précisions, ces définitions, ces traitements spécifiques fassent l'objet d'un dispositif réglementaire approprié, clair, stable et suffisamment souple pour s'adapter raisonnablement aux différents cas de figure ; donc de prises de décisions des Pouvoirs Publics, impliquant les Ministères de l'Industrie, de l'Environnement et de la Santé.

2. La gestion des déchets TFA

La gestion des déchets TFA peut être traitée dans le cadre des « études-déchets » que l'administration a recommandées pour les Installations Industrielles Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)², et, que les principaux acteurs du nucléaire estiment également utile d'étendre au domaine des installations Nucléaires de Base (INB).

En l'occurrence, il s'agit de systématiser des dispositions d'exploitation déjà pratiquées.

Précisons le contenu de ces études déchets :

a) L'étude déchet commence par une description des installations nucléaires, qu'elles soient INB ou ICPE.

Cette description met en évidence la nature des installations, la qualité et la quantité des déchets qu'elles produisent.

On distingue ainsi celles qui ne peuvent produire de déchets radioactifs et qui conduisent à des filières d'élimination/traitement analogues à celles des déchets industriels ordinaires.

On met aussi en évidence celles qui ont un caractère spécifique. Par exemple :

- à Valduc, au CEA, certains bâtiments ne produisent que des déchets contenant de l'Uranium, ou du Plutonium,
- certaines installations de producteurs de radioéléments ne contiennent que des radioéléments à vie courte, d'autres de Carbone 14.

Dans les installations mêmes, certaines zones sont directement susceptibles d'être très contaminées, comme les salles de travail. D'autres sont simplement soumises à un risque faible de contamination, et, à ce titre, relèvent d'un examen complémentaire. D'autres enfin peuvent être exemptées de toute radioactivité.

Ce travail d'inventaire et de ZONAGE permet de distinguer, à la source, les déchets pouvant être radioactifs faiblement, moyennement, faiblement, ou tout simplement susceptibles de l'être) de ceux qui ne peuvent l'être du fait de leur car-

¹ Cette valeur est à préciser

² Les installations nucléaires relevant des ICPE y sont soumises

gene. Il permet aussi de préciser la nature physico-chimique des déchets.

Il peut aider par ailleurs à optimiser, s'il y a lieu, les circuits de collecte des déchets, solides ou liquides.

A titre d'exemple on peut citer :

- à EDF, une différenciation entre les déchets issus des installations de pompage ou des parties classiques des installations, et les déchets issus des zones nucléaires.

- au CEA, par simple modification des dispositions géographiques des accès du laboratoire d'examen des combustibles irradiés de Saclay (LECI), le nombre des surbottes consommées par le laboratoire a été réduit de 40000 en un an.

b) L'étude déchet procède ensuite à l'identification de tous les produits rejetés, selon leur nature, ce qui suppose leur collecte et leur traitement spécifique préalable à l'intérieur même de l'installation.

C'est ce qu'on peut appeler le **TRI A LA SOURCE**, pratique commune à tous les gestionnaires rationnels de déchets, qui conduit, par des mesures appropriées, à orienter à nouveau les produits, soit vers la catégorie des déchets ordinaires, soit vers les déchets TFA, soit vers les déchets FMA devant être stockés au Centre de Stockage de l'Aube de l'ANDRA.

c) Les déchets ayant été triés, identifiés, mesurés et orientés selon leur nature, l'étape suivante est de les traiter selon leur espèce et d'établir des filières de traitement, conditionnement et évacuation.

Partant d'une même famille de produits donnés, de nature et d'activité connue et mesurée, la filière est tout l'ensemble des moyens et méthodes qui, appliqués au produit, permettent d'en optimiser la gestion, ce qui autorise encore une orientation vers la catégorie des déchets ordinaires, de le recycler éventuellement, de le reconditionner convenablement, ou de le diriger vers un stockage approprié.

Il existe déjà des filières établies et des recyclages. Par exemple :

- la fusion des métaux radioactifs qui en réduit les volumes et permet de fabriquer des protections biologiques pour des fûts de béton destinés à l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA).

- la fusion des ferrailles très faiblement radioactives et la fabrication de fûts de fonte directement utilisables comme conteneurs de haute intégrité pour les déchets destinés au stockage de surface.

- l'incinération des huiles,

- l'incinération des papiers, cotons et surbottes,

- le lavage des blouses et tenues de travail,

- l'incinération des déchets combustibles dont la nature chimique ne permettrait pas un stockage en l'état, en vue d'en réduire les volumes et de transformer ceux-ci en déchets ultimes.

- le stockage en décharge dédiée, de fluorines résultant du lavage de gaz,

- le recyclage de l'acide fluorhydrique,

- la fusion en aciérie ordinaire de ferrailles décontaminées. Les producteurs établiront les filières dont le besoin apparaît, mais il est essentiel que l'administration joue aussi son rôle. Elle devrait garantir que les mesures sont faites, que l'assurance de la qualité est pratiquée, bref, que la TRACABILITE est assurée, mais surtout approuver par une décision officielle les filières de stockage ou le réemploi approprié.

3. Les stockages finaux

Il n'y a pas de filières de gestion s'il n'y a pas de stockage final, identifié, autorisé et accepté par tous.

Les discussions qui ont été menées entre les producteurs, la DSIN et l'ANDRA, les études d'impact sur l'environnement et sur la santé publique qui ont été faites, les comparaisons avec les études du même type qui ont été menées à l'échelle européenne, confortent la position suivante des producteurs, qui sera soumise aux autorités pour approbation et prise en compte par la réglementation.

a) Les déchets radifères doivent faire l'objet d'une filière spécifique.

b) D'après les études d'impact qui ont été faites, les déchets TFA peuvent être stockés sans aucun impact significatif sur l'environnement dans des décharges du type des Centres Techniques d'Enfouissement prévus dans le cadre de la réglementation classique. Une ou deux décharges de ce type pourraient être ouvertes aux déchets TFA.

c) Les déchets industriels produits par les exploitants, provenant d'une installation nucléaire, ayant subi des mesures systématiques, réglementaires et décrites dans les études déchets, peuvent aller dans des décharges ordinaires de classe 3, dans la mesure où la nature physico-chimique de ces déchets le permet.

Ce point est capital car il concerne l'essentiel des volumes de déchets provenant du démantèlement des installations nucléaires : les gravats et les déchets métalliques en particulier.

Les acteurs du nucléaire estiment qu'il faudra choisir un nombre limité de décharges ordinaires - on ne devrait pas avoir besoin de beaucoup de sites - déterminées par leur proximité géographique des lieux de production. Ils s'engagent à maintenir une traçabilité rigoureuse dans le cadre des études déchets et de l'assurance qualité, pour les déchets destinés à être stockés dans ces décharges et pour les produits recyclés. Ces décharges auront fait l'objet d'études d'impacts et l'information du public sur ces sites sera faite dans la transparence.

4. Le rôle de l'administration et des producteurs

L'approche ici proposée pour gérer les déchets TFA se veut commune aux producteurs, engageant leur responsabilité sur des pratiques claires et connues, avec l'objectif d'améliorer toujours les pratiques et les méthodes, dans la mesure du raisonnable technique, économique et sanitaire, comme le recommande le principe ALARA³.

L'action parallèle des Pouvoirs Publics est de donner un fondement réglementaire clair et nécessaire pour cette approche et de valider les pratiques ainsi mises en œuvre.

5. Conclusion

On retiendra que les acteurs du nucléaire CEA-COGEMA-EDF considèrent qu'une bonne gestion des déchets TFA passe par :

- le zonage des installations nucléaires qui sépare clairement les parties nucléaires de celles non nucléaires, qui est validé et dont on s'assure qu'il est respecté,

- la réalisation d'études déchets pour chacune des installations ouvrant la possibilité, au cas par cas, d'un traitement identique à celui des déchets industriels lorsque leur radioactivité est négligeable,

- la création ou la sélection, le cas échéant, d'une ou plusieurs décharges adaptées aux déchets TFA du même type que celles utilisées pour les déchets industriels,

- l'encadrement réglementaire adéquat à cet ensemble qui prenne en compte les nécessaires souplesses à conserver, et garantisse la traçabilité des déchets, le sérieux et la transparence de l'ensemble de cette gestion.

³ ALARA : As Low As Reasonably Achievable ou aussi des que raisonnablement possible.

FBFC et les "TFA"

Franco-Belge de Fabrication de Combustible (FBFC) est le fabricant français de combustible nucléaire, FBFC dispose de deux établissements industriels en France à Romans (Drôme) et à Pierrelatte (Drôme) et d'une filiale de production en Belgique.

FBFC fabrique son combustible uniquement à base d'uranium enrichi. Le combustible MOX étant effectué dans d'autres unités.

L'expérience de FBFC montre qu'une réglementation visant une bonne traçabilité des TFA et incitant à la réduction du volume de ces déchets est souhaitable. A cet égard, les travaux entre l'administration et EDF/CEA/COGEMA, dont la DSIN nous a informés, conduisant à une assurance qualité en matière de TFA :

- zonage des lieux de génération
- traçabilité des déchets
- études de déchets
- élaboration de filières d'évacuation

nous paraissent dans leurs principes satisfaisants.

Il nous semble cependant que la réglementation en matière de TFA ne peut se limiter à une assurance qualité et qu'elle doit également contenir la définition d'une méthode de mesure permettant de libérer dans le domaine non nucléaire les produits issus des zones contaminées.

Par méthode de mesure, on entend la définition d'un ou plusieurs seuils de contamination massique, surfacique ou d'analyses chimiques (pour les liquides) associés à des protocoles de mesure précis.

Les raisons en faveur de la définition d'une telle méthode de mesure nous paraissent les suivantes :

1. Avoir dans ses principes une législation analogue à celle des déchets classiques

La législation en matière de déchets classiques cherche à réduire autant que faire se peut le volume de déchets mis en décharge. Elle pousse les industriels, notamment dans le cadre des études déchets, à trouver des filières de réutilisation des déchets. Puis, si cela s'avère impossible techniquement et économiquement, à réduire les volumes à mettre en décharge.

Une telle pratique est possible dans nos métiers. A titre d'exemple, FBFC produit de la fluorine sur son site de Romans comme sous-produit d'une étape de fabrication.

Cette fluorine était jusqu'à récemment mise en décharge. Ce produit ne contient pourtant que quelques parties par millions d'uranium et peut être valorisé dans l'industrie (encore faut-il savoir qu'une partie de cet uranium contenu est naturel puisqu'il provient de la chaux utilisée pour fabriquer la fluorine).

En matière de déchets classiques, le nombre de décharges existantes ou qu'il sera possible d'ouvrir, sera très limité. Cela est a fortiori encore plus vrai pour les décharges TFA. Une réglementation reposant sur l'ouverture de "décharges TFA" pour l'ensemble des déchets provenant des zones contaminées conduira inévitablement à une asphyxie de l'industrie par l'impossibilité d'ouvrir de telles décharges en nombre suffisant.

Il faut donc réduire les volumes, dans la mesure où c'est techniquement et économiquement possible, et affecter à ces décharges les seuls produits qui le méritent. Une méthode de discrimination des déchets TFA est donc nécessaire.

2. Avoir une réglementation qui tienne compte des obligations futures en termes de démantèlement.

L'expérience de FBFC en terme de démantèlement d'un atelier est qu'il est possible de déterminer les matières non contaminées :

- ⇒ soit après décontamination d'un certain nombre d'équipements (notamment métalliques)
- ⇒ soit par séparation des matériaux directement en contact avec la contamination du reste des matériaux d'une zone (pour les bâtiments notamment).

Nous estimons que sur la totalité des matériaux issus d'un démantèlement, environ 90% des matériaux (bâtiments compris) sont non contaminés.

3. Ne pas imposer à l'industrie nucléaire une réglementation qui ne prenne pas en compte l'existence d'une **radioactivité naturelle**, mais au contraire qui s'appuie, sous le contrôle de l'OPRI, sur les **conséquences pour les populations en terme de radioprotection** et qui distingue dans les éléments à vie longue l'uranium des autres éléments.

FBFC comprend qu'un certain nombre de positions opposées à la définition de seuils de radioactivité proviennent de la crainte que ces seuils soient atteints par dilution.

Nous estimons que la future réglementation doit pouvoir tenir compte de ces craintes par la définition d'une méthode de mesure rigoureuse et complète qui permette à l'exploitant de ne rejeter dans le circuit des déchets TFA que les déchets qui nécessitent un tel traitement et qui garantisse à la collectivité que la sélection des déchets contaminés est effectuée sur des bases claires et satisfaisantes.

**OFFICE PARLEMENTAIRE
D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES
ET TECHNOLOGIQUES**

AUDITION OUVERTE A LA PRESSE

**« La gestion des déchets radioactifs de très faible activité (TFA) et des
résidus miniers »**

Judi 16 novembre 1995

LISTE DES PERSONNES PRESENTES A L'AUDITION

- Mme Josette BÉNARD, Délégué général (France Nature Environnement)
M. Gérard BETSCH, EDF (DSRE)
M. Jacky BONNEMAINS, Robin des Bois
M. Olivier BRIGAUD, Ministère de l'Industrie, DSIN
M. Michel CAMPANI, EDF (DSRE)
M. Philippe CASSEAU, EDF (DSRE)
M. Jean-Pascal CHATEL, Ministère de l'Industrie, DGEMP
M. Jean-Pierre CHAUSSADE, EDF (DG-DComm)
Dr. Yves COQUIN, Ministère de la Santé, DGS
M. Guy DAMETTE, COGEMA
M. Gustave DEFRAANCE, Directeur (Ministère de l'Environnement, DPPR)
M. Christian DEVILLERS, Directeur délégué chargé de la sûreté des déchets (IPSN)
M. Patrick DONNART, CFDT (Comité national d'Hygiène et Sécurité EDF-GDF)
M. Jean-Claude DOUGNAC, CFE-CGC (SICTAM)
M. Lucien EHRSAM, FO (EDF)
M. Michel GANIVET, Directeur (IQS)
M. Bernard GIRAUDEL, CFE-CGC (SICTAM)
M. Jean-Yves GUÉZENEC, MNLE
M. Jean-Pierre HENRY, Ministère de l'Environnement, DPPR
Pr. Henri JAMMET, Président (Centre international de Radiopathologie)
M. Gérard JOINNEAUX
M. Daniel JOUSSELIN, ANDRA
M. Yves KALUZNY, Directeur général (ANDRA)
M. Jean KWINTA, CEA
M. André-Claude LACOSTE, Directeur (Ministère de l'Industrie, DSIN)
M. Robert LALLEMENT, Directeur chargé de la gestion des déchets (CEA)
Mme Evelyne LANDEAU, Ministère de la Santé, DGS
M. Guy LARDIÈRE
M. DE LEDINGHEN, CFE-CGC (Fédération Énergie-Mines)
Mme Geneviève LESOURD, Secrétaire générale (SPAEN)
Mme Marie-Noëlle LEVELUT, CEA
M. Jacques LOCHARD, Directeur (CEPN)
Dr. Marie-Claude MAILLARD, Ministère du Travail, Inspection médicale du Travail
M. Daniel MAIRE, CFTC (SNEN)
Pr. Roland MASSE, Président (OPRI)
Mme Florence MÉNÉTRIER, Ministère de la Santé, DGS
M. Jean MONNIER, FO (EDF)
M. Hubert NOUGUIER, Directeur délégué (COGEMA)
M. Jean-Pierre OLIVIER, AEN-OCDE
M. Marc OLLAGNIER, CODEM-GIE
M. Xavier OUIN, Ministère de l'Industrie, DGEMP
M. Jérôme PÉLISSIER-TANON, Directeur Environnement (COGEMA)
M. Jacques PÉRAULT, CISN
M. Jean-Paul PFIFFELMANN, COGEMA-BU (Service Environnement des Sites)
M. Jean PRONOST, expert auprès des tribunaux
M. Daniel QUÉNIART, Directeur délégué à la sûreté (IPSN)

- M. Philippe RAULIN, FRAMATOME
Mlle Sophie RÉMOND, Ministère de l'Industrie, DSIN
Mme Michèle RIVASI, Président (CRII-RAD)
M. Philippe ROLLIN, EDF, Service de Radioprotection
M. Philippe ROLLINGER, CFDT (UFSN)
M. Joël ROQUE, CFDT (Fédération Gaz-Électricité)
M. Michel ROUSSON, CFTC (EDF)
M. Jacques ROYEN, AEN-OCDE
M. Thierry SCHNEIDER, CEPN
M. Alain STREBELLE, Ministère de l'Environnement, DPPR
M. Laurent STRICKER, Directeur délégué (EDF-EPN)
Mme Annie SUGIER, Président, SFRP
M. Jean TASSART, Collège de la Prévention des Risques Technologiques
M. Daniel THUAYRE, CFDT (CNPE Saint Laurent des Eaux)
M. Bernard TINTURIER, Contrôleur Général (EDF)
M. André TITE
M. Gaëtan TRÉMOULET, CFTC (EDF)
M. Jacques TRONET, CFDT (CNPE Saint Laurent des Eaux)
M. Francis VERCAEMER, EDF, Direction de l'Équipement
M. Philippe VESSERON, Directeur (IPSN)
M. Gilles ZASK, EDF Production-Transport, Département Combustible

La séance est ouverte à 9h15, sous la présidence de M. Claude BIRRAUX, député de Haute-Savoie, rapporteur pour l'Office parlementaire sur « le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires ».

M. BIRRAUX — Mesdames, Messieurs, je vous remercie d'avoir répondu fidèlement à notre invitation. Je vous rappelle que c'est l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques qui a introduit cette nouveauté dans la vie parlementaire française des auditions publiques ouvertes à la presse, en y ajoutant la publication intégrale du procès-verbal de la réunion.

Les déchets très faiblement radioactifs arrivent dans une logique de l'Office parlementaire et de la saisine sur la sûreté et la sécurité nucléaire qui a été renouvelée depuis 1990. L'an dernier, nous avons débattu du démantèlement des centrales nucléaires, et lorsque l'on aborde le problème du démantèlement des centrales nucléaires, on aborde obligatoirement les déchets.

Pour ce qui est des déchets de haute activité, il existe une loi qui suit son cours. Pour les faiblement radioactifs, il n'en existe pas mais il est dans la logique de l'audition et de la problématique posée l'année dernière sur le démantèlement d'aborder cette année les déchets très faiblement radioactifs.

J'ai mené un certain nombre de visites et d'enquêtes sur le terrain, il était bon d'organiser cette audition publique sachant que depuis la publication des rapports de Jean-Yves LE DEAUT en avril 1992, j'ai eu l'impression que les choses étaient restées en l'état, si ce n'est en 1995 une demi-journée des « Entretiens de Ségur » organisés à l'initiative de Michel BARNIER, ministre de l'Environnement, sur les déchets TFA, et les « Assises de La Baule » qui ont abordé également ce problème des déchets très faiblement radioactifs.

Il est bon aujourd'hui de faire le point.

Entre temps, en 1991-92, il y avait eu un certain nombre d'événements médiatiques qui avaient conduit le Parlement à se saisir de ce dossier. Jean-Yves LE DEAUT a proposé son rapport : l'usine RHONE-POULENC de La Rochelle, l'usine BAYARD de Saint-Nicolas d'Aliermont, l'ancien site de l'Institut Gustave Roussy à Villejuif, la maternelle de Bessines et une maison implantée sur le site d'un ancien laboratoire de Marie CURIE à Nogent-sur-Marne.

Tout ceci avait déclenché quelques échos médiatiques qui avaient conduit Jean-Yves LE DEAUT à se pencher sur ces problèmes. Depuis, RADIACONTROLE a largement alimenté des discussions et la presse, mais pas beaucoup d'autres choses.

La DSIN de son côté a initié une réflexion qui a constitué une rupture avec l'encéphalogramme plat de la réflexion sur le sujet et qui pose le problème en termes différents puisqu'en 1992 la question qui avait été débattue par Jean-Yves LE DEAUT était de savoir s'il fallait un seuil universel et quelle devait être sa valeur.

Pour commencer le débat, je demanderai à M. LACOSTE de nous présenter la réflexion initiée par la DSIN. Ensuite, je demanderai aux exploitants de nous parler des masses, des volumes que peuvent constituer les déchets TFA. Nous enchaînerons sur la définition du déchet TFA puis nous organiserons un débat plus général par la suite.

M. LACOSTE — Le point de départ de notre réflexion a été la constatation du fait qu'en France lorsqu'on parlait de déchets radioactifs, on commençait par dire qu'il y avait les déchets A, les déchets B, les déchets C et d'autres déchets par ailleurs. Cela prouvait sans doute que la nomenclature n'était pas parfaite.

La réflexion de la DSIN a été extraordinairement sommaire, elle consistait à dire qu'il y avait deux critères pour essayer de classer les déchets actifs : leur période ou leur durée de vie, avec une coupure généralement admise à 30 ans et l'activité que l'on pouvait lier à leur toxicité.

Nous avons cerné trois classes d'activité : 1/ hautement actif ; 2/ moyennement actif ; 3/ faiblement actif, avec le sentiment qu'une autre catégorie faisait parler d'elle plus que d'autres : la catégorie des déchets très faiblement actifs.

Quand on prend deux critères et que sur l'un d'eux on constate 2 classes et 4 classes sur les autres, on fait une matrice à 8 cases. Quand on fait cette matrice à 8 cases, on peut constater plusieurs choses ; l'une d'elle est que 3 cases correspondent au domaine de la loi du 30 décembre 1991. Dire que c'est couvert par une loi ne revient pas à dire que c'est traité mais la loi définit les modalités suivant lesquelles on doit chercher à assurer le stockage ou le traitement définitif de ces déchets. Ces déchets qui correspondent aux anciennes catégories A et B sont aux yeux de la DSIN correctement entreposés pour plusieurs dizaines d'années. Nous avons donc le temps devant nous de mener les recherches.

Par ailleurs, une institution fonctionne, le stockage de l'Aube, et nous paraît couvrir tout à fait correctement le problème du stockage en surface des déchets faiblement et moyennement actifs de courte période. Cela veut donc dire que 5 des 8 cases du tableau nous paraissent actuellement couvertes ou en voie de l'être.

Les 3 autres cases nous paraissent plus problématiques :

- l'une est celle des déchets faiblement actifs de longue période sur laquelle nous avons pudiquement mis le mot "entreposage de longue durée" mais qui à lui seul peut mériter débat ;
- les deux autres sur les déchets très faiblement actifs sur lesquels aucun discours très construit ne paraissait possible ; nous nous sommes dit que ce n'était probablement pas des déchets qui causaient des problèmes sanitaires extrêmement forts mais qui donnaient une très fâcheuse impression de négligence de leur traitement ; que peut-on faire pour eux ?

Nous avons commencé à réfléchir avec un biais qui nous est apparu peu à peu : nous avons commencé à réfléchir aux déchets très faiblement actifs sortant des installations nucléaires de base, c'est-à-dire des installations de contrôle. Nous avons affiché pour ces déchets très faiblement actifs sortant des INB un certain nombre de principes, mais nous nous sommes rendu compte qu'il n'était pas du tout évident que ces mêmes principes puissent s'appliquer à des déchets très voisins ne sortant pas des INB. Il y a donc probablement matière à traiter, de façon plus ou moins différente, les déchets TFA suivant qu'ils sortent des INB ou qu'ils sont diffus

Je souhaiterais rappeler les principes que la DSIN a voulu afficher sur les déchets TFA sortant des INB. Nous avons affiché des principes qui sont la transposition des principes de la loi de 1975 sur les déchets en général : la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité totale des déchets, c'est-à-dire la nécessité que l'on connaisse l'origine d'un déchet, son trajet et sa destination finale. Autrement dit, il ne doit pas y avoir de déchet orphelin ou perdu dans ce domaine des déchets TFA sortant des INB.

A la DSIN, nous avons également le sentiment qu'il existait 2 dangers contre lesquels il fallait lutter pour espérer aboutir à une gestion correcte :

- le risque de banalisation : les déchets radioactifs ont une spécificité ;

- nous ne croyions pas possible l'établissement de seuil universel de contrôle car nous pensions que l'opinion publique n'était pas prête et que nous ne trouverions pas en France de ministre acceptant de signer des décrets disant qu'en dessous de tel seuil, de façon universelle, les déchets n'étaient plus radioactifs ; nous craignons également que nous ayons à faire face à des phénomènes de dilution si nous disions qu'au-dessous de telle radioactivité le déchet était banalisable.

Essayant de conjuguer ces principes et ces idées complémentaires, nous en arrivions à un certain nombre de propositions :

- définition d'un zonage ;
- définition de filières adaptées ;
- élaboration d'études déchets, c'est-à-dire faisant le point sur la production et la destination des déchets dans les INB, toujours à l'image de ce qui se fait pour les déchets classiques dans le cadre de la loi de 1975 ;
- création de stockage dédié ;
- contrôle réglementaire plus strict

Nous avons demandé ensuite à un certain nombre des acteurs du système nucléaire de nous faire des propositions pour voir si ces principes et ces idées étaient applicables.

M. BIRRAUX — Avant d'entrer dans la problématique posée et la façon dont les exploitants voient les choses et peuvent s'adapter avec plus ou moins de facilité à cette classification et à ces orientations, pour fixer les idées, il faudrait avoir quelques notes sur l'importance de ces déchets. Est-ce que les exploitants ont déjà une idée sur ce que cela représente aujourd'hui et ce que cela représentera demain avec le démantèlement ?

M. STRICKER — Je peux répondre pour partie à cette question puisque le parc nucléaire d'EDF sera un grand fournisseur de déchets de très faible activité au moment où il sera question de démanteler les installations nucléaires.

La façon dont les déchets sont classés est universelle si l'on tient compte de la durée de vie, de l'activité et de ce qui existe dans la réglementation française. Je ne vais pas répéter ce qu'a dit M. LACOSTE sur les déchets de haute activité, de faible et moyenne activité. Sur les TFA, c'est à l'étude. Je vais ajouter dans les déchets issus des centrales nucléaires l'ensemble des déchets non radioactifs dont le volume est assez significatif et la durée de vie stable.

S'agissant des volumes, le travail de l'exploitant consiste à diminuer le volume des déchets radioactifs. Pour vous donner une idée des progrès qui ont pu être réalisés entre le début de l'exploitation du parc et aujourd'hui, nous avons pu diviser par un facteur 3 sur 10 ans le volume des déchets solides d'une tranche en exploitation. Le volume de 124 m³ en 1994 devrait se stabiliser autour d'une valeur de 100/110 m³ dans les années 1995-96.

Fort de cette diminution, quels sont les volumes estimés pour les différents déchets ? Les déchets se décomposent en déchets non radioactifs, déchets TFA et déchets de faible et moyenne activité.

Les opérations sont : 1/ l'exploitation courante des installations (exploitation et maintenance) ; 2/ le démantèlement niveau 2 et niveau 3 (c'est ce dernier niveau qu'il faut prendre en compte quand on parle du volume des déchets générés)

Les ordres de grandeur sont très importants. Les volumes les plus importants concernent les déchets non radioactifs estimés à 11 millions de tonnes, et pour l'essentiel des gravats. Ce sont en fait le béton des installations qui est en grande partie non radioactif. Vous avez également une partie de déchets métalliques et le reste qui est relativement modeste en démantèlement niveau 3, ce sont les déchets que l'on trouve en exploitation courante.

Les déchets de faible et moyenne activité sont correctement traités puisque ce sont des déchets dont le traitement, l'enrobage, le devenir sont clairs. Ils vont au centre de stockage de l'Aube et représentent pour l'ensemble de la durée de vie des 58 réacteurs sur 40 ans 200 000 tonnes, ce qui est modeste comparé à des déchets industriels classiques. Ils sont très loin de saturer le centre de l'Aube.

Sur ces 200 000 tonnes, il faut y ajouter au moins une quantité égale sinon plus pour tout ce qui est enrobage. Ce qui est stocké est d'une part le déchet proprement dit et d'autre part toute la protection autour du déchet et qui est loin d'être neutre. Il faut comparer les 200 000 tonnes multipliées par 2 ou 3 aux millions de tonnes.

Enfin, les déchets de très faible activité sont l'objet de réflexions qui ont commencé entre les exploitants et l'administration. Ils sont estimés à 1,5 millions de tonnes. C'est énorme si on met ces déchets de très faible activité comme les déchets de faible et moyenne activité. C'est ce qui se fait pour partie actuellement, ce qui risque de saturer le centre de l'Aube de manière inconsidérée d'un point de vue économique (économie de l'environnement, économie financière).

Si on le compare aux déchets non radioactifs, le volume est relativement modeste mais comme les déchets sont faiblement radioactifs, ils méritent un traitement suffisamment clair qui ne soit pas aussi onéreux que peut l'être le traitement des déchets de faible et moyenne activité mais qui soit ciblé et qui ne soit pas la remise pure et simple dans le domaine public comme s'il s'agissait de déchets non radioactifs, ce qui est l'autre écueil à éviter.

L'origine de ces déchets TFA est en grande partie liée au démantèlement. En exploitation et en maintenance, il n'y en a pas beaucoup et ils sont aujourd'hui soit entreposés sur les sites eux-mêmes soit pour certains envoyés au centre de Soulaïnes (ce qui est un non-sens), soit mis dans des décharges de classe 1 avec une certaine traçabilité. Ce sont des choses qui méritent d'être précisées.

Pour le démantèlement de niveau 2, on a davantage de TFA et le gros du volume arrivera avec le démantèlement de niveau 3. Ce sont à nouveau des gravats, c'est-à-dire la partie qui a été au contact de la radioactivité (béton, partie intérieure du confinement), ce sont des métaux et quelques autres déchets de type fluides combustibles, calorifuges, câbles électriques, etc.

Voilà la nomenclature et les volumes estimés qui nous intéressent aujourd'hui.

M. LALLEMENT — Le CEA est un producteur de déchets beaucoup plus modeste que l'EDF. L'ajout des productions du CEA ne change pas les quantités qui vous ont été présentées.

Quelle est la problématique au CEA ? Le CEA n'accepte pas que l'on dise que tout ce qui sort d'une installation nucléaire est un déchet radioactif. C'est un grand problème.

Sur une installation nucléaire, plein d'objets ne sont pas des déchets radioactifs et un des problèmes que nous aurons à résoudre est que ce qui sort d'une installation nucléaire n'est pas fatalement un déchet. Comment faire pour dire qu'un marteau ou une pince qui est entré dans une installation pour une réparation n'est pas automatiquement un objet suspect ? Si on se base sur la mesure, on a un problème à nouveau, nous pensons que se fier aux mesures n'est pas la bonne méthode car elle introduit un seuil.

Je ne donne pas la solution mais c'est certainement le problème que nous devons résoudre. Si les 15 millions de m³ baptisés non radioactifs par M. STRICKER le deviennent parce que l'on n'a pas d'encadrement qui nous le garantisse, si on peut les traiter normalement comme des déchets non radioactifs, on change le problème d'ordre de grandeur.

Nous pensons que par le biais des études déchets, par le biais des zonages, par le biais des filières, en faisant très attention à la géographie des installations, à leur histoire, à la nature des radioéléments qui s'y trouvent, nous pourrions aussi diminuer fortement les déchets et avoir le label « non radioactif ».

Les quantités du CEA ne sont pas très grandes. On peut gérer momentanément dans l'attente d'une solution, mais le problème de base consiste à savoir par quelle méthode approuvée par tous et transparente on différenciera les déchets de forte activité de ceux qui ne le sont pas. Il faut des pratiques différenciées selon la nature des produits. Par là, j'introduis la notion du risque associé à un déchet. Il faudrait bien que nous ayons des règles.

M. PÉLISSIER-TANON — Pour COGEMA, la situation est parallèle à celle de nos deux grands collègues, mais cependant différente par la nature même de nos activités. Ce qui nous caractérise, à l'opposé d'EDF, c'est la variété de nos installations et de nos procédés puisque, opérateur principal du cycle du combustible et leader mondial de ce métier, nos différentes installations n'ont en commun que la finalité de leur activité et que la radioactivité et les règles du jeu qu'elle impose.

Nous avons au départ l'exploitation minière qui a connu son apogée en France dans le passé et qui maintenant doit chercher ses ressources à travers le monde.

Après l'installation minière, nous avons la chimie, le raffinage, l'enrichissement, la fabrication des combustibles avec nos collègues de FRAMATOME. A ce stade il s'agit d'uranium purifié.

Après le passage en réacteur, nous avons à faire au combustible irradié qui fait l'objet de traitement, de séparation tant à La Hague qu'à Marcoule. Là, les règles sont différentes puisque l'on a à faire à un spectre de radionucléide artificiel.

Chaque site ayant ses enjeux, on peut dire qu'aujourd'hui nous avons une production d'un peu moins de 3 000 tonnes de TFA par an, si l'on en reste à la définition présentée précédemment. Nous envoyons à Soulaïnes des quantités assez importantes qui dépassent celles-ci, soit sous notre nom, soit sous le nom de nos clients. Nous avons également des quantités importantes de déchets non radioactifs.

Au niveau du démantèlement, aussi bien les démantèlements intermédiaires que les démantèlements finaux, à des dates hypothétiques de nos installations produiront ensemble un peu plus de 200 000 tonnes. Dans les tableaux que nous avons faits avec nos collègues, le chiffre est de 210 000 tonnes. S'il fallait évaluer à côté de ces 210 000 tonnes que nous jugeons très faiblement radioactives ce qu'est la masse des déchets que nous considérons pouvant être traités comme ordinaires, on trouverait le ratio 15% TFA / 85% ordinaires qui pourrait être extrapolé du tableau d'EDF. Ce sont toujours les mêmes enjeux.

Pour revenir à la complexité et à la variété de nos typologies, et figurer ainsi nos enjeux, à l'amont avec des régimes administratifs ICPE ou INB, dépendant des caractéristiques de dimensionnement des quantités radioactives en jeu ou des caractéristiques des produits radioactifs (enrichis ou non enrichis), on peut dire qu'aujourd'hui nos installations, dans l'ensemble, opèrent dans le cadre d'une optimisation des filières, avec les filières, des systèmes de gestion qui ont fait l'objet de leur temps d'évaluations avec l'IPSN, et essaient de perpétuer des pratiques sûres et réalistes.

Typiquement, les déchets que produit une ICPE se répartissent ainsi :

— faiblement radioactifs : 3%

— très faiblement radioactifs : 67%

— ordinaires : 30%

Dans le cas que j'évoque, le vrai besoin du site est que ces pratiques, qui peuvent subir un examen critique et qui l'ont déjà subi, ont besoin d'un encadrement administratif plus sûr. C'est précisément ce dont nous nous soucions.

Je parlerai maintenant d'autres sites en prenant typiquement une de nos usines à l'aval. Le choix a été de surclasser les déchets en attente de règle du jeu qui puisse permettre une optimisation. Ces trois catégories se répartissent en :

— faiblement radioactifs : 50% qui vont à Soulaines ;

— très faiblement radioactifs : 5% (ils restent entreposés sur site) ;

— ordinaires : 45%.

Nous avons fait une simulation. Si nous prenions un autre critère réaliste, nous pourrions transformer ces 50%, 5% et 45% en 1% (réduisant ainsi la charge de Soulaines), 4% de TFA et 95% de déchets ordinaires.

Est-ce la vraie optimisation ? Elle se trouve peut-être en deça d'un tel objectif mais voici l'enjeu qui est posé à travers des règles claires, jouables, toutes les règles énoncées ici et l'étude déchets à la base qui est d'optimiser la gestion de nos déchets.

M. BIRRAUX — Merci pour l'annonce de ces chiffres qui posent la problématique qui nous réunit aujourd'hui.

M. KALUZNY — Pour nous se pose la question : quel type de gestion ? quel type d'optimisation ?

Nous venons de voir un certain nombre de tableaux, on a évoqué un certain nombre d'enjeux liés aux déchets TFA. Il manque le critère qui a permis de faire les tableaux. Lorsque l'on parlera d'optimisation et de filière adaptée, il faut pouvoir clarifier les choses sinon le débat risque d'être assez isotérique en la matière.

En quoi l'ANDRA intervient-elle dans ce domaine ? La loi de 1991 donne mission à l'ANDRA de proposer des solutions adaptées. Dans ce cadre, nous sommes amenés à nous intéresser aux déchets de très faible activité. Le premier point pour nous est de circonscrire un certain inventaire.

Dans ce cadre, l'ANDRA a activement participé au groupe de travail proposé par **M. LACOSTE** et nous nous sommes associés sur le thème de la définition des grands principes, principes qui permettent de poser le problème de façon différente.

On a beaucoup évoqué en 1992, lors du rapport de **M. LE DEAUT**, le problème des seuils. On se rend compte que cette démarche en matière de seuil contient des difficultés en matière de pratiques déviantes qui seraient des pratiques de dilution avec une forte tentation pour les déchets de diluer au-dessus pour que ces déchets soient en dessous.

Les autres difficultés liées à un seuil viennent aussi de la scène internationale. Le commerce est largement transfrontière et un pays donné ne peut pas se définir un seuil donné. Cela ramène aux discussions des instances internationales avec la difficulté d'arriver à un consensus ou de tendre vers un consensus qui conduirait à un seuil nul, ce qui nous obligerait à reposer le problème autrement.

Le principe selon lequel il faut faire un zonage et ensuite assurer la traçabilité totale des déchets en question nous paraît être bon. Il faudrait maintenant voir concrètement comment le mettre en application, à quoi peut ressembler un tel zonage et de quelle façon assurer un certain nombre de garde-fous à cette filière. En tout état de cause, cela nécessitera, lorsqu'une filière sera correctement définie, un encadrement réglementaire permettant de faire en sorte que les choses se passent normalement.

Certaines filières sont des filières de recyclage, donc on pense essentiellement aux métaux, mais pour d'autres déchets la solution sera le stockage. Pour nous, se pose la question d'optimiser entre le stockage du centre de l'Aube (qui est une installation qui a été conçue pour des déchets de faible et moyenne activité avec un certain nombre de précautions importantes) et des installations à niveau de protection de l'environnement équivalent mais qui seraient plus adaptées à des déchets dont la nuisance risque progressivement d'être beaucoup plus liée à leur nature chimique qu'à leur nature radioactive. C'est ainsi que l'on pourrait définir les déchets de très faible activité tout en restant très qualitatif en la matière.

Aujourd'hui, nous travaillons sur un concept dans le cadre d'un groupe de travail, et nous espérons pouvoir proposer un avant-projet de stockage à soumettre à l'avis de la DSIN ou du ministère de l'Environnement selon la classification du stockage (INB ou ICPE) qui permette de disposer d'un outil supplémentaire dans la filière.

M. JOUSSELIN — Pour compléter les interventions faites par les producteurs, nous pouvons commenter le tableau qui définit l'inventaire estimatif des déchets TFA, établi dans le cadre du groupe de travail initié par M. LACOSTE.

Quatre colonnes :

- les déchets produits par le CEA
- les déchets produits par la COGEMA
- les déchets produits par EDF (EDF produit environ 75% des déchets TFA pris en compte dans cet inventaire global) ;
- les déchets issus du nucléaire diffus.

Il convient d'insister sur la quatrième colonne que l'on a coutume d'appeler le nucléaire diffus. A notre sens, cette colonne estimée aujourd'hui à 65 000 tonnes est nettement sous-estimée ; en termes de flux annuel, nous pensons à l'ANDRA, compte tenu des informations que nous avons obtenues ces derniers mois et que nous avons cherchées, que le flux de déchets TFA pourrait être à hauteur de 20% ou 25% en provenance du nucléaire diffus.

Les différentes lignes proviennent des activités en cause : l'exploitation, le démantèlement des installations actuellement opérationnelles, les dépôts historiques et les réhabilitations.

Il faudra qu'au cours de nos débats nous portions une attention particulière sur la quatrième colonne (le nucléaire diffus) et sur la dernière ligne qui correspond aux dépôts historiques et aux réhabilitations. C'est là que l'ANDRA pourrait amener des solutions intéressantes pour l'intérêt sanitaire national.

M. KALUZNY — Nos actions visent à définir une décharge spécialisée en se cadrant globalement en termes de coûts économiques qui sont un enjeu important pour les producteurs de déchets sur des décharges de classe 1 qui correspondent à un facteur de 5 à 10 par rapport au centre de stockage de l'Aube.

Je souhaiterais revenir sur le nucléaire diffus. Pourquoi cerner ce qu'il représente ?

Tous les jours, on prend conscience de telle ou telle utilisation de la radioactivité, de tel ou tel utilisateur qu'on ne connaissait pas. En termes de principes, traçabilité des déchets notamment, responsabilité de l'exploitant, nous n'avons aucune raison de traiter le nucléaire diffus autrement que le cycle nucléaire/électronucléaire. Il faudra voir quelles sont les modalités pratiques qui permettent de gérer correctement ces déchets.

On voit tous les jours se déclencher les portiques placés à l'entrée des décharges classées. Je citerai l'exemple de l'industrie des engrais où dans les phosphates on trouve l'uranium. A un certain stade de production de l'engrais se trouve une concentration de radium ; il pourrait être traité par un principe de zonage et traçabilité du déchet vers une installation dédiée.

Même pour le nucléaire diffus, les principes doivent rester valables, les modalités d'application devront être regardées particulièrement.

M. BIRRAUX — Nous avons maintenant une idée de ce dont nous parlons et de ce que cela représente. Avant d'entrer plus avant dans la discussion du processus initié par la DSIN, j'aimerais demander à un représentant de l'OCDE s'il existe une classification de déchets au niveau international, si des réflexions sont conduites et si un consensus s'est d'ores et déjà dégagé sur cette classification.

M. OLIVIER — Malheureusement, pas encore. Nous avons décidé récemment d'entreprendre une première enquête dans ce domaine pour savoir où en étaient les principaux pays qui ont ce problème à gérer. Malheureusement, cette enquête n'a pas vraiment démarré. Je pense que nous aurons les premiers résultats d'ici six mois.

Ceci dit, c'est un problème qui commence à préoccuper très sérieusement les différents pays ayant des activités nucléaires importantes. L'approche n'a pas été jusqu'à présent celle de la France *a priori*, ils sont plus portés sur des approches avec seuil, mais il est encore un peu tôt pour dégager des conclusions et éventuellement un consensus.

J'aurai peut-être l'occasion de revenir sur la discussion de ces seuils car, pour les activités de démantèlement, il existe une première approche qui tendrait à élargir la base de l'optimisation et aboutir à des seuils plus élevés que ceux discutés actuellement au sein des communautés européennes et de l'AEN.

M. BIRRAUX — Le problème des déchets TFA est-il essentiellement technique ou relève-t-il plutôt de bonnes pratiques liées à l'assurance qualité ? Faut-il définir des prescriptions techniques ou plutôt des modèles de gestion ? Faut-il envisager une réglementation précise au plan technique, comme pour les déchets industriels, ou la description d'un processus administratif assorti de l'équivalent d'une règle fondamentale de sûreté comme pour les INB ?

Est-ce que ce processus initié par la DSIN répond à des perspectives sanitaires ou n'est-on pas en train de mettre en place une politique de gestion de déchets TFA fondée sur des considérations davantage politiques et sociales plutôt que sur des considérations sanitaires ?

M. DEVILLERS — Vous avez posé une très bonne question. Le problème est d'abord technique. En tout état de cause, une réglementation n'est bonne et applicable que si les bases techniques ont été suffisamment investiguées au préalable, ce qui ne me paraît pas tout à fait le cas.

Les déchets TFA se répartissent sur un *continuum* d'activités. Ils vont des déchets qui sont aujourd'hui stockés au centre de l'Aube dans la frange la moins active jusqu'au bas de la gamme d'activité des déchets et maintenant de zone nucléaire des installations, ce qui couvre un domaine d'activité qui est de l'ordre d'un facteur 1 000 en activité massique.

Les chiffres que l'on voit dans les différents tableaux (100 becquerels par gramme, 1 becquerel par gramme) n'ont pas de valeur technique, ce sont des valeurs qui se sont historiquement transmises mais qui ne reposent pas sur une analyse technique et objective.

La gestion et l'élimination de ce large spectre de déchets doit reposer sur une approche technique, économique et de sûreté. Un principe de sûreté est que les dispositions techniques doivent être proportionnées au degré de risque qui peut être défini par la radiotoxicité (mais pas seulement) également par la mobilité ou les risques chimiques associés à la radioactivité.

Par ailleurs, il semble aujourd'hui que le nombre de possibilités de filières existantes est beaucoup trop restreint pour faire une optimisation. Il est toujours difficile de faire de la belle musique avec une flûte qui n'a qu'un trou. Aujourd'hui, nous n'avons que le centre de stockage de l'Aube. Il y a en perspective des décharges désignées, des centres de fusion et d'incinération de déchets mais ce ne sont que des perspectives. Il nous semble donc que la gamme des filières d'élimination doit être élargie vers des activités faibles, qui permettront d'optimiser la gestion. La gestion ne sera pas, et de loin, dépendante de seuils ou de niveau d'activité, mais dépendante de beaucoup d'autres facteurs puisque le risque chimique doit intervenir, ainsi que la forme et la provenance des déchets.

Par ailleurs, on ne peut pas mesurer toutes les radioactivités contenues dans un déchet. Certaines sont déduites de corrélations établies à partir de la provenance et de l'histoire de l'installation. Le problème est beaucoup plus complexe que la simple définition de valeurs.

Il n'est pas évident qu'en dessous du centre de l'Aube il faille un grand nombre de solutions techniques prévisionnelles. Il est considéré parfois qu'une solution pourrait être développée pour les déchets entre 1 et 100 becquerels par gramme. J'ai dit que ces limites ne correspondraient à rien et qu'en dessous de 1 becquerel par gramme, on pourrait disposer de ces déchets de façon classique dans des décharges ordinaires.

En fait, si l'on regarde les exercices internationaux développés aujourd'hui pour essayer de définir des seuils de libération du contrôle, on s'aperçoit que ces exercices sont menés avec des critères très pénalisants.

Par exemple, les objectifs de doses utilisés sont de 10 μ Sv, c'est-à-dire 1/100^{ème} des limites dont on peut supposer qu'elles s'appliqueront en France prochainement. Ensuite, ces estimations sont faites en utilisant des modèles extrêmement pessimistes de manière à recueillir un consensus international. Enfin, les calculs d'impacts sont faits sur des groupes critiques. Or, en France, nous avons décidé de traiter de façon réaliste les impacts radiologiques.

A peu de choses près, il apparaîtrait que des solutions techniques du type décharge classique pourraient convenir pour stocker l'ensemble des déchets TFA pour peu que l'on veuille bien traiter cette solution technique comme une solution dédiée, dans un cadre réglementaire, avec la surveillance et les prescriptions techniques appropriées.

Au plan économique, il ne paraît pas particulièrement intéressant de créer des classes particulières de décharges pour la queue basse du spectre des déchets TFA, sachant qu'en plus il faudra dépenser énormément d'énergie, voire d'argent, pour aboutir à un tri crédible à ces niveaux très bas de radioactivité. Reste ensuite la question du statut de ce type d'installation.

M. LALLEMENT — L'exploitant que je suis ne croit plus aux réglementations ni aux mesures pour travailler ; il ne croit pas que demain on nous donnera un cadre... et il veut travailler. Dans ce cas, on prend des mesures pragmatiques.

Effectivement, il y a un spectre de déchets qui vont de 0 à 100 ; quand c'est un peu en dessous de 100, ce sont des choses dont il faut s'occuper sérieusement. C'est pourquoi nous avons étudié avec l'ANDRA et la DSIN une décharge dédiée. L'étude d'impact montre qu'un trou simple suffit. Il n'y a donc pas à s'inquiéter, on trouvera une décharge.

Ceci étant, reste le problème obsédant qu'il existe quelque chose de volumineux autour et en dessous de 1 Bq.g^{-1} et que nous ne voulons pas mettre sous le label « déchets TFA ». Dans ces conditions, il faut trier, accepter de mettre peut-être des déchets dans la décharge dédiée à condition que ce ne soit pas très cher et il faut quand même avoir une règle pratique pour dire quand un outil est entré dans une zone nucléaire et qu'il n'y a pas eu d'incident pendant la réparation que c'est un déchet propre.

Vous avez posé la question de savoir si les règles que l'on avait à définir étaient des règles techniques ou des règles qui tenaient compte de la politique de l'acceptation sociale. Je dis que l'exploitant CEA sait parfaitement que l'idéal serait d'avoir une règle technique mais que, devant cette impossibilité, il faut transiger et tenir compte de l'opinion publique en prenant un compromis.

M. BIRRAUX — Je comprends toute la difficulté qui se pose et votre plaidoyer en faveur d'une banalisation. Néanmoins, il me semble que dans le processus et la réflexion de la DSIN, il y avait la crainte d'un risque de dilution : dans une grande benne où seraient ces déchets qui iraient en stockage normal, on en profiterait pour mettre des choses plus gênantes au milieu de la benne, ce qui donnerait une activité qui ne justifierait pas autre chose que le trou creusé.

M. LALLEMENT — Nous sommes honnêtes, nous ne faisons jamais cela.

M. BIRRAUX — RADIACONTROLE a existé.

M. LALLEMENT — Ce n'était pas de la dilution.

M. BIRRAUX — C'était quand même un tour de passe-passe entre certains qui oubliaient de signifier que cela pouvait ne pas être encore tout à fait décontaminé et d'autres qui supposaient que cela avait été décontaminé. C'est arrivé là où cela ne devait pas arriver. C'est bien ce que l'on veut éviter.

Mme SUGIER — Je voudrais intervenir en tant que présidente de la Société française de Radioprotection qui regroupe des professionnels non seulement du milieu nucléaire mais aussi du milieu médical et du milieu industriel. Je constate, comme M. BIRRAUX, que ce sont essentiellement les gens du nucléaire qui se préoccupent de cette question et on ne voit pas les autres acteurs dire qu'ils ont eux aussi des déchets de très faible activité. Ils nous laissent comme si nous étions les seuls à avoir ce type de problème.

A la SFRP, lorsque nous avons organisé en 1991 une réunion sur ce sujet, ces acteurs qui font pourtant partie de nos membres n'ont pas présenté leur propre problématique.

Nous sommes parcourus par des courants d'opinion différents et nous avons évolué sur ce sujet. En 1991, nous étions encore les tenants de la notion de seuil universel, on faisait certaines nuances pour des catégories intermédiaires mais dans l'ensemble nous aurions aimé avoir un seuil en dessous duquel on pouvait faire n'importe quoi alors qu'en fait on ne faisait pas n'importe quoi.

Maintenant, on adopte la philosophie de la traçabilité au nom de la responsabilité. Il faut que les exploitants soient toujours capables de dire ce qu'ils ont fait de leurs déchets, cela ne veut pas dire que leurs déchets sont forcément très dangereux.

Cela étant, en pratique, nous attendons des réponses qui ne viennent pas encore et je ne suis pas d'accord avec M. LALLEMENT lorsqu'il dit qu'il ne croit pas à la réglementation.

Souvenons-nous de ce qui s'est passé pour les effluents liquides et gazeux, il existe une batterie réglementaire de décrets et d'arrêtés et nous n'avons pas eu de problèmes. Or, ce sont tout de même des déchets que l'on rejette dans l'atmosphère, que l'on envoie dans les rivières et qui peuvent rentrer par les fenêtres des cuisines et tomber dans nos assiettes ! Comment se fait-il que là ce soit passé et que pour les déchets de très faible activité que l'on n'envoyait pas n'importe où mais dans les décharges cela ne soit pas passé ?

La lacune réglementaire est évidente, on n'a pas traité de manière cohérente ces déchets par rapport aux autres. Il faut compléter la réglementation et il n'est pas forcément nécessaire d'attendre que le projet de directive européenne sur la radioprotection soit passé pour le faire.

Ensuite, il faut très concrètement des décharges. Les exploitants ont de la place. Pourquoi s'ils n'en trouvent pas à l'extérieur, ne se décident-ils pas à proposer des sites de décharge ? On n'est jamais mieux servi que par soi-même.

Enfin, il faut des règles pratiques. Comment faire des études d'impact ? Quand il s'agit des effluents liquides et gazeux, ces règles existent, y compris dans la réglementation. Comment fait-on les mesures, que faut-il mesurer ? Quelles sont les valeurs ? Comment se fait le contrôle ? Quelle est l'assurance qualité ?

Il faut également des lieux de dialogue. Doivent-ils être des groupes *ad hoc* que l'on crée en fonction des besoins ? Il existe des lieux de dialogue comme les groupes permanents, sont-ils les bons ? Cela doit-il dépendre des autorités de sûreté ou de radioprotection ? Que dit l'autorité de radioprotection sur le sujet ?

M. LACOSTE — La DSIN essaie d'appliquer en matière de déchets de très faible activité un certain nombre de principes de gestion des déchets en général. J'ai évoqué plusieurs fois la loi de 1975 ; ce n'est pas un hasard si sur ce sujet la DSIN marche main dans la main avec la Direction de la Prévention de la Pollution qui a la responsabilité du contrôle des déchets classiques. C'est vraiment une problématique de cette nature que nous souhaitons mettre en oeuvre.

Nous sommes au début de son application. Nous avons des tableaux de chiffres, des idées, nous lançons des études déchets. Nous avons avancé sur le concept de stockage dédié mais nous sommes au début de cette démarche. A l'évidence, il faut que nous aboutissions à une réglementation ; la situation actuelle n'est pas satisfaisante, c'est largement le fait d'une lacune de réglementation ou d'une carence d'administration.

Enfin, il me semble que l'on voit assez clair dans la façon dont on va aborder le problème des déchets TFA. Il y a toujours ce problème de la « queue » des déchets TFA qui est du déchet non TFA. Etant donné les volumes en cause, c'est un des points importants.

J'ai le sentiment fort que si nous nous laissons aller par facilité à dire que ce qui est « TFFA » est non radioactif, nous allons recréer les problèmes dont nous souhaitons nous sortir. Peut-être y a-t-il une solution si nous ne voulons pas créer des stockages totalement dédiés à ce type de déchets très bas de gamme qui est d'utiliser des décharges dites ordinaires, mais au minimum en ségrégeant des déchets TFA et au minimum par des systèmes d'alvéoles elles-mêmes dédiées. Mais, j'aurais très peur de voir revenir une tentation de banalisation sur des quantités dont on aurait beaucoup de mal à mesurer l'activité et dont on aurait beaucoup de mal à assurer le fait qu'elles sont effectivement banalisables.

M. BONNEMAINS — La COGEMA, l'un des producteurs majeurs de déchets radioactifs et en particulier de déchets très faiblement actifs, a dit tout à l'heure qu'actuellement ces déchets suspectés d'être très faiblement actifs étaient stockés sur place dans l'enceinte de ses sites. **M. BIRRAUX**, vous avez parlé de dilution, de camions, de bennes. Mais, d'ores et déjà, la dilution se fait.

L'exemple récent que j'ai est que la couverture du site de stockage de déchets moyennement et faiblement radioactifs de La Hague de l'ANDRA a été faite avec 400 000 m³ de terre dont 10 000 m³ de déchets faiblement actifs provenant du site contigu de la COGEMA.

En l'absence de cadre juridique, administratif et technique immédiatement disponible sur la gestion des déchets de très faible activité, on assiste dès maintenant à une dilution et à un sens de la débrouillardise des producteurs qui font que le stock est d'ores et déjà en train de se diluer et de s'amenuiser.

Par ailleurs, j'ai entendu comme préconisation pour le stockage des TFA la décharge interne qui est le cauchemar des écologistes, des DRIRE et du ministère de l'Environnement. J'aimerais que cette idée soit dès l'abord balayée.

J'ai entendu également parler d'alvéoles spécifiques dans des décharges ordinaires réservées aux déchets très faiblement actifs. Moi qui connais relativement bien les problèmes psychologiques et techniques liés à la gestion des déchets ménagers ou des déchets industriels spéciaux, cela me paraît très dangereux. Le ministère de l'Environnement ou certaines associations ont déjà bien du mal à contribuer à l'installation de centres de stockage de déchets classiques, si en plus dans la gamme des produits autorisés se trouvent les déchets faiblement radioactifs, cela compliquera la situation. Ceci pour des ennuis psychologiques.

Il existe également des ennuis techniques qui font que vous n'empêcherez jamais la synergie entre la percolation des déchets chimiques et la percolation des déchets radioactifs et que vous n'empêcherez jamais, malgré votre haute technicité et votre bonne volonté, que la nappe phréatique soit contaminée simultanément par des déchets radioactifs et des déchets chimiques.

Enfin, sur le nucléaire diffus, ce n'est pas seulement EDF, la COGEMA, le CEA et les hôpitaux qui génèrent des déchets radioactifs, ils étaient générés bien avant l'installation des centrales nucléaires, en particulier à travers l'industrie des phosphates mais aussi l'industrie des terres rares. Il est temps de s'occuper de ce problème. Deux usines en France sont en cours de démantèlement qui ont fait pendant des dizaines d'années des engrais super phosphatés et dont les unités d'ateliers phosphoriques sont en cours de démantèlement depuis deux ans. Nous avons alerté au mois de mai les pouvoirs publics à ce sujet : depuis quelques mois, il y a désormais des zones contrôlées à l'intérieur de ces squelettes d'usines, des pièces sont parties jusqu'en Ukraine.

Alors, que l'on ne vienne pas me dire que la traçabilité est d'ores et déjà organisée. Les réponses de la DRIRE de la Haute-Normandie en l'absence de réponse du ministère de l'Environnement qui à ce sujet est inscrit aux abonnés absents montrent qu'ils ont toutes les peines du monde pour essayer de récupérer les pièces radioactives chez des ferrailleurs disséminés sur tout le

territoire. Une trentaine d'usines d'engrais phosphaté sont en cours de démantèlement en Europe. Il n'est pas exclu que certaines pièces venant du démantèlement d'usines d'engrais phosphaté de Hollande soient arrivées en France.

M. BIRRAUX — Nous aborderons un peu plus tard le problème d'acceptabilité par le public. Ce que vous venez de dire sur le démantèlement d'usines ayant traité des phosphates illustre qu'il y a eu une focalisation essentiellement sur les INB mais qu'il existe d'autres sources diffuses dont jusqu'à présent on s'était relativement peu occupé.

M. LACOSTE — Des terres en provenance des anciens établissements BAYARD ont été utilisées pour participer à la couverture du centre de la Manche avec l'accord de l'administration. C'est typiquement le genre de chose que nous sommes amenés à faire dans une période de transition où nous n'avons pas de bonne solution disponible pour traiter correctement les déchets TFA.

Il a été fait allusion non pas à des décharges internes mais à l'utilisation de sites nucléaires pour faire des décharges. Si un projet de ce genre aboutissait, aux yeux de la DSIN, ce ne serait pas une décharge interne au sens péjoratif du terme mais une décharge dûment autorisée après enquête publique, étude de sûreté, qui se trouverait être placée sur un site nucléaire, mais elle serait l'évidence soumise à autorisation et à contrôle comme une décharge ordinaire.

M. KALUZNY — Il n'y a pas de terres en provenance de BAYARD dans la couverture de centre de la Manche. Il est vrai que nous avons eu un dossier en instruction auprès de l'autorité de sûreté, mais les terres BAYARD étaient tellement contaminées en radium qu'il n'était pas envisageable de les mettre sous la couverture du centre de la Manche et de faire de la dilution.

Ces terres sont en entreposage aujourd'hui à Cadarache en attente d'une solution dédiée pour ce genre de déchet. On ne cherche absolument pas à entrer dans un cycle de dilution. Les terres qui ont été utilisées pour le sous-bassement de la couverture du centre de la Manche sont des terres qui proviennent de l'établissement COGEMA à La Hague et qui ont fait l'objet d'un protocole de contrôle tout à fait complet avec l'ensemble des bordereaux et l'organisation de la traçabilité nécessaires. Je suis tout à fait à la disposition de M. BONNEMAINS pour lui présenter l'ensemble du dossier.

Je voudrais réagir sur la question que vous avez posée : technique ou bonnes pratiques ?

Nous avons avant une question technique car les déchets sont d'abord des déchets et doivent être regardés en tant que tels. On doit évaluer leur nuisance et mettre en place les éléments nécessaires. Bonnes pratiques également car de ce qu'on tire de l'expérience du passé, c'est aussi l'organisation des filières qui est à mettre en place et de garantir que l'ensemble se passe bien. C'est l'assurance de la qualité ; c'est aussi faire en sorte que l'organisation elle-même puisse éviter des comportements déviants.

Dans ce cadre, des décharges qui pourraient apparaître dans l'arrière-cour d'un site d'un exploitant producteur de déchets ne semblent pas forcément aller dans le bon sens. On a besoin d'une bonne séparation des responsabilités entre un producteur de déchets et le gestionnaire de l'installation de stockage.

Ce débat a dû avoir lieu dans le cadre des déchets industriels classiques depuis 20 ou 30 ans. Il serait dommage de revenir en arrière. La vraie problématique est un stockage dédié. Doit-il être d'une haute technicité ou d'une technicité particulière par rapport à des décharges de classe 1 ? C'est un débat technique qui peut se tenir.

En tout état de cause, il est important d'avoir une décharge dédiée qui permette de savoir où l'on met ces déchets et d'avoir une bonne séparation des responsabilités des différents acteurs de la filière.

M. PÉLISSIER-TANON — **M. LACOSTE** a raison de stigmatiser le dialogue sur les « TFA ». Il faut pousser le dialogue jusqu'au bout, il ne faut pas repousser les problèmes à l'extérieur du cercle de discussion. Bien clarifier le problème des déchets ordinaires provenant des installations nucléaires est fondamental. De ce point de vue, il n'y aura de réponse valable que si elle est prise sous l'angle radiologique, c'est-à-dire sanitaire.

M. GIRAUDEL — Dans votre introduction, vous avez dit qu'il fallait traiter des volumes et de la définition des déchets. Or, depuis le début de cette matinée, personne n'a défini ce qu'était un déchet et ce qu'était un déchet faiblement radioactif.

Les problèmes médiatiques et sanitaires ont été soulevés, pour prendre des expressions utilisées ce matin par des techniciens, ingénieurs, responsables soit d'EDF soit d'autres organismes. Lorsque nous entendons parler de déchets non radioactifs, la CGC voit rouge car cela n'existe pas. Il n'y a pas de déchets radioactifs, il y a des déchets normaux mais radioactifs. Dans cette salle, il y a plusieurs millions de becquerels.

J'ai eu l'occasion de vous demander lors de nos rencontres que l'Office insiste sur le fait d'utiliser un langage clair que le public comprenne.

La majorité des déchets TFA ou TTFA sont normaux ou sans radioactivité ajoutée. Il serait essentiel que nos journalistes informent le public que tout est radioactif. Beaucoup d'inquiétudes développées dans les radios, les journaux ou chez le public seront supprimées lorsqu'on leur aura dit que tout est radioactif. Il faut le faire et après le débat sur les TTFA ne sera plus qu'un faux débat.

La seule chose qu'il faut voir, c'est le problème de l'impact et de l'enjeu sanitaire de ces produits mais je redemande qu'on définisse ce dont on parle. On n'a pas défini le mot « déchet » et les termes « très peu radioactif ».

M. BIRRAUX — La définition du mot « déchet » est générale, qu'il soit radioactif ou pas.

Pr. JAMMET — Effectivement, il y a beaucoup de becquerels dans cette salle, nous en contenons à peu près 10 000 chacun.

Je voudrais revenir sur ce qu'a dit Mme SUGIER. Elle a dit que sur le plan de l'application pratique, on n'avait pas trop de problèmes avec les effluents radioactifs. Effectivement, il existe un consensus international, européen, et quand on parle des rejets d'effluents, à l'article 37 du Traité d'EURATOM un comité juge et jusqu'à présent cela s'est assez bien passé.

Pour les déchets, la situation n'est pas la même.

Si vous prenez des déchets radioactifs et que vous les mettez dans une décharge, la décharge devient la source. Si rien ne sort de cette décharge, vous ne pouvez pas avoir de problèmes pour les populations, vous n'avez des problèmes que pour des travailleurs travaillant dans la décharge. S'il sort quelque chose de cette décharge, que ce soit par voie hydrique ou atmosphérique, ce sont des effluents radioactifs à partir de la décharge.

Pourquoi ne pas traiter les décharges comme des sources potentielles ? A partir de là, on s'occuperait des effluents sortant des décharges et on appliquerait la réglementation des effluents qui permet de résoudre un certain nombre de problèmes. Une décharge avec des déchets radioactifs dont il ne sort rien ne pose aucun problème pour les populations. Si cela passe dans la nappe phréatique, ce sont des rejets d'effluents. Si cela passe dans l'atmosphère parce que la décharge est faite d'une façon telle qu'avec un grand vent un certain nombre de poussières s'envolent, c'est un rejet atmosphérique.

M. STRICKER — Je voudrais revenir sur le fait de savoir s'il s'agit d'une question technique, sanitaire ou sociale. La question est à l'évidence complexe et fait entrer l'ensemble de ces aspects. Le transparent projeté rappelle les principes sur lesquels on peut imaginer trouver un certain consensus :

- la responsabilité du producteur et la responsabilité des uns et des autres ; le producteur que je représente revendique sa responsabilité ;
- la traçabilité qui doit être très large et s'étendre à l'ensemble du spectre, y compris les déchets non radioactifs ;
- abandonner l'idée séduisante de seuil minimum universel ; le seuil universel est intellectuellement satisfaisant mais pratiquement impossible ou très difficile à mettre en oeuvre.

L'application de ces principes permet de préparer une gestion par filière en séparant par exemple les gravats qui se comportent d'une certaine façon, les métaux, etc. Il y a différentes filières et cette gestion est possible.

Je voudrais introduire ce qui peut se passer au niveau international. L'OCDE a lancé une enquête. Au niveau européen, je voudrais prendre deux exemples : un concernant l'Allemagne, un autre concernant la Belgique.

En allant voir ce que faisaient nos voisins allemands, nous avons constaté que réglementairement l'Allemagne autorise la dilution. Les métaux d'activité massique inférieure à 1 Bq.g^{-1} , moyennant des contrôles de contamination, sont destinés à la fusion sans autorisation, avec d'autres métaux non contaminés pour une utilisation banalisée. On admet que le facteur de dilution avec des métaux non actifs se situe autour d'un facteur 10.

Deuxième cas, des métaux avec des activités massiques comprises entre 1 et 200 Bq.g^{-1} , les textes autorisent la fusion mais dans une aciérie nucléaire spécialisée, et l'utilisation non nucléaire possible sous réserve d'autorisation spéciale et, dans ce cas, le produit final doit être, après fusion, inférieur à 1 Bq.g^{-1} .

Nous trouvons là un principe de dilution. Compte tenu des réglementations transfrontières, il ne faudrait pas se voiler la face et bien savoir ce qui se passe dans l'ensemble de la Communauté européenne, sous peine d'avoir en France un système réglementaire très rigide, et d'avoir des camions de ferrailles ou des produits finis qui passent complètement outre ce système. C'est une question que je pose.

J'ai un deuxième exemple qui est le démantèlement actuel de la centrale de Mol. On observe 80% des déchets banalisés.

Je demande vivement une réglementation. Le système réglementaire actuel est clairement insuffisant. Il faut que cette réglementation repose sur des aspects techniques, sanitaires, sociaux, clairement acceptés, et la journée d'aujourd'hui y participe, mais cette réglementation doit aussi être associée à des contrôles externes. Nous y sommes très habitués dans le domaine de la sûreté, il n'y a aucune raison pour ne pas avoir le même type de contrôle dans le domaine de la radioprotection, un domaine connexe entre la sûreté et des domaines plus sanitaires.

Ces contrôles devront être capables de prouver que la gestion par filière est bien faite. Vous avez parlé de camions, il faut bien que ces camions passent devant une balise qui doit être fixée à une certaine valeur. Il y a bien un réglage des appareils de contrôle à faire. Aujourd'hui, dans les centrales nucléaires, dans les INB, des balises permettent de contrôler ce qui sort et elles sont réglées

à une certaine hauteur proche de la radioactivité naturelle, légèrement au-dessus. Il y a donc nécessité d'avoir un système de contrôle par filière, par type de matériel.

Pour ce qui est des déchets non radioactifs, sans radioactivité ajoutée, prenons l'exemple des aéroréfrigérants dans lesquels on trouve beaucoup de béton. Ils sont destinés à être démantelés. On peut utiliser les gravats sur place si on a besoin de remblayer pour refaire un terrain industriel, on peut faire du remblai d'autoroute, on peut refaire du sable pour refaire du béton et reconstruire de nouvelles installations. Il faudra contrôler tout cela, et il s'agit bien là de déchets non radioactifs au sens classique du terme.

J'insiste sur la réglementation qui nécessite d'avoir des niveaux de contrôle connus, adaptés, acceptés ou réglementés et les pratiques internationales qui ne sont pas forcément sans conséquence sur ce que l'on pourra trouver sur le territoire.

M. ZASK — Je vais essayer de compléter ce que vient de dire M. STRICKER sur les pratiques internationales autres que françaises. Effectivement, nous sommes en train d'organiser la tournée des collègues européens ou mondiaux qui rencontrent les mêmes problèmes que nous dans le domaine des déchets nucléaires de très faible activité. Nous avons commencé par la visite des Belges à Mol.

A Mol, sont en cours actuellement deux démantèlements : un petit bâtiment de réacteur de type REP de 10 MW électrique qui a bien travaillé pour la recherche et l'usine de retraitement EUROCHEMIC.

Nous avons pu observer que la libération des déchets se faisait sur place et sans faire appel à aucun seuil de type universel. Elle se fait selon des procédures qui dépendent de l'origine du déchet, de sa nature physico-chimique, de son activation, de sa contamination, etc. En cela, nous avons une première application pratique de ce que l'on peut appeler la libération par procédure, filière par filière, au cas par cas.

Des mesures sont réalisées avant toute libération des déchets par des appareils réglés à des valeurs, elles sont réalisées par des personnels habilités par une certification externe au producteur, même si ces personnels sont ceux des producteurs. Pour chaque type de déchet et chaque type de filière, des mesures existent et des appareils sont réglés.

L'exploitant pratique une décontamination des métaux, voire si nécessaire la fusion des métaux pour pouvoir libérer une partie des déchets. C'est ainsi que dans le cas d'EUROCHEMIC, 85% des métaux sont actuellement libérés en vue de leur réutilisation pour l'industrie normale.

Les bâtiments suivent une filière précise et logique. Il est procédé à une décontamination des peaux intérieures par un grattage systématique de l'ensemble de la surface de la peau interne du bâtiment réacteur. A noter que les résidus qui en ressortent pourront servir prochainement de matériaux blocage des coulées radioactives à l'intérieur de l'usine. Suite à cette décontamination, on pratique une mesure à 100% de tous les bâtiments puis, avec le contrôle de l'administration, on décline radiologiquement le bâtiment. A partir de là, il est procédé à une attente pour laisser tous les produits qui sont réalisés et on obtient l'autorisation de démolir puis d'évacuer. Les gravats sont envoyés soit en décharge soit à servir de remblai sur les routes locales.

Enfin, il n'est pas si facile que cela de trouver la bonne zone radioactive. On observe sur ces démantèlements que les zones éloignées du cœur sont légèrement contaminées parce qu'en vue de flux neutroniques d'exploitation, alors que d'autres sont plus proches, sont saines.

La libération des produits de démantèlement que nous avons observée à Mol est systématiquement recherchée. C'est lié au coût économique du stockage des déchets. Enfin, cette

libération n'est pas obtenue au moyen de seuils inconditionnels universels mais par des procédures de libération au cas par cas, par type de filière et de déchet.

M. BIRRAUX — C'est une version de la démarche DSIN adaptée à la Belgique.

M. LACOSTE — Il est fondamental de savoir ce qui se passe à l'étranger. Il se passe des choses extraordinairement disparates. Quand on regarde les démantèlements en Allemagne, on observe la mise en oeuvre des processus de dilution. Aux États-Unis, la tendance des exploitants est d'utiliser un certain nombre de créneaux, de trous, d'opportunités, avec une énorme latitude.

La conséquence est qu'il s'est mis à circuler un certain nombre de choses qui franchissent les frontières et posent très cruellement le problème de savoir ce que l'on fait à l'égard des déchets très faiblement actifs diffus. Nous évoquerons au cours de la journée la circulation des ferrailles qui relève à l'évidence de systèmes dans lesquels la responsabilité du producteur, une fois que les ferrailles ont franchi plusieurs frontières, est difficile à assumer. N'aboutissons-nous pas là à une solution dans laquelle l'affichage de seuils est sans doute la seule façon de traiter le sujet ?

A l'évidence, il est dans les intentions de la DSIN, de la DPPR et de la DGS de bâtir la réglementation qu'il faut sur les déchets TFA mais nous ne souhaitons pas aller trop vite, nous souhaitons avoir les idées claires sur ce que nous voulons mettre dans la réglementation.

M. BIRRAUX — C'était une excellente introduction pour demander son avis au président R. MASSE.

Pr. MASSE — Je suis heureux que M. LACOSTE ait donné un point de vue que je partage tout à fait. Après son intervention initiale, nous avons assisté à une tentation de globaliser et de mettre dans le même sac le nucléaire diffus et le nucléaire des grands exploitants. Ce sont deux problèmes différents. Autant la démarche est arrivée presque à son terme s'agissant des grands exploitants nucléaires, autant il reste des progrès manifestes à faire pour le nucléaire diffus.

Pendant des semaines, nous avons été alertés par des portiques qui donnaient des signaux anormaux chez les ferrailleurs. Depuis quelque temps, cela a disparu, il semble que l'information soit passée de manière suffisante (j'espère que cela ne signifie pas que l'on a débranché les portiques). Ce qui tenterait à prouver que notre réglementation, même si elle n'est pas toujours nécessaire, est quelquefois utile quand même. Il serait bon que de ce point de vue nous ayons des assurances fortes.

Il me semble que cet aspect du nucléaire diffus nécessiterait une réflexion profonde engageant la responsabilité de l'ANDRA en tant que partenaire devant assurer un service public, jusque dans les aspects financiers. Actuellement, nous nous heurtons au fait que personne ne veut payer parce qu'il n'y a plus de responsable mais simplement un ferrailleur, généralement insolvable, avec son stock de ferrailles contaminées qu'on lui fait garder sur le site pendant des mois. Cela arrive encore dans certains coins de France. Cela ne pourra pas être réglé de manière aussi simple et bienveillante de la part des exploitants pour ces petits producteurs que ça l'est par les grands exploitants nucléaires.

Un point n'a pas été abordé mais qui à mon sens est capital : ce qui fait la modernité des alertes qui sont transmises, ce sont des alertes qui nous viennent de portiques provenant soit des centres d'enfouissement, soit des centres d'incinération des ordures de ville où l'on trouve de l'iode. On commence par dire que c'est parce que les hôpitaux ne savent pas gérer leurs déchets, puis, en remontant les filières, on s'aperçoit que ce n'est pas forcément la vérité.

Il y a en France actuellement 20 000 patients qui reçoivent l'équivalent de 15 TBq d'iode ¹³¹ et qui sont maintenus à domicile. Si l'on appliquait le principe de traçabilité tel qu'on le prend actuellement pour les grands exploitants, on ferait quelque chose de très indécent. C'est aller chercher

la raison pour laquelle M. UNTEL a envoyé des *Kleenex* dans sa boîte à ordures que l'on trouve à la déchetterie. Ce n'est pas acceptable, ou alors il faut changer complètement les modalités de pratique médicale. Si on prenait l'ensemble des patients ayant ce traitement, cela ferait environ 150 journées d'hospitalisation supplémentaires.

De la même manière qu'en ce moment on est d'accord pour dire qu'un niveau d'exemption universel n'est pas possible, un niveau de réglementation ne peut pas englober le diffus et les déchets des INB.

M. BIRRAUX — Cela me semble poser à terme un problème de cohérence de la démarche. Vous allez avoir une réglementation à deux vitesses ou des exploitants à deux vitesses avec ceux qui seront parfaitement encadrés et ceux qui resteront dans la nature entre deux réglementations et des contraintes différentes.

Pr. MASSE — La règle doit être l'appréciation du risque sanitaire. Actuellement, il y a un certain nombre de priorités qui ne sont pas là. Si j'en juge le bilan des expositions humaines, c'est l'irradiation naturelle et l'irradiation médicale à l'hôpital.

M. ROLLINGER — Je suis un peu perturbé par la manière dont a été engagé le débat ce matin. On voit des exploitants qui font preuve de bonne volonté, on veut tout suivre, on ne veut pas banaliser. Ils sont merveilleux, je les félicite, c'est très bien. Ceci dit, en écoutant plus en détail leurs propos, j'observe que s'il y avait des seuils, ils seraient beaucoup trop bas pour ce que nous pouvons accepter.

Finalement, cette démarche est une manière pudique de se voiler la face. On ne va pas banaliser, on ne va pas dire que ce n'est plus contrôlé mais on ne va pas prendre de disposition particulière pour un certain nombre de déchets de très faible ou très très faible activité, cela dépendra au cas par cas du dialogue local entre l'exploitant, la DRIRE, le préfet, etc.

Vous parliez de règle à deux vitesses, nous craignons que cela ne donne des pratiques au cas par cas. Ce n'est pas ainsi que l'on ira vers une meilleure acceptabilité, ce n'est pas ainsi que le public et les différents acteurs sociaux pourront accepter les solutions proposées.

Vous avez posé la question de savoir si le but était d'avoir une bonne réglementation technique ou une sorte de code de bonne conduite, une bonne pratique. Dans ce genre de réflexion, j'ai lu récemment dans le courrier des lecteurs pour un journal de la Société française de Radioprotection, à la suite d'un article que le représentant CFDT au Conseil supérieur de sûreté de l'information nucléaire avait fait sur la gestion des déchets de très faible activité, une réaction disant que le problème n'était pas de fixer des seuils, que de toute façon on ne pourrait pas fixer des seuils tant que la confiance du public ne serait par revenue et que ce qui était important était de construire un système dans lequel les différents acteurs sont reconnus.

En gros, laissons discuter les exploitants, les ingénieurs de l'IPSN, les responsables de la sûreté entre eux, ils montrent qu'ils sont transparents, ils ont montré qu'ils n'étaient pas toujours d'accord avec les exploitants, faisons-leur confiance et cela suffira. Il n'y a pas besoin de donner des seuils techniques, on fera au cas par cas.

C'est complètement une illusion. Ce n'est pas une mauvaise réglementation qui crée des problèmes mais, au contraire, l'absence de réglementation et le flou depuis des années qui ont complètement décrédibilisé toutes les pratiques, dont certaines n'étaient pas forcément inacceptables.

Aujourd'hui, c'est un préalable que tout le monde a accepté. Lorsque M. LE DEAUT avait auditionné, le constat avait été de dire qu'il n'y avait pas de réglementation vraiment applicable aujourd'hui, que dans ce maquis, personne ne s'y retrouvait et c'est ce qui créait les premiers

problèmes, les problèmes pour les exploitants qui ont le choix entre être montrés du doigt dès qu'ils font quelque chose ou accumuler chez eux des choses qu'ils ne savent pas gérer.

Prenons un exemple sur le centre de Saclay. Actuellement, ses boues, environ 200 m³ par an contiennent des traces d'activité. L'ensemble des déchets faiblement radioactifs que Saclay garde sur son site par an est de l'ordre de 2 000 m³. Je suis surpris des volumes affichés mais nous ne parlons peut-être pas de la même chose. Personne n'a donné la clé de son tri, une clé d'activité, une clé de nature des déchets.

J'ai l'impression que l'on veut nous convaincre que 1,5 million m³ sur 50 ans n'est pas si important que cela, ce n'est pas plus que Soulaïnes, donc il sera facile de trouver un site.

On essaie de trop simplifier le problème. Quand on dit qu'on va faire un zonage, on peut progresser en focalisant la présomption de contamination ou d'activité sur un certain nombre de sujets mais on ne pourra pas se dispenser sur des grosses installations nucléaires de contrôler tout ce qui sort. On a des portiques à la sortie des installations nucléaires, à quel seul les règle-t-on ? Quel contrôle massif faire sur ce qui sort des installations nucléaires dans lesquelles on manipule des produits à vie longue tels que les alphas ? Le zonage ne suffira pas.

Je préfère qu'on dise que tel produit est suffisamment peu radioactif pour être sans danger sanitaire ou d'un danger négligeable et qu'on ne prend pas de précaution particulière plutôt que de dire par décret que c'est la zone où il n'y en a pas et que ce n'est pas la peine de regarder. Ce n'est pas jouable.

Je préfère faire confiance à des mesures, à des dispositions techniques qu'à des vœux pieux ou des décrets, que ce soit des zonages ou autres.

Sur le fond, le problème est l'impact sanitaire. Quel impact sanitaire est acceptable dans une société où aucune activité industrielle n'est sans danger ? Le débat que nous avons entamé au début des années 1990 qui partait de cette préoccupation est quand même la bonne manière d'aborder le sujet.

Je ne pense pas que tout ce que l'on a dit à cette époque soit si mauvais que cela. J'ai sous le main le recueil de la Société française de Radioprotection d'une conférence qu'elle avait faite en 1991. Un des responsables de l'OCDE nous avait présenté que le risque acceptable au niveau individuel pour le public venant d'une activité industrielle pourrait être fixé en termes de mortalité autour de 1 pour 1 million par an. En convertissant avec les facteurs de dose plus ou moins acceptés aujourd'hui, on arrive à des ordres de grandeur entre 10 et 100 µSv par an, par personne, pour une exposition banalisée.

On peut discuter des règles. M. DEVILLERS dit que les chiffres sortent d'un chapeau, qu'on ne sait pas d'où ils viennent. Je n'ai pas l'impression que ce soit le cas car ces chiffres et les chiffres dont on parlait il y a 5 ans sont à peu près les mêmes que ceux que l'on retrouve dans la proposition de groupe de travail du Conseil supérieur de sûreté des installations nucléaires il y a 1 an environ. Les gens qui y ont travaillé étaient considérés compétents, et je ne pense pas qu'ils aient sorti ces chiffres de leur chapeau.

Quel scénario utiliser ? J'ai feuilleté le document sur les conclusions du groupe de travail des exploitants nucléaires. Ils prennent le scénario d'une famille vivant en autarcie à proximité d'une décharge dédiée et disent qu'on ne dépasse jamais le mSv par an. Nous préférons nous référer au chiffre sur une pratique de décharge de 10 à 100 µSv par an.

Cela m'interroge car il faut une certaine continuité dans les règles du jeu utilisées dans l'ensemble de la gestion des déchets nucléaires. Je me référerai aux règles et aux évaluations d'impact.

sanitaire et de sûreté faites pour une centre comme celui de Soulaines des déchets de moyenne activité. On dit vouloir banaliser à 300 ans mais quel scénario utilise-t-on dans ce cas ?

L'un des scénarios est le chantier routier qui traverse le site, mais ce n'est pas le scénario le plus pénalisant. Quand on avait évalué l'acceptabilité de mettre les déchets de RHONE-POULENC dans ce site et que cela avait été refusé, c'était parce que le scénario le plus pénalisant était de banaliser à 300 ans et que les gens habitaient sur le site.

C'est un scénario beaucoup plus pénalisant que la vie en autarcie aux abords du site. Quelle durée de vie ont les décharges ? Dans combien de temps pourra-t-on les banaliser ? Doit-on les surveiller 10 000 ans ? Est-on capable de les surveiller 100 ans ? Tout cela est discutable mais c'est bien sur cette base qu'il faut discuter.

Effectivement, c'est un dialogue difficile. Ce serait un dialogue difficile avec un certain nombre d'organisations d'écologistes et de protection de l'environnement mais cela ne me semble pas un dialogue impossible. Il y a des gens compétents techniquement partout. Nous nous sentons capables de dialoguer aussi bien avec M. LACOSTE, M. DEVILLERS ou Mme RIVASI sur les scénarios et les seuils d'acceptabilité à prendre en compte dans ce domaine. Ce sera peut-être difficile mais nous sommes tous responsables et nous pouvons nous comprendre.

Que peut-on dire de l'acceptabilité ? Une des règles est aussi de savoir de quel savoir-faire on dispose. Il nous semble intéressant de discuter des propositions telles que celles qui ont été faites par le Conseil supérieur de sûreté des installations nucléaires, c'est-à-dire définir des seuils bas sur lesquels aucune précaution particulière n'a besoin d'être prise (de l'ordre de $1/10^{\text{ème}}$ de Bq.g^{-1} pour les α et de l'ordre du Bq.g^{-1} pour les autres déchets β - γ les plus courants et un peu plus pour ceux qui ont un impact sanitaire plus faible), des seuils environ 50 fois plus élevés pour lesquels nous avons toute la batterie de la réglementation, et entre les deux un certain nombre de pratiques (décharges dédiées, recyclables, etc.) soumises à contrôle.

Dans tous les cas, cela demandera de développer des moyens de mesure. Il faut faire de la recherche, développer une procédure de contrôle administratif très rigoureuse pour assurer la traçabilité de la responsabilité du producteur de déchets, des contrôles techniques, quitte à ce qu'ils soient à la charge du producteur de déchets, et prévoir un système de sanction.

Quand j'entends M. LACOSTE dire s'inscrire dans la démarche de 1975 sur les déchets en général, j'applaudis des deux mains mais allons jusqu'au bout et mettons des seuils comme pour les déchets chimiques pour lesquels le risque de dilution existe de la même façon. On ne peut pas mesurer les déchets chimiques par un portique, il faut faire des contrôles massifs également.

Pourquoi cette démarche applicable aux déchets chimiques, acceptée par le public, ne serait pas applicable pour les déchets nucléaires dans ses principes ? Bien sûr, il est difficile de trouver le bon seuil mais pourquoi ne pourrait-on pas faire ? Est-ce que les producteurs de déchets nucléaires seraient plus rusés ou inciviques que les industriels du chimique ? Je ne le pense pas, alors pourquoi ?

M. BIRRAUX — Votre intervention montre à l'évidence que l'absence de réglementation jusqu'à présent a conduit à des approches et à des conceptions tellement différentes qu'il me paraît difficile d'essayer de trouver une approche générale et qui réalise un consensus.

M. LACOSTE — A la DSIN, nous ne croyons pas à des seuils universels en dessous desquels on banaliserait. C'est un point de divergence assez fondamental. Pour le reste, je partage le sentiment de M. ROLLINGER, mais il nous accuse de ne pas être arrivés au bout d'une démarche que nous entamons. Nous nous efforçons de la bâtir mais nous sommes au début du processus.

Il a été fait allusion aux conclusions d'un groupe de travail sur ce que pourrait être le concept d'un stockage dédié : à un moment, il ne serait pas mauvais que l'ANDRA présente ce document.

M. ROUSSON — Nous avons envisagé le problème sur sa globalité d'interaction avec l'environnement. Il faut prendre les problèmes sanitaires que posent les déchets radioactifs avec les autres problèmes d'environnement autres que nucléaires qui ont eux aussi des actions sur la santé.

Il faut insister sur le fait que dans notre société l'environnement est surtout une question économique. Se cantonner au traitement de l'impact des déchets nucléaires est insuffisant. Nous sommes pour une réglementation qui donne des seuils de suractivité, d'activité ajoutée, et pas seulement sur les déchets nucléaires mais les déchets en général. Chaque habitant génère 3 tonnes de déchets qui contiennent 100 kilos de déchets industriels toxiques dont 99% sont chimiquement toxiques et 1% nucléaires.

Si on se focalise sur les installations nucléaires de base, on arrivera certainement à faire disparaître la totalité du 1% nucléaire, mais on fera disparaître le nucléaire dans sa production d'énergie qui sera remplacée par d'autres sources d'énergie qui ne seront pas forcément moins nocives. Une production de CO₂ aussi banale qu'elle soit commence à intriguer les gens ; si un jour on arrive à la disparition de la couche d'ozone, je ne suis pas sûr que nous ne subirons pas la radioactivité du soleil avec autant de problème que nos installations nucléaires de base.

C'est pourquoi il ne faut pas se focaliser uniquement sur un sujet mais bien globaliser.

C'est l'occasion de donner au ministère de l'Environnement toute l'importance qu'il pourra avoir dans les années et décennies à venir. J'y trouverai un intérêt de le rendre fédérateur des autres ministères intéressés par ce problème de santé ou de contrôle pour qu'il puisse avoir les moyens d'une politique d'environnement globale et les moyens de contrôle, que ce soit des contrôles de décharge classique ou de décharge dédiée, et surtout la possibilité d'assumer une traçabilité de tous ces produits qui seront ou à recycler ou à stocker pour pouvoir au niveau européen suivre ces recyclages. Pour ceci, il faudra multiplier les portiques existants, surtout dans les zones portuaires, les transports routiers.

Ce ministère de l'Environnement devra également avoir une transparence plus grande vis-à-vis de la presse. Ce matin encore, nous avons eu l'occasion de découvrir qu'en n'ayant qu'une parcelle de l'information, on finit par étayer une thèse qui s'avère fautive. Si nous voulons que le public nous suive et sache où est son intérêt, il faut donner les moyens de la transparence, du contrôle, de la traçabilité et le choix entre les deux maux.

M. BIRRAUX — Pour ce qui est de la transparence, l'Office parlementaire essaie de l'organiser.

M. LOCHARD — Je ne suis pas un spécialiste des TFA mais j'essaie d'intervenir dans le débat par rapport à ce que j'ai entendu. En particulier, ce débat entre l'existence d'un seuil ou non me semble intéressant.

Il semblait y avoir à l'origine un consensus sur le fait qu'il fallait abandonner l'idée d'un seuil universel mais cette idée semble réémerger. Je me demande si nous ne sommes pas confrontés à ce problème sur le plan de la responsabilité. On pourrait dire que le fait de ne pas vouloir mettre un seuil signifie ne pas vouloir se lancer de manière responsable.

Si le problème se pose en termes de responsabilité et qu'on ne veut pas le poser au niveau de seuil, c'est-à-dire en sortant du système de protection radiologique « par le bas », on peut le poser à un autre niveau : celui des choix que l'on fait en matière de protection et de santé dans l'ensemble de la société.

Le problème des TFA est très complexe puisque nous avons un continuum très grand entre la radioactivité ambiante jusque vers les seuils de moyenne activité. Nous avons déjà entendu un large spectre de solutions qui vont de la dilution, la banalisation, le traitement, le confinement à la transformation en INB : une solution serait d'aborder cela par le biais de l'optimisation de la radioprotection, c'est-à-dire en le prenant au cas par cas par nature du produit avec les solutions envisageables, et d'évaluer le risque.

On fait tout cela parce qu'il y a un risque supposé. Cela vaudrait donc la peine d'objectiver le risque. Quand on fait le calcul sur le risque en jeu au niveau des TFA, il faut voir quelles sont les priorités.

Au passage, il faut penser au problème des transferts de risques. On essaie d'arranger les problèmes vus d'un certain angle, mais on les complique sur un autre plan. Le fait de ne pas vouloir diluer maintenant signifie que l'on va transférer les problèmes à gérer sur le plan sanitaire mais aussi sur le plan de l'organisation sociale sur nos descendants.

Il faudrait évaluer, c'est le point crucial, en tenant compte de tous les transferts. Par ailleurs, il me paraît important d'évaluer l'efficacité des solutions. On a beaucoup de solutions, alors voyons au cas par cas la solution la plus efficace, sinon en cherchant des solutions universelles on va jeter l'argent par la fenêtre.

Un troisième pas à franchir est l'opportunité de s'engager ou non dans ces actions. Le débat général au niveau de notre société depuis plusieurs jours est l'avenir de la santé des Français. J'ai entendu à la radio des gens qui se posent la question de savoir s'il faut continuer à faire systématiquement des opérations du cœur qui sauvent des personnes mais pour un coût de 600 000 F, si l'on va continuer à opérer les personnes au-delà d'un certain âge pour des opérations très compliquées. Ce sont des débats de fond, indirectement ces problèmes se posent à notre société. Comment peut-elle, avec les richesses qu'elle est capable de produire, améliorer et maintenir la qualité de vie ?

Jusqu'où veut-on aller dans la protection par rapport à ces TFA ? Si on ne veut pas poser le problème en termes de seuil, il faut quand même poser ce problème de responsabilité.

M. ROQUE — Seuil ou pas seuil, cela peut se discuter. C'est forcément lié à une définition de tout ce qui est procédure, ce que l'on veut mesurer. A chaque fois que l'on parle de ce genre de seuil, c'est uniquement en γ , on fait une règle de trois et on dit que tout est pareil et que l'on peut estimer l'activité des radioéléments. C'est anormal et il est nécessaire dès l'instant où on parle de seuil de coupler avec ce que l'on veut mesurer et la façon de le mesurer.

Je voudrais réagir sur les propos de **M. LALLEMENT** comme quoi en zone contrôlée, sauf incident, c'est propre. C'est quand même une approche qui m'étonne.

M. JAMMET a une idée intéressante sur la décharge considérée comme source, mais il faut nous dire quel est le témoin d'alerte, et comment réagir s'il y a problème.

On peut discuter d'un zonage, mais qui peut garantir que pour une partie du site il n'y a aucun problème. Je suis dans un site nucléaire et l'on peut trouver de la contamination partout. Qui n'a pas sa petite source dans son bureau ?

On peut faire des nuances dans les circuits mais ne rien faire du tout n'est pas réaliste. Un zonage oui, mais avec des mesures adaptées au faible risque si faible risque il y a. Si l'on veut garantir quelque chose qui sort du site, il faut faire la mesure appropriée.

Mme BÉNARD — Nous sommes dans la logique de la loi déchets et nous retrouvons un certain nombre de discussions que nous avons eues quand il s'agissait de faire la différence entre les déchets industriels banals et les déchets industriels spéciaux. Le problème est difficile et nous avons le même type de réflexion dans un domaine différent.

S'agissant des déchets médicaux qui sont un vrai problème, nous avons retrouvé la même difficulté avec les déchets de soins et la façon de les gérer dans les ordures ménagères.

Il y a actuellement un décret en cours sur la gestion des déchets de soins et je ne suis pas sûr que l'on ait pensé aux déchets radioactifs. Avant que ce décret sorte, il serait intéressant d'y réfléchir. Il est actuellement en discussion au niveau du ministère de la Santé, et il serait intéressant de prendre ce problème non pas dans le problème général des déchets faiblement radioactifs mais de le relier à l'ensemble des déchets de soins.

S'agissant des déchets venant des INB, ils seront les plus faciles à traiter. Bien entendu, les producteurs et l'administration ne sont pas toujours d'accord, mais c'est assez simple car on sait à qui on a à faire. Ce qui nous paraît plus important, c'est la traçabilité. La science évolue et il est possible que l'on découvre qu'un déchet est plus dangereux qu'on ne le pensait. Si on sait où sont passés les déchets, on peut les retrouver.

Plusieurs personnes ont dit que nous étions tous radioactifs. C'est quelque chose qui m'agace profondément. J'ai du potassium radioactif dans mes cellules. J'espère que je n'ai pas trop de strontium qui a pris la place du potassium.

Enfin, le consensus sur les effluents radioactifs est un consensus daté, je ne suis pas sûr que ce soit un consensus actuel. A l'époque, nous, associations de protection de l'environnement, nous n'étions pas d'accord sur ce qui se passait, nous n'avions pas l'écoute du public que nous avons maintenant. Il ne faut pas croire qu'il y aurait le même consensus si l'on prenait les décisions actuellement.

Mme RIVASI — Je suis d'accord avec la CFDT sur le fait que le premier problème est le problème sanitaire. J'ai participé à plusieurs colloques où on nous présentait les déchets par catégorie, comme si cela n'avait pas d'impact sanitaire. Or, une des bases est de savoir quel détresse la population française est prête à accepter si on banalise les déchets radioactifs ou même si on installe une décharge radioactive, sachant qu'au bout d'un certain nombre d'années, on va banaliser.

Combien de cancers la population française est-elle prête à accepter sachant qu'une série de pratiques va être effectuée due à la banalisation des déchets radioactifs ? Sur quelle base est-ce calculé ? Est-ce sur un millisievert, sur 10 microsievverts, 100 microsievverts ? La base des Américains ou des Anglais est explicitée, en France elle ne l'a jamais été de façon officielle.

Qui fait les évaluations sanitaires ? C'est une grosse polémique depuis un certain nombre d'années puisque la plupart des évaluations sanitaires pour Saint-Aubin avaient été réalisées par l'IPSN ; les participants étant payés par le CEA et Saint-Aubin étant un des sites du CEA, cela nous posait un problème d'un point de vue déontologique. Nous voulions que ce soit le ministère de la Santé.

Qui doit être responsable de notre protection sanitaire si ce n'est le ministère de la Santé ? D'où notre célèbre SCPRI changé en OPRI ! L'affaire Saint-Aubin était intéressante sur le principe puisqu'à cette époque les déchets mesurés à Saint-Aubin n'étaient pas pour les exploitants des déchets radioactifs. Ils le sont devenus parce que lorsque l'on a fait faire des évaluations sanitaires par un laboratoire anglais, puisque notre SCPRI refusait de faire l'évaluation sanitaire, on s'est aperçu qu'il y avait un dépassement des doses maximales admissibles. A partir du moment où il y avait dépassement, il y avait infraction par rapport à la réglementation française.

Il faut que d'un point de vue radioprotection le ministère de la Santé fasse les évaluations sanitaires. En aucun cas l'IPSN n'a le pouvoir de faire les évaluations sanitaires, ou alors qu'il sorte du CEA.

Enfin, on a l'impression que les scénarios d'évaluation sanitaire sont transparents. Nous avons une polémique avec l'ANDRA dans la mesure où il n'y a pas transparence de tous les scénarios. Nous sommes le seul pays où nous n'avons pas de limite suivant les tranches d'âge, nous n'avons que l'homme standard de 70 kilos. Nous avons rencontré ce problème au moment de Tchernobyl où il n'y avait pas de LAI différenciée suivant les tranches d'âge.

Donnez-nous les scénarios sur Soulaïnes qui nous permettent de dire que dans 300 ans on pourra banaliser.

En outre, nous n'avons pas les évaluations sanitaires concernant les autorisations de rejet des centrales, et nous ne pouvons pas parler des déchets sans oublier les effluents, qu'ils soient liquides ou gazeux.

Vu l'impact et l'étude réalisée sur Marcoule, lorsque je vois les autorisations de rejet, il me semble légitime de demander officiellement à l'OPRI sur quelle base sont faites ces évaluations sanitaires. Pourquoi allez-vous autoriser tant de milliards de becquerels sur certains types de radioéléments ? Sur quelle base cela se fait-il ? Est-ce une protection individuelle sur une population critique ? Pour l'instant, aucune transparence n'existe à ce niveau.

Deuxième aspect, la réglementation. Depuis 4 ans, nous observons une évolution. Rappelez-vous, la CRII-RAD s'était toujours insurgée sur le fait que les 100 000 Bq du décret de 1966 n'étaient pas pour nous des seuils d'exemption. Or, par les DRIRE, c'était utilisé en tant que seuils d'exemption parce que l'exploitant était soumis soit à déclaration soit à autorisation. Pour conforter cet élément, le ministère de l'Environnement a écrit dans un arrêté du 16 mars 1993 que pour les déchets faiblement radioactifs, il fallait se conformer à ce décret de 1966.

A La Baule, j'ai bien expliqué que sur Saint-Aubin on avait un dépassement des doses maximales admissibles. En aucun cas sur l'état de Saint-Aubin qui était de 13 000 Bq.kg⁻¹ on pouvait affirmer qu'il n'y avait pas de risque sanitaire. J'ai eu confirmation par l'OPRI comme quoi en aucun cas il ne fallait prendre les 100 000 Bq comme seuil d'exemption. C'est une évolution, c'est écrit par le ministère de la Santé pour alerter les inspecteurs de la DRIRE comme quoi ce n'est pas un seuil d'exemption et que ces déchets doivent aller dans des sites dédiés.

Quelle est la réalité ? A la CRII-RAD, nous faisons beaucoup d'expertises concernant les décharges. Nous observons des déchets radioactifs à 1 000 / 10 000 Bq.kg⁻¹. Ce ne sont pas des déchets provenant des centrales nucléaires mais des déchets industriels.

Nous sommes soumis à plusieurs pressions dont la pression de l'emploi comme quoi si nous n'acceptons pas ce type de déchets dans les décharges de catégorie 2, on ne peut pas payer pour que ces déchets aillent à Soulaïnes. Pour moi c'est un chantage à l'emploi facile.

En fait, le problème est que l'on n'a pas prévu les sites de stockage dédiés pour ce type de déchets.

Nous sommes contre les seuils, nous nous étions battus avec M. LE DEAUT contre cela et tous les dossiers depuis 4 ans ont confirmé la position de la CRII-RAD. On était incapable de mettre en place des moyens de contrôle. Nous avons mis en évidence des trafics de déchets radioactifs (RADIACONTROLE).

A partir du moment où ce sont des déchets qui proviennent d'installations, d'INB ou des hôpitaux (le dossier de Toulouse a bien mis en évidence l'impact des hôpitaux d'un point de vue rejets radioactifs dans l'environnement puisqu'ils doivent se mettre en conformité pour respecter le décret de 1981), qu'ils sont radioactifs, ils n'ont pas d'endroit pour être stockés. Que faire ? Si on décide de les mettre dans les décharges de catégorie 2, c'est à l'administration de prendre une décision en indiquant aux gens le détriment que cela occasionnera vis-à-vis de la population.

Si vous voulez faire évoluer la population française, il faut la responsabiliser : quel nombre de cancers peut-elle accepter par rapport à telle ou telle pratique ?

M. BIRRAUX — Vous rendrez au moins cette grâce aux parlementaires d'avoir essayé de rétablir dans ce domaine la responsabilité de l'Etat, aussi bien M. LE DEAUT que moi-même. J'ai toujours dit, et je dis toujours que la définition des normes sanitaires est une responsabilité de l'Etat, que cette responsabilité ne saurait être ni concédée ni sous-traitée. Je ne désespère pas que les représentants du ministère de la Santé transmettront à Monsieur le Directeur général de la Santé mon souhait un jour de le voir dans une de ces auditions de l'Office parlementaire.

Nous discuterons la semaine prochaine des normes appliquées aux travailleurs et aux populations dans le cadre de l'audition sur la radioprotection. S'il n'était pas là, je trouverais qu'il ne remplirait pas tout à fait ses fonctions. Je le dis consciemment sachant que cela figurera au procès-verbal.

M. NOUGUIER — Je souhaite revenir sur l'intervention du Pr. MASSE sur les déchets diffus. Il faudra durant la journée préciser ce qu'est un déchet diffus. Il y a le problème de l'iode qui peut être considéré comme un déchet diffus et ce genre d'impact peut être analysé d'une certaine manière, et il y a les autres déchets diffus qui sont les déchets radioactifs qui peuvent arriver de n'importe quel autre endroit du monde. Dans d'autres pays, les déchets d'exploitation d'installations nucléaires de base sont traités comme des produits normaux. Il existe un marché mondial de la ferraille et pas simplement des déchets européens.

Quand j'entends M. ROUSSON préciser qu'il y a des contrôles à faire au niveau européen, ce n'est pas suffisant car des bateaux de ferraille arrivent du monde entier dans les ports français, des trains de ferraille arrivent de l'Europe entière et même hors de l'Europe communautaire. Je vois mal mettre en place à toutes nos frontières, dans tous nos ports, à chaque carrefour, des balises pour arrêter ces trains, ces bateaux et ces camions. Je vois encore plus mal traiter ces ferrailles qui viennent d'installations nucléaires étrangères différemment des déchets de même nature qui viendraient d'installations nucléaires françaises.

Je souhaite que nous revenions au cours de la journée sur ces déchets dits diffus dans la mesure où ces ferrailles, ces gravats, ces métaux qui viennent de l'extérieur de la France peuvent largement contribuer à des phénomènes de nuisance contre lesquels on essaie de s'opposer en mettant ensemble la procédure producteurs avec les autorités de M. LACOSTE.

Je ne suis pas tout à fait d'accord avec lui lorsqu'il dit qu'il peut y avoir des règles différentes pour les déchets diffus, à condition que dans les déchets diffus on fasse à nouveau des catégories entre les vrais diffus et les autres qui sont une manière de détourner les problèmes que nous rencontrons.

M. BIRRAUX — Vous plaidez pour une réglementation. En vous écoutant, je pensais à ce que les Japonais exigent du poulet de Bresse, des certificats comme quoi il ne contient pas de radioactivité au-delà des normes imposées aux Japonais. Le jour où l'on saura qu'il y a une réglementation, les ferrailleurs sauront qu'ils devront avoir une attestation comme les Japonais demandent une attestation pour le poulet de Bresse. C'est bien vers une réglementation que l'on doit aller. A partir de là, on saura qu'elle existe.

M. GANIVET — Je voudrais intervenir au nom du Haut comité français de la défense civile qui est une association qui regroupe pour l'essentiel des gens impliqués dans la protection des populations contre les risques technologiques ou naturels.

Nous avons réfléchi sur le problème des déchets nucléaires en général et des risques liés aux déchets TFA. Quand nous lisons les études faites par l'IPSN ou par l'OPRI, il nous apparaît que l'impact sanitaire, quels que soient les scénarios envisagés, semble négligeable. Quelles que soient les évaluations de cet impact sanitaire, on trouve des évaluations comprises entre 10 μ Sv et 1 mSv par an, tout cela comparé au demi mSv par an auquel nous sommes exposés de façon inévitable à travers la radioactivité naturelle, les rayons cosmiques, les examens radiologiques.

Si l'on admet que l'impact sanitaire est justement négligeable, on est confronté au problème de l'acceptabilité psychologique de ce type de déchet. A ce moment, on s'aperçoit que la démarche engagée par la DSIN est globalement bonne.

On doit garantir la qualité de la gestion et de la traçabilité. Un certain nombre d'inquiétudes pourraient progressivement disparaître si les populations avaient conscience que les procédures mises en oeuvre par tous les exploitants, nucléaires d'abord et par d'autres utilisateurs ensuite, garantissent l'absence de dysfonctionnements qui pourraient amener à classer certains déchets comme non nucléaires donc à prendre leur faire prendre la voie de la banalisation. Effectivement, les dysfonctionnements sont toujours possibles, nous l'avons déjà vu.

A partir du moment où l'on peut garantir la traçabilité, il serait souhaitable, afin de la mener jusqu'au bout, d'homologuer des sites d'entreposage dont le niveau technique ne devrait pas dépasser la décharge de classe 2 dans la mesure où l'impact sanitaire étant négligeable il n'y a pas de raison d'aggraver les coûts de stockage et de créer des contraintes supplémentaires dont on n'apprécie pas fatalement les conséquences à terme. Ces décharges de classe 2, dûment homologuées, recevraient une habilitation à recueillir des déchets TFA mais n'auraient pas de contrainte technique particulière, sinon d'être étiquetées comme telles.

C'est bien entendu la possibilité de réutiliser les matériaux issus du démantèlement à chaque fois qu'il s'agit d'un usage non domestique, non alimentaire, encore que compte tenu de la diversité des traitements subis par les déchets, notamment les déchets métalliques dans différents pays, tous ceux qui achètent aujourd'hui des machines à laver en Allemagne achètent peut-être des machines à laver faites avec des aciers de récupération qui, si on les passait dans un portique, amèneraient des surprises. Au niveau de nos propres pratiques, nous pourrions recommander un usage non domestique, non alimentaire.

S'agissant des bétons, il faut peut-être éviter de faire des agglos pour construire des maisons individuelles mais on peut très bien les utiliser dans des sites industriels, dans des soubassements autoroutiers, etc.

Il nous paraît important de ne pas créer des décharges d'un type spécifique mais d'homologuer des décharges telles qu'elles sont prévues aujourd'hui par la réglementation s'agissant des déchets industriels de classe 2. A ce moment, on a une idée des coûts de stockage, des coûts qui restent raisonnables et qui ne devraient pas pénaliser l'industrie. Créer une pénalisation à caractère artificiel, c'est faire le jeu d'autres pays au détriment de l'emploi dans notre propre pays.

Mme SUGIER — Je voudrais prendre ma deuxième casquette de directrice de la protection à l'IPSN.

Madame RIVASI a soulevé la question très importante de l'expertise technique. Dès lors que l'on n'a pas des seuils universels, on doit faire des études d'impact spécifiques. Ce sont des études relativement complexes où il faut une certaine technicité et être sûr que le résultat sera correct

Dans ce cas, il n'y a pas de remède miracle. Le remède, c'est la concurrence, et nous sommes très contents qu'existe une organisation comme celle de Mme RIVASI. Il faut avoir une ouverture vis-à-vis de l'étranger. Nous sommes très ouverts au NRPB puisque sur le cas des faibles doses, nous lui avons demandé de faire une étude qu'il présentera la semaine prochaine.

D'autre part, il y a une manière d'organiser l'expertise auprès des autorités qu'est l'IPSN. Est ici présent le président du comité directeur de l'IPSN qui est en même temps l'autorité de sûreté. Je pense qu'il ne souhaiterait pas qu'on laisse sans réponse des attaques contre la déontologie de l'IPSN que celui-ci a réussi à construire au cours des années.

J'aimerais enfin rappeler le rôle difficile et important qu'a eu l'IPSN sur ce changement de politique favorisant les filières, y compris à la lecture de textes de la CRII-RAD. Il faut toujours savoir rendre aux uns et aux autres ce qu'ils apportent et non pas transformer en bouc-émissaire des gens qui savent évoluer et savent avoir un code de déontologie.

M. LALLEMENT — Je voudrais réagir aux propos de Mme RIVASI, non pas sur le fond car, comme elle l'a dit, 4 ans de dialogue font que nos positions sont très voisines, mais parce qu'il y a un compte rendu et que quelques phrases doivent être rectifiées.

A Saint-Aubin, où le travail a été évalué par le NRPB donnant une certaine dose dans un certain scénario, l'IPSN faisant le calcul honnêtement et trouvant avec d'autres scénarios d'autres doses, on ne peut pas dire que l'on a démontré qu'il y avait erreur. D'ailleurs, la commission locale a beaucoup discuté sur le sujet.

De même, le mot "trafic" pour RADIACONTROLE me semble un peu excessif. C'est vraiment une grosse négligence et une grosse erreur, derrière le mot "trafic" on peut induire l'idée qu'il y avait une volonté délibérée de faire quelque chose. Je ne pense pas que c'était si délibéré que cela mais plutôt une grosse erreur.

Il faut rectifier les mots excessifs et rappeler que dans le fond je ne suis pas en train de dire quoi que ce soit de différent de ce qu'a dit Mme RIVASI.

Enfin, on m'a dit que j'avais essayé d'animer la salle en disant que je ne croyais pas aux réglementations. En fait, j'aimerais bien une réglementation mais, au CEA, pendant 2 ans, j'ai dû à tout le monde de garder les déchets en attendant une réglementation. Ne voyant rien venir, avec d'autres producteurs, nous avons pris une démarche dont je voudrais que vous sentiez à quel point elle est difficile et responsable. Faire des études déchets ou établir des filières, ce n'est pas une solution facile mais une solution compliquée que nous avons acceptée parce que la réglementation ne venait pas. Ce n'est pas pour noyer le poisson mais ce que nous avons essayé de faire est vraiment très difficile.

Le fait de dire que quand il n'y a pas eu d'incident la zone est propre, c'est pour illustrer le fait que quand on fera des études déchets, on aura à avoir des règles, des philosophies pour savoir exactement ce qu'est le zonage. J'ai travaillé pendant plus de 10 ans dans des laboratoires, j'ai dû vivre 3 contaminations sérieuses mais j'ai passé des mois où aucun contrôle n'a révélé quoi que ce soit, et les balayuses passaient tout le temps pour que le laboratoire soit impeccable. Il y a quand même des réalités dans les laboratoires qu'il faudra prendre en compte quand on mettra au point les pratiques des études déchets.

Ceci étant, j'attends toujours la réglementation et je l'aimerais !

M. ROLLINGER — Je suis content que M. LALLEMENT me rassure sur la réglementation mais je n'étais pas trop inquiet sur sa position.

On a pas mal évolué, pas mal réfléchi depuis quelques années et on a progressé. D'ailleurs, aujourd'hui, tout le monde admet que les brèves de réglementation qui ont d'autres destinations ne sont pas applicables en termes de gestion des déchets. La clarification citée par Mme RIVAST, apportée par l'OPRI, sur le seuil de 100 000 Bq était importante mais on n'en était pas là il y a 3 ou 4 ans.

Quelle réglementation faut-il et comment l'élaborer ?

La condition de l'acceptabilité est la lisibilité de la réglementation par tout le monde. Il faut bien sûr adapter les procédures, adapter les mesures à la gravité des risques et graduer les choses mais il faut aussi que ce soit suffisamment simple pour être compris et qu'on ne puisse pas reprocher une autre pratique ailleurs. C'est la meilleure manière de discréditer durablement, pour des dizaines d'années, tout ce que nous faisons. Ne prenons pas ce risque.

Je comprends les producteurs de déchets qui préfèrent garder tout où c'est dangereux. C'est un peu le zonage, cela peut être un progrès, cela peut être une manière de cibler nos efforts sur les endroits où il y a plus de risques, mais je ne crois pas que l'on puisse, avec le zonage, dire qu'à tel endroit c'est une INB mais qu'à tel endroit il n'y a pas de risques.

Nous n'échapperons pas à la définition des mesures, des procédures de contrôle sur tout ce qui sort d'une installation nucléaire ou d'une ICPE radioactive et à la définition de seuils. Le zonage peut permettre de cibler et de dire qu'à l'intérieur de zones où il y a suspicion de dangerosité, on ne prend aucun risque, les mesures ne sont pas suffisantes et on traite tout, mais on n'échappera pas, à la fois pour les déchets diffus, les déchets pour l'industrie non nucléaire et les déchets de l'industrie non nucléaire hors zone, à cette définition.

Rendons les choses suffisamment claires.

Un autre progrès passe aussi par les démarches graduées. Il y aura quelque part la mise en décharge dédiée, spécialisée, avec des précautions ; il y aura des pratiques de recyclage, avec la définition de filières ; il y aura enfin Soulaïnes avec des déchets radifères qui posent un problème particulier.

Cette diversité est encore à mettre au point. Cela nécessite aussi de la recherche. J'insisterai auprès du CEA et des responsables publics qui donnent les moyens au niveau de la recherche pour définir et monter ces filières et que cela ne se fasse pas au coup par coup.

Que COGEMA et EDF se mettent d'accord pour lancer le projet sur le site de Marcoule en mettant au point un projet de recyclage des aciers contaminés et d'un incinérateur. S'ils fixent eux-mêmes dans leur coin les seuils, cela ne va pas. C'est louable, ils font une proposition quand d'autres n'en font pas, mais il faut que tout cela se fasse dans une démarche générale et que chacun n'agisse pas de son côté.

Il faudra justifier, quelle que soit la pratique adoptée (zonage, seuil, contrôle). Au bout du compte, ces décharges doivent être banalisées, certains produits recyclés de fait devront être banalisés. Quel est le seuil sanitaire d'acceptabilité, avec quel scénario et quelle règle relativement simple ?

M. BIRRAUX — Vous souhaitez que pour ces sites dédiés on arrive à un scénario comme celui de Soulaïnes où l'autoroute passe dessus, où les gens viennent construire leur maison à une date X. C'est le même processus.

M. ROLLINGER — On ne pourrait pas comprendre que les scénarios et les règles retenus soient moins sévères et moins pénalisants pour des déchets de faible activité comme pour des déchets

de Soulaines. Je ne comprends pas comment on pourrait expliquer cela à la population. Je ne me sens pas capable.

A un moment ou un autre, il y aura une certaine banalisation. Qu'on dise ne pas vouloir aujourd'hui, d'accord, mais cette discussion doit avoir lieu, et pas seulement entre spécialistes.

J'ai un désaccord fondamental avec l'IPSN sur ces problèmes d'impact sanitaire radiologique où l'on a tendance à dire que la sûreté traitée par des experts qui donnent des avis au cas par cas est un débat entre experts et tout repose sur la confiance envers ces experts. Je fais confiance aux experts mais cela ne me suffit pas et, en particulier, en termes d'impact sanitaire, il faut que le débat dépasse les experts, que les règles du jeu, que les méthodes, que les scénarios, que les seuils d'acceptabilité sanitaire soient mis sur la table et que l'on construise la réglementation à partir de là.

Après, un seuil universel de contrôle ou pas, ce n'est jamais qu'une pratique parmi d'autres. Il ne faut pas en faire un débat théologique, c'est une pratique parmi d'autres du moment qu'on respecte les mêmes règles du jeu et les mêmes règles d'évaluation sanitaire. En revanche, cela a l'avantage de mettre les ressources là où l'effort est le plus important pour l'impact sanitaire. Il ne faut pas disperser les ressources, il faut les concentrer là où il y a le plus de problèmes.

Une autre ressource aussi est limitée : le nombre de sites qui, techniquement, peuvent accueillir des déchets plus ou moins dangereux et le nombre de sites qui seront acceptables par la population française. Ne rêvons pas, il n'y en aura pas 50.

Il faut donc se donner des règles du jeu qui permettent de réserver ces sites qui sont bons techniquement et qui seront acceptables là où nous en avons le plus besoin.

M. BIRRAUX — Vous venez d'illustrer ce qui avait été proposé par l'Office parlementaire dans le cadre de la réorganisation de la radioprotection, c'est-à-dire d'avoir auprès des responsables de la radioprotection au ministère de la Santé des groupes permanents techniques, pluralistes, qui permettent cet échange et cette discussion qui fait défaut et où l'on puisse aborder tous les problèmes et dégager un consensus.

Je dois rendre cette grâce au Directeur général de la Santé de s'y être engagé dans la création d'un premier groupe d'experts en préparation.

M. ROLLINGER — Ce sera certainement un progrès, nous ne pensons pas que ce soit suffisant parce qu'il ne faut pas que les discussions n'aient lieu qu'entre experts et au cas par cas.

M. BIRRAUX — Si l'on veut sortir quelque chose de cohérent, il faut un minimum de gens qui aient un minimum de connaissances pour pouvoir en discuter. Ce n'est pas un happening ouvert. Il faudra vraiment des gens qui puissent apporter quelque chose. Il y a des gens qui ont une expérience, ils auront une approche différente, il faut les mettre ensemble pour qu'ils puissent discuter et faire des propositions.

Tous ceux qui ont de l'expérience et de la compétence sont prêts à engager la discussion : le débat sera profitable à tous.

M. ROLLINGER — Un bon exemple dans ce domaine, qui n'est pas du cas par cas, c'est la manière dont s'est discutée l'application des directives EURATOM en France. Cette réglementation, dans ses grandes lignes, a été discutée au Conseil supérieur de prévention des risques professionnels où étaient présents des experts syndicaux et autres. Cela a permis de dégager des grandes lignes générales valables pour une certaine durée avec la contribution de tous les acteurs. Mais il nous semblerait dangereux que la discussion entre experts, quelle que soit sa qualité, se fasse uniquement au cas par cas, et dans ce cas, les acteurs sociaux dont ce n'est pas le métier au jour le jour ne

pourraient pas y participer, pas plus les syndicats que les associations écologistes ou autres parce que nous n'avons pas les mêmes moyens.

Il ne faut pas trop faire du cas par cas.

M. ROQUE — La notion de zone propre est un terrain glissant et il faut savoir ce qu'on y met derrière. Par rapport à tout ce qui sort des zones, c'est d'un facteur 10 supérieur à la norme de transport, et c'est un problème qui n'est pas réglé depuis de nombreuses années.

M. EHR SAM — Je voudrais ici évoquer la réflexion de notre organisation syndicale et quelques propositions sur la gestion des déchets de très faible activité.

Les installations sont soumises aux dispositions réglementaires et législatives relatives à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux par la loi de juillet 1992, ainsi qu'à ses décrets d'application. La plus grande partie des déchets que produisent ces installations sont des déchets industriels et urbains ordinaires qui ne peuvent déroger aux dispositions communes et notamment à celles qui visent à optimiser leur élimination et leur récupération, à limiter le volume des déchets et à valoriser les déchets par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des déchets des matériaux réutilisables ou de l'énergie.

Par ailleurs, les installations ayant des activités nucléaires amènent naturellement à exploiter les secteurs qui contiennent des matières radioactives et à produire des déchets que leur contenu radioactif soumet à la réglementation spécifique de protection contre les rayonnements ionisants.

Il est à observer que la rétention totale des matières radioactives ne peut en pratique être garantie de manière absolue par le confinement des installations nucléaires. Ce qui sort des zones contenant des matières radioactives non scellées, que ce soit du matériel, de l'outillage, des matières, des déchets ou des personnes, est susceptible d'emporter la radioactivité à des états de trace mais à des niveaux de contamination qui n'imposent aucune contrainte réglementaire. C'est le domaine appelé de façon conventionnelle de « très faible activité ».

L'optimisation à l'intérieur des contraintes réglementaires repose sur trois grands principes :

Le premier est celui de l'ensemble des acteurs qui doivent agir en vue de réduire la production de déchets de trois catégories (ordinaires, radioactifs, de très faible activité). L'objectif est posé de réduire le volume des déchets non susceptibles de prétendre une valorisation destinée au stockage. L'application de ce principe nécessite le tri à la source puis éventuellement au traitement et à la séparation des matières valorisantes et enfin l'évacuation et le stockage sur le site.

Second principe : l'ensemble des acteurs doivent agir en vue de séparer rigoureusement les trois catégories de déchets (matière et matériel). L'objectif est de réduire la part des déchets radioactifs au sens de la réglementation de très faible activité tout en garantissant que la grande masse des déchets restant ne se distingue en rien des déchets industriels et urbains ordinaires. L'application de ce principe conduit au strict respect des consignes, au contrôle vigilant de l'exploitant.

Troisième principe : l'ensemble des acteurs doivent agir en vue de maîtriser la remise des déchets (matière et matériel) à des tiers hors site. L'objectif visé est d'assurer que cette remise se fasse dans des conditions réglementaires et optimales qui permettent à l'exploitant de répondre de ses actes. L'application de ce principe conduit à l'analyse comparative des lois de recyclage (élimination et stockage), à la vérification de l'opportunité des solutions envisagées, à l'information des tiers concernés et à l'administration et archivage sous forme quantifiée et à la traçabilité des opérations.

Aucune industrie, aucun organisme ne peut fonctionner en vase clos. Il suffit d'évaluer les flux entrants et sortants de toutes natures nécessaires au bon fonctionnement de l'installation et se convaincre qu'il n'est pas matériellement possible de faire en sorte que ce qui a pénétré dans une installation nucléaire ne sorte plus de l'industrie nucléaire.

Cela suffit pour comprendre que les dysfonctionnements réels ou supposés par rapport aux trois principes énoncés ci-dessus peuvent conduire à des mesures restrictives susceptibles de perturber gravement l'ensemble des activités nucléaires. Il importe donc que tous les acteurs du nucléaire accordent la plus grande vigilance à la qualité de leur traitement.

Pourquoi ne pas préconiser l'incinération sur le lieu même de la production des déchets très faiblement actifs pour diminuer le risque des transports et l'impact que cela peut avoir sur la population ? Cela est déjà applicable dans d'autres pays. Naturellement, cela nécessiterait un encadrement législatif précis s'accompagnant d'un contrôle vigilant extérieur au producteur. Une comptabilisation des déchets très faiblement actifs doit être établie avant l'incinération et les rejets occasionnés.

Je tiens à rappeler ici que l'on a oublié le démantèlement. Demain, nous serons confrontés à des déchets très importants. A EDF, il y a eu un débat dernièrement sur le démantèlement et la déconstruction des centrales nucléaires. C'est un dossier très important dont il faudrait discuter dans l'avenir.

M. BIRRAUX — Il faut une très grande prudence, y compris sur l'incinération sur place. Chez RADIACONTROLE, on brûlait en plein air, sur le parking, un certain nombre de choses que l'on croyait avoir été décontaminées. Chacun en prenait plein les narines, aussi bien ceux qui faisaient le feu que ceux qui étaient autour.

M. EHRSAM — J'ai bien précisé : un encadrement législatif avec un contrôle.

M. PRONOST — Je voudrais intervenir en tant qu'expert auprès des tribunaux. Je note avec inquiétude que l'administration n'a pas l'air de vouloir aller de l'avant. Cela fait de nombreuses années que ce sujet est discuté et on n'a pas l'air décidé à aboutir.

Je rejoindrai les propos de la CFDT, je suis tout à fait d'accord avec son approche, je pense qu'il faut mettre des seuils. On peut commencer par des seuils modestes au début, il ne faudrait pas mettre des becquerels par gramme sans mettre un spectre des différents radionucléides en cause car un becquerel de plutonium 239 n'a pas le même effet qu'un becquerel de potassium 40.

Il suffirait de définir un petit spectre avec les radionucléides courants que nous connaissons, recensés dans les centres de stockage. Si l'on veut entrer plus avant dans la technique, il y a également à donner une notion de contamination surfacique. Il n'y a pas qu'une notion de becquerels par kilo à faire, il y a également une notion de contamination par centimètre ou mètre carré.

Ceci dit, je note que dans la réglementation actuelle un certain nombre de règles sont émises par la DSIN qui s'intitulent les RFS ; il en existe une pour les déchets, la RFS III-2-a. Au niveau de la classification des déchets conditionnés, des seuils sont mis.

Il y a une notion de présence ou pas de déchets α fondamentale. Si on rejetait des déchets α dans l'environnement en quantité importante, ce serait assez dramatique.

Je suis vraiment pour une notion de seuil, et cette notion de RFS est assez souple car elle n'est pas aussi contraignante qu'un décret. On sait faire des calculs de chaîne alimentaire, je me suis rendu trois fois à Tchernobyl, j'ai ramené des produits et j'ai fait des calculs. Ce n'est pas très compliqué à faire. On pourrait dégager cette notion.

Dans le papier qui nous a été remis ce matin, on nous parle de 1 mSv comme impact sur l'aspect sanitaire. Il n'y a pas à se battre, il faudrait prendre 0,5 mSv qui serait la moitié de l'impact dans les plus bas impacts naturels et définir un ou plusieurs scénarios.

Je voudrais revenir à cette expertise que j'ai à faire. Vous n'en parlez pas, vous êtes des producteurs ou des écologistes, chacun prêche pour sa chapelle, mais j'ai des cas à juger. Dernièrement, on m'a demandé de dire pour une personne si elle avait attrapé une leucémie à cause du nucléaire ou pas. Cela ne m'est pas facile si je n'ai pas quelque chose sur lequel me raccrocher. Nous sommes obligés de faire des calculs et pour cela il faut des règles. Cela me paraît un problème très important. C'est un autre aspect des choses. Ce n'est pas l'aspect producteur, l'aspect écologiste mais l'aspect légal des choses devant les tribunaux.

Enfin, je préside la commission d'enquête publique sur la fermeture du stockage des déchets de La Hague, l'enquête doit aboutir à la fin du mois. Des experts dits indépendants ne sont pas faciles à trouver, je crois en avoir trouvé ; cet après-midi, à 14 heures, je fais des contre-mesures autour du centre de stockage de la Manche avec des gens que je pense être indépendants, mais nous pourrions en discuter.

Enfin, je suis choqué que la France qui est en tête du nucléaire soit à la recherche de normes européennes. Nous sommes les leaders dans le monde, nous pourrions afficher nos règles une fois pour toutes sans attendre que les règles CEE sortent.

M. BIRRAUX — Je suis désolé pour vous mais nous ne sommes pas experts agréés auprès des tribunaux, nous ne pouvons être d'aucun secours pour l'expertise que vous avez à faire. D'ailleurs, il n'est pas dans notre intention d'intervenir de quelque manière que ce soit dans le cours de la justice ou des procédures relevant de la justice.

M. NOUGUIER — Je voudrais revenir sur l'intervention de M. ROLLINGER et en particulier sur les informations qu'il a données sur SOCODEI dans la mesure où elles sont fausses.

SOCODEI a créé avec le financement de COGEMA et EDF un centre sur le site de Marcoule pour faire une installation d'incinération et de fusion. Cette usine n'est pas du tout destinée à traiter des déchets de très faible activité dont nous parlons ce matin. Les déchets vont être significativement actifs, aussi bien pour la partie incinération que la partie fusion.

S'ils entrent avec des niveaux d'activité relativement bas pour que les deux producteurs concernés pensent qu'il est plus astucieux ou économique de les incinérer et de les fondre que de les envoyer à Soulaïnes, ce qui est le cas actuellement, dans les décrets d'autorisation de construction et d'exploitation de cette installation qui existent et qui ont été obtenus après enquête publique et toutes les démarches administratives nécessaires, les deux résidus finaux, aussi bien de l'incinération que de la fusion, sont destinés à être stockés.

Les premiers le seront au centre de Soulaïnes et à aucun autre endroit (c'est donc un résidu actif notamment caractérisé). Les deuxièmes, soit les lingots auraient le même sort et aboutiraient à Soulaïnes pour être stockés définitivement, soit pour un usage de réalisation de colis de conditionnement de déchets qui iraient à Soulaïnes en fin de course, par le biais de la fusion, seraient réalisées des viroles métalliques qui permettraient d'être le fut dans lequel les deux producteurs mettraient leurs déchets.

Dans les deux cas, l'exutoire final de ce qui va sortir de SOCODEI pour les deux ateliers, c'est le centre de Soulaïnes.

Quand j'entends M. ROLLINGER dire qu'on ne sait pas ce qui va se faire derrière et que l'on peut retrouver ces produits n'importe où, je ne peux pas être d'accord. Je tenais à apporter cette précision pour le compte rendu.

M. DEVILLERS — Je voulais faire une remarque au sujet de la confiance que l'on peut avoir dans l'expertise d'un centre de stockage

On a beaucoup parlé d'impact sanitaire, je voulais insister sur le fait que dans la conviction que l'on peut avoir qu'un stockage est sûr, il n'y a pas uniquement la vérification que les impacts sanitaires sont conformes aux normes de radioprotection. Il y a tout un travail en amont qui consiste à juger la qualité des différentes barrières qui sont mises en place, du soin qui est pris pour assurer de bonnes performances, de la surveillance de ces barrières. La vérification de l'impact sanitaire n'est que la partie émergée de l'iceberg.

Je prêche pour ma part pour une coopération entre des spécialistes de sûreté et des spécialistes de radioprotection. Il serait dangereux de créer une ligne de partage entre ces deux spécialités alors qu'il s'agit d'un problème global.

M. BIRRAUX — J'aimerais vous interroger sur les deux points suivants qui sont des problèmes de cohérence et de lisibilité :

- comment apprécier aujourd'hui la cohérence entre le processus initié par la DSIN et les pratiques des exploitants ? même si le four SOCODEI ne concerne pas les TFA, le problème de la dilution n'a pas été abordé. on peut diluer aussi par le four et à ce moment cela peut concerner les TFA ;
- d'autre part, qu'en est-il du stockage de Cadarache et de la dualité qui existe entre un gestionnaire qui semble être le « gestionnaire naturel », l'ANDRA, et un « gestionnaire de fait » qui est le CEA ?

M. LALLEMENT — On entrepose. J'attends d'envoyer ces déchets au stockage. Je suis surveillé pour mon entreposage et je ne suis pas gestionnaire libre et indépendant.

M. BIRRAUX — Tout de même, cela pose un problème de cohérence et de lisibilité. Qui répond à ces deux questions sur cette cohérence ?

Toujours dans la perspective de cette démarche initiée par la DSIN, quelles sont les pratiques d'ores et déjà appliquées par les exploitants ? Est-ce qu'ils s'insèrent dans cette démarche ou ont-ils une pratique différenciée, ou ont-ils déjà réfléchi à une notion évoquée par M. LOCHARD qui est celle de l'optimisation de la gestion des déchets TFA comme on parle de l'optimisation de la radioprotection ?

M. KALUZNY — Comme on l'a déjà dit au cours de la matinée, nous avons des déchets mais pas forcément l'ensemble des filières de gestion et d'élimination nécessaires. D'une façon ou d'une autre, il faut préciser un certain nombre d'entreposages. Le temporaire peut durer quelques années. Chez RHONE-POULENC, je n'imagine pas que l'entreposage se fasse sur 3 ans mais sur 10. La définition d'un concept de stockage dédié, puis la recherche d'un site ne sont pas instantanées.

De vrais problèmes apparaissent aujourd'hui sur un certain nombre d'entreposages. C'est vrai sur d'autres sujets comme les sources radioactives. Se pose donc pour elles le même genre de question d'entreposage.

On peut envisager un entreposage pour le cobalt compte tenu de sa durée de vie de 5 ans. Pour nous se pose cette question de disponibilité d'entreposage et se pose aussi la question de la bonne

répartition des tâches entre un gestionnaire désigné par la loi, l'ANDRA, et un gestionnaire de fait qui dispose d'installations nécessaires.

Une des clés qui mérite réflexion, c'est l'entreposage qui tend vers la longue durée. Il paraît plus naturel que ce soit le responsable de déchets qui en prenne la responsabilité. Pour l'entreposage temporaire, je ne vois pas de problème particulier pour que l'ANDRA s'y intéresse.

M. BIRRAUX — Le temporaire, avant d'aller à une vocation dédiée, peut durer longtemps. Cela m'amènera à poser une question complémentaire pour savoir si l'on a déjà envisagé un concept de cette décharge dédiée, si l'on a déjà des échéanciers, si l'on a quelque chose qui avance au-delà de la réflexion sur la réalisation concrète.

M. LACOSTE — M. KALUZNY a évoqué la nécessité d'un certain nombre d'entreposages temporaires pour faire face à des difficultés immédiates. Une deuxième difficulté immédiate existe.

Il y a des cas particuliers urgents d'un certain nombre d'installations qui se trouvent produire et s'occuper d'une façon extrêmement variable d'un certain nombre de dossiers de très faible activité. Là, il faudra prendre des mesures qui ne seront pas des mesures que l'on jugerait les plus pertinentes dans un monde idéal mais qui sont immédiates pour éviter un certain nombre de difficultés et/ou de scandales.

Nous sommes en train d'essayer de bâtir un système nouveau ; nous sommes loin de l'avoir mis en place. Nous avons commencé à avancer sur ce que peut être le concept d'une décharge de déchets de très faible activité. C'est l'objet des deux ou trois pages qui figurent dans le dossier et qui sont destinées à permettre que la réflexion sorte du cercle des experts

M. STRICKER — S'agissant du risque de dilution, vous avez raison de faire remarquer qu'un four peut diluer. C'est précisément l'exemple que j'ai cité en Allemagne de dilution volontaire. SOCODEI est une installation qui va recevoir des aciers pour être fusionnés. La destination de ces fours n'est en aucun cas la remise dans le domaine public de quelque manière que ce soit

M. BIRRAUX — Ils seraient davantage fondus que fusionnés, parce que fusionner introduit la notion de dilution.

M. STRICKER — C'est un four de fusion dans lequel on va fondre des ferrailles radioactives. On pourra peut-être y fondre des ferrailles TFA mais elles deviendront des ferrailles faiblement radioactives relevant de Soulaïnes ou d'une réutilisation dans le nucléaire. Ceci étant, cela mérite contrôle, je suis d'accord.

Mme RIVASI — Je voulais intervenir sur la responsabilité de la gestion des déchets. Il existe une dualité mais c'est une position politique à avoir. D'un point historique, COGEMA est également responsable d'une série de déchets sur les mines d'uranium mais aussi sur l'uranium appauvri à Pierrelatte. J'aimerais que pour la population ce soit clair : qui est responsable de la gestion des déchets ?

Nous avons beaucoup de dossiers pratiques à la CRII-RAD. Une installation qui fabrique et stocke des sources radioactives connaît des problèmes avec le carbone 14. Qui accepte le carbone 14 ? le CEA et non l'ANDRA. On a parlé des déchets de RIGNÉ-POULENC : qui les accepte ? le CEA. Il y avait des sources d'américium concernant les paratonnerres, c'est le CEA qui les a acceptées. Il a fallu interpellier l'ANDRA qui depuis a pris des bonnes initiatives concernant ces sources d'américium. Il faut une clarification sur le fait de savoir qui est responsable de la gestion des déchets.

Par ailleurs, au niveau de l'ANDRA, quand on parle de sources radioactives ou de déchets à base de radium, des gens nous amènent des émanateurs de radon. Il faudrait créer un fonds pour que l'ANDRA puisse aller chercher ces déchets sans que le particulier paie. Maintenant, les particuliers vendent un terrain en indiquant qu'ils ont un émanateur de radon, c'est un déchet radioactif, et que l'ANDRA demande 5 000 F pour le récupérer. Le fait d'instaurer un fonds pour la récupération des déchets évitera la dissémination des sources.

Quand la CRII-RAD a fait stopper le projet SOCODEI, à l'époque, nous étions contre la création de SOCODEI dans un site non nucléaire. A l'époque, il y avait bien la création de plusieurs catégories de déchets dont les déchets faiblement radioactifs qui devaient être banalisés. En collaboration avec le ministère de l'Environnement, nous avons dit que c'était trop grave et qu'à partir du moment où l'on fusionnait cela devait être fait dans des fours nucléaires.

Il faut une clarification sur la gestion de ces déchets.

Sur les sites de stockage dédiés, n'y a-t-il que l'ANDRA qui puisse proposer des sites de stockage, y a-t-il d'autres industriels ? Cela doit être ouvert, mais il faut quand même une unité sur les procédures de contrôle et véritablement une transparence. Il ne suffit pas de dire, nous avons vu que la réalité est beaucoup plus compliquée que les discours.

M. BIRRAUX — Est-ce que la police de responsabilité civile est au nom du CEA ou au nom du propriétaire ? Le propriétaire considère-t-il que ce n'est plus sur sa propriété, donc qu'il n'a plus à s'en occuper ?

M. LALLEMENT — La réponse est multiple. RHONE-POULENC est propriétaire de ses déchets, il doit les reprendre. Nous sommes là requis par les pouvoirs publics, ce n'est pas une volonté du CEA. Quand nous recevons des sources de l'ANDRA qui nous envoie des paratomètres pour les conditionner et les envoyer à Soufaines, nous sommes prestataires de service transitaires. Nos propres déchets sont en attente.

Il existe une catégorie pour laquelle la réponse n'est pas si simple : les sources orphelines ou les déchets orphelins que nous avons pu recueillir. Le CEA les a et se considère comme responsable et dépositaire puisqu'il n'y a pas de système aujourd'hui qui dit quoi faire des choses abandonnées. Quand c'est chez nous, c'est chez nous. Pour le futur, il y aura sans doute une autre façon de faire.

La réponse est donc variée et il n'y a pas de déchets au CEA dont on ne puisse pas dire qui est leur responsable.

Nous ne souhaitons pas que les stockages tampon durent. Pour nos propres déchets TFA, nous attendons la décharge dédiée, pour les déchets RHONE-POULENC, nous attendons la décharge, et pour les autres qui ne sont pas encore réglés, il faudra trouver une solution. Nous sommes dépositaires et gardiens pour le moment dans le cadre actuel.

M. LOCHARD — Je reviens sur l'approche par l'optimisation de la radioprotection. Il n'est pas antinomique de chercher à la fois à avoir une démarche cohérente et d'essayer de traiter les problèmes au cas par cas. La démarche de l'optimisation impose de passer au cas par cas. C'est une approche reliée aux sources, donc qui suppose de travailler au cas particulier. En même temps, cette démarche a un caractère général.

Si l'on reprend les étapes de cette démarche -le fait d'évaluer le détriment-, nous sommes face à un problème qui consiste à se demander que va être le détriment potentiel. Se posera la question des scénarios, de la définition des groupes critiques. Si l'on est à l'étape suivante d'essayer de voir quelle est l'efficacité des actions à envisager, se posera le problème de trouver un indicateur de performance. On pense à la dosivité, mais qu'est une dose si elle n'est pas transformée ensuite en

effet potentiel ? Compte tenu du niveau de dose dans lequel on se trouve avec les TFA, il est important de savoir combien de cancers sont en jeu

Il y a donc là un débat sur les faibles doses. Cela répond aussi à un problème général de positionnement vis-à-vis du risque radiologique. Quand on en est au niveau de l'opportunité ou non de faire ces démarches, se pose le problème du transfert de risques. Est-on bien conscient de ce que l'on fait en termes de transfert entre le public et les travailleurs, quelles sont les règles du jeu ? Là aussi, il va falloir fixer une cohérence.

Et puis, il y a la réflexion sociale sur les objectifs en termes de santé. En termes crus, quelle valeur est-on prêt à mettre pour éviter 1 mSv, qu'est-on prêt à mettre pour éviter des pathologies, des décès ?

Cela impose automatiquement que tout cela se fasse avec des lieux de dialogue qui seront décentralisés. En fait, il existe des lieux de production, il y aura des sites quelque part : cela implique des exploitants particuliers, un contexte socio-économique au niveau d'une région, des autorités locales, des associations qui représentent les populations concernées et il va bien falloir discuter

Ceci dit, ce n'est pas forcément quelque chose qui pousserait à l'anarchie parce qu'il va falloir un cadre général, cohérent, pour discuter du groupe critique. Cela se fait au niveau des autorités de l'Etat. Il y aura une discussion sur ce qu'il en est des faibles doses, des valeurs de référence.

Il faudra trouver au niveau de l'approche quelque chose qui sait faire la part des choses entre ce que l'on a appelé l'universel et cette nécessité de gérer la complexité et la diversité qui est la seule garantie pour faire les choses efficacement, sinon nous irons probablement vers un gâchis en termes de ressources sociales en cherchant à trouver des solutions uniques.

En fait, l'approche par l'optimisation de la radioprotection est fédératrice de toutes ces préoccupations qui émergent au fil de la discussion.

Pr. JAMMET — M. LOCHARD a raison : c'est un orfèvre en matière d'optimisation !

L'objectif pour la gestion des déchets est un objectif sanitaire : on veut protéger la population française de ces déchets radioactifs. Mme RIVASI a raison de dire que le sanitaire est très important mais comment évaluer l'impact sanitaire ? Nous avons des problèmes. Je reconnais que l'optimisation doit se faire au cas par cas mais il faut des règles et des données pour les paramètres.

Le détriment est un mot mais comment faire pour l'évaluer ? Cela dépend de tellement de choses ! Si vous partez de la source, cela dépend des caractéristiques physiques, chimiques, radioactives des déchets, de leur migration dans l'environnement, des populations. Quand cela atteint les populations, qu'est-ce que cela donne au point de vue sanitaire, par exemple en induction de cancers ? Nous sommes dans l'incertitude complète, surtout pour les TFA. On l'est déjà pour le reste mais pour les TFA c'est l'incertitude complète

Une autre voie est l'impact comparatif. On compare avec l'irradiation naturelle. On ne fait pas des hypothèses radio-biologiques qui débouchent sur des incertitudes très grandes. Quand on dit tant de becquerels, les becquerels se mesurent dans les radiations naturelles. On a quelque chose qui est déjà plus solide.

Personnellement, je pense que la voie du détriment est très intéressante mais elle est pleine d'obstacles. Par la voie comparative, le sanitaire apparaît moins mais on est plus solide parce qu'on compare d'une façon comptable. C'est d'ailleurs ce que fait l'UNSCEAR. Quand l'UNSCEAR fait le bilan des irradiations humaines, c'est une voie comparative, on compare l'irradiation naturelle, les irradiations dues aux différentes sources artificielles, etc

Je voudrais attirer l'attention des participants sur ces deux voies pour voir celle qui sera la plus rentable, le tout débouchant sur une optimisation au cas par cas, mais il faut une cohérence qui ne s'obtiendra que si l'on a une méthodologie bien établie et des données pour les paramètres.

M. BIRRAUX — M. LACOSTE, dans votre réflexion, avez-vous intégré le concept de décharge dédiée à une date prévisible ou prévisionnelle ? Comment insérez-vous cette démarche dans le temps qui devra aboutir ? Est-ce que vous vous êtes fixé des limites et avez-vous déjà une idée sur la façon dont cela pourrait être géré ?

M. LACOSTE — J'ai été très gêné par l'intervention de M. LOCHARD qui tendait à dire que la gestion des problèmes de déchets TFA devait reposer uniquement sur une optimisation dans l'optique de la radioprotection. Cela me paraît aller à l'encontre des débats de ce matin qui ont montré que la gestion des déchets de très faible activité était un enjeu de débats socio-économico-politico-technico-etc. Je me refuse à considérer qu'un des aspects est prédominant, surtout si c'est l'aspect sanitaire ou de radioprotection s'agissant de déchets de très faible activité.

Nous sommes face à un problème difficile, qui est un problème d'optimum conjoint d'un nombre considérable de données. Je refuse de dire qu'on en privilégie tellement que l'ensemble des choix doivent en découler.

Pour répondre à votre question, je souhaite que nous disposions à l'été 1996 de quelques études de faisabilité montrant ce à quoi pourraient ressembler dans des sites types des stockages dédiés, sachant que pour le moment je ne sais pas si c'est un ou plusieurs stockages qu'il faudra faire. L'étude préalable a montré qu'un stockage de ce genre n'était pas très difficile à faire. Il n'y a pas de conditions géologiques extrêmement dures, il n'y a pas de travaux très compliqués à faire. Les voies sont relativement ouvertes. Se poseront ensuite au minimum deux types de questions :

- quel statut pour un centre de ce genre ? à l'évidence, ce sera une installation classée ou une installation nucléaire de base (je n'en sais rien actuellement) ; nous avons convenu avec la DPPR que quel que soit le statut qui serait donné à ces centres, ils seraient traités avec une extrême rigueur et conjointement ; il y aura tout ce qu'il faut en termes d'enquête publique, d'étude d'impact, de vérification, d'autorisation, mais nous nous sommes entendus pour les contrôler conjointement ;
- quel gestionnaire ? c'est également à mes yeux une question ouverte ; je considère qu'il serait tout à fait anormal que sous une forme ou une autre l'ANDRA n'intervienne pas ; faut-il pour autant que l'ANDRA soit gestionnaire à 100% ? je n'en sais rien ; c'est une question ouverte et qui peut donner matière à débat.

M. LOCHARD — Je voudrais lever une ambiguïté. J'ai cru comprendre à travers l'intervention de M. LACOSTE qu'il y aurait une espèce de tentative d'imposer une espèce de pensée unique dans ce problème de la gestion des TFA. Cela illustre un peu le manque de réflexion et de dialogue qu'il y a eu en France sur le concept de l'optimisation.

Quand je parlais de concept fédérateur, il s'agissait de savoir comment essayer de mettre ensemble les préoccupations de radioprotection. Il semble que l'on fait tout cela pour protéger la population, mais je parle de solutions techniques que vous évoquez, de centre dédié qui pose le problème de la sûreté des installations, de leur qualité. On évoque les problèmes économiques, les problèmes sociaux, les problèmes d'acceptabilité.

Je voudrais rassurer tout le monde en disant que l'optimisation est la volonté de prendre en compte l'ensemble de ces aspects dans une démarche cohérente.

M. ROLLINGER — J'ai envie de réagir à l'intervention du Pr. JAMMET. La comparaison avec la radioactivité naturelle ne nous paraît pas pertinente. Toute la démarche ne doit pas faire de différence entre radioactivité naturelle et radioactivité artificielle. Les déchets miniers sont des déchets naturels, il n'y a pas eu de radioactivité ajoutée, ils n'ont pas la même forme physique ni la même forme chimique. Si c'est lavé par de l'eau, cela donne le même résultat que si vous essayez de faire du café avec du café en grain plutôt que du café moulu. Il n'y a pas de radioactivité ajoutée, elle est naturelle.

Les déchets de RHONE-POULENC sont de la radioactivité naturelle, ce sont quand même des déchets de plutôt moyenne activité. Si l'on dit que c'est de la radioactivité naturelle et que c'est donc acceptable, le problème est réglé, on peut tout mettre sur le trottoir.

Je ne pense pas que ce soit un critère pertinent.

Quant à savoir s'il existe un vrai problème sanitaire ou pas, nous revenons au début. Il faut se donner des règles du jeu lisibles socialement et acceptables et se donner un objectif en termes sanitaires. Pour l'obtenir, on donne tel modèle, telle règle du jeu d'évaluation et ensuite on regarde ce que cela donne. Ensuite, si l'on a des règles générales au niveau international (la France ne pourra pas être seule à avoir une pratique), il faudra avoir de très bonnes raisons pour ne pas les utiliser en France. En revanche, je ne dis pas qu'il faille atteindre des règles au niveau international pour traiter le problème en France sinon on risque d'attendre un certain temps.

Définissons un objectif sanitaire, une démarche, des modèles, des scénarios, d'une manière transparente avec tous les acteurs au niveau national, et ensuite nous ferons de l'optimisation au cas par cas sur une installation ou une autre. Nous sommes bien d'accord. En revanche, il serait dangereux que les objectifs sanitaires soient de fait traités au cas par cas parce que les gens ne comprendraient plus rien et ne croiraient plus personne.

Pr. JAMMET — Je partage le point de vue de M. ROLLINGER. Je vous ai dit qu'on ne pouvait pas se contenter du cas par cas et qu'il fallait avoir des méthodologies générales et des données paramétriques.

Par ailleurs, en tant que membre de la Commission internationale de Protection radiologique, vous savez que l'on a introduit l'irradiation naturelle en disant que l'on devait s'en occuper autant que de l'irradiation artificielle. Je suis d'accord avec vous.

M. BONNEMAINS — J'ai participé entre 1989 et 1992 à l'élaboration de la loi de juillet 1992 sur les nouveaux stockages de déchets industriels spéciaux. Le groupe de travail fonctionnait assez bien quand en été 1991 est venue du ministère de l'Industrie la recommandation d'ajouter à la liste des déchets admissibles dans ces stockages de classe I des déchets faiblement radioactifs, sans pour autant que le seuil d'admission ou d'exemption soit défini.

Grâce à une alliance objective entre les exploitants de décharge et le tout petit nombre d'écologistes qui faisaient partie de ce groupe, cette recommandation qui était presque un ordre a été abandonnée. C'est un peu pourquoi ce débat existe aujourd'hui, sinon les déchets faiblement radioactifs seraient allés dans les stockages de classe I, installations nouvelles mais aussi installations existantes.

Le concept existe déjà, c'est une barrière géologique passive à base d'argile, ce sont des barrières actives avec des géo-membranes, des circuits, des galeries de drainage vidéo-inspectables ou inspectables visuellement. Ce sont des dispositifs qui permettent d'éviter que les eaux de pluie tombent sur les alvéoles en exploitation.

Il faut absolument éviter les dérives comme celles qui sont évoquées dans le dossier que vous nous avez remis, une revue du CEA : *Contrôle*. (Rires)

M. BIRRAUX — C'est la revue de la DSIN !

M. BONNEMAINS — Excusez-moi, ce n'est pas très grave mais ça l'est pour la DSIN.

La revue s'appelle *Contrôle* mais elle se livre à des dérapages totalement incontrôlés en préconisant que les déchets très faiblement radioactifs soient, par exemple, stockés dans des décharges comparables à des décharges de classe 3 pour les matériaux et les gravats dits inertes. Or ces décharges de classe 3 ne sont assujetties à aucune règle en matière de protection de l'environnement. Ne parlons pas d'impact sanitaire pour les populations avoisinantes.

Il faut créer — techniquement et théoriquement le concept existe déjà — des stockages qui ressemblent aux stockages de déchets industriels spéciaux mais qui soient spécifiques aux déchets radioactifs, qui soient peut-être aussi régionaux, et implantés, si la géologie est favorable, dans les régions où existe une forte présence nucléaire.

Enfin, tout le monde s'interroge — la question est ouverte, même chez Mme RIVAST ou à la DSIN — pour savoir si l'ANDRA doit être l'organisme tuteur de ces stockages. Pour moi, la question est « fermée » et l'ANDRA, qui est un établissement public, doit être responsable — forcément gestionnaire sur le terrain — de ces stockages pour des raisons techniques mais aussi d'acceptabilité car je vois mal des stockages de déchets très faiblement radioactifs, spécifiquement radioactifs, gérés à l'heure actuelle par la Lyonnaise des Eaux ou la Générale des Eaux.

M. LACOSTE — Le problème n'est pas de savoir si les décharges dédiées à constituer doivent être de telle ou telle façon. Le vrai problème est de savoir comment concevoir un type de décharge dédiée adaptée au problème à traiter. Mon sentiment est qu'il n'y a aucune raison de recréer le centre de l'Aube ou le centre de la Manche pour des déchets de très faible activité.

Regardons quel est le dispositif géologique et technique approprié à ces déchets qui ne sont que de très faible activité. C'est la démarche qui a été suivie, le concept qui est à la base du document dans le dossier. Encore une fois, ne prenons pas un marteau pilon pour écraser une mouche.

J'ajoute que quand nous nous efforçons de présenter des options comme ouvertes, je trouve plaisant qu'on nous dise qu'on aurait dû les présenter comme fermées, s'agissant de l'exploitant ! Pour moi, l'option est ouverte.

M. KALUZNY — Je n'ai pas grand chose à ajouter à ce qu'a dit M. BONNEMAINS. Celui qui doit gérer — au sens de superviser les choses — des stockages dédiés en matière de déchets de très faible radioactivité, selon la loi de 1991, doit être l'ANDRA. Cela répond de façon très claire à la séparation de la responsabilité entre producteurs et stockeurs.

Concernant le concept de stockage, des grandes idées techniques existent déjà, on ne va pas forcément chercher des choses très originales. Néanmoins, il est nécessaire de voir quels sont les dispositifs techniques nécessaires pour l'exploitation sur le court terme et le long terme en termes d'impact. On sait évaluer les impacts sur le long terme, les migrations de radioactivité sur le long terme, il faut l'étudier.

Cette démarche est en cours et nous devons remettre notre copie pour l'été prochain, l'idée étant d'explorer un certain nombre de situations géologiques types qui nous permettent de préciser les concepts et de faire un certain nombre d'études économique-techniques qui permettraient d'apprécier le nombre de sites nécessaires, les grandes localisations, en fonction de la localisation des sources de production.

Le moment est venu d'en dire un peu plus sur le concept technique.

M. JOUSSELIN — Pour parler du concept technique, il faut parler du groupe de travail qui s'est constitué en novembre 1994 et qui avait pour objectif d'évaluer différents concepts de stockage de déchets très faiblement radioactifs. Ce groupe de travail réunissait l'EDF, la COGEMA, le CEA, l'ANDRA et l'administration avec la DSIN, la DGEMP, la DPPR, l'OPRI et la DGS.

Ce groupe de travail a réalisé une étude d'impact après avoir fait un certain nombre d'études préalables sur deux configurations de stockage en faisant varier les paramètres dimensionnels hydrogéologiques.

En termes géométriques, nous nous sommes intéressés à un stockage en tumulus ou à un stockage enterré. Pour chacun de ces stockages, nous avons fait varier l'épaisseur de la couverture en retenant 1 ou 5 mètres, l'épaisseur des déchets (5 ou 20 mètres), l'épaisseur de la couche hôte (5 ou 20 mètres). Nous avons fait varier les matériaux de la couche hôte en retenant le sable, un sablo-argileux et des argiles francs.

Sur ces paramètres techniques, nous avons évalué les impacts radiologiques sur la base de 3 scénarios. Le premier était la vie en autarcie, le second le chantier routier et le troisième un jeu d'enfants comprenant un certain nombre de critères dont les aspects habitation. Les paramètres pris en compte portaient sur 5 radionucléides considérés comme représentatifs : le tritium, le strontium 90, l'uranium 238, le plutonium 239 et le radium 226.

Le scénario vie en autarcie a été calculé en deux étapes. La première a consisté à calculer les migrations des radionucléides considérées comme représentatives dans la couche géologique. La seconde a consisté à calculer le transfert des radionucléides dans la géosphère et le retour à l'homme.

Les résultats montrent que les impacts dans tous les cas étudiés sont inférieurs à la réglementation en vigueur. On peut constater également que quand on choisit un site avec un sol ayant une perméabilité inférieure ou égale à 10^{-9} on aboutit à un impact d'environ $1/100^{\text{ème}}$ de l'exposition naturelle, donc quasiment négligeable.

Il convient de souligner que les calculs ont été réalisés en prenant en compte des hypothèses extrêmement pénalisantes pour avoir la certitude qu'en aucune façon un individu critique ne pourrait être exposé à une dose supérieure à la valeur calculée. C'est un raccourci tout à fait contestable au plan de la sûreté mais qui nous a permis de remettre nos conclusions dans un délai raisonnable puisqu'elles ont été rendues publiques en juillet cette année.

S'agissant des scénarios jeu d'enfants et chantier routier, l'ensemble des expositions est resté de l'ordre de 10^{-6} Sieverts par an, c'est-à-dire environ $1/1000^{\text{ème}}$ de l'exposition naturelle.

Les conclusions du groupe de travail ont été de dire que l'évaluation réalisée montrait que la conception d'un stockage simple pouvait satisfaire à la réglementation en vigueur et que l'impact pouvait être rendu quasi nul sur un site bien choisi. Vous avez les conclusions sous forme de trois pages dans un fascicule qui vous a été remis.

M. PÉLISSIER-TANON — C'est le centre de l'Aube qui, me semble-t-il, a servi de modèle à la description technique des fameuses classes 1 de la loi de 1992. Par conséquent, le problème n'est pas de reproduire ces descriptions techniques, c'est-à-dire refaire le centre de l'Aube pour les TFA, mais voir précisément si, compte tenu de la nature de ces déchets et de leur faible radioactivité, on peut faire plus efficacement avec moins de moyens.

Mme RIVASI — Par rapport à l'évaluation que vous avez réalisée sur ces sites de stockage, il manque une donnée fondamentale : quels sont les niveaux que vous acceptez sur le tritium et le strontium 90, l'uranium 238 et le plutonium 239.

Vous aboutissez à la conclusion, en disant que cela ne va pas dépasser le 1/100^{ème} de la radioactivité naturelle. Ce qui m'intéresse, c'est de savoir quel est le cahier des charges sur le site de stockage. Combien de tritium allez-vous accepter ? combien de plutonium ? combien d'uranium ? C'est en fonction de cela que l'on pourra établir des scénarios, alors que là vous faites une éclipse, on ne connaît pas les données de base et vous avancez déjà la conclusion

Publiez-nous ce document sachant sur quelles bases vous avez élaboré les calculs et, à ce moment-là, avec M. BIRRAUX, nous pourrions dire qu'il y a une avancée dans la transparence dans le nucléaire en France.

M. BIRRAUX — M. KALUZNY, vous êtes invité à faire progresser la transparence.

M. KALUZNY — Dans le transparent présenté, il n'était pas traduit en termes d'activité, mais je n'aurai aucune difficulté à rendre public le spectre en question et à commenter le détail de ces calculs à Mme RIVASI.

M. BIRRAUX — Ces préoccupations sont prises en compte dans vos bases de calcul.

(La séance, suspendue à 13h07, est reprise à 14h40)

M. BIRRAUX — Je souhaiterais que pour cette deuxième partie nous nous intéressions à la gestion des résidus d'extraction et du traitement de l'uranium et que nous reprenions l'acceptabilité du public. J'aimerais que la discussion soit orientée autour des questions techniques et sanitaires fondamentales, la stratégie des exploitants, le contrôle des autorités. Nous terminerions avec l'information et la participation du public.

Sur les risques posés par la gestion des résidus, connaît-on suffisamment bien les coefficients de transfert des divers éléments radioactifs dans une masse de déchets ? Comment résoudre le paradoxe technique qui tend à imposer d'une part le moins d'eau possible dans la masse de résidus pour éviter la dissolution et la mise en circulation de radioéléments, d'autre part la présence d'eau dans la même masse de déchets afin d'éviter la remontée de radon à la surface ?

M. PFIFFELMANN — Il faut situer le problème pour les gens qui ne sont peut-être pas familiers de ce que sont les résidus miniers. Je commencerai par un très rapide descriptif.

Ces résidus miniers, si on les traite de façon marginale, représentent le volume le plus important de TFA puisque pour COGEMA et ses filiales métropolitaines, nous avons à gérer 50 millions de tonnes de ce type de résidus. Par rapport aux tableaux qui ont été présentés ce matin, il y a au moins un facteur 5.

Il s'agit des résidus de traitement de minerai. Le minerai d'uranium a été extrait, a subi une préparation mécanique puis une attaque chimique qui a permis d'en extraire l'uranium. Un minerai a une teneur relativement faible en métal pour lequel on l'exploite, et pour la France on se promène dans les cas moyens entre 1,5 et 3 kg d'uranium à la tonne. Moyennant quoi, quand vous extrayez une tonne de minerai et que vous lui faites subir un traitement, il reste plus de 997 kg de résidus légèrement augmentés par la néoformation de substances inhérentes au processus de traitement.

Que sont devenus ces résidus ? Quelles sont leurs caractéristiques en termes de radioactivité ? Si on prend leur activité massique totale, on peut se promener dans la fourchette allant de 50 à 350 Bq.g⁻¹. Si on parle en activité massique de radium 226 (c'est le radionucléide de radiotoxicité la

donc celui sur lequel les gens portent le plus d'attention, d'autant qu'il est en même temps le père du radon), elle varie de quelques becquerels à une trentaine de Bq.g⁻¹. Le maximum que nous avons dans les résidus des minerais les plus riches est autour de 60 Bq.g⁻¹.

Que sont devenus ces résidus ? Ils ont été confinés au voisinage des exploitations minières, soit à l'intérieur d'anciennes mines à ciel ouvert, soit dans des bassins spécifiques créés à cet effet.

Quelles sont les mesures prises en matière de réaménagement de ces stockages ?

Dans le tableau que M. LACOSTE a présenté, il a parlé pudiquement d'entreposage de longue durée. Je préférerais employer l'expression de stockage. « Entreposage » sous-entend une reprise et je vois très mal reprendre 50 millions de tonnes de résidus pour les transporter ailleurs.

Nous pensons que les conditions dans lesquelles ils sont stockés répondent aux exigences de la réglementation actuelle en matière de confinement. Nous avons pris des mesures qui permettent de contrôler des effluents liquides sortant des résidus. Ces résidus sont stockés à l'état humide, donc ils vont exuder pendant un certain temps de l'eau. Concernant la remise en solution éventuelle de radionucléides, ces produits ont une granulométrie très fine et ils ont une perméabilité de l'ordre de 10⁻⁷ à 10⁻⁸. Donc ils ne sont pas sujet à un lessivage intense.

Si nous prenons en compte les mesures que nous prenons pour leur réaménagement, c'est-à-dire la mise en place d'une couverture sur ces stockages, qu'il s'agisse de bassins ou de mines à ciel ouvert, cette couverture est conçue de différentes façons :

- d'une part, pour amener une protection mécanique du résidu, pour éviter son érosion ;
- d'autre part, pour avoir une épaisseur suffisante pour que les émanations de radon provenant du résidu soient minimales en surface ;
- enfin, pour encaisser les tassements futurs et avoir une morphologie finale de couverture qui permettra un contrôle des eaux de ruissellement de surface.

Il reste des possibilités de relâchements. Je ne parlerai donc pas de rejets mais de relâchements. Nous ne sommes pas ici en face d'installations nucléaires de base sur lesquelles il y a des demandes d'autorisation de rejets et qui sont ensuite discutées au cas par cas en fonction du radionucléide.

M. ROLLINGER a dit que c'était des radionucléides naturels qui avaient subi une transformation. Il n'en reste pas moins que nous sommes en face de radionucléides naturels.

Il nous est souvent objecté que ces stockages de résidus sont classés en tant qu'installations pour la protection de l'environnement et devraient être des installations nucléaires de base. Je dirai un peu brutalement qu'il s'agit pour moi d'une étiquette sur la bouteille : c'est un faux débat pour la bonne raison que cela ne change rien au fait que ces résidus existent, que cela ne changera rien aux conditions de radioprotection qu'il y aura à prendre autour. C'est un faux débat parce qu'il est basé uniquement sur une méthodologie de calcul de leur radioactivité.

Si l'on dit : "Il y a dans ces résidus des radionucléides du groupe 1 de radiotoxicité, à savoir le radium, vous dépassez dans certains de vos stockages les 1 000 curies, en voie de conséquence vous êtes une installation nucléaire de base", je réponds à cela que dans un km³ de granit qui n'est pas une masse énorme, dans le Limousin, il y a une teneur moyenne de 17 g/tonne en uranium. Si cet uranium est en équilibre avec ses descendants, notamment le radium, nous avons là des radioactivités uniquement en radium de 15 000 curies/km³. Donc, chaque km³ de granit du Limousin devrait être une INB.

Je ne dis pas cela pour polémique mais pour dire qu'il faut orienter le débat afin que nous ayons au moins des règles de calcul, même si un avis relativement récent du Conseil d'État disait de faire nos calculs sur les têtes de chaîne et d'essayer de préciser la façon de calculer.

Il faut que nous raisonnions sur un sujet qui implique, s'ils sont remobilisés, la remobilisation de radionucléides naturels. C'est là que se pose le problème.

Monsieur le Président, vous avez fait allusion à l'impact, et en particulier l'impact sanitaire de ce type de résidu ; c'est effectivement le point important.

Nous sommes peut-être en pointe dans ce domaine mais, depuis 1990, le décret 90-222 nous donne des règles de mesure de l'impact sanitaire de ces stockages. Cet impact sanitaire consiste à être apprécié en faisant la différence entre la dose efficace totale que subit une population dite la plus exposée au voisinage du site avec la dose efficace naturelle qu'elle subirait en l'absence du stockage. Se pose à ce moment le problème de l'application pratique d'un tel décret.

Je voudrais simplement noter que nous sommes confrontés à mesurer une variation de dose efficace dont les origines sont exactement les mêmes de celles de la dose efficace naturelle. En vue de conséquence, nous avons des problèmes de discrimination. Quand nous sommes autour d'un stockage, quelle part devons-nous attribuer à la présence du stockage et quelle part devons-nous retenir pour la radioactivité naturelle ?

Là aussi, vous faites des mesures, vous comparez, et vous avez un dispositif de mesures suffisant pour répondre à la question. L'ennui est qu'il faut également prendre en compte les fluctuations de la radioactivité naturelle et surtout la représentativité des mesures. Il est évident que si nous, opérateurs miniers, nous plaçons N dosimètres dans la périphérie d'un site de stockage, nous trouverons toujours quelqu'un qui placera un dosimètre à une position différente et qui aura des résultats différents.

Nous avons l'impression d'avoir des règles bien édictées, claires, mais au moment de leur application, on ouvre la porte à des discussions qui ne sont pas réglées et méritent réflexion qui devrait être orientée dans différentes directions :

- la métrologie et la méthodologie d'analyse pour que tout le monde parle de la même chose quand on compare des résultats ;
- la représentativité des mesures ;
- la définition des populations de référence les plus exposées et l'amélioration sensible de notre connaissance sur l'appréciation des modes de vie réels de manière à appliquer des scénarios réalistes.

S'agissant du présent -je parle sous couvert de l'IPSN puisque nous faisons expertiser nos dossiers de réaménagement de ces sites par l'IPSN- je ne crois pas trahir les conclusions de l'IPSN quand j'indique que les travaux que fait l'opérateur minier pour réaménager ses sites vont dans le bon sens. Il reste manifestement à mettre au point des scénarios, en particulier des scénarios d'alternance éventuelle des procédures de réaménagement, pour démontrer la pérennité des travaux que nous entreprenons actuellement.

Voilà les points principaux que je voulais souligner sur ce sujet à titre d'introduction.

M. BIRRAUX — Il n'empêche que le radium, naturel ou non, est le premier radiotoxique.

M. PFIFFELMANN — Tout à fait, je l'avais souligné.

M. BIRRAUX — Sur les coefficients de transfert et la mesure du niveau naturel de radioactivité, y a-t-il une méthodologie en cours de discussion ? Réfléchit-on à une méthodologie qui permette de prendre en compte la radioactivité naturelle dans sa grande variabilité géographique ?

Je rappelle que dans le rapport de l'année dernière, j'avais demandé qu'il y ait des protocoles standardisés de mesures et d'évaluation des impacts sanitaires. Peut-être a-t-on fait des progrès dans la réflexion.

M. DEVILLERS — Pour ce qui concerne les examens que l'IPSN a effectués sur quelques exemples à la demande des préfets concernés, ces examens ont consisté à examiner les mesures que la COGEMA se proposait de faire d'une façon comparable à ce que l'IPSN fait lorsqu'il travaille pour la DSIN à l'examen des installations nucléaires de base.

Effectivement, les points qui ont été soulignés par la COGEMA traitent des points délicats de l'affaire, c'est-à-dire essentiellement l'aspect migration dans les eaux souterraines et l'aspect émanation de radon.

Pour ce qui est de l'aspect migration de radon, c'est une question de maintien d'humidité de la couverture et d'épaisseur de couverture. Il y a des données objectives qui permettent d'avoir une certaine confiance dans les dispositions que la COGEMA envisage.

En revanche, les dossiers que la COGEMA produit à l'appui des demandes qu'elle formule auprès des préfets ne comportaient pas tout ce que d'ordinaire on s'attend à trouver, notamment des études d'impact et l'aspect du comportement à long terme des équipements mis en place, notamment la question de l'entretien des barrages situés dans les bassins. Il est clair que la période des produits qui sont considérés, essentiellement le thorium et le radium, sont tels qu'on ne peut pas imaginer que de tels sites puissent être abandonnés sans un programme de maintenance pour s'assurer que les moyens mis en place vis-à-vis des couvertures des barrages sont restés efficaces.

Mme SUGIER — Un des problèmes est d'évaluer la valeur de radioactivité rajoutée par rapport au niveau de radioactivité d'origine. La plupart du temps, il n'y a pas eu de mesure faite à l'origine. Il faut savoir faire la distinction entre ce bruit de fond et cette valeur ajoutée, elle peut se faire par des techniques qui permettent, compte tenu des conditions méthodologiques et de la connaissance que l'on a des radioéléments et de leur état d'équilibre qui est différent selon qu'il s'agisse des radioéléments naturels ou de ceux qui sont rajoutés, de savoir très précisément quelle est la radioactivité rajoutée et donc, à partir de là, faire les études d'impact.

Je voudrais insister également sur la réglementation. Il existe une réglementation mais il apparaît nécessaire de la compléter. De la même manière que ce matin, lorsque nous avons parlé des déchets de très faible activité, nous avons parlé d'une certaine lacune réglementaire, c'est également le cas. Il faudrait être plus précis sur des règles fondamentales de sûreté.

Que signifie conserver la mémoire ? Comment faut-il faire des études de situation éventuellement accidentelle ? Il y a là tout un chantier à ouvrir.

Mme RIVASI — Je suis ravie que l'on parle enfin de ces déchets miniers. Nous avons réalisé de grosses expertises. Le problème s'est posé parce qu'il y a eu abandon des mines par la COGEMA. Il est curieux que ce problème de déchets radioactifs ne soit pas sorti avant.

M. PFIFFELMANN s'interrogeait sur la nécessité que ce soit classé INB ou ICPE. Cela sert quand on prend en compte le problème des déchets radioactifs ! Jusqu'à présent, lorsqu'on entendait les discours tenus par la COGEMA, ce n'était pas des déchets radioactifs. Désormais on a pris conscience du problème.

Par ailleurs, si c'est une INB, cela dépend du ministère de l'Industrie alors que si c'est une ICPE, cela dépend du ministère de l'Environnement via les DRIRE. Bien que je connaisse le travail qu'effectuent les DRIRE, quand vous n'avez que 2 personnes avec 60 mines d'uranium et l'exploitant pour être critique vis-à-vis des arrêtés et du contrôle de la COGEMA, il faut être un véritable cowboy !

Il y a quand même une arnaque énorme sur la réglementation. Comment se fait-il que l'Ecarpière soit classée ICPE ? il n'y avait même pas la mention de stockage ou d'entreposage de substances radioactives ! Pour Bessines, cette mention existait. On a fait appel au Conseil d'Etat en l'interrogeant sur le fait que l'on n'avait pas classé correctement ces installations.

L'avis du Conseil d'Etat du 11 décembre 1991 dit qu'il faut d'abord prendre 500 000 Bq.kg⁻¹ et non pas 100 000 pour ces résidus. A 500 000, c'est une substance radioactive naturelle solide. Or, les résidus sont broyés, concassés et vous avez un ajout de 9% de produits chimiques. On n'est plus à l'état de substance radioactive naturelle solide.

Deuxième arnaque : on nous dit de ne prendre que les têtes de série, c'est-à-dire l'uranium. Mais comme l'uranium a été extrait, il n'y en a pratiquement plus, et on ne se trouve plus au niveau des activités pour classer ces installations en INB.

Troisième arnaque : on nous dit que l'uranium est un groupe de radiotoxicité 4. Mais quand vous voyez la chaîne de l'uranium et les LAI sur l'inhalation, l'uranium est très radiotoxique.

J'ai demandé qui avait donné cet avis du Conseil d'Etat. Ce sont des stagiaires qui ont pour seuls interlocuteurs les exploitants ! Je demande à ce que cet avis soit revu parce qu'il est anormal. Il parle de tête de série alors que cela n'existe pas dans la réglementation : rien n'y fait référence. De plus, c'est totalement incorrect d'un point de vue calcul.

On nous dit de parler de stockage et non pas d'entreposage. Effectivement, il y a 50 millions de tonnes. Que va-t-on faire de ces déchets ? On nous parle de confinement ; en quoi y a-t-il confinement quand vous mettez cela dans des mines d'uranium avec des galeries souterraines en dessous ? Je demande à M. KALUZNY s'il accepterait que ce soit considéré comme un site de stockage. Il y a des fissurations, des galeries et une présence d'eau. On est dans une configuration qui n'offre pas les garanties de confinement. On ne peut absolument pas parler de confinement.

S'agissant des risques pour la population, on nous parle de radon. On peut trouver des moyens pour diminuer le relargage de radon. Au Bouchet, des études ont été faites, on a fait des contrôles. La COGEMA fait des études. Néanmoins, je me pose la question à long terme. Quand vous allez mettre une couche d'argile, il faut entretenir l'humidité. Quand on a je ne sais combien de mines et de sites de stockage à gérer, comment va-t-on transmettre cette mémoire et comment sera-t-on sûr qu'il n'y aura pas un relargage important ?

A la limite, cela peut se gérer, mais qu'en est-il des migrations souterraines ? Quand la CRUE-RAD a fait des expertises, on a retrouvé des résidus dans les galeries : cela passait déjà !

Enfin, qui va assurer le traitement des eaux ? Tant qu'une mine fonctionnait, les eaux étaient traitées et la population avait des garanties pour qu'il n'y ait pas plus de 0,37 Bq.l⁻¹, mais après ? Qui va être propriétaire de ces mines ? Est-ce que l'ANDRA est prête à accepter ces mines ? Est-ce que la COGEMA va mettre des millions pour gérer à long terme ?

M. BIRRAUX — Vous êtes en train d'aborder tous les problèmes que je veux traiter cet après-midi. Je souhaiterais qu'on les traite dans l'ordre.

Mme RIVASI — S'agissant de l'expertise, vous avez demandé une méthodologie. Quand on a fait l'expertise de Bessines, j'ai été très surprise par rapport aux points de référence. Il n'y a pas eu de « point zéro », mais d'un point de vue scientifique on peut essayer de voir quel serait un site moyen en faisant x mesures sur le radon, en faisant x mesures sur la radioactivité naturelle pour peaufiner ce qu'est un point de référence en dehors de l'exploitation d'une mine.

Comme il n'y a pas de contrôle en France, le point de référence qu'avait pris la COGEMA, en dehors des sites, était le point où il y avait la quantité de radon la plus importante. Après, quand ils font le calcul du TAETA, on s'aperçoit que là où il y a la mine d'uranium, on a même diminué la radioactivité !

Quand l'exploitant fait son auto-contrôle, c'est bien, mais il faut d'autres organismes qui puissent contrôler et que l'on justifie les points de référence et les points de mesure à la fois sur les radiations et le radon, sinon on risque de trouver l'inverse de ce que l'on a trouvé.

M. PFIFFELMANN — Je ne voudrais pas que ce débat sombre dans la polémique mais je ne peux pas laisser dire certaines choses comme le fait que COGEMA abandonne ses mines, COGEMA extrait son dernier kilo d'uranium et s'en va. COGEMA n'abandonne pas ses mines, elle constitue des dossiers de réaménagement et ne part que lorsqu'elle a l'agrément de l'administration.

Mme RIVASI — Vous n'exploitez plus les mines d'uranium !

M. PFIFFELMANN — C'est tout à fait normal. Il y a un malentendu sur le mot « abandonner ». Pour moi, le terme « abandonner » est un terme réglementaire, c'est-à-dire que nous soumettons à l'administration des dossiers d'abandon. Ce terme est maintenant proscrit car avant il y avait deux notions différentes qui étaient l'abandon et le délaissement. Ces deux notions ont été supprimées et sont remplacées par un rapport de fin d'activité dans lequel est inclus un chapitre qui traite du réaménagement du site et de sa mise en sécurité, et des mesures que nous allons prendre pour sa surveillance si besoin en est.

S'agissant de l'absence de confinement, il est évident que si l'on souhaite un confinement parfait dans une mine à ciel ouvert qui au départ avait la vocation de fournir du minerai et qui ensuite a été comblée par les résidus, on trouvera toujours à me dire qu'il y a des fractures par lesquelles cela peu s'enfuir ou migrer.

Mme RIVASI, vous avez eu l'occasion de vous rendre dans des galeries minières de certaines de ces mines à ciel ouvert qui ont accueilli des résidus, et je voudrais que vous me citiez un exemple où vous avez eu la preuve de la fuite de radionucléides.

Mme RIVASI — C'est dans le rapport d'expertise de la CRII-RAD.

M. PFIFFELMANN — Nous parlons de façon précise, et vous avez même employé des chiffres, $0,37 \text{ Bq.l}^{-1}$, qui n'est pas la valeur qui nous est imposée. A partir du moment où une dilution dans le milieu naturel d'un coefficient 10 est prouvée par l'opérateur, le rejet peut atteindre jusqu'à $3,7 \text{ Bq.l}^{-1}$ et non pas $0,37$. Il faut donc arrêter de faire croire au public que parce qu'on est à $0,38 \text{ Bq.l}^{-1}$ sa santé est en danger. Là aussi, c'est une mauvaise procédure à mon avis.

S'agissant du traitement des eaux, c'est un des sujets que nous étudions. S'il vous cause du souci, il nous en pose aussi à nous dans certains cas, mais ce n'est pas tellement pour la radioactivité : nous avons des problèmes de traitement d'eau qui sont plutôt liés à l'acidité de l'eau qui peut entraîner une certaine charge métallique mais qui n'est pas particulièrement liée à une charge en radionucléides.

Arrêtons de dire que parce qu'il y a des millions de milliards de becquerels de radium stockés dans nos résidus et qu'il en faut 0,37 dans la nature, que c'est impossible, que tout va fuir et partir. Je rappelle que le radium qui reste dans nos résidus a résisté à un traitement acide. Je rappelle également qu'avant de dire qu'une source va relarguer dans la nature tout ce qu'elle contient comme polluant, il faudrait peut-être également se préoccuper de son fonctionnement. C'est ce que nous faisons.

Vous faisiez allusion à la démarche scientifique. Là, nous sommes en présence d'une démarche scientifique. Essayons de voir comment fonctionne et évolue notre source de manière à mettre en place, si besoin en est, des dispositifs de traitement ou de surveillance adaptés. Actuellement, effectivement, nous faisons des essais et des études sur nos résidus de traitements miniers pour préciser quelle est exactement la spéciation du radium et des autres radionucléides et voir comment ils peuvent être remis dans le mouvement éventuellement.

Je dis "éventuellement" car quand nous analysons ces résidus, nous observons, même sur une courte période -si nous la comparons à la durée de vie des radionucléides auxquels nous sommes confrontés, c'est-à-dire de quelques dizaines d'années- une évolution qui va dans le bon sens. Il n'y a pas de migration de radium et si tant est qu'il migre, il migre sur une très faible distance et il se trouve que nos résidus évoluent avec néoformation de minéraux, en particulier de gypse et d'argile et qu'il peut y avoir adsorption des radionucléides (ce n'est pas une fixation très pérenne, il peut se produire des événements qui font qu'il y a remise en mouvement) mais il y a également substitution ionique entre calcium et radium et du radium se fixe dans le réseau cristallin des argiles.

Je ne dis pas que le problème est résolu mais, pour l'instant, les résultats que nous obtenons vont plutôt dans le même sens. Ils montrent, pour la partie des radionucléides, que l'on va plutôt dans le sens d'un auto-confinement par évolution interne du résidu.

S'agissant du traitement des eaux, nous nous en préoccupons. S'agissant des aspects neutralisation, qui dit traitement des eaux dit génération de boues résiduaires si l'on emploie un procédé chimique classique. Les boues résiduaires sont elles aussi à considérer comme des TFA et à gérer. Nous cherchons à mettre au point des process de traitement qui puissent être qualifiés de process passifs. En particulier, nous travaillons sur les modèles de fixation, des biomasses vivantes, appliqués ailleurs pour les charges métalliques et qui, moyennant certaines adaptations, pourraient s'appliquer pour nos problèmes spécifiques.

Là aussi, nous travaillons dans l'optique de mettre au point des *process* qui ne nécessitent pas une intervention constante comme le nécessite une installation de traitement chimique.

M. BIRRAUX — Peut-on dire qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de méthodologie standardisée qui permette de déterminer un équivalent « point zéro » et un équivalent « radioactivité ajoutée » ?

M. PFIFFELMANN — Effectivement, on peut dire qu'il n'en existe pas pour l'instant. Même en l'absence de point zéro, nous devrions être capables dans un avenir proche de faire une discrimination en retirant ce qui est la part de la radioactivité naturelle de la radioactivité totale mesurée pour bien voir ce qui est dû à l'installation.

J'en profite pour corriger ce qu'a dit Mme RIVASI sur les références milieu naturel autour de Bessines. Il n'y a pas une station dans le milieu naturel mais plusieurs, et la référence que nous prenons est la moyenne. Je suis ravi que Mme RIVASI ait pu au travers d'une de nos stations faire le constat que dans le milieu naturel il y avait des zones plus radioactives que sur nos sites !

M. BIRRAUX — Est-ce que des études sont menées ailleurs sur ces transferts, ces migrations de radionucléides dans l'environnement ?

Mme BÉNARD — Je viens d'entendre quelque chose qui m'a surprise. Il vient d'être dit qu'on constatait maintenant qu'il y avait évolution du dépôt et que d'un point de vue de la nature pétrologique de la roche apparition de gypse, et qu'on en était étonné. Je suis surprise que l'on découvre d'un coup que ce type de dépôt évolue d'un point de vue géologique. Est-ce bien cela ?

M. PFIFFELMANN — Je n'ai pas parlé d'évolution de la roche mais j'ai cité le fait que l'on avait évoqué le problème de la migration des radionucléides à partir de notre source. J'ai simplement dit qu'avant d'être très péremptoire et de dire que la source était tellement monstrueuse qu'elle allait fuir et diffuser partout, il fallait s'occuper de son fonctionnement.

Nous avons toujours connu dans le détail la composition chimique de nos résidus de traitement de minerai. En revanche, nous avons fait des études pour voir comment au niveau du relâchement, si un relâchement doit être envisagé, cela peut se passer et si vraiment il y a là un risque à prendre en compte en matière de radioprotection de l'environnement.

Voilà le sens de notre démarche, ce n'est pas partir à l'aveuglette et découvrir que nous avons stocké des résidus radioactifs sans le savoir. C'est parfaitement faux puisque tous ces stockages sont sous arrêtés préfectoraux, même pour ceux qui ne sont pas tous classés en tant qu'ICPE dans la même rubrique. Certains sont dans la rubrique 167 de l'ancienne nomenclature, rubrique qui regroupe les stockages de déchets provenant d'une ICPE : la plupart d'entre eux sont classés dans la rubrique 385 de la nomenclature ICPE qui prend bien en compte l'aspect radioactif du déchet.

M. ROLLINGER — La COGEMA a l'air de dire que tant qu'on ne dépasse pas la radioactivité naturelle, c'est acceptable, ce n'est pas un problème. Ce n'est certainement pas le cas dans le cadre de ces déchets, ça ne l'est pas en général car tout ce qui est naturel n'est pas sans danger. On pourrait aussi, par rapport à d'autres risques, dire qu'en habitant sur un volcan c'est naturel et qu'il peut arriver des choses ; ce n'est pas pour cela que tous les risques artificiels de même nature seraient acceptables. C'est une référence que je n'accepte pas et qui ne me semble pas acceptable de manière générale.

De plus, la forme physico-chimique des résidus n'a rien à voir avec le minerai qui existait avant. Entre une roche compacte, même s'il y a des failles, et des fines qui peuvent avoir une granulométrie très faible, il y a la même différence qu'entre du café fait à partir de grains et du café fait à partir de café moulu. C'est un peu trop simpliste pour pouvoir servir de critère.

Ceci dit, nous sommes face à un problème important, plusieurs dizaines de millions de tonnes, d'une activité qui varie de 20 jusqu'à 60 Bq.g⁻¹ en radium 226, mais si l'on prend tous les radionucléides de la chaîne, cela fait beaucoup plus, on arrive à quelques centaines.

M. PFIFFELMANN — Vous multipliez par 10,4 les chiffres du radium.

M. ROLLINGER — On arrive à des niveaux qui ne sont pas des déchets de très faible activité mais plutôt des déchets de faible et moyenne activité. Il y a un vrai problème sanitaire. Autant sur certains déchets de très faible activité ou de très très faible activité on peut se poser la question de savoir si on se tient à la marge en termes sanitaires, autant la question est claire pour les déchets radifères et les stériles miniers.

En préalable, j'ai envie de poser la question suivante : comment le traitement des déchets radifères et des stériles de mine s'inscrit dans une démarche cohérente de traitement des déchets de faible et moyenne activité, de très faible activité, en termes d'objectifs sanitaires, en termes de méthodes de calculs, de scénarios, de remise à disposition du site ?

Il n'est pas indifférent que ce soit INB ou ICPE puisque ce ne sont pas les mêmes qui traitent. Une ICPE conduit à ce que l'on se donne plus ou moins des règles au cas par cas, que ce soit un

rapport de force local entre les techniciens isolés de la DRIRE, le préfet et la grosse COGEMA qui font que les règles sont le résultat. Les règles résultent d'un rapport de force local et on voit bien à qui il est favorable.

Le préalable serait de définir comment l'administration peut se donner au niveau national le moyen de définir une doctrine en matière de déchets radifères et d'élaborer une doctrine cohérente avec l'ensemble de la doctrine déchets. C'est le préalable à toute discussion. Aujourd'hui, nous en sommes loin. Je comprends que COGEMA ait envie de couvrir, de remettre cela à peu près propre, et plus vite elle s'en débarrassera, plus vite elle sera contente.

Tant qu'on n'a pas eu au niveau national cette réflexion pour définir une règle du jeu, des objectifs cohérents avec le traitement des déchets en général (on fait de la recherche sur la forme physico-chimique des déchets), les déchets, la surveillance, le traitement des eaux restent à la charge de COGEMA. Cela peut durer 10, 20, 30 ou 40 ans et il ne faut surtout pas permettre à COGEMA de s'en laver les mains et de reporter cela à la charge du contribuable. Ce ne serait pas acceptable.

Quels sont les problèmes sanitaires ? Il y en a deux. Il y a le problème sanitaire de la suite de l'exploitation ; on ferme la mine mais il faut surveiller que l'impact autour sur la population reste correct. Ce n'est peut-être pas le plus difficile car on peut faire mieux au niveau du traitement des eaux, c'est-à-dire continuer à pomper dans les galeries, à traiter les eaux même après l'arrêt de la mine pour une durée indéterminée, ne serait-ce que pour surveiller, et si on s'aperçoit qu'il n'y a rien, on pourra arrêter, mais il faut d'abord regarder s'il n'y a rien.

Il y a aussi la couverture. Je ne suis peut-être pas complètement informé, peut-être que COGEMA ne fait pas le nécessaire pour que tout le monde le soit, mais les couvertures proposées par COGEMA semblent assez pauvres par rapport à ce qui peut se faire dans d'autres endroits et par rapport à ce qui est fait au Bouchet. On peut se demander quels sont les objectifs.

Le vrai problème est le très long terme. Nous sommes dans une situation où la nature du radioélément principal, le radium 226, a une période de 1 600 ans. En gagnant un facteur 10 sur le risque, 10 000 ans, est-ce que COGEMA espère exister dans 10 000 ans, espère maintenir ses barrages, apporter la garantie sur 10 000 ans qu'il n'y a pas de migration et que tous ses ouvrages protègent la population ? On ne peut pas raisonner ainsi.

Quel objectif se donne la nation ? Qu'est-ce qu'on imagine au-delà de 100 ans, 200 ans, 300 ans ? Je ne dis pas que nous n'avons pas le temps de réfléchir, mais il faut quand même que ce problème soit posé parce que c'est le vrai problème des résidus miniers du fait de leurs volumes et de leur nocivité qui n'est pas négligeable. Comment traiter ce problème ?

Il est bien évident qu'on ne va pas mobiliser aujourd'hui ces déchets pour les déplacer, les mettre en souterrain, mais peut-on réfléchir, imaginer des solutions qui limitent l'intrusion humaine dans 10 ans, 100 ans, 300 ans ? Ce n'est pas une couche d'argile de 50 cm ou de 2 mètres et le fait de planter des arbres qui va protéger.

Il faut discuter des deux sujets : comment améliorer la gestion à court terme ? Quelles réflexions et quelles recherches doit on engager parallèlement ?

Quels sont les objectifs sur le devenir à très long terme (centaines d'années ou millénaires) pour ce type de déchet ? C'est le problème principal qu'on ne peut pas ignorer.

M. BIRRAUX — Vous avez abordé un certain nombre de points qui sont de l'ordre du jour immédiat et d'autres que nous souhaitons aborder un peu plus tard.

La base de la stratégie n'est-elle pas une base sanitaire pour les populations ? M. PIFFELMANN me dit oui, mais dans cette stratégie sanitaire vis-à-vis du public, quelle est la norme réglementaire utilisée pour les calculs, les 5 mSv de la CIPR 26 ou le 1 mSv de la CIPR 60 ? Le passage de 5 à 1 devrait-il entraîner des modifications substantielles dans la conformation des projets de réhabilitation ? On rejoint la question de M. ROLLINGER sur la fiabilité long terme de ce qui est mis en oeuvre.

D'autre part, il y a aussi une certaine dissémination de ces sources. Est-ce que l'exploitant peut avoir plusieurs sites, éventuellement petits, ou est-il favorable à un regroupement sur un seul site de ses résidus ?

Quel est l'horizon temporel de fiabilité qui a pu être déterminé en fonction des objectifs sanitaires précédemment établis et selon quelle base ?

Avant d'aller plus loin dans la discussion, je souhaiterais avoir les réponses à ces questions.

M. PÉLISSIER-TANON — Votre question quant à savoir 5 mSv ou 1 mSv est totalement d'actualité, non seulement pour les mines mais pour tout le dispositif français, et pour ne pas dire tout le dispositif européen. En parler aujourd'hui en termes d'affirmation serait absurde. Une nouvelle directive doit voir le jour. En France, les autorités, les exploitants, les corps d'experts essaient de réfléchir à la question, un groupe de travail existe sous l'égide du ministère de la Santé pour établir une doctrine dans la pratique des évaluations.

Mon point de vue est que nous avons en France, à l'abri des 5 mSv, élaboré assez souvent des pratiques maximalistes que nous n'avons plus le luxe de nous offrir, et nous devons, comme le précise la CIPR dans sa doctrine générale, réévaluer nos méthodes de travail (définition, recherche) des groupes de référence et tous les stades de l'évaluation de façon que ces pratiques soient réalistes.

Quand toute cette méthodologie et ces pratiques seront acquises, alors nous aurons des valeurs d'appréciation qui nous montreront si, effectivement, avec les 5 mSv et de confortables méthodes on se retrouverait à des valeurs enveloppes qui, ramenées à une évaluation réaliste avec des méthodes approuvées par tous, s'avéreraient être excessives. A ce moment, nous verrons bien si nous devons faire face à des vrais problèmes ou si au contraire nous avons suffisamment bien travaillé pour passer sous la barrière du millisievert sans problème.

Votre deuxième remarque est relative à un regroupement éventuel sur un seul site. Par leur nature, les résidus miniers devront être gérés dans la très grande durée. Il est important que les actions que nous avons entreprises dans le passé et celles que nous entreprendrons dans le proche futur, dans le temps où notre civilisation contemporaine peut déléguer à COGEMA sa responsabilité d'opérateur, ce à quoi elle ne se soustraira jamais, soient telles que les problèmes éventuels qui surgiraient de l'étude de la réflexion et de l'évaluation, y compris socio-économique, pour le très long terme, puissent être abordés raisonnablement.

Il faut préserver les champs du futur, il ne s'agit pas de résoudre dans la hâte et d'une manière confuse les problèmes du futur.

M. BIRRAUX — S'agissant de votre réflexion actuelle sur les hypothèses maximalistes, minimalistes et réalistes, je ne sais plus très bien où l'on en est. Il me semble avoir entendu ce matin que nous avons pris des hypothèses relativement réalistes, et que nos voisins allemands, qui pratiquent la dilution des métaux, avaient des hypothèses très maximalistes et très pénalisantes.

J'ai cru comprendre que nous avons choisi quelque chose de plus réaliste et d'un peu moins pénalisant. Vous me dites maintenant que nous sommes dans une hypothèse très pénalisante ; quand les Allemands calculent la dose reçue par quelqu'un, quand ils disent qu'on est autorisé à rejeter tant

d'activité en gaz, ils considèrent que l'individu vit dans un hamac au sommet de la cheminée et respire les effluents pendant 365 jours par an. C'est effectivement maximaliste.

Où nous situons-nous ? J'avais cru comprendre que nous étions un peu plus réalistes et là vous venez de dire que nous avons des hypothèses maximalistes.

S'agissant du noyage des mines qui semble poser des inquiétudes au public, est-ce que la stratégie adoptée est tolérable au point de vue sanitaire ? Avez-vous fait des études et que pouvez-vous nous dire sur cet impact sanitaire ?

M. PÉLISSIER-TANON — Dans la grande tradition minière, tous métaux confondus, une mine doit être noyée, mais je laisserai M. PFIFFELMANN dire si cette règle est bonne pour l'uranium. Quant au maximalisme et au minimalisme, c'est un débat que nous ne pouvons pas trancher aujourd'hui car il doit être mené avec prudence. Il faut garder un peu de temps pour voir si la définition de méthode et de mesure d'évaluation qui essaie de s'approcher autant que faire se peut de la réalité mesurable nous donnera des résultats plus ou moins favorables.

M. PFIFFELMANN — Sur le noyage des travaux miniers, le problème se pose sous deux angles différents :

— d'une part sous l'angle de l'hydrogéologie : quels vont être les circuits que va emprunter l'eau lorsque nous aurons laissé se noyer les travaux souterrains ?

— d'autre part sous l'angle de la qualité des eaux : les eaux vont-elles nécessiter ou non un traitement ?

Dans le premier cas, nous faisons des études hydrogéologiques qui sont, pour la plupart du temps, contrôlées par experts de façon que nous connaissions les conséquences, surtout en matière de circulation des eaux et de résurgence, du noyage de nos travaux miniers. Le noyage des travaux miniers signifie qu'on laisse le régime hydraulique local reprendre son équilibre qui a été perturbé par l'exploitation minière qui a nécessité que l'on fasse un exhaure. Cet exhaure a conduit à faire que les mineurs puissent travailler au sec et à sortir l'eau du fond de la mine et à l'analyser.

Actuellement, nous pouvons nous baser sur les résultats d'analyse de cette eau d'exhaure. Il est évident qu'en cours d'exploitation vous ouvrez des chantiers miniers qui offrent des faces exposées à l'oxydation et d'autre part aux lessivages, et il y aura pendant la phase de travail beaucoup plus de raisons de remobilisation éventuelle des radionucléides par l'eau qu'il y en aura à partir du moment où nous aurons laissé les choses revenir à leur équilibre hydraulique.

Actuellement, nous n'avons pas constaté que l'exhaure de nos mines soit tel que lorsqu'elles sont en activité cela pose des problèmes pour la santé. Il est évident malgré tout que nous avons été obligés de traiter certaines de ces eaux parce que les arrêtés préfectoraux d'autorisation et les autorisations légales nous l'imposaient car dans certains cas on nous disait que nous ne pouvions pas rejeter dans le milieu naturel de l'eau contenant plus de $0,37 \text{ Bq l}^{-1}$ de radium. Quand nous étions à 0,40 ou 0,60, nous devions traiter.

Mais cet impératif de traitement, à partir du moment où la situation va en s'améliorant lors de la remise en équilibre, qui doit être contrôlé pendant une certaine période, disparaît naturellement. Il n'avait pas au départ une raison franchement sanitaire mais réglementaire.

M. BIRRAUX — Faites-vous vous-mêmes les études ou faites-vous appel au BRGM ou à d'autres institutions pour comparer les résultats et les méthodologies des uns et des autres ?

M. PFIFFELMANN — Il n'y a pas de règle générale appliquée systématiquement sur tous les sites. Nous rencontrons tous les cas. Il est évident qu'il est très important, lorsque l'on fait une étude hydrogéologique, et en particulier en milieu granitique fracturé qui est quand même le contexte général de nos gisements d'uranium, de se servir de toutes les observations qui ont été faites au moment de l'exploitation. Il existe un service qui s'appelle le contrôle géologique des gisements et qui a pour charge de collecter à des échelles extrêmement faciles à exploiter par la suite.

Nous avons une bonne base et une bonne connaissance des données de base devant permettre d'interpréter correctement l'hydrogéologie, en particulier en matière de fracturation.

C'est le travail interne. Il est évident que sur bon nombre de nos sites nous avons soit recours à des expertises par des géologues reconnus appartenant soit au groupe CEA-COGEMA qui a des structures qui travaillent sur ces problèmes en environnement ; nous passons également par le BRGM, et les DRIRE nous ont imposé dans certains cas une expertise complémentaire de l'hydrogéologue départemental. Sur certains de nos sites, nous avons les trois sources d'information.

Mme SUGIER — Vous avez posé une question sur le réalisme ou la prudence en citant le cas des Allemands et en demandant comment se situait la France, croyant comprendre qu'elle avait une position plus réaliste.

Il y a à peu près un an, le ministère de l'Industrie et de la Recherche a demandé à l'IPSN d'étudier la manière dont on calculait l'impact des installations nucléaires sur l'environnement et de regarder comment cela se faisait à l'étranger, et d'en déduire éventuellement des conclusions ou des perspectives d'études.

Il apparaît que dans la réglementation française la notion de groupe critique n'existe pas. Cela signifie que, contrairement aux Britanniques qui ont étudié de manière approfondie les manières de fixer les groupes critiques, les modélisations qui précèdent aussi l'évaluation de la dose, dans le cas français, il n'y a pas de réglementation claire sur le sujet, il n'y a pas de méthodologie. Il y a des méthodologies mais c'est souvent fait au cas par cas. Dans certains sites, on va regarder la personne critique. Dans d'autres cas, on va regarder un groupe qui n'est pas forcément le groupe qu'il aurait fallu choisir.

Cela veut donc dire qu'il faut aussi mettre de l'ordre dans la manière de faire ces calculs. C'est en ce sens que je comprends la prudence de M. PELISSIER-TANON. D'après nos premières évaluations, il apparaît que l'on a probablement des facteurs de prudence de l'ordre de 10 dans les étapes de cette évaluation de la dose aux personnes critiques.

Nous ne sommes pas aussi réalistes que vous pouviez le penser.

Mme RIVASI — Nous touchons un problème de fond de fonctionnement. Nous posons des questions à la COGEMA, mais nous nous trouvons dans une situation où c'est l'exploitant qui décide du type de réaménagement qu'il va faire. J'aimerais que nous fonctionnions de façon différente.

Il faudrait établir un cahier des charges

M. BIRRAUX — Le chapitre suivant portera sur le contrôle des autorités.

Mme RIVASI — Si nous avons un cahier des charges indiquant des bases sanitaires, nous pourrions demander à la COGEMA l'étude d'impact faite sur le site, le niveau de radon que l'on accepterait et à quoi cela correspondrait d'un point de vue couverture et d'un point de vue suivi. D'un point de vue radium, dans tout ce qui est migration du radium au niveau des eaux, quel niveau sera accepté, quel type de traitement sera demandé ?

On fonctionne à l'envers, la COGEMA fait des études mais il n'y a pas de définition de ce que l'on attend d'elle. C'est très problématique car c'est toujours une espèce de polémique alors que cela dépend de la responsabilité de l'Etat. A plusieurs reprises, j'ai rencontré les ministres en leur demandant d'établir un cahier des charges. En ce moment, la COGEMA réaménage des mines mais on ne sait pas sur quelle base.

Quand M. PFIFFELMANN dit qu'il s'agit de dispositions réglementaires mais pas sanitaires, quelle base ont les règlements ? Si on établit des règlements, c'est bien parce qu'il y a des bases sanitaires, et ce n'est pas à lui de savoir si on a choisi le $0,37 \text{ Bq.l}^{-1}$ ou pas.

M. PFIFFELMANN — Quelle est la LAI du radium 226 ?

Mme RIVASI — De l'ordre de quelques milliers de becquerels.

M. PFIFFELMANN — Je réponds à votre question pour expliquer. Je soulignais dans mon propos ce qui est réglementaire et ce qui devrait être pour le public, sous réserve de lui expliquer clairement, à connotation strictement sanitaire. L'exemple du radium 226 est très bien choisi. Si je prends la CIPR 26, 7 000 Bq.

Mme RIVASI — Vous faites un faux calcul. On tient compte de tous les radioéléments et vous ne tenez compte que d'un seul !

M. PFIFFELMANN — Prenons les problèmes par étape, vous me parlez radium, je vous réponds radium. Il faudrait boire 1 000 litres d'eau à 7 Bq.l^{-1} pour avoir les 7 000 becquerels annuels.

Mme RIVASI — Nous ne fonctionnons pas ainsi.

M. PFIFFELMANN — Bien sûr que si, sinon comment expliquer aux gens ce qu'est un impact sanitaire ? Voulez-vous l'expliquer par la dose efficace ? Personne n'y comprendra rien.

Mme RIVASI — C'est un problème de méthode.

M. GANIVET — Il faut se souvenir que les déchets miniers sont les produits que l'on a sortis de la mine, auxquels on a retiré l'uranium dans sa plus grande proportion et que l'on se propose de remettre après un changement d'état physique, ce qui change un certain nombre de données en matière d'échanges chimiques.

On a fait allusion au problème du Bouchet, c'est tout à fait différent car il s'agissait de minerai qui avait été traité et pour lequel il y avait eu un enrichissement progressif des stériles en radium alors que là la quantité de radium ramenée à la tonne de déchets n'a pas varié, au contraire.

Le seul problème qui se pose est le changement d'état physique qui peut entraîner des caractéristiques avec des filiations moins favorables que dans le cadre du minerai brut.

Pr. JAMMET — Les mines sont une « pratique », c'est-à-dire une activité humaine. Ce n'est plus de la radioactivité naturelle. Cela tombe donc sous le coup des pratiques et pose un problème de déchets.

Quand on prend ce qui est retenu par l'UNSCEAR (Comité scientifique des Nations Unies), quand il fait le bilan des expositions, il considère que les déchets radioactifs ne posent pas problème, sauf les déchets miniers. Les autres sont considérés comme étant sur le plan de l'impact sanitaire comme pratiquement négligeables. Les déchets miniers sont différents.

Où l'on s'exprime en valeur absolue et quand vous prenez l'évolution au cours du temps, cela monte tout le temps, ou on s'exprime en valeur relative, et cela descend tout le temps. Le radium n'a pas une période tellement longue par rapport au potassium 40 et la radioactivité naturelle reste pratiquement stable alors que la radioactivité des déchets miniers ne cesse de décroître, et arrive un moment où elle devient de moins en moins importante et négligeable, mais cela met du temps.

Quand on dit que la COGEMA fait des études et des recherches, il faut s'en féliciter puisque personne n'en fait par ailleurs ; c'est déjà bien que l'exploitant en fasse pour savoir ce qui se passe. Nous devrions rendre hommage à la COGEMA d'avoir fait des études et des recherches. Que maintenant on lui dise ce qu'elle devrait faire et là où elle devrait aller, d'accord, mais tenons compte de l'acquis. Or, elle l'a fait alors qu'on ne le lui demandait pas. Je suis indépendant, je ne suis pas là pour défendre la COGEMA mais je constate.

Un autre point important est le problème des hypothèses réalistes. La CIPR à laquelle j'appartiens a proposé des normes (ce sont des recommandations) extrêmement sévères. Par exemple, le 1 mSv est extrêmement sévère parce que ce n'est que la moitié de l'irradiation naturelle moyenne ou même minimale. En outre, si vous faites le calcul honnêtement à partir de ce qui est prévu pour les travailleurs, on ne tombe pas sur 1 mais sur 2. On a pris 1 parce qu'après la 26 est tombée une déclaration de la CIPR disant que si l'exposition durait longtemps, il fallait prendre 1. Il y a eu des discussions à la CIPR, un certain nombre étaient en faveur de 2. Ce que dit la CIPR est très sévère mais il faut des scénarios réalistes.

Je m'excuse, Monsieur le Président, mais votre hamac en haut de la cheminée, c'est du Salvador DALI ! c'est surréaliste ! On ne peut pas parler de radioprotection en prenant de tels scénarios ! Mme SUGIER faisait remarquer qu'il était dommage que l'on ait abandonné le groupe critique, car une personne critique n'existe pas pour la CIPR, ce ne sont que des groupes critiques. Dans le groupe critique, c'est une moyenne, ce n'est pas le plus exposé.

Une personne dans le sud de l'Angleterre, où il y avait une installation nucléaire, ne mangeait que des crustacés dans lesquels il existe une chaîne alimentaire qui faisait que les radionucléides se dirigeaient vers lui de façon privilégiée. On ne pouvait pas se baser là-dessus. C'est ainsi qu'est né le groupe critique, à partir de cette anecdote.

Il est dommage d'abandonner cette notion, car on ne peut pas tout étendre à toute la population. Il faut choisir le groupe que l'on estime être le plus exposé, on voit ce qui se passe, et c'est pour lui qu'on traite le problème. C'est tout à fait honnête.

M. STRICKER — Les groupes critiques, vus de l'exploitant, sont importants. Je voudrais apporter des éléments qui méritent d'être vérifiés car c'est là-dessus que vont être jugés les exploitants s'ils réussissent à publier des résultats de rejet, non pas seulement en becquerels mais en termes de mSv. Il faut être capable d'avoir un système qui permette les comparaisons internationales.

Si l'on regarde ce que font les uns et les autres, ce n'est pas la même chose puisque chacun a fait son travail dans son coin et en fonction de la culture de chacun des pays. Les Anglo-Saxons ayant une grande réputation de pragmatisme, en prenant la méthode du Pr. JAMMET, ont trouvé un mangeur de crustacés et ont cherché ce que cela donnait. Les Allemands ajoutent des probabilités. C'est une façon autre de revenir à des choses réalistes mais ce n'est pas très clair.

Les Français font quelque chose entre les deux et davantage voisin du cas par cas au fur et à mesure des questions posées à l'IPSN. Le groupe de travail présidé par le bureau de la radioprotection devrait aboutir dans des délais raisonnables afin d'arrêter de s'échanger des choses qui ne sont pas comparables.

Enfin, sur la façon dont j'ai présenté mon tableau, il était indiqué des becquerels et pas des millisieverts. Il s'agissait d'estimations et il s'agissait de valeurs magiques, à savoir 100 Bq entre les FA et les TFA et autour de 1 Bq entre les TFA et les pas radioactifs. Ceci étant, il y a des études de sensibilité à faire autour. C'était pour montrer comment le travail d'estimation avait été fait.

M. TASSART — Il serait bon de rappeler à la COGEMA la question que vous avez posée tout à l'heure : vous est-il possible de dire quel est l'horizon temporel de vos objectifs sanitaires ? Cela correspond à la question qui avait été posée par M. ROLLINGER disant que gérer sous l'angle impact sanitaire les déchets miniers des mines d'uranium ne doit pas être fait simplement pour les années à venir, mais qu'il fallait se poser la question de ce qui sera fait d'ici 5 000 ans.

M. PELISSIER-TANON a répondu qu'il était important de préserver les chances du futur, il serait intéressant de savoir ce que cela peut signifier concrètement aujourd'hui. Le processus de fermeture de ces sites, de couverture, entretien des barrages, et maintien de l'humidité de l'argile peut-il être fait pendant plusieurs millénaires ? C'est la question de fond qui me semble être posée.

M. PÉLISSIER-TANON — Il ne faut laisser aucune équivoque. En tant qu'opérateurs nous inscrivant dans une civilisation et une réglementation, nous sommes avant tout préoccupés sur le fait que les impacts sur les populations réelles, aujourd'hui, demain et peut-être après-demain, soient aussi faibles que possible à l'intérieur des limites réglementaires, et optimisés.

Bien évidemment, la réflexion sur le futur ne peut pas échapper, il faut qu'elle soit partagée par tous. La COGEMA ne peut pas se porter garante que la civilisation que nous connaissons dans 1 000 ans, dans 5 000 ans ou dans 100 000 ans sera très exactement celle d'aujourd'hui. Mais, si nous voulons ouvrir le débat humaniste, nous faisons en sorte que l'eau de résidu soit accessible demain, après-demain, dans 1 000 ans dans les moins mauvaises conditions possibles à ceux qui jugeraient utiles de les retraiter.

Ceci étant dit, je me suis passionné pour ce débat, et il est à ouvrir entre humanistes : de quelle civilisation parlons-nous ? Trois hypothèses sont envisageables. La première est une civilisation extraordinairement technologique dont nous ne serions que les hommes de l'âge de pierre. Je serai tenté de dire "Tant mieux pour l'humanité !", surtout si elle y trouve son bonheur, mais laissons-leur résoudre des problèmes pour lesquels ils seront tellement meilleurs que nous !

La deuxième est une civilisation qui ressemble à la nôtre. Effectivement, le principal ennui est les périodes de crise où les gens font un peu n'importe quoi. Mais attention : ils ont peut-être des problèmes infiniment plus sérieux, surtout pour ce qui est du raccourcissement de la vie humaine. Dans les bonnes périodes, ils auront à peu près les outils que nous. Assurons-nous que la mémoire est intacte.

La troisième est le retour — pourquoi pas ? — à un âge néolithique qui nous situerait dans un cadre social et moral très intéressant au plan culturel mais qui ne me préoccupe pas trop du point de vue sanitaire.

M. BIRRAUX — Avez-vous suffisamment pris en compte vos éventuelles réincarnations futures ?

M. PÉLISSIER-TANON — J'en sais si peu là-dessus !

M. BIRRAUX — Nous pouvons aborder le contrôle. Les études d'impact sont réalisées par l'exploitant, mais c'est un défaut typiquement français, puisque quand la DDE fait un projet de déviation routière, c'est la DDE qui joint l'étude d'impact. C'est dans une culture générale de toute réalisation de tous travaux, c'est l'exploitant qui présente son étude d'impact.

Ce qui me gêne, ce n'est pas que COGEMA fasse son étude d'impact mais lorsque les autorités reçoivent l'étude d'impact, comment peuvent-elles discuter et sur quelle base (les calculs, les hypothèses, les résultats fournis par l'exploitant) ? Est-ce que la capacité d'expertise de l'autorité qui reçoit le document est au moins équivalente pour pouvoir discuter d'égal à égal ? Si elle ne l'est pas, sur quels appuis techniques peut-il s'appuyer, sachant que bien souvent ce sont les niveaux décentralisés, c'est-à-dire les préfets, qui s'appuient ou pas sur les DRIRE, qui vont donner les autorisations ?

Quelle est l'option politique entre le ministère de l'Industrie, le ministère de l'Environnement et le ministère de la Santé ?

M. HENRY — Les résidus de traitement de minerai de COGEMA sont assujettis au régime des installations classées pour la protection de l'environnement, à l'issue d'un avis donné par le Conseil d'Etat dont Mme RIVASI a parlé dans des termes dont je lui laisse la responsabilité.

Cela signifie que le pouvoir de police -c'est-à-dire la fixation des prescriptions applicables pour la protection de l'environnement et la police de contrôle- incombe au préfet et de façon pratique, au cas particulier, à la division « environnement » de la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

S'agissant des stériles miniers en général, nous avons eu il y a quelques années, au niveau du ministère, le souci de faire en sorte que les services déconcentrés disposent d'une base d'analyse des projets de réaménagement qui leur seraient présentés par des exploitants et nous avons confié une mission d'inspection générale sur cette question à deux ingénieurs généraux, M. BARTHELEMY et M. COMBES. Leur rapport a été largement diffusé au sein de l'administration mais aussi auprès d'un certain nombre de personnes extérieures qui en avaient fait la demande.

La procédure est assez classique. L'exploitant présente une demande d'autorisation pour le réaménagement. Cette demande comporte une étude d'impact, et ensuite la demande est soumise à enquête publique puis à consultation du conseil départemental d'hygiène. L'autorisation est délivrée au bénéfice d'un certain nombre de prescriptions.

S'agissant des réaménagements de stériles miniers, compte tenu de la relative nouveauté du problème posé à l'administration déconcentrée, nous avons suggéré que les dossiers de réaménagements fassent l'objet, de façon quasi systématique, d'une contre-expertise. C'est une faculté qui est offerte actuellement par la réglementation et les projets particuliers dont Mme RIVASI et COGEMA ont fait état ont été soumis pour expertise à l'IPSN à l'initiative du préfet.

Vous dire comment seront réglementés les réaménagements des sites miniers du Limousin, je serai embarrassé car la procédure est en cours. La décision ne sera pas prise avant la fin de l'année.

Quelles sont les normes imposées ? En matière d'installations classées, ce sont des objectifs de résultat qui sont demandés à l'exploitant. D'une façon générale, l'administration se refuse à imposer des moyens, même si elle s'assure si ceux qui sont proposés par l'exploitant ont une chance significative d'atteindre l'objectif.

Nous avons dès l'abord considéré qu'il fallait anticiper sur la nouvelle réglementation de radioprotection et faire en sorte que l'exposition du public pouvant en résulter ne dépasse pas 1 mSv par an, sachant que la réglementation actuelle tolère 5 mSv par an pour le public. Vous avez pu constater à l'instant que la réglementation en devenir pose un certain nombre de problèmes de calcul de cette dose ajoutée. Nous sommes très attentifs à cette question.

La réglementation qui sera adaptée aux cas particuliers fixera des règles concernant les dispositions générales, pourra imposer des normes concernant le recouvrement. Il y aura des règles

qui existent déjà, sanitaires ou non, s'agissant de la radioactivité admissible dans les eaux de rejet ou d'exhaure. Il y aura bien sûr une réglementation en matière de surveillance, ne serait-ce que pour suivre l'évolution du stockage, voire les aménagements à apporter éventuellement au premier dispositif retenu pour le réaménagement.

Voilà ce que je peux vous dire sur la question étant entendu que le ministère de l'Environnement n'a pas le privilège du contrôle de la radioprotection dans les établissements industriels en général et dans les établissements miniers en particulier.

M. BIRRAUX — Peut-on considérer que ces objectifs que vous fixez à l'exploitant sont l'équivalent de ce cahier des charges dont parlait Mme RIVASI ?

Par ailleurs, il me semble que l'administration a demandé une sorte de première expertise, une évaluation critique, sur un ou des dossiers d'exploitants aux alentours de Bessines. Pouvez-vous nous donner quelques précisions sur cette demande de contre-expertise ? A qui ? Comment ?

M. HENRY — Des demandes de réaménagement sont présentées par l'exploitant et dans le cadre de l'instruction de ce qui est une demande d'autorisation au titre de la réglementation installations classées, l'administration a la faculté de demander une contre-expertise. Nous avons demandé cette contre-expertise à l'IPSN. Mme SUGIER commençait à vous indiquer les premières conclusions de cette expertise.

S'agissant de votre première question sur le cahier des charges au sens où l'entend Mme RIVASI, je crois pouvoir vous répondre que non.

M. BIRRAUX — S'il n'y avait pas de contre-expertise, comment faisiez-vous pour évaluer la pertinence des options retenues par l'exploitant ?

Il faut que vous ayez une capacité de jugement qui puisse s'étayer sur un certain nombre de connaissances, de résultats de recherches ou d'expertises. Vous dites que vous allez demander dans ce cas à l'IPSN d'étudier le dossier ou de l'instruire pour vous ; avant, comment faisiez-vous ? Est-ce qu'une administration décentralisée, même départementale, même régionale, a ces moyens d'analyse suffisants pour émettre un jugement de valeur sur un dossier transmis par un exploitant ?

M. HENRY — Il n'y a pas à proprement parler d'avant concernant le réaménagement de sites miniers. Je vous ai indiqué que nous avons considéré, à l'issue du rapport d'inspection générale établi par MM. BARTHELEMY et COMBES, que la contre-expertise était indispensable s'agissant des réaménagements compte tenu de la spécificité du problème posé. Pour les deux premiers dossiers que nous avons à connaître, cette contre-expertise a été conduite par l'IPSN.

S'agissant de la contre-expertise en général, c'est une faculté qui est offerte par la réglementation d'installations classées. Quand un dossier est difficile, le préfet demande une contre-expertise. L'originalité des mines d'uranium est que nous avons considéré qu'il fallait systématiquement recourir à cette contre-expertise. Dès que le dossier est techniquement compliqué, une contre-expertise est souhaitable.

M. BIRRAUX — Est-ce que ces dossiers ont été les premiers déposés par l'exploitant COGEMA ou y en avait-il déjà eu auparavant ?

M. HENRY — Il y a eu un autre dossier pour l'Ecarpière. Je ne crois pas qu'il y ait eu à proprement parler de contre-expertise dans la forme où cela a été demandé.

M. PFIFFELMANN — Il n'y a pas eu de contre-expertise sur Ecarpière de l'IPSN, mais je rappelle qu'au moment où était en cours d'étude le projet consistant à accueillir sur le site de

L'Ecarpière les résidus de RHONE-POULENC, il y avait eu une situation localement conflictuelle qui avait entraîné les élus locaux, aiguillonnés par une association de défense qui s'était créée à cet effet, pour demander une contre-expertise.

A ce moment-là, il s'agissait plus d'apprécier les résultats que fournissait COGEMA plutôt que les procédures de réaménagement, mais il s'agissait quand même d'une contre-expertise pudiquement appelée multi-expertise par les élus locaux, les associations et les collectivités locales qui la finançaient. Cette expertise a été confiée à la CRII-RAD.

Elle a été réalisée à la demande du ministre de l'Industrie de l'époque sous contrôle d'un inspecteur hygiène et sécurité, lequel a complètement suivi, partant de l'élaboration d'un cahier des charges qui définissait dans quelles conditions devait être menée cette expertise. A partir de l'établissement de ce cahier des charges, il a suivi la procédure, il a visité les laboratoires (celui qui travaillait pour COGEMA et celui de la CRII-RAD) pour faire des comparaisons jusqu'au niveau méthodologie d'analyse. C'est ce qui m'a porté tout à l'heure à faire cette allusion au fait qu'il fallait, d'un point de vue métrologique et méthodologie d'analyse, progresser au niveau de la définition des règles.

Il y a bien eu là un travail d'expertise extérieure, il y a eu un compte rendu public puisque, en février 1994, a été provoquée une réunion publique à laquelle tout le monde a pu participer et au cours de laquelle ont été exposés les résultats de cette multi-expertise, en expliquant les comparaisons, vecteur par vecteur, et les conclusions auxquelles on était arrivé sur le site de l'Ecarpière.

Je précise que ce n'était pas dans une optique qui consistait à juger de la validité des procédures de réaménagement.

M. HENRY — Dans un souci d'exhaustivité, deux autres sites ont été réaménagés : le site du Bouchet et le site de Gueugnon. Ce réaménagement a fait l'objet des félicitations de la *Gazette nucléaire* comme un exemple de travail de qualité de la part de l'administration.

M. LACOSTE — Si on compare les procédures relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement et les procédures relatives aux INB, la DSIN a le choix entre trois procédures :

— le dossier arrive, la DSIN prend directement position dessus ;

— le dossier arrive, la DSIN demande son avis à l'IPSN et prend parti ;

— le dossier arrive, la DSIN demande son avis à l'IPSN, ses recommandations au groupe permanent compétent, puis prend parti.

Ce sont des procédures dans lesquelles le financement est directement intégré par l'administration.

Si l'on regarde l'installation classée pour la protection de l'environnement, quand un dossier arrive au préfet, c'est au préfet de prendre la décision d'imposer à l'industriel de faire faire une contre-expertise. Dans chacun des cas qui ont été évoqués, sous une forme ou une autre, il a été demandé à l'industriel de payer une contre-expertise assurée par l'IPSN.

M. TASSART — L'expertise demandée à l'IPSN par la DSIN dans le cadre de la procédure INB n'est pas la même chose que l'expertise demandée à l'IPSN par le préfet dans le cadre d'une procédure ICPE.

Il ne s'agit pas de jouer sur les mots, de demander que ces sites de stockage soient classés INB et non pas ICPE, le fond du problème est bien de savoir selon quelles références ces expertises vont être faites. S'il apparaît indispensable que les critères pris en compte pour ces expertises soient homogènes avec ceux qui ont été pris en compte pour un site comme Soulaines pour les déchets de type A, il apparaît nécessaire qu'il n'y ait pas simplement une contre-expertise de l'IPSN en tant qu'expert extérieur.

Il serait important que l'IPSN puisse mener une expertise en tant qu'appui technique de la DSIN. Dans ce cas, l'IPSN ne suit pas les mêmes critères que ceux qu'il a pu suivre dans le cas de l'Ecarpière car il avait fait une expertise aussi dans ce cas en faveur d'une solution qui n'a pas encore été retenue. C'est un point important car il est indispensable d'assurer une homogénéité dans le traitement des différents déchets, qu'ils soient C, B, A ou TFA.

M. BIRRAUX — Une homogénéité dans le traitement à travers le territoire par les différents préfets me paraît importante.

M. TASSART — Bien sûr.

M. TRÉMOULET — J'étais présent aux entretiens de Ségur et à La Baule. A La Baule, j'ai compris qu'il était question de rédiger de nouveaux textes et il a été très longuement explicité qu'il devait y avoir une nouvelle responsabilisation des fabricants concernant un objet. A partir de ce moment où ils créaient quelque chose, ils en étaient responsables, de la création jusqu'à l'aval ; même chose pour tout ce qui était l'extracteur d'un minerai de matière première.

Un extracteur sort de l'uranium, il en fait ce qu'il en veut, il travaille dessus, il le fournit à EDF qui fabrique de l'électricité ; où s'arrête la responsabilité dans les cycles des divers traitements ? Est-ce que ce sera défini dans les textes ? Si cet utilisateur doit faire retraiter ses déchets, est-il juridiquement responsable de ce qu'un sous-traitant en fait ? Jusqu'où EDF pouvait intervenir dans le dossier RADIACTROLE ?

Cet utilisateur aura-t-il le droit d'intervenir dans la vie de l'entreprise sous la forme contrôle de la formation des agents, surveillance de tout ce qui a été remis et utilisé par le sous-traitant ? Enfin, que peut-on faire en termes juridiques ?

M. BIRRAUX — Cela nous ramène plus loin que les stériles miniers. EDF était un peu moins concerné par RADIACTROLE puisque c'était le CEA.

M. LALLEMENT — Non, RADIACTROLE était solidaire, et le CEA est seulement celui dont on a parlé mais parlons des autres. Nous étions plus de 5 ou 6 partenaires égaux.

M. TRÉMOULET — J'ai sous les yeux un article qui vaut ce qu'il vaut, dont le titre est : "Les dangers de SOCATRI". Il date de novembre 1994.

M. DEVILLERS — Je voulais répondre à la question de la cohérence des analyses effectuées par l'IPSN, selon qu'elles sont demandées par la DSIN ou le préfet.

Il n'y a pas deux méthodes à l'IPSN pour évaluer la sûreté des stockages, il n'y en a qu'une. Elle doit s'appliquer en proportion des niveaux de risque que présentent les installations. Les critères, les indicateurs de sûreté sont évidemment en relation avec les normes de radioprotection mais, s'agissant de la méthode, c'est strictement la même.

Mme SUGIER — Il faut une cohérence mais, en même temps, dans les objectifs que l'on se fixe en radioprotection, on doit tenir compte aussi de l'optimisation, c'est-à-dire de ce qu'il est possible de faire raisonnablement. On peut se fixer des objectifs qui, dans certains cas, tout en étant

en dessous de la limite, soient plus élevés selon les types de pratiques. Ce n'est pas contradictoire avec l'idée de la radioprotection. On ne peut pas se fixer des objectifs de radioprotection uniformes. Cohérence ne veut pas dire uniformité.

M. BIRRAUX — Faut-il une réglementation précise au niveau technique ou description d'un processus administratif assorti d'une règle fondamentale qui soit un peu équivalente à une règle fondamentale de sûreté ? Est-ce que le préfet doit être encadré ou faut-il lui laisser toute sa liberté d'appréciation ?

M. LACOSTE — S'agissant de la cohérence, à partir du moment où l'on pose à l'IPSN un certain nombre de questions sur des sujets connexes, l'IPSN est parfaitement à même de fournir des réponses cohérentes, ce qui ne veut pas dire identiques.

S'agissant de la latitude des préfets, il existe une loi, la loi de 1976 sur les installations classées, et qui a disposé que c'étaient les préfets qui étaient responsables en matière d'installations classées. Cela veut donc dire que l'on imagine parfaitement que les préfets soient à même de prendre des dispositions différentes pour des problèmes qui apparaissent identiques vus de Paris mais qui, localement, ne le sont pas.

A l'évidence, dès que les sujets apparaissent suffisamment importants pour mériter une doctrine ou des dispositions communes, c'est à l'administration centrale de faire ce qu'il faut pour cela. Il est évident qu'aucun préfet de France et de Navarre n'aura l'idée de traiter un dossier de terrils de déchets uranifères ou radifères sans prendre l'avis de son administration, et celle-ci lui dira de prendre l'avis de l'IPSN.

Peu à peu, il va se forger un minimum de doctrine et c'est à ce moment que cette doctrine pourra être retranscrite dans les textes. Fondamentalement, peu importe que ce soit un arrêté générique ou une circulaire, ou une règle fondamentale de sûreté, un texte général ne s'improvise pas. Pour qu'il ait une vraie portée, des conséquences pratiques, il faut qu'il se fonde sur un nombre minimum d'exercices réels.

Sans doute faut-il attendre 4 ou 5 dossiers du genre de ceux que nous venons d'évoquer pour être capable, sous une forme à déterminer, d'énoncer les règles générales auxquelles vous pensez.

M. BIRRAUX — Dans mon idée, il s'agit d'un corps de doctrines commun pour qu'il y ait une cohérence entre les décisions des préfets et qu'ensuite l'exploitant, en fonction du lieu où il est implanté, sache qu'il aura des règles communes ou des prescriptions qui seront communes quel que soit le lieu où il s'implante; sinon il ne sera pas simple de se référer à l'humeur du jour du préfet selon le dossier qui lui sera présenté.

M. LACOSTE — Sont déjà disponibles le rapport BARTHELEMY-COMBES, un certain nombre d'études de l'IPSN, un nombre limité d'arrêtés préfectoraux et quelques uns en projet. Cela semble une base qui commence à être suffisante pour que, remise en discussion au niveau national, cela fournisse matière à un texte général permettant d'encadrer le phénomène.

M. BIRRAUX — J'aimerais demander au Dr. COQUIN qui représente la direction générale de la santé s'il a déjà été envisagé d'avoir dans les DRASS quelques spécialistes en radioprotection qui puissent, du point de vue sanitaire et radioprotection des populations, être intégrés aux équipes actuelles pour faire prévaloir le point de vue du ministère de la Santé dans ces dossiers.

Dr. COQUIN — Un point qui nous préoccupe est de permettre aux DRASS d'acquérir un certain nombre de compétences en matière de radioprotection pour pouvoir conseiller les préfets sur un certain nombre de sujets, voire servir de relais à l'administration centrale en termes de conseil, en termes de gestion de crise et de pouvoir alerter les autorités sur un certain nombre d'aspects plus

spécifiques de la radioprotection et servir de relais non seulement à l'administration centrale mais également à notre organisme d'expertise et de contrôle qui est l'Office de protection contre les rayonnements ionisants. Sur ce point, je peux vous rassurer pleinement.

Je voudrais faire un commentaire sur ce que je viens d'entendre. Le ministère de la Santé n'est impliqué que de manière très récente dans ce problème de la radioprotection. Les choses risquent d'évoluer car nous ne sommes actuellement consultés que sur un certain nombre de problèmes ponctuels lorsqu'il existe des risques d'irradiation ou des risques d'exposition humaine en dehors du milieu de travail.

Vous avez bien compris qu'il existait une répartition des compétences assez subtile entre le ministère de l'Industrie à travers la DSIN, le ministère de l'Environnement pour les installations classées, le ministère du Travail pour la protection des travailleurs et le ministère de la Santé pour tout ce qui est le reste dans le domaine de la radioprotection générale.

Je crois que la radioprotection générale, ce n'est pas le reste mais quelque chose qui a un rôle transversal dans les autres domaines. Nous ne pouvons pas être uniquement consultés pour des problèmes du genre Etablissements BAYARD pour définir la dose, le seuil de restitution d'un secteur ou d'une zone géographique. Nous avons des organes d'expertise de qualité, je pense en particulier à certaines sections du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France (la section des eaux, et celle de l'environnement) compétentes pour évaluer les conséquences et risques pour la santé humaine d'un certain nombre d'installations ou d'aménagements technologiques.

Il est bon que nous soyons consultés pour ces problèmes de réaménagements miniers à l'instar de ce qui se fait pour les stockages de gaz et hydrocarbures souterrains pour lesquels le Conseil supérieur a été explicitement consulté par le ministère de l'Industrie.

Je suis intervenu pour vous indiquer l'optique que nous allons défendre à l'avenir : ce sont des points que nous allons mettre en place avec la DSIN et le ministère de l'Environnement.

M. BIRRAUX — Ce sont des points et des signes très positifs de la réimplication du ministère de la Santé dans tout ce domaine.

Dr. COQUIN — Il n'y a pas que dans le domaine du nucléaire, mais dans tous les domaines techniques, les promoteurs d'un progrès technique ont contribué par la réflexion de l'administration et par la réflexion que suscitait l'administration autour d'elle et, en parallèle, en faisant appel à d'autres experts, à faire évoluer une réglementation. Il ne faut pas être étonné qu'à un certain moment la réglementation soit en retard par rapport aux progrès technologiques.

Cela me paraît inévitable parce qu'on ne peut pas non plus imposer que la réglementation soit en avance sur le progrès technologique. Ce qui s'est passé en matière de médicaments, de techniques médicales illustre parfaitement ce dont nous sommes en train de débattre aujourd'hui.

M. BIRRAUX — Les DRASS vont avoir un rôle extrêmement important dans le contrôle des sources radioactives diffuses car, quelle que soit la réorganisation de l'OPRI, il paraît difficile à l'OPRI d'aller constater et contrôler lui-même toutes les sources radioactives à travers le pays.

Dr. COQUIN — C'est à cela que je faisais allusion en parlant de relais de l'action de l'OPRI.

M. PRONOST — Des laboratoires dits indépendants sur la place sont pratiquement introuvables. Un certain nombre de laboratoires auxquels on téléphone sont sur enregistreur téléphonique, et, après enquête, il s'avère qu'il n'y a personne dans les laboratoires. Il y a un problème de viabilité, de connaissance de la chose, et d'utilisation de ces laboratoires, voire du matériel souvent obsolète.

Par ailleurs, quand on fait une contre-expertise, il faut respecter un certain nombre de règles. Prenons le cas du Centre de Stockage de la Manche pour lequel je fais des contre-expertises cet après-midi, je n'ai pas retenu l'IPSN parce que c'est l'IPSN qui a pris les mesures. Je n'ai pas retenu l'OPRI non plus car l'OPRI et l'IPSN sont un peu impliqués. Je n'ai pas retenu d'autres laboratoires extrémistes de l'autre côté car je voulais avoir le coeur net.

C'est une chose à laquelle il faut être attentif.

Je suis stupéfait d'entendre ce qui vient d'être dit s'agissant des préfets. Le préfet est l'autorité compétente, avec deux casquettes : l'autorité de l'Etat et l'autorité du gouvernement, ceci étant souvent contradictoire. Il n'a aucun moyen d'en sortir. Les préfetures n'ont personne pour mettre en route l'arrêté, je reçois des appels téléphoniques me demandant quand je veux tenir des permanences. Son organe séculier, c'est la DRIRE mais lui n'a aucune compétence, ce n'est pas lui qui décide. On lui propose une décision et c'est lui qui la prend mais elle est prise ailleurs.

S'agissant de l'implication du ministre de l'Environnement, je suis également stupéfait de ce que je viens d'entendre comme quoi vous n'intervenez pas. Je suis déjà intervenu chez vous la semaine dernière pour un cas précis. Quand on téléphone chez vous, pour trouver le responsable, ce n'est pas facile car personne n'est responsable de rien. Votre responsabilité est largement engagée car vous avez co-signé les lois et les décrets, en particulier pour les enquêtes publiques.

A partir du moment où le ministre de l'Environnement a signé ces décrets et ces lois, il se trouve engagé et il est facile de dire que ce n'est pas vous mais les autres.

M. BIRRAUX — Je ne vais pas vous contredire sur le fait que les préfets n'ont pas de capacité d'expertise propre mais, en tant que député qui vote les budgets, à une époque où l'on estime qu'il faut faire des économies, je trouverais fort, alors qu'il existe dans les départements, au chef-lieu de département ou au chef-lieu de région, des capacités d'expertise, que le préfet veuille se doter lui-même de sa propre capacité d'expertise.

Ils ont une formation qui les conduit à s'appuyer sur les capacités d'expertise qui existent. Il en existe, il est normal qu'ils s'appuient dessus, d'autant qu'elles dépendent aussi de l'Etat. C'est quelque chose qui ne me choque pas. Cela me paraît même normal et juste.

M. PRONOST — Dans beaucoup de cas, ce n'est pas le préfet qui choisit la contre-expertise. Je n'ai pas demandé l'avis du préfet, j'ai décidé moi-même de la contre-expertise et j'ai pris les moyens adéquats. Je ne suis pas d'accord avec vos propos.

M. BIRRAUX — Vous pouvez être d'accord ou pas, vous ne changerez rien à ce fait. En tant que député, je vous dis que les députés ne sont pas prêts demain à voter des crédits pour que les préfets aient leurs propres experts dans tous les domaines où ils sont amenés à signer les arrêtés.

Il existe des capacités d'expertise de l'Etat, quand des problèmes concernent la DDASS, c'est la DDASS qui est le conseiller technique du préfet : lorsqu'il y a des problèmes d'équipement, c'est la direction de l'équipement ; lorsqu'il y a des problèmes d'agriculture, c'est la direction de l'agriculture. Cela a été fait pour cela et c'est ainsi que cela fonctionne.

Là, il n'y a pas quelque chose de particulièrement choquant. Maintenant que vous, en tant que commissaire enquêteur, dans le cadre des pouvoirs qui vous sont dévolus par la loi, vous fassiez appel à une expertise extérieure, c'est tout à fait votre droit et c'est très bien. Ni le préfet ni moi-même n'avons quoi que ce soit à dire, c'est normal.

Dr. COQUIN — Je comprends l'intervention de M. PRONOST, mais son expérience ne me paraît pas refléter la règle générale. L'Etat dispose au niveau des départements, dans mon domaine

de la santé environnementale, de services qui ont des capacités techniques « généralistes » de bonne qualité, capables d'alerter un préfet sur tel ou tel problème, tel ou tel point, même s'ils n'ont pas la compétence suffisante pour pouvoir les décortiquer jusqu'au bout et proposer des solutions.

Conscients de cela, nous avons créé il y a deux ans et demi un réseau national de santé publique qui était là pour coordonner entre autres non seulement les sources de données épidémiologiques mais également les capacités d'expertise dans le domaine sanitaire propre des maladies transmissibles et dans le domaine sanitaire environnemental. Nous sommes en train de créer dans un certain nombre de régions des cellules régionales et interrégionales d'épidémiologie d'intervention qui auront en particulier pour tâche de recenser dans les domaines des maladies transmissibles et du risque toxicologique environnemental les compétences sur lesquelles pourra éventuellement s'appuyer le préfet pour pouvoir demander un certain nombre de contre-expertises. Pourquoi pas dans le domaine du nucléaire mais également dans d'autres domaines de santé environnementale ?

M. ROLLINGER — Je n'ai pas l'impression d'avoir obtenu une réponse satisfaisante sur le thème de la règle du jeu et de la cohérence avec l'ensemble de la démarche déchets. On dit que l'IPSN travaille bien, ne fait pas des choses très différentes quand il est saisi par le préfet, etc. Cela ne nous dit pas quelles règles il utilise.

Pourquoi reste-t-on dans le vague dans le domaine des déchets miniers ? Si on utilisait les règles analogues à celles de Soulaïnes pour les déchets miniers, on en conclurait qu'on ne peut pas les garder en surface. On va dire que l'on va faire autrement.

Il faut l'étaler sur la table, faire des études de sensibilité. Bien sûr, il y a le problème de l'argent que l'on peut mettre à court, moyen et long termes mais il faut mettre ce problème sur la table. Nous parlerons plus tard du projet de stockage de déchets radifères, c'est pareil, comment sont cohérents l'objectif sanitaire, les scénarios, les concentrations acceptables en radionucléides ? Pourquoi fait-on différemment ?

C'est ce qu'il faut étaler sur la place publique et discuter, pourquoi pas au Conseil supérieur de sûreté des installations nucléaires ou ailleurs. C'est à partir de cela que l'on pourra construire quelque chose de cohérent. Il faut le faire assez vite car on ferme les mines maintenant, dans dix ans elles seront toutes fermées.

Nous n'allons pas attendre d'avoir l'expérience de 50 arrêtés car il n'y en aura plus à faire. C'est maintenant qu'il faut le faire, qu'il faut mettre les choses sur la place publique et pas seulement entre experts de groupes permanents, aussi compétents soient-ils.

Mme SUGIER — Dès le début de cette discussion, j'ai souligné l'importance d'avoir une référence. Ce n'est pas parce que l'on sait faire les calculs qu'il ne faut pas avoir ce corps de textes, ces règles fondamentales auxquelles se référer. C'est aussi une demande de l'expertise d'avoir ce corps de textes. Je suis totalement en accord avec ce que vient de dire M. ROLLINGER.

M. STRICKER — Juste un mot sur la question posée à propos d'EDF et de sa responsabilité sur l'affaire RADIACONTROLE. Il est clair que la responsabilité d'EDF est engagée dans le choix des prestataires qu'elle utilise. EDF a utilisé RADIACONTROLE, elle ne l'utilise plus. Sa responsabilité est tout à fait normale, il n'est pas question de reporter l'erreur sur quelqu'un d'autre.

Le retour d'expérience nous a montré qu'il fallait un choix plus sévère de nos prestataires et la mise en place d'un système de qualification plus rigoureux, afin d'être certain en travaillant avec un prestataire de ne pas avoir de mauvaise surprise telle que celle-ci. En second lieu, une vérification dans le cas d'espèce de RADIACONTROLE qu'aucune matière nucléaire venant de l'exploitant EDF n'est restée de près ou de loin à RADIACONTROLE, ce qui a été vérifié. Quelques échantillons sont

venus de la centrale de Chinon pour analyse, les échantillons sont repartis à l'origine. Il y avait également quelques matériaux qui ont été retournés dans la centrale d'origine.

Certes il y a eu un choix critiquable pour un prestataire mais les mesures correctives ont été prises. Je suis à disposition pour donner des éléments précis.

M. PFIFFELMANN — J'ai l'impression qu'on laisse entendre que toute la latitude est laissée à l'opérateur minier pour mener les affaires comme il l'entend. Certes, il n'existe pas de référence précise, et nous en sommes tout à fait demandeurs à partir du moment où elles ont été établies de façon raisonnable et justifiée, avec en arrière-pensée une préoccupation sanitaire. Mais, les travaux que nous entreprenons actuellement, même s'il n'existe pas non plus de cahier des charges extrêmement précis, ne sont pas faits pour faire joli.

Dans les rapports que nous remettons à l'administration, nous soumettons une série d'études et d'expertises qui ne sont pas toujours faites par nous. Je citerai des études de stabilité de nos digues, leur aptitude à résister à des sismicités données. Tout cela est fait par des spécialistes, des géotechniciens compétents tout à fait extérieurs à l'opérateur minier.

Quant à nos mesures de couverture, M ROLLINGER disait qu'elles étaient un peu légères ou miteuses par rapport à ce qui se faisait ailleurs. Encore faut-il savoir que nos couvertures ne sont pas faites n'importe comment, elles ont divers objectifs et sont appuyées pour leur composition au moment de leur réalisation par le résultat de planches d'essais dont les résultats peuvent être analysés et contrôlés. Là non plus, il ne s'agit pas de faire n'importe quoi.

En revanche, nous essayons — nous pensons que c'est de bonne politique — de mener nos travaux dans l'optique de laisser derrière nous le minimum possible de terres sources à gérer. En voie de conséquence, nous essayons d'intégrer dans notre couverture, même s'il ne s'agit au départ que d'un propos concernant la protection mécanique, les produits faiblement radioactifs disponibles sur notre site, et qui sont généralement des blocs de roche non minéralisée suffisamment pour être considérée être du minerai, mais que nous utilisons en première couverture mécanique. C'est seulement après que nous faisons intervenir d'autres produits inertes radioactivement pour constituer la couverture avec une puissance adéquate pour les problèmes de radon et des radiations externes qui va vraiment servir de radioprotection.

Il ne faut pas dire que nous partons dans l'inconnu complet, que nous n'avons aucune référence, aucune base ; c'est certainement à améliorer mais il existe déjà des éléments dont il faudra tenir compte, ne serait-ce que pour les améliorer, mais ils existent et nous ne partons pas de rien.

M. BIRRAUX — Lorsque le dossier est déposé auprès de la préfecture, il est en cours d'instruction, l'arrêté préfectoral est en voie de rédaction, est-ce que l'exploitant attend effectivement que l'arrêté soit paru ou commence-t-il quelques travaux préparatoires avant ? Du point de vue technique, comment peut-on le justifier et penser que le public puisse l'accepter si cela est ?

M. PFIFFELMANN — Je peux répondre sur un exemple concret qui existe dans le Limousin. Dans le Limousin, nous avons déjà commencé depuis un certain temps les travaux de réaménagement des sites miniers et industriels. Pour les sites miniers, il s'agit essentiellement, en dehors du problème d'eau que nous avons évoqué ce matin, d'un problème de stabilité et donc d'un problème géotechnique.

Généralement, les infrastructures minières, même si elles sont dans des terrains différents, ont du point de vue géotechnique ou du point de vue de leur aspect plusieurs points communs. Là, nous pouvons nous permettre de travailler avec notre administration de tutelle, la DRIRE, sur la définition de procédures générales de mise en sécurité. Ces procédures générales de mise en sécurité existent

pour les travaux miniers souterrains, et en particulier pour mettre en sécurité tous les ouvrages miniers débouchant au jour. Ce sont des procédures assez générales.

En revanche, s'agissant des travaux de réaménagement des sites de stockage ou des démantèlements d'usines, si nous arrêtons les exploitations, il y a un problème social et un problème de réduction d'effectif à gérer.

Nous essayons de décomposer les travaux que nous exécutons en différentes phases que nous soumettons à l'administration de tutelle qui est la DRIRE. La DRIRE nous répond alors soit de ne pas faire soit de faire mais à nos risques et périls, sous-entendu qu'une fois que l'administration aura examiné l'ensemble des phases, elle aura contrôlé l'ensemble des phases que nous lui aurons proposées, si parmi ces travaux exécutés certains ne lui plaisent pas ou méritent d'être modifiés, elle se réserve le pouvoir d'intervenir.

En revanche, nous avons à gérer une fermeture d'exploitation pendant laquelle nous disposons encore de personnel et de moyens, mais c'est un aspect social important à prendre en compte car cela nous permet de faire une fermeture en biseau et progressive en reconvertissant aux travaux de réaménagement les personnels libérés par la cessation des différents travaux d'exploitation.

Il est exact que nous commençons les travaux avant d'avoir l'arrêté préfectoral définitif que nous fixe des conditions de réaménagement.

M. BIRRAUX — Un problème de fond demeure, y compris pour les autorisations de création d'INB. C'est un peu la même chose puisqu'il y a le récépissé provisoire, le permis de construire, la construction et ensuite, lorsque le rapport définitif de sûreté est adopté, le décret de création.

Vis-à-vis de l'opinion publique, vous ne pouvez pas nous empêcher de croire qu'elle va accepter aux risques et périls, lorsqu'on construit une INB, que tout d'un coup le décret de création de l'INB ne sorte pas et que l'on demande à l'exploitant de recommencer car quelque chose ne va pas. L'opinion ne peut pas le comprendre.

Vous avez une gestion sociale prévisionnelle. Pourriez-vous avoir parallèlement une gestion administrative prévisionnelle, c'est-à-dire qu'avant la cessation d'activité, vous puissiez déposer vos dossiers pour que l'administration puisse statuer sur les travaux périphériques que vous seriez amenés à faire avant de statuer sur le dossier global et sur le fond, de manière que vous ayez des assurances ? Ce serait aussi valable pour vous car si un jour un préfet bien conseillé décide de vous faire recommencer, vous n'aurez gagné ni du temps ni de l'argent. Ne pouvez-vous pas envisager la gestion administrative prévisionnelle ?

M. PFIFFELMANN — Bien sûr. Si je reprends mon exemple du Limousin, nous avons fermé notre usine de traitement en juillet 1993 et, dès 1990, nous étions en train de soumettre des dossiers à l'administration sur des réaménagements de chantier au fur et à mesure qu'ils étaient libérés.

Le problème se pose avec plus d'acuité lorsque vous arrivez vraiment au site industriel où il n'y a pas que les exploitations minières mais où il y a également toutes les installations de traitement et les installations de stockage. Pour les installations de stockage, non seulement le préfet s'est prononcé par écrit et après présentation et discussion de nos projets en commission locale d'information, et a pris ses décisions. Il nous a autorisé certains travaux, il en a arrêté d'autres. Mais, même pour ceux qu'il autorisait, il nous a indiqué que s'il y avait des compléments à faire ou que s'ils étaient à modifier, il se réservait le droit de nous le demander après avoir vu l'ensemble du dossier et que tout ait été expertisé par l'IPSN.

Il y a quand même bien une démarche par étape, et les étapes sont autorisées une à une. Il n'y a pas une autorisation en bloc. Nous sommes actuellement sur Bessines dans la dernière phase : les différentes phases précédentes ont été autorisées, certaines avec restriction. Maintenant, l'arrêté préfectoral va prendre en compte les travaux que nous avons déjà réalisés et qui avaient été autorisés. Nous allons faire, en nous appuyant sur l'expertise IPSN, des demandes de complément et préconiser les mesures de suivi.

M. DEVILLERS — Je voulais intervenir sur la question des règles suite à l'intervention de **M. ROLLINGER**. Il faut avoir en tête de quelle manière se déroule le processus d'évaluation de sûreté

Le premier principe est qu'un exploitant est une force de proposition : il doit proposer des mesures à l'appui de ses demandes de réalisations. Il fournit une démonstration avec une certaine clé, une certaine logique de présentation, et l'expert doit, dans un premier temps, se prononcer sur la valeur de cette démonstration.

Il est exceptionnel que pour des installations nouvelles des règles soient établies *a priori*. L'exploitant se déplace dans un cadre autorisé défini par les règles de radioprotection (protection de l'homme, protection du public, des travailleurs et de l'environnement) mais des règles précises ne se dégagent que progressivement. Si je prends l'exemple des stockages de surface, le centre de stockage de la Manche n'a pas été évalué à l'aune d'une règle précise mais sur la base d'une certaine démarche.

Lorsque sur un type d'installation un retour d'expérience est disponible, lorsque l'on a approfondi tous les risques, lorsque l'on a établi une méthodologie, alors il devient possible de définir des règles. Les exemples que je connais où des règles ont été proposées trop tôt ont en général été voués à l'échec car le sujet n'était pas suffisamment mûri. J'estime qu'il faut un certain temps de prise de connaissance du problème ou retour d'expérience pour proposer des règles.

En l'occurrence, pour les sites de stockage minier, nous en sommes au deuxième exemple, et encore ce n'est pas entièrement terminé. Nous commencerons peut-être à y voir clair et à proposer un canevas de règles.

M. BIRRAUX — Je veux bien croire qu'il faut intégrer le retour d'expérience, mais en la circonstance, si l'on attend 10 ans, c'est pour la prochaine incarnation, quand on recherchera les éléments radioactifs que l'on aura mis là parce que l'on aura trouvé autre chose. Si l'on attend 10 à 15 ans, plus une mine ne fonctionnera en France. Si vous éditez en 2005 ou en 2010 ces règles et ce cahier des charges, cela aura une valeur historique incommensurable mais d'une efficacité pratique qui tendra asymptotiquement vers zéro !

M. DEVILLERS — Je n'ai pas parlé de 10 à 15 ans. En outre, ce n'est pas parce qu'il n'y a pas de règle explicite que la démonstration est forcément mauvaise. Enfin, ce type d'installation doit faire l'objet d'une surveillance périodique au même titre que d'autres installations sans exploitation. L'autorité de sûreté, en général, ne délivre pas d'autorisation sans regarder périodiquement comment se comporte l'installation et demande à cette occasion, éventuellement, des remises à niveau, des améliorations, des modifications. Il faut donc se placer dans une perspective dynamique.

Ceci étant, ce sont des problèmes qui ne sont pas d'une complexité extraordinaire et je ne pense pas qu'il faille attendre 5 à 10 ans pour sortir une règle.

M. BIRRAUX — Entre temps, il peut y avoir un changement de propriétaire. Comment l'administration réagit-elle sur le transfert de propriété ? L'ANDRA est-il propriétaire désigné dans le futur ? Une loi a été votée sur la protection des acquéreurs de maison individuelle : cela va-t-il s'appliquer par extension aux acquéreurs de sites miniers réhabilités ?

M. HENRY — Il existe une disposition explicite de la loi de 1976 relative aux installations classées qui dit que lorsqu'on cède l'emplacement d'une ancienne installation classée, il convient d'informer complètement l'acquéreur des vices cachés ou des problèmes qui peuvent exister, sinon la vente est nulle.

M. BIRRAUX — Connaissez-vous beaucoup de promoteurs immobiliers qui, quand ils vendent un appartement ou une maison, préviennent des vices ?

M. HENRY — Les sociétés industrielles sont très sensibilisées à ce problème. Le dispositif législatif a permis de clarifier pour moraliser un certain nombre de transactions, ce qui était nécessaire.

M. PÉLISSIER-TANON — Le hasard et les circonstances du marché de l'uranium ont fait que COGEMA est aujourd'hui, par rachats successifs, le seul et unique propriétaire de toutes les mines d'uranium de France. Cela simplifie le problème. Songez à la situation dans laquelle se trouve l'administration américaine face à une multitude de propriétaires. Là, le problème foncier et de la responsabilité des acheteurs est pointu.

Personnellement, sans négliger ces aspects juridiques très importants, je suis rassuré pour l'avenir de la gestion de la mine de savoir que par les circonstances COGEMA en est l'ultime détenteur, société de bon rang dont le propriétaire principal est aussi de bon standing.

M. LACOSTE — Un industriel digne de ce nom, lorsqu'il rachète un terrain ou une installation, fait actuellement un audit très sérieux. Quand un industriel peu sérieux rachète ce genre d'installation, ce n'est pas le fait du hasard, c'est en complicité étroite avec les collectivités locales et l'Etat ; chacun sait qu'il n'est pas sérieux mais, pour un certain nombre de motifs, on le laisse faire. Je ne sais pas comment prévenir cela.

M. VESSERON — Il existe des procédures de servitude qui donnent une garantie de la contrainte voyage avec les titres de propriété. C'est tout au moins l'expérience des quelques derniers siècles. Je ne sais pas si ce type de servitude tiendra plusieurs millénaires, mais en comparaison des titres de propriété, c'est une des formules les plus solides qui existent actuellement.

Je comprends bien les arguments qui justifient qu'une règle fondamentale destinée à assurer la cohérence n'intervienne pas trop tôt. Il faut un certain retour d'expérience. Ma seule suggestion — c'est ce que nous pratiquons — est de bien mettre à profit le retour d'expérience de l'étranger.

Cela dit, ce calendrier nécessaire s'agissant d'une règle générale ne justifierait pas pour autant que l'on traîne dans les décisions individuelles. Ce n'est ni l'intérêt de l'exploitant, ni l'intérêt du public, ni celui de l'administration qu'une décision n'intervienne pas deux ans plutôt si elle le peut. C'est peut-être un point sur lequel une recommandation de l'Office pourrait être utile. Même sans créer de mécanisme juridique particulier, il me semble nécessaire que les décisions soient clairement délibérées et clairement connues à temps. Cela vaut mieux que d'attendre.

M. BIRRAUX — Mon rôle consiste à essayer d'aller au bout des choses et à pousser les gens dans leur retranchement pour sortir l'essentiel. Les exemples étrangers de reprise de stériles de mine sont des exemples de catastrophes naturelles qui se sont produites, ou tout au moins accumulées, au fil des ans, des exploitants, et que subitement l'administration ou d'autres exploitants ont décidé de reprendre. Mais il y a quelque chose à en tirer.

Mme BÉNARD — Je voulais réagir à ce qu'a dit M. DEVILLERS en parlant de la non-nécessité d'avoir une règle au départ puisque c'est ce qui s'est passé pour le centre de stockage de la Manche. C'est justement un très bon exemple pour montrer qu'il faut au départ avoir une règle, quitte à la changer au fur et à mesure en fonction du retour d'expérience. Si nous sommes actuellement à

nous demander si ce n'est pas 700, 800 ou 1 000 ans qu'il faudra surveiller ce centre et non pas 300 comme Soulaines, c'est bien parce que l'on a fait n'importe quoi au départ. Un maire disait récemment qu'à partir de maintenant on allait être sérieux. On a évolué sur quelque chose et on ne sait plus actuellement ce que l'on a au coeur de ce centre.

C'est le très bon exemple pour montrer qu'il vaut mieux se fixer un certain nombre de règles au départ.

M. DEVILLERS — Il existe une certaine confusion entre règles et pratiques de sûreté. Il ne faut pas forcément mélanger les deux notions.

L'approche de sûreté en général des installations aujourd'hui n'est pas ce qu'elle était il y a 20 ans parce que les choses ont été approfondies, les connaissances se sont améliorées, et le fait que le centre de stockage de l'Aube est plutôt meilleur que le centre de stockage de la Manche est aussi le résultat d'un retour d'expérience du centre de la Manche et d'un certain nombre de précautions additionnelles qui ont été prises et proposées d'ores et déjà par l'exploitant, règles ou pas règles.

La règle actuellement est que cette méthode paraît convenable et qu'il faut la pérenniser ; mais il y a quand même au départ dans la démarche du centre de stockage de l'Aube un aspect volontariste de l'exploitant.

M. PFIFFELMANN — Une précision s'agissant du retour d'expérience.

J'ai entendu plusieurs fois que les réaménagements actuels étaient les premiers ; ce sont les premiers dont on parle vraiment et que l'on médiatise, mais d'autres existent. Gueugnon a été cité, et si l'on reste au niveau des retours d'expérience dans des périodes raisonnables, si l'on pense qu'une évolution sur 10 ans peut être intéressante à étudier, quelques points existent et peuvent être utilisés.

Parallèlement à cette démarche d'utilisation des retours d'expérience et à cette démarche de mise au point de règles, elles ne doivent pas être dissociées des études qu'il nous faut absolument mener sur le comportement de la source et son évolution. On ne pourra pas décider de mesures, ou alors on prendra des mesures qui ne tiendront pas la route dans quelques années. Mettre des couches d'argile qu'il faut arroser pour les maintenir humides, je ne suis pas sûr que ce soit meilleur qu'une couverture utilisant les produits pratiquement inertes, extraits lors d'une exploitation minière pour accéder au minerai, et qui sont des produits locaux.

Il reste à démontrer qu'il existe la pérennité de résistance de ce type de couverture mais elle répond aux objectifs qui ont été cités, et il n'est pas nécessaire de mettre des mètres d'argile, des multicouches de confection sophistiquée a priori. Il faut d'abord en justifier la raison.

En ce moment, nous n'avons pas, sur les résidus miniers, mené à bout les études montrant qu'ils vont effectivement donner lieu à des relâchements d'une importance donnée desquels il faudra se prémunir en prenant des mesures de sécurité très importantes. Il ne faut pas dissocier les deux raisonnements : retour d'expérience et retour sur la source.

M. BIRRAUX — D'accord si l'on aborde le problème de l'acceptabilité par le public. Elle est basée sur une certaine confiance, l'information, la transparence, le respect de prescriptions. Or, il me semble aujourd'hui difficile de gagner cette confiance du public si on lui dit qu'au fur et à mesure on va adapter notre réglementation, notre manière de faire. C'est une notion qui passera très difficilement au niveau du public.

En dehors de cette discussion d'experts que semblait rejeter M. ROLLINGER, à savoir qu'il ne faut pas qu'il y ait que des experts concernés mais aussi des représentants du public à travers des associations, des organisations syndicales, des élus qui puissent être partie prenante et faire valoir

leurs opinions, cela va être quelque chose d'extrêmement difficile à faire passer comme message sur quelque chose qui est encore un peu fluctuant, un peu flou

Une autre question du public est liée à un contrôle, une surveillance, des servitudes, pendant combien de temps, par qui et quelle relation de confiance, d'indépendance ou de suspicion envers le contrôleur ?

M. ROLLINGER — Il n'est pas dans notre intention de dénigrer le travail des experts et de dire qu'il ne sert à rien. Il est indispensable.

M. BIRRAUX — J'ai compris qu'il ne fallait pas que ce travail se fasse exclusivement à huis-clos entre experts.

M. ROLLINGER — C'est bien cela. Lorsque j'entends M. DEVILLERS dire qu'il faut expérimenter la règle parce que c'est quelque chose de nouveau, je rétorque que sur le stockage des déchets en surface, on a réfléchi au moment de la Commission CASTAING, cela a abouti à la règle fondamentale de sûreté qui s'applique à l'Aube. Je voudrais que l'on m'explique en quoi les principes de cette règle fondamentale de sûreté qui s'applique à Soulaïnes ne sont pas applicables à tous les déchets en surface.

Ce n'est pas un débat technique. Nous avons une base, il n'y a pas besoin de retour d'expérience immense. Si on l'appliquait, quels problèmes se poseraient ? qu'est-ce qui serait faisable ou pas ? quelle serait la sensibilité des différentes solutions possibles en termes d'impact sanitaire ou en termes économiques ?

Pour tous types de déchets en surface (déchets TFA, déchets radifères au sens large, stériles de mine), il faut aborder la question de cette façon, et après c'est une base de départ sur laquelle réfléchir. On nous dit que la règle appliquée au centre de l'Aube est trop conservatoire, nulle, mais il faudra l'expliquer.

Pr. JAMMET — Au point de vue méthodologique, d'une façon générale, quand on parle d'optimisation, c'est tout à fait simple en théorie : rechercher parmi toutes les solutions possibles la meilleure. Après, il faut passer à la pratique.

Comment faire pour arriver à dire quelle est la meilleure ? Il existe différentes façons de procéder. Pour prouver qu'on a une bonne solution, l'expérience joue beaucoup car il faut s'appuyer sur quelque chose. Par ailleurs, il y a une tendance au ministère de la Santé à globaliser, et c'est une bonne chose. On ne considère pas que le problème radioactif, on considère l'ensemble des problèmes que cela pose.

Si mes informations sont bonnes, au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, on a étudié ce problème et il semblerait que si l'on traite le problème dans son ensemble, l'application des règles concernant les nuisances chimiques ferait que l'on résoudreait dans un certain nombre de cas les problèmes posés par les nuisances radioactives. Ceci montre que si on s'intéresse à l'ensemble des problèmes, on progresse.

Vous signaliez que nous avons des problèmes économiques actuellement, l'allocation des ressources est une chose importante. Les problèmes posés par la radioactivité sont très intéressants mais il faut voir aussi sur quoi cela débouche. L'optimisation permet de le dire car elle prend en compte tous les aspects, pas seulement sanitaires mais aussi les aspects techniques, économiques, sociaux, éthiques, politiques.

A partir de là, on peut observer qu'on focalise trop sur la radioactivité et qu'il existe des problèmes à côté. Si vous avez des déchets avec des métaux lourds, les métaux lourds ont une vie

infinie. Il faut quand même faire la part des choses. Même dans les déchets radioactifs, il n'y a pas que la radioactivité, il y a d'autres problèmes qui peuvent se poser.

La tendance sur le plan international tend vers la globalisation. Il y a eu un rapport sur l'évolution de la protection radiologique fait par l'OCDE qui attirait l'attention sur ce point, disant que la globalisation était très bonne, qu'il fallait l'envisager parce qu'il était normal que l'on s'occupe de l'ensemble des risques auxquels sont soumises les populations, mais qu'il fallait considérer que cela pouvait avoir des conséquences pour la protection radiologique.

Jusqu'à présent, quand on ne prenait pas d'hypothèse réaliste, on débouchait sur des solutions onéreuses. Quand on parle d'allocation de ressources dans le cadre de la globalisation de ressources, on peut conclure avoir trop fait pour la radioactivité et pas assez pour le reste.

Cela a été très bien précisé dans le document de l'OCDE. Ce document vous montre les tendances. Il faut prévoir les solutions actuelles en tenant compte de ce qui va se passer dans 5 ou 10 ans. Il se peut que l'on débouche vers cette prise de conscience que la globalisation va entrer dans les mœurs. Si l'on indique au public que l'on prend en compte l'ensemble des risques, il devrait être relativement heureux, et cela relativise les risques. La radioactivité existe partout mais les risques aussi ; aussi, on peut montrer que l'on est raisonnable, que l'on tient compte de l'ensemble et voir quels sont les points les plus sensibles, les plus critiques pour résoudre les problèmes en fonction de cela.

C'est une démarche générale assez féconde. Nous devons être conscients que dans l'avenir nous déboucherons sur des problèmes de ce genre.

Mme BÉNARD — Je représente les associations qui ne sont pas le public le plus dur. Ce sont les comités de défense.

Il n'est plus accepté de voir un industriel commencer à faire des travaux, « de mèche » avec la DRIRE, parce qu'il sait qu'on lui donnera l'autorisation. On a beau dire que si ce n'est pas accepté il sera obligé de revenir en arrière, je vois mal la COGEMA faire « à l'envers » ce qu'elle a fait « à l'endroit ». Ce n'est pas crédible ! Il faut faire attention ; le public l'accepte très mal.

S'agissant de la gestion des déchets TFA et le problème des décharges dédiées, quand on voit le problème que l'on a pour installer une décharge d'ordures ménagères, on peut s'inquiéter sur les difficultés que l'on aura à créer une décharge dédiée. Je pense quand même que c'est acceptable par le public si on fait suffisamment à l'avance de l'information. Bien trop souvent, on n'ose pas faire l'information, on n'ose pas aller devant le public.

Quand les gens comprennent réellement ce qui se passe, si on leur dit suffisamment à l'avance qu'il y a une décharge dédiée et que les déchets faiblement radioactifs seront là, surveillés, ils seront capables d'accepter. En revanche, s'ils découvrent brusquement que l'on est en train de faire des mesures sur le terrain, et qu'ils apprennent que c'est pour des déchets radioactifs, c'est la porte ouverte à n'importe quoi, c'est-à-dire des réactions totalement irrationnelles.

Il faut considérer les gens comme des adultes, nous avons les déchets faiblement radioactifs, il faut les gérer. Si on explique aux gens qu'on veut les gérer au mieux, ils finiront par l'accepter.

M. BIRRAUX — C'est une bonne pédagogie de la communication vis-à-vis du public.

Mme SUGIER — Si l'on veut écrire une RFS sur les résidus miniers, on va se référer au corps de textes existants, notamment à ce qui existe sur le stockage en surface, mais il y a des spécificités pour les résidus miniers. Dans la RFS sur le stockage en surface, on parle d'une

banalisation à 300 ans, et dans le cas précis des résidus miniers, on parle de servitude pour conserver la mémoire.

M. ROLLINGER — Combien de temps ?

Mme SUGIER — Ce sont effectivement les spécificités. Il faut en discuter et peut-être cela nous amènera-t-il à revoir d'autres textes pour les rendre plus homogènes entre eux. Le problème du radon est un problème spécifique qui va peut-être induire des scénarios différents. De la même manière, la question de la radioactivité rajoutée qui est une difficulté particulière à la radioactivité naturelle doit forcément faire l'objet d'une orientation dans ces règles fondamentales.

D'accord pour cette cohérence, pour expliquer aussi les différences. Une des choses mal perçues par le public en général, c'est lorsqu'il ne comprend pas ce qui peut lui apparaître comme une incohérence mais qui peut être une différence que l'on peut justifier et qui, au contraire, est nécessaire.

M. OLIVIER — Je voulais faire un commentaire général sur l'approche internationale dans ce domaine, en particulier en référence avec ce qui se pratique pour les politiques de gestion des déchets en général.

A priori, il existe une sorte d'incohérence ou d'inconstance entre la gestion des déchets miniers et la gestion des déchets à vie longue, B ou A, dans la mesure où avec les déchets miniers nous sommes confrontés à un problème de déchets à vie longue qu'on laisse délibérément à la surface. C'est une incohérence apparente qui n'a jamais été véritablement discutée et résolue sur le fond, sauf au cours des discussions de groupes d'experts très limitées.

On a fait preuve de timidité dans ce domaine parce que l'on n'avait pas de réponse évidente, mais peut-être aussi parce que l'on s'imposait au départ des règles trop strictes dans l'approche des politiques de gestion des déchets. Aujourd'hui, on connaît de mieux en mieux le problème, on sait régler sur des périodes assez longues qui peuvent s'étaler sur des centaines d'années dans la mesure où l'on maintient la mémoire, où l'on continue d'entretenir les sites. Cela ne semble pas poser de problème traité à la façon d'un entrepreneur.

La difficulté réside dans la pérennité de ces situations à plus long terme. A ce moment, il faut avoir recours à l'optimisation au sens large. Il n'y a pas d'autres portes de sortie. Parmi les solutions d'optimisation, il peut y avoir dans certains cas la remise en cause des solutions adoptées précédemment. Par exemple, on peut décider dans telle ou telle circonstance que la meilleure solution pourrait être de reprendre ces déchets, de les remettre en profondeur.

J'ai discuté avec certains représentants d'autorité de sûreté à l'étranger qui m'ont dit que dans leur pays, à l'avenir, tous les déchets miniers devront tourner en profondeur. Peut-être parce que dans certains cas ils ont des déchets plus concentrés que les déchets français, mais nous sommes confrontés à une situation où il va falloir véritablement aborder le problème sur le plan de la cohérence d'ensemble, de la rationalité des solutions proposées.

Il ne faudra pas s'accrocher à des doctrines que nous avons eues depuis un certain nombre d'années sur l'approche générale des déchets, il faudra faire intervenir la notion d'optimisation au sens large, et tant qu'on est dans une situation d'entreposage, on a toujours la possibilité de le faire.

Peut-être qu'à ce moment on aura alors des chances de mettre en évidence des solutions à plus long terme qui seront satisfaisantes pour tout le monde. Je pense en particulier à certaines utilisations déterminées des stériles de mine pour faire des autoroutes, des aéroports, qui peuvent permettre dans certains cas d'aboutir à des situations définies qui ne sont pas dangereuses pour les populations futures.

Il y a peut-être un effort à faire, à la fois un effort pratique pour l'analyse des coûts et des bénéfices de la situation actuelle, un effort conceptuel pour ce qui est de l'avenir et la façon d'aborder le problème, de méthodologie. Jusqu'à présent, tous les pays sont à la même enseigne que la France, on n'a peut-être pas réussi à aborder ouvertement le problème sur le fond et c'est peut-être ce que l'on devrait faire.

M. LACOSTE — A l'évidence, une demande de cohérence existe sur le sujet, mais cohérence entre des matières qui ne sont pas identiques ne veut pas dire identité des réponses. Quand les échéances que l'on a en tête sont aussi différentes que celles pour des stockages de déchets de faible ou de moyenne activité, ou même de très faible activité, la cohérence ne peut pas être l'identité des réponses.

Il faut être capable de dire que nous avons en face de nous une gamme de déchets qui appellent des réponses que nous nous efforçons d'être les meilleures dans l'immédiat, mais qu'il faut s'attacher à faire évoluer au cours du temps, au fil de rendez-vous qu'il faut se fixer, et en s'attachant à garder la mémoire et la pérennité d'un exploitant.

Il faut afficher le fait que nous n'avons pas une horrible certitude tranquille éralée sur l'éternité.

M. BIRRAUX — On peut ajouter à la mémoire le suivi et le contrôle.

Dr. COQUIN — Je voudrais m'exprimer au nom du ministère de la Santé, non pas pour exprimer un point de vue globalisé comme le terme qu'a employé le Pr. JAMMET — le terme de « globalisé » peut éventuellement prêter à confusion pour une simplification réductrice et commode des procédures — mais pour expliquer comment, dans des situations différentes, et avec des différences apparentes, on est conduit à raisonner et à se comporter de la même façon.

Dans ce domaine, il y a à l'évidence un problème de communication presque insoluble parce qu'en matière de risques environnementaux, le public ne voit pas la contrepartie facilement du risque environnemental ; d'autre part, parce que le risque environnemental est extrêmement difficile à évaluer ; et enfin, parce qu'il s'exprime de façon extrêmement retardée et que dans le domaine du nucléaire, les substances radioactives introduisent une échelle de vigilance vertigineuse et que l'on peut légitimement être plus que préoccupé de savoir comment on gardera au cours des siècles la mémoire des raisonnements et des solutions techniques qui à un moment donné ont été choisies.

Il n'en reste pas moins vrai que quand on donne une autorisation, on se fixe avant un cadre de référence. Il y a bien une règle de base qui est facilement dépassée dès que l'on a donné les premières autorisations. Si je fais référence au domaine des médicaments, il existait des règles d'évaluation toxicologique des substances. Quand on a été prêt à donner l'autorisation de mise sur le marché de la thalidomide avec un visa des pouvoirs publics, le seul problème était que l'on n'avait pas prévu, parce qu'on ne savait pas à l'époque, que quand on faisait une étude sur le pouvoir tératogène de certaines substances, il fallait le faire dans deux espèces distinctes, rongeurs et non rongeurs, parce que le métabolisme de certaines substances étaient fondamentalement différentes. On l'a compris à l'expérience dramatique de la thalidomide.

De la même façon aujourd'hui, on s'est préoccupé de mettre en place en amont de l'autorisation finale qui est l'autorisation de mise sur le marché, une série d'étapes où les pouvoirs publics peuvent stopper une procédure en cours et qui reste toujours sous la responsabilité d'un promoteur

Si je prends l'exemple d'un procédé nouveau de traitement des eaux pour les rendre potables, il est impossible de donner une autorisation sûre à 100% sur un dossier. On a beau avoir un système parfaitement conçu, on ne sait pas ce que donneront un certain nombre d'interactions ou ce que seront les performances réelles d'un système à grande échelle. On est amené, en s'entourant du

maximum d'avis scientifiques et d'expertises du moment (mais qui ne seront jamais que des expertises du moment) à donner l'autorisation de réaliser une expérience grandeur nature qui permettra de vérifier si le projet est effectivement viable dans sa dimension industrielle.

C'est une chose qu'il faut bien faire comprendre, et la communication dans ce domaine ne paraît essentielle, mais il faut admettre que l'on ne pourra jamais se prononcer qu'à un moment donné et dans un contexte de connaissances qui sera dépassé le lendemain.

M. BIRRAUX — Merci de cette réflexion sur la philosophie et la pédagogie de la règle.

M. ROLLINGER — Nous voulons une cohérence au niveau des principes et de la démarche. Cela ne veut pas dire des règles identiques. Mais sur ces sujets, il y a deux préoccupations :

- quel type de scénario nous donnons-nous en période d'exploitation et de surveillance ? il n'y a pas de raison que les principes qui conduisent à cela soient différents suivant le type de déchets ; les solutions techniques seront différentes selon les problèmes rencontrés ;
- quels objectifs sanitaires, quelle règle du jeu, quelle méthodologie, quel scénario nous donnons-nous pour la période de banalisation à une date qui peut être variable suivant le type de déchets ? dans ce cas, quelle règle du jeu nous donnons-nous pour l'intrusion humaine ? peut-on imaginer des solutions qui permettraient de limiter ou de décourager l'intrusion humaine ?

Il faut prendre des décisions et avancer mais ne prenons pas aujourd'hui de décision irréversible de stockage définitif des déchets miniers. Maintenons la responsabilité de l'exploitant actuel pendant 10 ou 20 ans. Pendant ce temps, prenons les dispositions et les règles pour la première phase qu'est la phase d'exploitation et de surveillance, et définissons-nous un programme de réflexion, de recherche, de conceptualisation sur la phase très long terme.

Cela peut déboucher sur le fait de s'interroger si l'on peut les manipuler, les mettre en surface, mettre les plus actifs dans des galeries, si l'on peut les reprendre pour optimiser la forme physico-chimique, si l'on peut imaginer de mettre d'autres types de déchets pour rendre l'intrusion moins probable.

Il y a un certain nombre de réflexions que l'on peut lancer en se donnant 10 ou 15 ans. En attendant ne prenons pas de décision irréversible mais simplement des bonnes dispositions de surveillance. C'est ainsi que nous pourrons avancer, mais il faut quand même faire les deux.

M. BIRRAUX — L'audition que j'organise est d'actualité, peut-être même d'avant-garde dans la mesure où l'on n'en est pas à savoir si les règles applicables sont bonnes, mais à se demander quels sont les principes généraux qui pourraient être pris en considération par toutes les parties prenantes en se plaçant dans une perspective évolutive.

Nous sommes dans la perspective d'une optimisation et l'optimisation est un processus dynamique. Quand on entend règle, c'est souvent un processus statique. Là, on voit comment on pourrait essayer d'avancer dans de meilleures conditions en respectant les prescriptions de sûreté, les objectifs fixés. Cela me paraît être une réflexion très intéressante.

M. ROUSSON — Sur l'acceptabilité par le public des risques sanitaires, il faut tenir compte des choix à faire. Il faut présenter au public la globalité des risques de notre société, lui dire qu'on ne peut pas tout faire et qu'il faut choisir le plus urgent. Si des règles doivent sortir, il faudrait que le nucléaire soit un sous-chapitre d'autres déchets.

Il sera très difficile de faire un décret traitant de tous les déchets. C'est pourquoi nous avons proposé que le ministère de l'Environnement chapeaute cela, ce qui donnerait un caractère politique sur l'environnement, et une sensibilité de plus en plus d'actualité de nos concitoyens sur l'environnement ferait qu'ils s'y intéresseraient davantage. Quand on s'intéresse mieux à une chose, on a moins de réactions épidermiques.

Il faut des experts crédibles, et l'on peut se référer à l'AIEA qui a une valeur internationale. Ce qui est fait chez nous n'est pas si mal que cela puisque l'AIEA donne un satisfecit.

Il faut désamorcer ces réactions épidermiques, et la seule chose est de présenter les besoins de stockage et les présenter suffisamment tôt pour que la combativité s'érousse. Il n'y aurait plus les réactions que l'on a connues au début du nucléaire. On finirait par trouver des cadres de cohérence pour travailler dans une bonne direction

M. BIRRAUX — Il ne faut pas laisser croire que seul le ministère de l'Environnement est susceptible de régler ces problèmes. Le ministère de l'Environnement exerce la tutelle sur la DSIN au même titre que le ministère de l'Industrie. On ne peut pas laisser entendre que l'Etat est partial en la circonstance et qu'une administration d'Etat n'est pas indépendante. Au contraire, au fil des ans, l'indépendance de la DSIN a été clairement affirmée, reconnue et n'est mise en doute quasiment par personne. Par ailleurs, je tiens beaucoup à ce que le ministère de la Santé soit partie prenante dans cette réflexion et dans les décisions à venir.

M. ROUSSON — Quand j'ai cité tout à l'heure le ministère de l'Environnement, je le voyais sous le côté présentation médiatique. On touche à l'environnement. La casquette « environnement » est bien perçue par le public, c'est un bon emballage, sans vouloir être péjoratif.

M. BIRRAUX — J'insiste pour la cohérence de la démarche. Aujourd'hui, le fait que le ministère de la Santé soit présent, qu'il ait apporté ses réflexions est quelque chose d'extrêmement positif car cela permet de le réimpliquer dans ce processus dont la base est sanitaire, et je ne vois pas quelle légitimité autre que celle du ministère de la Santé peut être invoquée lorsque l'on parle de problèmes sanitaires.

C'est une logique à laquelle je tiens et dont je ne me départirai pas. Je suis très content que 3 représentants du ministère de la Santé soient présents, participent et s'impliquent.

M. GANIVET — Effectivement, la base de la réflexion et de l'information du public sur les problèmes de déchets en général est bien sanitaire. Le ministère de la Santé, au premier chef, est impliqué.

D'aucuns s'inquiètent, notamment en termes d'information du public, du caractère à longue durée des problèmes liés aux déchets radioactifs du fait de la période qui fait que tel ou tel radionucléide va disparaître plus ou moins rapidement, quelquefois rapidement, quelquefois beaucoup moins. Il ne faut tout de même pas occulter le problème des déchets toxiques industriels qui sont dans des décharges de classe 1 et qui, par définition, sont stables, donc seront là dans des milliards d'années.

C'est une malhonnêteté intellectuelle que de se focaliser sur des déchets qui vont disparaître à l'échéance de 100, 300, 1 000 ans, 10 millions d'années quand par ailleurs, nous avons tous au bout de notre jardin quelque chose géré de façon meilleure depuis l'intervention relativement énergique du ministère de l'Industrie et du ministère de l'Environnement avec l'évolution des lois sur les déchets qui ont remis un peu d'ordre, mais qui représente encore un certain nombre de désordres connus

On peut avoir du plomb, du mercure, etc. infiniment plus dangereux parce que difficiles à détecter. C'est un jeu d'enfant de détecter la radioactivité, c'est pour cela qu'on en parle tant, mais il

est infiniment plus dangereux, parce que personne ne le voit, de boire de l'eau qui contiendra du plomb, de l'arsenic, du mercure. Je connais une quantité de mines de plomb abandonnées dans les Alpes, dans lesquelles à la saison sèche des sources émergent. Si on en faisait l'analyse, ce sont des eaux chargées en métaux lourds.

Par pitié, relativisons et informons le public honnêtement en équilibrant les choses, en ne sous-estimant pas le danger des déchets radioactifs mais en ramenant les choses à leur juste proportion. Il faut apprécier les choses en termes d'optimisation et globaliser les risques.

Dr. COQUIN — Vous avez parlé d'optimisation en disant que c'était un processus dynamique et évolutif. C'est vrai, mais il implique de se donner les moyens de maîtriser cette évolution : un système de surveillance. Nous l'avons compris tardivement chez nous.

Pr. JAMMET — La globalisation dont j'ai parlé est une tendance, ce n'est pas encore quelque chose au point. J'avais averti les participants que c'était une tendance importante et qu'ils devaient s'y préparer.

M. HENRY — S'agissant de l'information de proximité, dans le cadre du réaménagement de Bessines, il y a eu une enquête publique avec audition publique. L'audition publique n'était peut-être pas l'occasion d'aborder les problèmes pointus, de les traiter dans le détail comme cela peut se faire par les experts, mais ils peuvent être évoqués à cette occasion.

Même si ce n'est pas forcément obligatoire au cas particulier de Bessines, ça l'est pour les sites de stockage de déchets de classe 1. Une commission locale d'information a été mise en place auprès des installations de Bessines. Actuellement, elle ne fonctionne pas comme nous le souhaiterions car la discussion sur les problèmes industriels demande un long apprentissage mais nous espérons bien que cette commission sera active comme d'autres le sont et qu'elle permettra de voir au niveau local les problèmes que nous avons évoqués ici au niveau national, peut-être avec l'expression de points de vue contradictoires mais dans la sérénité.

M. LOCHARD — Puisque la discussion prend une tournure prospective et a quitté le terrain des solutions concrètes et techniques, je voudrais revenir sur ce débat de la globalisation.

On parle de globalisation, je me demande si ce n'est pas le même problème, mais vu sous un angle différent, que le décroïsonnement. Jusqu'à maintenant, chaque risque a été abordé dans sa spécificité. On a essayé d'évaluer ce risque au cours des deux dernières décennies, et ceux qui voulaient optimiser les risques et la protection essayaient de voir quelles solutions techniques existaient et quelle était l'efficacité de ces options en termes de réduction de risque et ce que cela coûtait à la collectivité de les mettre en oeuvre. C'était déjà un premier pas dans la responsabilisation.

Maintenant, se pose le problème de l'opportunité des choix. Il existe un spectre de maîtrise de mieux en mieux sur le plan de leur évaluation, avec plus ou moins d'incertitude. La question est celle de savoir ce que l'on va attaquer en priorité, comment allouer les ressources.

Il ne faudrait pas tomber dans le travers de dire qu'il va falloir égaliser les risques, cela ne peut pas être efficace sur le plan social. Se pose la question d'un point de vue prospectif, quel est le lieu pour débattre de ce problème.

Quelles différences ? Pourquoi des différences ? Comment justifier ces différences ? Il y a tout un champ à explorer qui va au-delà de la spécificité de chaque ministère. Il va falloir dans cette recherche trouver de la cohérence, aller au-delà du cas par cas, avoir une approche cohérente sur l'ensemble et ne pas se limiter à se responsabiliser les uns et les autres.

Du point de vue de l'acceptabilité, si toutes les parties prenantes cherchent les règles de cette cohérence, nous ne chercherons pas après un bouc-émissaire. Nous étions tous partie prenante à un moment donné des décisions qui ont été prises. Ensuite, la dynamique va jouer et nous reviendrons à un moment donné quand nous penserons que les règles doivent évoluer.

Se pose enfin le problème du lieu où l'on va débattre de ces problèmes sur le plan méthodologique, philosophique, et qui n'existe pas pour le moment.

M. BIRRAUX — **M. LACOSTE**, sous la double tutelle et la double casquette du ministère de l'Environnement et du ministère de l'Industrie, que reprenez-vous de cette discussion ?

M. LACOSTE — Je retiens trois points.

Le premier est que nous vivons une période historiquement singulière dans tout ce qui touche les phénomènes de stockage de déchets nucléaires en surface ou en sub-surface. Nous nous demandons comment fermer le centre de stockage de la Manche, nous avons le centre de l'Aube en fonctionnement, et nous réfléchissons sur trois nouveaux concepts : 1/ le devenir des terrils miniers ; 2/ un concept de stockage pour les déchets de très faible activité ; 3/ un concept de stockage pour les déchets radifères.

Il me semble que nous sommes dans une période extrêmement singulière du point de vue de l'agitation intellectuelle pour traiter les problèmes hérités du passé, pour gérer les problèmes présents et les problèmes à venir. Il ne me paraît donc pas étonnant que nous soyons amenés à nous poser des problèmes généraux et difficiles. Trois problèmes généraux ont traversé notre discussion :

- celui de la cohérence : comment avoir un minimum de cohérence en matière de radioprotection, quelle approche doit-on retenir sur des objets aussi différents et à durée aussi différente ?
- celui des règles générales : sommes-nous capables d'écrire des règles générales en amont du processus ? pendant le processus ? après ?
- celui de la globalisation : sommes-nous capables d'avoir une vue encore plus globale ?

Enfin, la question de l'acceptabilité reste entière. J'ai été très frappé par ce qu'a dit Mme BENARD. Si nous voulons que certains des projets ou des concepts sur lesquels nous travaillons soient acceptés, il est fondamental de bien montrer que ce sont des concepts que nous nous efforçons les uns de promouvoir, les autres d'accepter et les autres encore de contrôler au mieux de ce que nous savons actuellement, mais que nous ne sommes pas plus maître de l'avenir lointain que n'importe qui.

Il est donc fondamental de dire que c'est à l'évidence un système que nous mettrons en place avec des rendez-vous périodiques, avec un contrôle sûr et le maximum de garanties, d'honnêteté fondamentale, mais aussi peu d'arrogance que possible.

Voilà ce que je retiendrai de ce débat.

M. BIRRAUX — En écoutant votre dernière phrase, il me revenait en mémoire un extrait d'un discours de Vaclav HAVEL qui parle de l'homme post-moderne et qui dit que l'homme politique post-moderne se nourrira de modestie.

M. LACOSTE — Il sera affamé !

M. BIRRAUX — Nous avons eu une journée extrêmement riche. J'ai beaucoup appris et j'ai trouvé que vous avez les uns et les autres apporté énormément d'éléments de réflexion. Chacun dans notre domaine nous allons pouvoir les reprendre et voir comment des actions peuvent être mises en oeuvre.

Je souhaite vous remercier de votre participation à cette audition publique. Elle se situe à un moment qui me paraît opportun (c'est peut-être la chance ou le hasard !) Dans la logique de nos différents rapports, cela me paraissait être une étape incontournable. Si cette étape incontournable se situe à un moment particulièrement opportun où des décisions doivent être prises et où, si nous avons sur l'analyse de la situation des visions claires, les solutions peuvent être diverses, au moins nous avons pu éclaircir les données et les paramètres de base des décisions à venir.

Je vous rappelle que jeudi prochain nous prolongerons ce débat puisque nous aurons une audition publique sur la radioprotection au cours de laquelle sera présenté le rapport de l'Académie des Sciences. C'est une première car le public n'est pas encore au courant de la teneur de ce rapport. Le président de la Commission internationale de Protection radiologique, le Pr. CLARKE, voudra présenter l'avis de la CIPR.

(La séance est levée à 18h15)

**OFFICE PARLEMENTAIRE
D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES
ET TECHNOLOGIQUES**

AUDITION OUVERTE A LA PRESSE

« La radioprotection »

Judi 23 novembre 1995

LISTE DES PERSONNES PRESENTES A L'AUDITION

Mme ABRAMOVICI, ENS Cachan
M. Bernard AUBERT, Institut Gustave Roussy, Service de Physique
M. Bernard BARRACHIN, Comité de pilotage de M. BIRRAUX
Mme Bella BELBÉOCH, GSIEN
M. Sylvain BERNHARD, COGEMA (ALGADE)
M. Serge BOITEUX, Directeur de recherches, CNRS
M. Jacky BONNEMAINS, Robin des Bois
Dr. Lucienne BONNOT, Académie des Sciences
M. Bernard BRÉGEON, FRAMATOME
M. Maurice BRIÈRE, CFTC (EDF)
Mme Catherine CARDE, Centre Antoine Béclère
M. Philippe CHARLOT, Directeur général (MSIS)
M. Jean-Pascal CHATEL, Ministère de l'Industrie, DGEMP
M. Jean-Pierre CHAUSSADE, EDF (DG-DComm)
Dr. Christine CHEVALIER, EDF-GDF, Service général de Médecine du Travail
Mme COHEN-BOULAKIA, Université Paris-VI
M. Philippe COLSON, EDF (DSRE)
Dr. Yves COQUIN, Ministère de la Santé, DGS
Pr. Jean-Marc COSSET, SFRP
Dr. Louis COURT, EDF, Service de radioprotection
M. Guy DAUBERT
M. Florent DE VATHAIRE, INSERM
M. Raymond DEVORET, Institut Curie
M. Raymond DOLLO, EDF, Service de radioprotection
Mme Ghislaine DONIOL-SHAW, CNRS
M. Jean-Claude DOUGNAC, CFE-CGC (SICTAM)
M. Pierre DOUZOU, Académie des Sciences
M. Lucien EHRSAM, FO (EDF)
Dr. Jacques ESTÈVE, Centre international de Recherches sur le Cancer (CIRC)
M. Pierre FILLET, Délégué général (CADAS)
Dr. Anne FLÛRY-HÉRARD, CEA-DSV
Pr. Pierre GALLE, Laboratoire de Biophysique, Faculté de Médecine de Créteil
M. Michel GANIVET, Directeur (IQS)
Dr. Jean-Marie GÉLAS, Coordonnateur médical (COGEMA)
Dr. Jean-Michel GIRAUD, Conseiller médical (CEA)
M. Bernard GIRAUDEL, CFE-CGC (SICTAM)
M. Jérôme GOSSET, Ministère de l'Industrie, DSIN
Pr. François GROS, Académie des Sciences
Mme Marianne GRUNBERG-MANAGO, Président (Académie des Sciences)
Mme Anne-Sylvie GUENOUN, Académie des Sciences
M. Jean-Yves GUÉZENEC, Secrétaire général (MNLE)
M. Jean-Pierre HENRY, Ministère de l'environnement, DPPR
Dr. Catherine HILL, Institut Gustave Roussy
M. Gérard HUBER, Comité de pilotage de M. BIRRAUX
M. Philippe HUBERT, IPSN, Service d'évaluation et de gestion des risques
M. Osvaldo ILARI, AEN-OCDE

- M. Michel JACQUINOT, Directeur (GEM)
M. Philippe KAHN, Ministère de l'Industrie, DGEMP
Pr. Herbert KOENIG, Université Bordeaux-I
M. Jean KWINTA, CEA-HC
M. André-Claude LACOSTE, Directeur (Ministère de l'Industrie, DSIN)
Dr. Jacques LAFUMA, CEA-HC
M. Guy LAMAND, FRAMATOME
Mlle Evelynne LANDEAU, Ministère de la Santé, DGS
Pr. Raymond LATARJET, Académie des Sciences
M. Christian LEFAURE, CEPN
M. Guy LEMAIRE, CNAM
Mme Geneviève LESOURD, Secrétaire générale (SPAEN)
M. Jacques LOCHARD, Directeur (CEPN)
Dr. Marie-Claude MAILLARD, Ministère du Travail, Inspection médicale du Travail
M. Daniel MAIRE, CFTC (SNEN)
M. Michel MARTELLO, CFTC (EDF)
M. Roland MASSE, Président (OPRI)
M. Roland MASSON, DSIN
Mme Josette MATUTANO, CEA-DCS
Mme Claire MAYS, SYMLOG
Mlle Florence MÈNÉTRIER, Ministère de la Santé, DGS
M. MICHAUD, CEA
M. Jean MONNIER, FO (EDF)
M. Hubert NOUGUIER, Directeur délégué (COGEMA)
M. Jack OLIVAIN, CISN
M. Xavier OUIV, Ministère de l'Industrie, DGEMP
M. Jacques PANOSSIAN, Délégué général désigné (SFEN)
M. Jean-Luc PASQUIER, OPRI
M. Jérôme PÉLISSIER-TANON, Directeur Environnement (COGEMA)
Dr. Patrick PILLE, Médecin du travail
M. Serge POULARD, Directeur (CEA-DCS)
M. Daniel QUAGLIA, Délégué national (CFE-CGC)
M. Daniel QUÉNIART, Directeur délégué à la Sécurité (IPSN)
M. Miroslaw RADMAN, Laboratoire d'Enzymologie, Institut Jacques Monod
M. Alain RANNOU, IPSN, Service dosimétrie
M. Joël ROQUE, CFDT (Fédération Gaz-Électricité)
Mlle Sophie RÉMOND, Ministère de l'Industrie, DSIN
Mme Valérie RENAUD-SALIS, Ministère de la Santé, DGS
Mme Patricia RIEUTORD, Ministère de l'Industrie, DGEMP
Mme Michèle RIVASI, Président (CRII-RAD)
M. Philippe ROLLIN, EDF, Service de radioprotection
Dr. RONDEAU DU NOYER, Ministère du Travail, Inspection médicale du Travail
M. Michel ROUSSON, CFTC (EDF)
M. Jacques ROYEN, Comité de pilotage de M. BIRRAUX
M. Alain SAVINEL, CFTC (SNEN)
Mme Monique SENÉ, GSIEN
M. Laurent STRICKER, Directeur délégué (EDF/EPN)
Mme Annie SUGIER, Directrice déléguée à la protection (IPSN)
Mlle Sylvie SUPERVIL, Ministère de la Santé, DGS
Pr. André SYROTA, Directeur (CEA-DSV)
M. Jean TASSART, Collège de la Prévention des Risques Technologiques
Mme Annie THÉBAUD-MONY, Directeur de Recherches, INSERM
M. Christian THÉZÉE, EDF (DSRE)

- M. Daniel THUAYRE, CFDT (CNPE Saint Laurent des Eaux)
- M. Bernard TINTURIER, Contrôleur Général, EDF
- Pr. Klaus Rüdiger TROTT, *St. Bartholemew's Medical Center* (Londres)
- Pr. Maurice TUBIANA, Académie des Sciences
- M. Philippe VESSERON, Directeur (IPSN)
- M. WILKE, CEA-HC
- M. Jean-Claude ZERBIB, CFDT (UFSN)

La séance est ouverte à 9h00, sous la présidence de M. Claude BIRRAUX, député de Haute-Savoie, rapporteur pour l'Office parlementaire sur « le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires ».

M. BIRRAUX — Madame le Président de l'Académie des Sciences, Monsieur le Président de la Commission internationale de Protection radiologique, Mesdames et Messieurs, je vous remercie de votre présence à cette audition publique de l'Office parlementaire d'Évaluation des choix scientifiques et technologiques.

Les habitués peuvent témoigner de l'intérêt et de la participation croissante aux auditions que j'organise depuis que, en 1990, j'ai été chargé du rapport sur « le contrôle de la sûreté et la sécurité des installations nucléaires ». L'audition publique est en effet devenue une pièce essentielle de la méthode que j'ai développée au cours de ces différents rapports sur le contrôle de la sûreté et de la sécurité nucléaire. Elle est une contribution importante à la transparence des politiques conduites tant par les pouvoirs publics que par les exploitants. Le procès-verbal intégral publié en annexe au rapport restitue les débats dans leur forme originale.

Le président de l'Assemblée nationale, comme le président du Sénat, ont souhaité voir renforcée la fonction de contrôle du Parlement. En ce domaine, nous avons fait oeuvre de pionniers et ouvert de nouveaux champs d'investigation pour le Parlement en développant de nouvelles méthodes avant même que ce thème ne soit abordé par les présidents de nos assemblées.

Qu'on ne s'y trompe pas, je ne suis pas l'arbitre du nucléaire, je ne cherche ni ne veux me substituer aux autorités en place, et pas davantage aux exploitants. Je suis pour ainsi dire l'oeil extérieur, le contrôle du contrôle.

A travers les auditions publiques, je cherche à comprendre le pourquoi et le comment des politiques suivies. Tous ceux que le débat intéresse sont invités à s'exprimer. On peut dire qu'aujourd'hui l'Office parlementaire est le seul lieu de débat serein sur le nucléaire où administration, exploitants, chercheurs, organisations syndicales, de protection de l'environnement, élus, organismes internationaux se rencontrent.

J'aimerais maintenant vous préciser la logique du rapporteur que je suis et son cheminement intellectuel. L'an dernier, le thème principal de mon rapport était le démantèlement des installations nucléaires. Il me paraissait intéressant d'aborder ce thème en amont de décisions qui seront à prendre beaucoup plus tard et d'avoir ainsi le temps de réfléchir sur la politique que l'on devra mettre en oeuvre.

Lorsque vous parlez démantèlement, vous parlez obligatoirement du devenir de très grandes quantités de déchets faiblement radioactifs que vous aurez à gérer. D'où l'un des thèmes centraux du rapport 1995, les déchets faiblement radioactifs, dont nous avons débattu ici même la semaine dernière.

Qui dit faiblement radioactifs, dit effet des faibles doses et radioprotection. Voilà comment et pourquoi nous nous retrouvons ici aujourd'hui.

Avec l'audition de ce jour, j'ai bien conscience de franchir un pas significatif dans le processus des auditions, par la qualité des intervenants d'une part, comme par le sujet évoqué d'autre part qui est tout inscrit dans l'actualité.

Je reconnais que je suis ici à la limite extrême du processus de contrôle dont je parlais tout à l'heure. Le Parlement a cependant souhaité que notre Office présente et explique les arguments

avancés dans la définition des normes sanitaires de radioprotection afin d'éclairer des décisions qui devront être prises bientôt par les autorités gouvernementales de notre pays et par la Communauté européenne. C'est en quelque sorte un processus d'information *in vivo* qui va se dérouler aujourd'hui.

Dans ce domaine complexe qui est devenu un débat parfois passionnel, mon rôle ne sera pas de jouer les arbitres et de prendre position sur des décisions qui incombent à d'autres mais d'essayer de faire émerger les paramètres constitutifs de ces décisions.

Cette audition est exceptionnelle puisque nous avons le privilège d'accueillir des participants d'une très grande qualité, au premier rang desquels figurent le Président de la Commission internationale de protection radiologique et une délégation importante de l'Académie des Sciences conduite par Madame le Président de l'Académie.

C'est dans le cadre de cette audition que l'Académie des Sciences présentera publiquement son rapport sur les problèmes liés aux effets des faibles doses et radiations ionisantes.

Mesdames, Messieurs, je voudrais vous dire combien je suis sensible à l'honneur de votre présence. L'Office parlementaire et le Parlement dans son ensemble sont honorés et reconnaissants de la considération que vous leur portez et vous expriment leur gratitude.

J'aimerais vous rappeler la chronologie du déroulement de notre audition.

Dans quelques instants, le Professeur CLARKE vous expliquera le pourquoi et le comment des révisions des limites de dose dans la CIPR 60. Vers 10 heures, l'Académie des Sciences procédera à la présentation de son rapport qui sera suivie vers 10 h 45 des questions de la presse. Nous poursuivrons ensuite notre débat sur la CIPR 60, le rapport de l'Académie et le principe d'optimisation.

L'enregistrement vidéo sera diffusé intégralement sur le câble durant le week-end. J'ajoute enfin que toute manifestation d'approbation ou de désapprobation n'a pas lieu d'être dans cette audition.

Je voudrais maintenant saluer et remercier le Professeur CLARKE, président de la Commission internationale de protection radiologique. Le Professeur CLARKE m'a reçu à deux reprises dans son établissement du NRPB. J'aimerais le remercier vivement de l'accueil très chaleureux qu'à chaque fois il m'a réservé. Je lui souhaite une très cordiale bienvenue au Parlement français et à notre Office parlementaire d'Évaluation des choix scientifiques et technologiques.

Je me suis laissé dire que c'était la première fois qu'un scientifique britannique était invité à s'exprimer devant le Parlement ou des autorités politiques françaises depuis que FARADAY s'était exprimé devant NAPOLEON.

La CIPR est une organisation non gouvernementale qui publie avis et recommandations. Du point de vue de la radioprotection, elle a publié en 1977 le document dénommé "CIPR 26". En 1990, elle a décidé d'actualiser cette recommandation en publiant le document "CIPR 60". Nous aimerions savoir sur quelles bases scientifiques nouvelles la CIPR a décidé de modifier ses recommandations pour les normes de radioprotection.

Pr. CLARKE — Je suis touché de l'honneur que vous me faites de parler devant cette assemblée. Je vais vous parler maintenant des recommandations qui ont été faites à la Commission internationale, ceci dans la publication n°60.

Je vais vous exposer les bases des changements qui ont été faits par la CIPR. Évidemment, c'est un exercice d'évaluation des risques et ceci peut être appliqué à d'autres substances dangereuses de l'environnement.

Je voudrais vous décrire tout d'abord ce que nous savons s'agissant des risques de l'exposition aux rayonnements ionisants et comment on peut appliquer ces connaissances pour établir des normes de protection.

(Projection de diapositives)

Je voudrais vous rappeler qu'il y a 100 ans ce mois-ci, le 18 novembre 1895, fut découverte la radiologie. En 1896, le premier document a été publié en faisant état des lésions de la peau des mains et des doigts. BECQUEREL a découvert la radioactivité en 1896, et très bientôt on a séparé le radium et on l'a employé pour faire de la radiothérapie.

Vers le début de la première guerre mondiale, des discussions ont été entreprises en Europe et en Amérique du Nord sur la protection des travailleurs et de la profession médicale contre les dangers des radiations et des matériaux radioactifs. Ce n'est qu'en 1925, à cause de la première guerre mondiale, au premier Congrès international de radiologie, que l'on a discuté de la formation d'un conseil international qui a été créé au deuxième congrès de radiologie, en 1928.

Ce comité était appelé le "Comité international de radiologie et de protection radiologique". Ce comité est devenu la Commission de protection radiologique en 1950, ceci après la deuxième guerre mondiale, lorsque les radionucléides artificiels ont été disponibles. Cette pratique de protection allait être étendue au-delà du domaine médical. Néanmoins, la CIPR est restée une commission établie par la Société internationale de radiologie avec sa commission soeur sur les mesures et les unités de radiation. La CIPR est toujours parrainée et ses règlements sont approuvés par la Société internationale de radiologie.

L'effet principal de l'exposition professionnelle ou de l'exposition du public aux rayonnements, montre, très longtemps après l'exposition, un petit excès de cancers dans toute population irradiée. Il n'est pas possible pour l'heure de distinguer un cancer radioinduit d'un cancer qui se fait jour de façon naturelle.

Toute estimation de risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit être faite par une analyse épidémiologique statistique de la santé des populations irradiées.

Un certain nombre de groupes et de populations, à partir desquels nous pouvons obtenir des données (y compris les personnes exposées au travail telles que les mineurs d'uranium), font l'objet d'études sur l'exposition chronique des travailleurs dans l'industrie nucléaire.

Une deuxième source de données possible émane de populations qui ont été irradiées pour des raisons médicales, qu'il s'agisse d'un diagnostic ou d'une thérapie. J'ai déjà mentionné la spondylarthrite, une décalcification de la colonne vertébrale après avoir reçu beaucoup de radiations pour soulager une certaine maladie. Beaucoup d'enfants sont allés en Israël après la deuxième guerre mondiale, qui ont subi des radiothérapies visant le cuir chevelu. Il y a également des groupes de patients à qui on a injecté des matériaux radioactifs qui peuvent être un milieu de contraste ou simplement un produit utile pour établir un diagnostic.

Ces groupes nous donnent des données et, d'une façon générale, les groupes médicaux vont nous donner des informations sur un organe ou un tissu particulier. Par exemple, la thyroïde où l'on a administré de l'iode, ou des effets sur la colonne vertébrale ou les poumons, plus particulièrement dans le cas des patients souffrants de spondylarthrite.

Une autre des difficultés des groupes qui ont été exposés d'une façon médicale est que, par définition, ils sont sans doute déjà malades. C'est pourquoi ils reçoivent une thérapie ou sont l'objet d'un diagnostic.

Les groupes des travailleurs, des mineurs d'uranium, peuvent nous donner des données sur la mortalité due au cancer des poumons. Ces travailleurs représentent des groupes très importants car il y a aussi une population très jeune et l'incertitude sur les évaluations du risque est importante.

Par conséquent, nous tendons à baser nos estimations sur les effets de l'exposition aux rayonnements ionisants chez les survivants japonais des bombardements atomiques (Hiroshima, Nagasaki). Nous avons maintenant 76 000 survivants des bombardements d'Hiroshima et Nagasaki et nous pouvons, à partir de ces groupes, obtenir des données statistiques sur leur santé. Des calculs ont été faits pour des doses individuelles, nous avons donc une bonne idée des doses reçues du fait du site où ils se trouvaient au moment du bombardement, si l'on prend en considération l'écran que formaient les édifices.

Le nombre de cancers dans cette population s'est accru, jusque vers le milieu des années 30. Nous n'avons pas de données sur une vie complète pour les Japonais car, sur ces données, 60 % des survivants étaient toujours en vie. Aujourd'hui encore, 50 % des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki sont toujours en vie.

Nous ne sommes donc pas certains des risques sur une vie entière dus à l'exposition aux rayonnements. Des 33 000 personnes qui sont mortes, nous pensons qu'il y a approximativement 6 000 morts dues au cancer. C'est à peu près la même chose en Europe et au Japon. Nous avons également un excès statistique de 400 cancers dans les groupes irradiés par rapport à ceux qui ne l'ont pas été.

Les données qui sont maintenant disponibles nous démontrent que la représentation la plus probable des effets de radiation pour les cancers les plus communs est que ceux-ci sont proportionnels à l'incidence naturelle des cancers sur une population donnée. Bien que nous ayons changé nos estimations de risque à partir des Japonais, parce que nous avons fait une réévaluation de la dosimétrie, que nous avons plus de temps maintenant pour continuer nos études épidémiologiques, le changement le plus important est que les effets de l'irradiation semblent être proportionnels aux taux naturels.

En d'autres termes, les cancers radioinduits les plus communs se font jour dans les tissus ou les organes qui ont la plus haute incidence de cancer.

La majorité des cancers apparaît assez tard dans la vie. Il fut un temps où nous disions que les effets des rayonnements agissaient d'une façon indépendante de tout autre agent — on parlait là de « modèle additif » — mais maintenant nous savons que l'effet est multiplicatif. La croissance de risque qui est due à l'emploi de ce modèle multiplicatif est la raison principale pour laquelle la CIPR a accru son estimation de risque dû à une exposition aux rayonnements ionisants.

Je vais essayer de résumer les changements d'estimation des risques qui se sont fait jour.

Les recommandations précédentes de la Commission avaient été données en 1977 dans le document 26. L'évaluation des risques qui émanait des survivants du Japon alors était de 2,5 % par rayonnements ionisants ; dans leur troisième rapport, en 1980, il y avait une estimation biologique des risques à partir des analyses des survivants japonais.

En 1988, le Comité scientifique des Nations-Unies sur les effets des radiations atomiques avait revu cette évaluation, ceci sur la base de l'emploi de ce modèle multiplicatif. Les estimations de la

CIPR pour ces nouvelles recommandations dans la publication n°60 nous ont montré un accroissement des risques d'un facteur de 4 environ pour l'exposition d'une population de tous âges, et marginalement un facteur plus bas pour une population d'âge actif. Il s'agissait là d'un facteur de 3. Ces données émanaient directement de l'étude épidémiologique de la population irradiée à des taux de doses élevées.

C'est pourquoi, à l'avenir, les études de populations et de travailleurs irradiés de façon chronique seront très importantes pour nous donner une estimation des effets à faibles doses. Entre temps, nous devons employer des données émanant des expériences sur des animaux, mais aussi de plus en plus sur des études moléculaires et cellulaires.

Pour aller de l'avant et obtenir de meilleures estimations de risque à faible débit de dose, nous devons faire à la fois des études épidémiologiques à faibles doses et des études de biologie moléculaire.

Un exemple de résultats obtenus à partir de la première analyse d'une population de travailleurs exposés de façon chronique indique des excès de risque significatifs de façon statistique pour la leucémie. Ceci est semblable aux données que nous avons obtenues à partir des Japonais

Première indication émanant de l'analyse de travailleurs irradiés : celle-ci soutient le genre de facteur risque qui émane de notre étude sur les survivants japonais. Bien évidemment, dans le cas des travailleurs exposés, plus de 90 % de cette population est toujours en vie, et l'incertitude est vraiment présente. Nous avons donc besoin d'une étude épidémiologique sur les faibles doses.

Je veux vous montrer également l'importance de la biologie moléculaire en parallèle avec ces études à faibles doses.

Pour l'heure, nos études cellulaires et chromosomiques nous indiquent que l'ADN est la cible principale et que les cassures « double brin » de l'ADN sont critiques s'agissant des lésions dues aux rayonnements ionisants.

L'ADN a une capacité remarquable pour se réparer mais sans doute ceci n'intervient pas sans erreur. Donc, lorsque nous repérons les lésions du matériel génétique, nous constatons que certaines erreurs ont lieu. Nous pensons que de façon biologique le développement de la cancérogénèse est un processus à plusieurs étapes qui doit débiter avec une mutation unique dans une cellule unique cible. Toutefois, nous pensons qu'une formation génétique peut influencer la susceptibilité génétique chez un individu donné. Ce sont là des zones importantes de recherche pour l'avenir.

Je vous ai donné les facteurs de risque obtenus à partir des données japonaises qui nous donnaient un chiffre de 10 % par gray approximativement. De par les études de biologie moléculaire qui sont entreprises, nous pensons, et nous avons pensé pendant les 20 dernières années qu'un facteur doit être introduit pour que nous puissions examiner l'efficacité des radiations à des taux et comparer aux conditions des survivants japonais. Ce n'est pas nouveau, ceci existe depuis 20 ans, et lorsque la CIPR a fait ses recommandations en 1977, nous avons divisé les estimations de risque des Japonais en 2.

En 1991, dans le document n°60, nous ne pouvions toujours pas faire mieux que l'emploi d'un facteur de 2 pour estimer alors la meilleure valeur possible de risque à faibles doses de radiations reçues à faible débit de dose. Nous avons divisé notre estimation du risque par 2. Ceci ne varie pas énormément entre les sexes mais il y a une plus grande variation en fonction de l'âge. Le chiffre serait deux fois plus élevé pour les enfants et un peu moins pour une population d'adultes en vie active.

Nous avons donc une « meilleure estimation » du risque d'irradiation qui peut être appliquée à une population. Si nous connaissons le risque par unité de dose, nous devons maintenant discuter d'un niveau acceptable de risque — peut-être encore plus important — afin de pouvoir avoir des limites, des plafonds.

Un niveau acceptable de risque pourrait être différent entre des adultes en vie active et des membres individuels du public, et une situation normale ou des accidents ou peut-être encore lorsque l'on s'occupe de ce qui se passe après un accident. Aujourd'hui, je ne vais vous parler que de risque acceptable pour les travailleurs et le public dans des situations normales. C'est ce dont nous parlons dans le document n°60.

Nous avons pensé qu'il serait utile d'employer trois mots pour décrire l'acceptabilité des risques, le premier mot étant *inacceptable*, qui dans le passé indiquait que le fait ne serait pas acceptable sur toute base raisonnable dans des opérations normales et lorsqu'il existe un choix. Les expositions qui ne sont pas inacceptables sont alors divisées entre celles qui sont *tolérables* et d'autres qui sont dites *acceptables* c'est-à-dire acceptées sans amélioration, quand la protection a été optimisée.

Dans ce cadre, la CIPR établit les limites de dose à un niveau de risque qui représente la frontière entre *tolérable* et *inacceptable*. La limite représente la frontière inférieure de la région d'exposition inacceptable.

La limite protège alors l'individu pour toute source sous contrôle, donc toute source particulière ne devrait être autorisée à délivrer qu'une fraction de la limite ; de la même façon, à un niveau plus bas de risque, un niveau que l'on appellera *trivial*, la source d'exposition est probablement acceptable sans qu'il soit besoin d'amélioration.

Evidemment, la difficulté est d'identifier un chiffre où le niveau d'inacceptabilité doit être établi. Pour les travailleurs, nous devons conclure qu'une probabilité annuelle continue de décès de 1 % par année serait inacceptable car la personne mourrait certainement de cette sorte d'exposition. Mais, un risque de mort de 1 pour 1000 par an n'est pas complètement inacceptable si l'individu en question est au courant de la situation et que tout a été fait pour réduire le risque.

La CIPR a conclu que, d'une façon générale, un risque de mort de 1 sur 1000 par an est le chiffre le plus élevé acceptable sous des conditions modernes pour les travailleurs. Peu d'industries existent avec un risque de mort plus élevé que 1 sur 1000 par an.

Un risque auquel serait exposé un travailleur croît pendant sa vie professionnelle selon les différents taux d'exposition. Les risques ne s'arrêtent pas lorsque vous arrêtez de travailler dans cet environnement car vous êtes engagé sur l'avenir à partir de l'exposition aux radiations.

Nous avons une limite de 20 mSv par an sur la base d'un risque moyen de 1 sur 1 000 par an alors que l'on reconnaît qu'un risque annuel plus important peut se faire jour plus tard. Ces 20 mSv par an peuvent être la moyenne sur 5 ans, mais pour s'assurer que la dose n'est pas trop importante dans une seule année, nous avons mis une restriction de moins de 50 mSv dans une année. D'autres restrictions ont été établies sur les organes tels que les yeux ou les mains et les pieds qui, pour des raisons techniques, ne sont pas couverts par ce chiffre de 20 mSv.

Si nous avons un niveau inacceptable de risque de 1 sur 1 000 par an, ceci signifie que des doses continues de plus de 20 mSv par an seraient alors considérées inacceptables. Dans bien des industries, un niveau de risque de 1 sur 10 000 par an semble être accepté pour une industrie « sûre ». Pour donner un niveau de risque comparable à celui d'une industrie « sûre », nous devons évoquer une exposition de l'ordre de 2 mSv par an en moyenne. Avec un risque de moins de 1 sur

100 000 par an, on atteint un taux de mortalité très bas ; on parle là des magasins, des bureaux, et l'on peut dire que c'est un risque d'un niveau trivial.

S'agissant du public, les mêmes considérations s'appliquent (il s'agit de comparer les effets de différents taux d'irradiation au cours de la vie, pour l'induction de cancers mortels), mais le niveau d'acceptabilité est beaucoup plus difficile à décider que pour les travailleurs.

On peut voir ce qui se passe lorsqu'on effectue des recherches dans le public, on peut regarder aussi comment on a établi la législation dans tel ou tel pays pour éviter l'exposition à des agents qui ont été reconnus dangereux.

Naturellement, il existe une très grande différence entre les risques involontaires et les risques volontaires. Volontairement, des personnes acceptent des hauts niveaux de risque car elles considèrent pouvoir en retirer un bénéfice considérable. Les accidents de circulation constituent un risque énorme, le niveau de mortalité dépasse 1 sur 1 000, mais lorsque j'ai décidé de prendre l'avion pour venir à Charles-de-Gaulle, j'étais ravi de prendre une voiture, par exemple, parce que j'étais prêt à accepter ce niveau de risque dans la voiture.

Il est clair que si l'on essayait d'imposer ce même niveau de risque de 1 sur 10 000 par an, il pourrait y avoir de vives réactions dans le public.

Lorsque la CIPR a fait ses recommandations en 1977, elle a déclaré que le niveau acceptable de risque pour le public était de 1 sur 100 000 ou 1 sur 1 000 000. Par la même occasion, les chercheurs ont déclaré que sur cette base, on pourrait accepter que le public ne soit pas exposé à plus de 1 mSv par an, mais la limite a été établie à 1 mSv parce que l'expérience a démontré que l'exposition moyenne était en deça de 1 mSv. De toute façon, il a déjà été vu que la limite devrait se situer aux alentours de 1 mSv.

En 1985, la CIPR a déclaré à une réunion organisée à Paris qu'elle souhaitait clarifier sa position concernant la dose limite pour le public, et elle a décidé que la limite principale devrait se situer à 1 mSv par an. Cependant, on peut également parler de 5 mSv par an à condition qu'en moyenne, pour la durée de vie, on ne dépasse pas 1 mSv par an, donc en tenant compte de la durée de vie. Nous avons conclu que le point d'inacceptabilité serait au-delà de 1 mSv par an mais, d'un autre côté, on pourrait considérer qu'il y a des circonstances exceptionnelles — on ne parle pas de subsidiarité — qui pourraient justifier une exposition de 5 mSv.

En 1977, nous avons fait cette déclaration pour la première fois, nous avons insisté davantage en 1985 et en 1991 nous avons fermement déclaré que la limite pour le public était de 1 mSv par an.

S'agissant des risques, cela signifierait un niveau de risque de plus de 1 sur 100 000 par an, et on dirait que la zone acceptable pourrait correspondre à une fraction de 1 mSv, pas plus.

Dans un certain nombre de pays, les personnes les plus exposées ne reçoivent pas plus de 0,3 mSv par an ; cela constitue un chiffre qui a été débattu en public. 1 sur 100 000 pourrait être toléré mais considéré comme étant le chiffre maximum qui pourrait être accepté par le public. D'un autre côté, 1 sur 1 000 000 pourrait être considéré comme étant trivial.

La CIPR considère que 1 mSv par an serait suffisamment solide, d'une part, en raison des arguments présentés basés sur les risques et, d'autre part, parce que 1 mSv est plus ou moins égal à l'exposition que nous subissons tous, qui est plus ou moins inévitable étant donné le niveau de rayonnement présent dans l'environnement naturel.

Si l'on considère qu'on ne doit pas dépasser une fraction de cette dose pour le public, nous parlons d'un niveau qui est faible par rapport aux radiations que nous subissons tous dans l'environnement naturel. Voilà pourquoi nous considérons que c'est un chiffre solide.

J'espère que j'ai pu vous expliquer les fondements du facteur de risque que nous utilisons dans la CIPR pour établir des normes : j'espère que j'ai pu vous expliquer ce que nous considérons comme acceptable et comme inacceptable lorsqu'il s'agit de niveau de risque imposé au public. C'est ainsi que nous devrions organiser nos normes de radioprotection.

M. BIRRAUX — Je vous remercie. Je salue l'arrivée parmi nous de Madame LEPAGE, Ministre de l'Environnement. Madame le Ministre, je vous remercie de l'honneur que vous nous faites et que vous faites à nos prestigieux invités. Nous avons un plateau extrêmement prestigieux.

C'est la seconde fois que des ministres participent aux auditions de l'Office parlementaire. La première fois était lors d'une audition que certains craignaient être à haut risque sur l'éventualité du redémarrage de SUPERPHENIX. Elle avait lieu le 19 mai 1992.

Merci Madame le Ministre de nous avoir rejoint. Je sais que vos obligations vous conduiront à quitter cette salle d'ici une demi-heure, mais je tenais à vous remercier très chaleureusement.

Mme LEPAGE — Merci Monsieur le Président. Je ne suis pas là pour prendre la parole mais pour écouter. Ma présence démontre tout l'intérêt du ministère de l'Environnement pour le travail qu'effectue l'Office parlementaire et l'intérêt qu'il porte à la question que vous étudiez aujourd'hui.

Bien que le ministère de l'Environnement n'ait pas la responsabilité de la radioprotection, il s'y intéresse de très près. Cet exposé du Professeur CLARKE tout à fait intéressant sur la CIPR 60 dont, à titre personnel, je souhaite que la France puisse s'y rallier dans les meilleurs délais, et les travaux qui vont être les vôtres aujourd'hui m'intéressent à titre personnel et intéressent le ministère de l'Environnement.

Voilà l'objet de ma présence parmi vous ce matin, et je vous remercie, Monsieur le Président, d'avoir songé à m'inviter.

M. BIRRAUX — Merci Madame le Ministre.

Dans un moment, vous ne serez pas surpris de voir une équipe de la télévision allemande qui filmiera pendant une heure trente nos discussions. Nous pouvons nous poser la question de savoir quel est la cause de l'intérêt manifesté par la télévision allemande et pourquoi d'autres télévisions n'ont pas manifesté le même intérêt.

Apparemment, les travaux de l'Office parlementaire ont quelque intérêt, y compris en dehors de nos frontières !

Madame le Président de l'Académie des Sciences, j'aimerais encore vous redire tout le plaisir et tout l'honneur que vous nous faites en venant nous présenter en public le rapport de l'Académie des Sciences que le gouvernement lui avait demandé l'an dernier.

Nous avons déjà eu l'occasion d'établir des relations entre l'Office parlementaire et l'Académie des Sciences, et singulièrement le rapporteur que je suis, puisqu'il y a 2 ans, je lui avais demandé une étude sur l'état de santé des populations vivant aux alentours des installations nucléaires. Cette collaboration qui avait démarré à cette époque avec cette étude prend aujourd'hui un caractère tout à fait exceptionnel avec la présentation de votre rapport. Je vous en remercie encore.

Mme GRUNBERG-MANAGO — Mesdames, Messieurs, Madame le Ministre, Monsieur Claude BIRRAUX, Professeur CLARKE,

Je dois tout d'abord remercier l'Office parlementaire et en particulier M. Claude BIRRAUX, d'avoir facilité pour l'Académie des Sciences la présentation en ces lieux du rapport sur les problèmes liés aux faibles doses de radiations ionisantes.

La production de rapports, d'avis et de recommandations constitue une des grandes activités de l'Académie des Sciences, qui est directement liée à sa fonction de conseil. Ainsi, pendant ces 20 dernières années, l'Académie a produit plus de 40 rapports publics. Certains de ces rapports sont établis en commun avec le Comité du Conseil pour les applications de l'Académie des Sciences, le CADAS.

Plusieurs de ces ouvrages concernent des questions d'environnement, en particulier sur la pollution des eaux souterraines, l'effet de serre, l'ozone troposphérique, la biodiversité...

Il convient enfin de noter que l'Académie prend quelquefois elle-même l'initiative de traiter tel ou tel sujet. Ainsi, tout dernièrement, un rapport sur l'Université, et en ce moment l'élaboration d'un rapport sur le recrutement des chercheurs dans les grands organismes de recherche. Néanmoins, la plupart sont demandés par le gouvernement, certains par le président de la République ou par l'Office parlementaire (sur l'état de santé des populations vivant autour des installations nucléaires) ou enfin par des ministres.

Le rapport que nous allons vous présenter aujourd'hui avait été demandé par le ministre délégué à la Santé, M. DOUSTE-BLAZY, en septembre 1994.

Ce rapport est un rapport très difficile. En effet, il faut vraiment avoir des spécialistes dans les 3 domaines (physique, biologie moléculaire, épidémiologie). Les physiiciens donnent les doses qui peuvent endommager l'ADN ; les biologistes moléculaires vous disent qu'un enzyme répare l'ADN, et cet enzyme lui-même est induit par des faibles doses de rayonnements. L'épidémiologie est très importante également.

Nous avons travaillé de la manière suivante : un groupe de rédaction de 6 personnes comprenant Messieurs Raymond CASTAING, Raymond DEVORET, Jacques LAFUMA, Raymond LATARJET, Miroslaw RADMAN et Maurice TUBIANA s'est réuni 4 fois et a tenu compte des avis de 14 personnalités représentatives de disciplines très diverses.

C'est donc en tout une vingtaine de personnalités qui ont contribué à ce travail qui a été examiné *in fine* par le Comité des Etudes et Rapports de l'Académie des Sciences, instance souveraine de l'Académie, composée d'une cinquantaine de membres et chargée d'examiner tous les rapports avant publication.

Nous vous présentons un travail réellement pluridisciplinaire composé de la manière suivante :

- un premier chapitre d'introduction, très descriptif ;
- un deuxième chapitre qui indique les données scientifiques fondamentales ;
- un troisième chapitre très court sur les effets de stimulation et de radio-adaptation ;
- un quatrième chapitre consacré aux données appliquées ;

— enfin, un chapitre de conclusion qui présente les 5 recommandations adoptées, ainsi que l'avis d'une petite minorité des membres du groupe qui diverge sur certains points, en particulier sur le point 2 s'agissant des normes d'exposition des travailleurs.

J'ajoute qu'en annexe ont été données intégralement, signées par les auteurs, les contributions de 11 des membres du groupe de réflexion.

Comme vous le voyez, c'est un rapport qui a été fait d'une manière très sérieuse, qui a demandé beaucoup d'efforts à l'Académie des Sciences et que nous vous présentons *in extenso*.

Pr. GROS — Madame le Ministre, Monsieur le Président BIRRAUX, Monsieur le Président de la Commission internationale de Protection radiologique, Mesdames, Messieurs,

Je voudrais, au nom de l'Académie, remercier l'Office parlementaire qui rend aujourd'hui possible la présentation des travaux qui s'inscrivent dans le cadre de ce rapport de l'Académie, qui se fait l'objet d'un des débats d'aujourd'hui.

Je veux rappeler que c'est le 22 septembre 1994 que M. DOUSTE-BLAZY, ministre de la Santé de l'époque, avait demandé à l'Académie d'examiner les arguments scientifiques sur lesquels la CIPR s'était appuyée dans sa recommandation n°60 pour préconiser le renforcement des coefficients des risques cancérogènes.

Dans la lettre de saisine que le ministre a adressée à l'Académie, il était rappelé que les travaux de la CIPR avaient reposé sur des arguments de caractère épidémiologique faisant ressortir des données dosimétriques sur les irradiés de Hiroshima et Nagasaki, et des données de caractère pathologique, essentiellement l'apparition de cancers.

Le ministre rappelait également que le fondement de ces recommandations était lié aux nouvelles données de la biologie moléculaire de la génétique moléculaire et nous interrogeait sur la validité de la méthodologie employée.

L'Académie a donc essayé de tenir compte de la façon la plus objective possible de ces différents éclairages, à la fois sous l'angle de la biologie moléculaire, de la radiobiologie, de l'épidémiologie, et s'est même intéressée aux mécanismes générateurs de ces radiations et à leurs effets au niveau du matériel génétique. Je fais allusion ici à l'éclairage donné par la physique.

Madame le Président vous a rappelé dans quelles circonstances nous avons opéré ; elles ne sont pas exceptionnelles. Chaque fois que l'Académie est saisie d'une demande venant des pouvoirs publics, elle procède à la constitution d'un groupe de travail qui opère ensuite avec un groupe de rédaction. Le rapport écrit est soumis à un comité spécifique qui doit donner son aval avant la publication.

Le rapport comprend en réalité plusieurs parties. Il sera distribué à l'issue de cette séance, il a été publié par les soins des ÉDITIONS LAVOISIER. Il comprend un chapitre introductif qui fait état de l'ensemble des systèmes de radioprotection à l'échelle internationale et rappelle à titre liminaire quelles ont été les considérations qui ont conduit la CIPR à augmenter le coefficient de risque cancérogène. Elles ont été passées en revue avec beaucoup de soin par le Pr. CLARKE, à savoir : le choix d'un unique facteur de réduction qui tient compte de l'âge des personnes éventuellement atteintes, l'excès des cancers supérieur à celui qui était attendu, une révision des doses reçues par les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki, le changement de la méthode utilisée pour calculer les excès de cancers en fonction de l'âge, et surtout le choix d'un modèle de projection multiplicatif pour estimer le risque sur toute la durée de la vie.

La CIPR préconise un certain nombre de limites considérées comme acceptables, ou plus exactement de limites qu'elle considère comme non acceptables, soit pour le public en général, soit pour le milieu des travailleurs exposés dans les installations nucléaires.

Dans cette même introduction, on parle des expositions humaines en rappelant qu'en France, en 1993, la dose collective due à l'exposition de l'ensemble des travailleurs — on entend par là les personnes qui risquent d'être exposées par leur prestation dans les installations nucléaires — a été de 200 hommes.Sieverts à comparer aux 50 000 hommes.Sieverts qui sont dûs aux radiations médicales et aux 130 000 hommes.Sieverts liés à l'irradiation naturelle. C'est un facteur de multiplication à la fois au niveau de la population et de l'individu.

Le chapitre 2 de ce rapport, probablement l'un des plus nouveaux dans une certaine mesure, est dévolu à la biologie moléculaire et cellulaire et traite d'une façon assez approfondie des lésions de l'ADN qui sont des lésions spontanées ou provoquées ; lésions qui sont d'ailleurs extrêmement fréquentes puisqu'elles apparaissent de manière naturelle tout au long de la vie, dont l'origine est probablement liée soit aux rayons cosmiques, soit à d'autres facteurs qui, cumulés, donnent lieu à une loi des grands nombres mais qui, répartis sur l'énorme masse de l'information génétique, constituent relativement peu de choses.

Il n'empêche que ces lésions sont réparées par les réparases auxquelles on a fait allusion, qui sont de plusieurs natures (on connaît actuellement plus d'une quarantaine de systèmes de réparation), et également réparées par des recombinaisons des cassures chromosomiques. A l'issue de ces réparations on peut observer que certaines des réparations sont affectées d'erreurs qui causent à leur tour des mutations dont certaines peuvent être cancérogènes.

Nous insistons cependant sur le fait que l'apparition des cancers est un phénomène très complexe qui fait intervenir non pas un seul événement génétique mais un cumul dont certains ont leur origine dans l'environnement.

Ce chapitre traite également de l'effet des rayonnements sur le cycle cellulaire. C'est un point très important sur lequel il faut attirer l'attention, à savoir que les radiations ne sont pas seulement cause de mutations mais peuvent provoquer des arrêts dans la division cellulaire, ce qui n'est pas un facteur négatif mais un facteur d'élimination des effets cancérogènes potentiels.

Ce chapitre traite également de l'impact des différents types de rayonnements ionisants, qui est un facteur très important, généralement peu pris en compte.

Le troisième chapitre ne comprend que 2 pages ; il prend en compte un débat qui a été initié il y a plusieurs années selon lequel l'effet de très faibles doses d'irradiation peut s'avérer dans certaines circonstances relativement bénéfique dans la mesure où il est facteur d'induction d'enzymes de détoxification ou d'agents comme les cytokines qui sont des agents protecteurs vis-à-vis d'effets ultérieurs de radiations plus importantes.

Le quatrième chapitre sera le chapitre clé sur lequel le Pr TUBIANA insistera. On y traite à la fois des données issues de l'expérimentation animale et surtout des études épidémiologiques, des modèles de projection, des risques à doses élevées (de l'ordre de 1 000 mSv), des effets des faibles doses (inférieures à 200 mSv) et de l'évaluation du risque à faibles doses par extrapolation à partir des fortes doses. Enfin, on y discute de la dosimétrie.

Le chapitre 5 résume toutes ces données, les données de caractère fondamental et les données épidémiologiques. Il est suivi de conclusions et de recommandations.

L'Académie des Sciences — j'insiste sur le caractère exclusivement scientifique de son analyse : il ne s'agissait pas de faire des propositions pour des décisions de caractère stratégique ou

politique — a estimé qu'au vu de toutes ces études, on ne disposait pas d'arguments suffisamment convaincants pour revenir sur les propositions qui avaient été émises dans la recommandation n°26 en 1977 s'agissant des doses moyennes considérées comme tolérables, c'est-à-dire à l'époque 5 mSv par an pour la population et 50 mSv en moyenne par an pour les travailleurs ; cela étant assorti des limites supérieures telles qu'elles avaient déjà été définies par la CIPR.

Je n'ai fait que résumer le contenu de ce rapport, il serait plus important à présent d'entendre les experts dans le domaine de l'épidémiologie et de la biologie moléculaire.

Pr. TUBIANA — Il me revient d'essayer de vous expliquer le point de vue de l'Académie des Sciences, notamment en ce qui concerne les faibles doses.

Quand on essaie d'évaluer les faibles doses, la première question à se poser est de savoir quelles sont les données épidémiologiques dont nous disposons aujourd'hui pour évaluer ces faibles doses. L'Académie des Sciences a essayé d'en faire l'analyse s'agissant d'Hiroshima et Nagasaki. Il n'y a aucun d'effet décelable pour des doses inférieures à 200 mSv.

M. CLARKE a parlé des malades examinés ou traités avec l'iode 131. Dans une étude suédoise qui porte sur 45 000 sujets, aucune augmentation de la fréquence des leucémies ou de cancers n'a été observée pour des quantités d'iode inférieures à 300 millicuries, ce qui correspond à des doses élevées au point de vue irradiation.

Enfin, dans diverses études, et en particulier celles sur les sujets contaminés de Mayak dans la vallée de la Techa, aucune augmentation de la fréquence des leucémies n'a été observée pour des doses inférieures à 500 mSv.

Bien entendu, ceci ne signifie pas qu'il n'y a aucun effet mais suggère que cet effet est trop faible pour être décelé statistiquement malgré l'importance des populations, plusieurs dizaines de milliers dans la plupart de ces enquêtes.

Pour ce qui est de la relation entre la dose et l'effet chez les sujets d'Hiroshima et Nagasaki s'agissant des leucémies, pour des doses faibles (jusqu'à environ 200 mSv), non seulement on n'observe aucune augmentation de la fréquence des leucémies mais même une petite diminution. Cependant, étant donné la dimension des marges d'erreur, on ne peut pas exclure l'hypothèse d'un effet néfaste des faibles doses.

S'agissant de l'industrie nucléaire, nous disposons depuis 1994 d'un excellent rapport du Centre international de recherche sur le cancer, agence de l'OMS ; sur 95 000 travailleurs, nous n'avons observé aucune augmentation de la fréquence des cancers solides malgré des doses qui quelquefois dépassaient 400 mSv. Nous avons observé 6 cas de leucémie en excès, dont 4 dans l'établissement britannique de Sellafield. Cette augmentation pour les leucémies est compatible avec les excès prévus par les coefficients de risque, aussi bien celui de la CIPR 26 que de la CIPR 60.

Si l'on regarde la limite supérieure du risque tolérable, étant donné qu'il y avait 95 000 sujets suivis pendant environ 40 ans, le risque pour les travailleurs du nucléaire était de l'ordre de 1 sur 1 million par an, donc très inférieur à ce qu'indiquait tout à l'heure **M. CLARKE**. Dans l'état actuel des choses, les indications statistiques montrent que nous sommes dans des zones de risque qui non seulement sont tolérables mais qui sont dans le domaine que **M. CLARKE** qualifiait de trivial.

S'agissant des études qui ont été effectuées sur les embryons irradiés *in vitro*, l'Académie des Sciences a décidé de ne pas en tenir compte pour l'appréciation du risque, suivant en cela les recommandations de l'UNSCEAR en 1986 et 1994.

Dans ces conditions, comment peut-on évaluer le risque à faible dose ? La méthode universellement utilisée, à laquelle a fait allusion M. CLARKE, est d'évaluer le risque à doses élevées puis, à partir de ce risque, d'extrapoler vers les faibles doses. En effet, les risques à faibles doses sont si faibles (s'ils existent) qu'ils sont absolument indétectables et que l'on est obligé d'utiliser cette méthode indirecte en l'état actuel des connaissances épidémiologiques.

La technique utilisée consiste à évaluer avec une certaine précision le risque à doses élevées et, de là, on extrapole vers les faibles doses. Tout dépend de la méthode qui va être utilisée pour l'extrapolation vers les faibles doses.

Avant de discuter cela, voyons si l'évaluation du risque à doses élevées tel qu'elle est pratiquée aujourd'hui peut être acceptée ou si elle n'est pas soumise à certains risques de surestimation.

Il existe deux risques de surestimation. Le premier est l'importance prépondérante accordée à Hiroshima et Nagasaki. En effet, il s'agissait de sujets irradiés avec un débit très élevé puisque la dose avait été délivrée en un temps de l'ordre de la milliseconde et, d'autre part, il existait une certaine incertitude quant à la dosimétrie. Le deuxième facteur d'incertitude est lié au modèle de projection multiplicatif à coefficient constant auquel a fait allusion Monsieur CLARKE.

Le risque tel qu'il était estimé à Hiroshima et Nagasaki, pour les leucémies, est assez nettement plus élevé que celui qui a été estimé à partir d'autres séries, sans doute en raison de la différence de débit de dose. Étant donné les barres d'erreur, il est difficile de conclure de façon définitive.

Venons-en au modèle. Comme vous l'a déjà expliqué Monsieur CLARKE, il y a deux types de modèles :

- le modèle additif, où à la fréquence naturelle spontanée des cancers (qui augmente graduellement avec l'âge) s'ajoute un excès qui reste constant avec l'âge ;
- le modèle multiplicatif où la fréquence de base est multipliée par un certain facteur ; comme la fréquence des cancers augmente rapidement avec l'âge, le nombre de cancers en excès augmente aussi très notablement avec l'âge.

Ce modèle est-il valable ? Est-il en accord avec les données épidémiologiques ? A cette question, on ne pouvait pas répondre en 1990 mais, depuis, des données sont apparues montrant qu'en réalité ce facteur multiplicatif n'était pas constant avec le temps. A partir de 15 ans après l'irradiation, il diminue assez notablement et assez rapidement, d'autant qu'il partait de plus haut.

Ceci permet de dire que ce modèle multiplicatif à coefficient constant peut aboutir à une surestimation assez notable du risque cancérigène. Je soulignerai que ces travaux ont été effectués aussi bien en France qu'en Angleterre et à Hiroshima et Nagasaki. Il y a donc maintenant un certain accord sur le fait qu'il faut introduire une amodiation dans ce modèle multiplicatif à coefficient constant.

Revenons-en à l'extrapolation. Selon le modèle utilisé par l'extrapolation — proportionnel assorti d'un facteur de réduction égal à 2 ; linéaire quadratique (en réalité proportionnel avec un facteur de réduction égal à 2 ; les résultats sont assez proches d'une relation linéaire quadratique) ; ou au contraire relation quadratique — on va obtenir dans le domaine des faibles doses des différences considérables dans l'appréciation du risque, c'est-à-dire dans ce domaine où nous n'avons pas de données directes absolument probantes.

Ce dont nous sommes sûrs, c'est que le modèle proportionnel ou le modèle proportionnel avec un coefficient de réduction égal à 2 donne certainement un risque assez élevé et qu'il est vraisemblable que le risque réel se situe en dessous.

Si on prend, comme l'a fait la CIPR, le modèle linéaire avec un facteur de réduction, cela signifie qu'il faut introduire un seul facteur de réduction pour la dose et pour le débit de dose. Ce sont deux phénomènes biologiques très différents que les réductions liées à la dose et au débit de dose. Choisir un seul facteur de réduction pour les deux est la conséquence d'une hypothèse sous-jacente, celle du modèle linéaire quadratique.

Il nous faut donc maintenant examiner les implications de ce modèle linéaire quadratique. Qu'est-ce que cela signifie au point de vue biologique ? Cela signifie qu'une seule particule passant à travers une seule cellule peut provoquer un cancer ou contribuer à l'apparition d'un cancer.

Nous savons aujourd'hui que le cancer est le résultat d'un grand nombre de modifications de génome, environ 6 à 8, quelquefois plus. Est-ce qu'une seule particule passant à travers une seule cellule peut introduire un aussi grand nombre de réductions ? Ceci n'est pas totalement impensable mais le moins que l'on puisse dire, c'est que c'est douteux et que les données actuelles ne sont pas en faveur d'une hypothèse aussi radicale.

Second facteur lié à la dose : la probabilité de réparation d'une lésion de l'ADN est semblable à forte dose et faible dose, à fort débit de dose et faible débit de dose. C'est encore quelque chose de contestable.

Ici, pour se limiter à ce facteur d'une seule particule dans une seule cellule, cela suppose une hypothèse contestable : le cancer est le résultat d'une modification d'une seule cellule, compte tenu des réactions du tissu et des réactions de l'organisme. Or, nous savons que les réactions du tissu et les réactions de l'organisme sont loin d'être négligeables.

Par ailleurs le modèle linéaire quadratique qui est à la base de cette hypothèse (un seul facteur de réduction et un facteur de réduction constant quelle que soit la dose entre 0 et 200 mSv) implique qu'il n'y a pas d'influence du débit à faible dose. Or, ceci est contraire aux données expérimentales. Cela implique par ailleurs qu'il n'y a pas de seuil mais, aujourd'hui, nous ne pouvons pas encore répondre catégoriquement à cette question.

Une expérience parmi beaucoup d'autres montre l'influence du débit de dose (45 grays par minute et 0,08 gray par minute). Chez l'animal, avec un fort débit de dose le nombre de lymphomes croît beaucoup plus rapidement en fonction de la dose qu'avec faible débit de dose : jusqu'à des doses de l'ordre de 1 gray ou supérieures à 1 gray, il n'y a aucune augmentation de la fréquence spontanée de ces cancers. Ceci montre à tout le moins que l'hypothèse que le débit de dose n'intervient pas dans le domaine des faibles doses n'est pas en accord avec les données expérimentales.

Je voudrais maintenant insister sur les données humaines que nous avons dans ce domaine. Si l'on admet que certaines radiations sont capables de provoquer des lésions irréversibles dans une cellule, même à dose faible, c'est pour les particules α que ceci est le plus vraisemblable. En effet, les particules α sont celles pour lesquelles le transfert d'énergie au cours de la traversée d'une cellule par une particule est le plus élevé, et donc où les lésions ont le plus de chance d'être importantes, donc de pouvoir léser de nombreux gènes, voire des chromosomes d'une part, et où d'autre part elles ont le plus grand risque de ne pas pouvoir être réparées.

Or, que constatons-nous sur le plan de l'épidémiologie ? Une étude a été faite chez des malades à qui l'on avait injecté du Thorotrast pour faire des examens radiologiques comme ceci se faisait beaucoup entre 1930 et 1950. Il n'y a aucune augmentation de la fréquence des cancers pour des doses inférieures à 3 grays. Jusque là, il n'y a absolument aucun effet, mais malheureusement un

effet très notable commence à apparaître aussi bien chez les hommes que chez les femmes à partir d'une dose de cet ordre.

La même chose est observée chez les peintres en cadrans lumineux qui ont été contaminés entre 1920 et 1940 parce qu'ils manipulaient des quantités importantes de radium, de peinture luminescente contenant du radium, sans aucune précaution. Dans le domaine des faibles doses, et même jusqu'à des doses de l'ordre du gray, il n'y a absolument aucune augmentation de la fréquence des cancers, et par contre une augmentation très notable des cancers osseux de la face à partir de cette dose.

Ceci, sans pouvoir affirmer l'existence d'un seuil, montre qu'on ne peut pas exclure l'hypothèse d'un seuil.

Où en sommes-nous ? Nous avons dans le domaine des doses élevées des données valables qui permettent avec une précision acceptable de déterminer le risque cancérogène. Dans le domaine des faibles doses, nous aurons quelques données épidémiologiques qui ne montrent aucun effet, mais avec des barres d'erreur suffisamment grandes pour rendre difficile l'estimation d'un effet.

On peut faire soit une extrapolation linéaire, soit une extrapolation linéaire quadratique, soit rester plus modeste et dire qu'en l'état actuel de nos connaissances, l'extrapolation linéaire quadratique qui n'a aucune base scientifique solide donne peut-être la limite supérieure d'un excès mais qu'il est tout à fait possible que l'effet réel soit très inférieur.

L'Académie des Sciences dit que cette ligne en pointillé⁽¹⁾ est la ligne la plus vraisemblable entre la relation linéaire quadratique qui donne l'hypothèse d'un effet qui n'est pas négligeable et l'existence d'un seuil qui dirait que l'effet est nul. En l'état actuel des choses, soyons modestes et disons que nous ne savons pas très bien où nous nous trouvons entre ces deux courbes mais qu'il est vraisemblable que l'on se trouve là. Si nous augmentons la précision des études épidémiologiques, nous pourrions réduire la part d'erreur et en quelques années arriver à savoir exactement où nous en sommes.

Est-ce que cette façon de faire est choquante ? Certains ont dit que les Français étaient isolés, étant les seuls à avoir ce point de vue.

Je voudrais vous lire deux phrases extraites de deux articles publiés dans la revue *Science* ; le premier paru en septembre 1994 et le second en décembre 1994 concluent que la façon dont on extrapole des fortes doses vers les faibles doses est erronée tant en ce qui concerne les produits chimiques que les radiations. Des niveaux d'irradiation sans risque existent, le public a été sans raison effrayé. COCHLAND, deux mois plus tard, revient sur ce même sujet et est encore plus catégorique.

La position qu'a prise l'Académie des Sciences n'est pas une position isolée dans la littérature mais correspond à une tendance qui se retrouve dans de nombreuses publications.

L'irradiation naturelle en France est en moyenne de 2,5 mSv mais des variations géographiques extrêmement importantes existent, allant de 1,5 à 6 mSv. Si l'on admet que la dose maximale que l'on puisse accepter est de 1 mSv, habiter en Bretagne ou dans le Massif Central constitue un risque important par rapport à ceux qui habitent dans le bassin parisien. Est-ce vrai ?

Aucune augmentation du risque cancérogène ou leucémogène n'a pu être mis en évidence dans les régions à forte radioactivité. Toutes les comparaisons qui ont été faites dans tous les pays n'ont

¹ Note de l'Office : sur une diapositive projetée à ce moment.

pas été jusqu'à aujourd'hui capables de déceler une augmentation du risque dans les régions à forte radioactivité.

Si on considère maintenant les irradiations d'origine médicale, elles ajoutent en moyenne 1 mSv à ces 2,5 mSv ; l'industrie nucléaire ajoute en moyenne 0,02 mSv, soit 2/100^{ème} de la dose due à l'irradiation médicale et de l'ordre de 1/1000^{ème} de la dose due à l'irradiation naturelle.

Si on voulait vraiment réduire l'irradiation des populations, il faudrait essayer de diminuer la quantité de radon dans les habitations pour diminuer cette irradiation d'origine naturelle et essayer de réduire l'irradiation d'origine médicale. Avant de faire cela, il nous faut être très prudents et être sûrs de ce que l'on fait. La Cour suprême du Canada a récemment dit que les diminutions de la teneur en radon des habitations ne seront concevables que le jour où la preuve sera faite que ceci est dangereux.

Je voudrais citer une anecdote pour terminer. Une jeune femme enceinte est récemment venue me voir. Son mari était au service militaire, elle avait l'intention d'aller passer la fin de sa grossesse chez ses parents qui habitaient Clermont-Ferrand, mais son médecin gynécologue averti lui avait dit : *"Attention, à Clermont-Ferrand, votre foetus recevra 1 mSv de plus que si vous aviez fini votre grossesse à Paris, donc vous prenez un risque considérable en allant terminer votre grossesse à Clermont-Ferrand"*.

C'est ce genre d'anxiété et de phobie que l'on risque de susciter dans la population en affirmant, avant d'avoir des preuves solides, que de faibles doses, de l'ordre du millisievert, peuvent avoir un effet. Il n'est pas impossible que cela soit mais il est très vraisemblable que si cet effet existe, il est très inférieur à celui estimé par les méthodes actuelles. En tout cas, c'est un problème qui, scientifiquement, peut être résolu dans les années à venir, et il nous semble que rien ne presse en ce domaine.

M. DEVORET — De toutes les molécules qui constituent la matière vivante, celle qui porte le patrimoine héréditaire est la plus radiosensible. Cette molécule qui a la forme d'une longue tresse à deux brins est le composant essentiel des chromosomes. Vous connaissez son nom, c'est l'acide désoxyribonucléique qui est le plus souvent désigné par son acronyme : ADN.

On a recensé plusieurs milliers d'agents cancérigènes auxquels la population humaine est exposée. La propriété commune fâcheuse de ces agents est d'endommager électivement l'ADN. Cette multitude d'agents cancérigènes ne provoque sur l'ADN qu'une dizaine de lésions qui, excepté pour le rayonnement ultraviolet, ne sont pas spécifiques. Si bien que l'identification de lésions sur l'ADN ne permet pas de diagnostiquer l'agent causal de ces lésions. Par exemple, les radiations ionisantes produisent les mêmes lésions que les produits du métabolisme de l'oxygène.

Il est avantageux pour les cellules qu'il n'existe qu'un petit nombre de types de lésions car il suffit alors d'un petit nombre de systèmes de réparation pour débarrasser l'ADN de ces lésions.

Des lésions de l'ADN apparaissent à tout moment ; durant cet exposé, plusieurs dizaines de bases vont se détacher spontanément des chromosomes de chacune de mes cellules... et des vôtres aussi ! Il ne faut pas s'inquiéter car ces bases perdues seront réinsérées. En effet, nous possédons des protéines dont l'activité enzymatique est de pourvoir à la conservation de l'intégrité de l'ADN de nos chromosomes et surtout d'assurer leur reproduction.

Depuis la parution du dernier rapport de l'Académie des Sciences concernant les effets des faibles doses de radiations ionisantes, plusieurs dizaines de nouvelles réparases ont été identifiées. Cet apport fécond de la biologie moderne a été salué par la revue américaine *Science* qui vient de sacrer les réparases « protéines de l'année 1994 ».

On estime que 5% des protéines cellulaires prennent une part active à la réparation de l'ADN. La question se pose de savoir quel est le facteur principal qui conditionne l'efficacité des processus de réparation de l'ADN soumis à l'effet nocif des radiations.

La réponse est simple : plus le débit de dose auquel les cellules sont exposées est faible, plus les lésions sont facilement réparées. Le concept de débit de dose est crucial pour comprendre les effets de l'irradiation. Il faut bien assimiler ce concept qui sous-tend le rapport de l'Académie.

Pour ce faire, permettez-moi de vous rapporter une expérience spectaculaire démontrant l'importance du débit de dose. On sait que le cyanure de potassium est un poison violent : il tue celui qui en avale une toute petite capsule. Vous comprendrez fort bien ma surprise lorsque, étudiant en médecine, présent à une démonstration sur le débit de dose, je constatais qu'un lapin perfusé avec un goutte-à-goutte d'une solution de cyanure ne manifestait aucun trouble apparent. L'animal grignotait une carotte et nous, les étudiants, nous attendions patiemment de voir ce qui allait se passer.

Lorsque l'expérimentateur décida d'accélérer la vitesse de la perfusion, le lapin s'affaissa foudroyé. Le mécanisme de cette mort provoquée est simple à expliquer. Chez les mammifères, un enzyme appelé sulfotransférase transforme lentement le cyanure toxique en sulfocyanure, un composé peu toxique. En présence d'un afflux soudain de molécule de cyanure, l'enzyme s'est trouvé débordé et a été incapable de rendre le toxique inoffensif.

De même, lorsque des cellules sont exposées à une dose de radiation délivrée en une minute, leur ADN sera moins bien réparé que dans des cellules soumises à la même dose absorbée au cours d'une journée. Il est clair que si dans un ADN des lésions se forment à vitesse lente par rapport au temps de division des cellules et que le stock des réparases est élevé, la totalité des lésions disparaîtra.

Si on provoque à 9 heures une lésion de l'ADN, dès 9 h 05, la première réparase (réparase 1) se met autour de la lésion et il existe tellement de molécules de réparase que cette seule et unique lésion disparaît et à 9 h 30 les cellules en sont débarrassées.

En revanche, si les lésions surviennent rapidement et en grand nombre, les molécules de réparase sont submergées par le nombre de lésions qu'elles ont à affronter. La première réparase est induite par la présence de lésion mais le nombre de molécules est le même que dans le cas précédent. Ces molécules sont dispersées tout le long de l'ADN, elles s'accrochent à certaines lésions, mais quelques lésions ne peuvent pas être approchées et le travail des réparases ne peut pas être fait. Dans ce cas, on a des lésions résiduelles.

À 10 heures, les lésions n'ont toujours pas été réparées. À ce moment, viennent à la rescousse des enzymes nouveaux (réparase 2) qui vont sur ces lésions résiduelles et vont s'acharner à les enlever. À 11 heures, une répllication plus tard (puisque l'ADN se réplique), on se trouve devant 3 éventualités :

- ou bien les réparases de type 2 vont enlever une lésion, une deuxième lésion et le brin copié sera un brin d'ADN intact qui donnera naissance à une cellule elle aussi intacte ;
- ou bien la lésion reste et lors du recopiage, le nouveau brin d'ADN va être muté parce qu'il n'y a pas d'information dans ce brin qui lui dise comment faire le nouveau brin ;
- ou bien (cas extrêmement fréquent et assez heureux), le brin d'ADN synthétisé ne peut pas « franchir » la lésion et se constituer complètement ; dans ces conditions, puisqu'il n'y aura pas d'ADN fonctionnel, la cellule va mourir.

Dans le cas n°2, où s'accumule une mutation en face d'une lésion, cela ouvre la voie à la cancérisation.

En résumé :

1. Toutes les lésions d'une cellule peuvent être effacées lorsque leur nombre est faible par rapport au nombre de molécules de réparation.
2. Lorsqu'au contraire le nombre de lésions est grand, plusieurs systèmes de réparation agissent en cascade pour effacer les lésions.
3. L'action en cascade des divers systèmes de réparation confère à ceux-ci une efficacité globale bien plus grande que ne le ferait un seul système.

Pour une dose qui laisse une survie cellulaire de quelques pour-cent, on constate que le nombre de lésions résiduelles est corrélé avec la survie cellulaire. Dans ce cas, nous avons pu montrer que l'efficacité cumulée des différents systèmes de réparation mis en jeu atteint une valeur de 96%.

Les cellules portant des lésions non réparées ne sont pas toutes vouées à la mort, certaines d'entre elles vont survivre en portant une mutation. C'est le résultat de l'action de la réparation fautive connue sous le nom de réparation SOS.

On peut comprendre ce mécanisme de la réparation fautive si l'on prend conscience que la fonction essentielle de l'ADN est de se reproduire coûte que coûte. On peut dire que le but d'un brin d'ADN est de former un deuxième brin d'ADN.

Cette « tendance vitale » est si forte que même si le brin original est perclus, il se trouve recopié. Le nouveau brin d'ADN synthétisé porte souvent une mutation en face de la lésion. En effet, une lésion modifie grandement le code du brin d'origine, et la machinerie de réplication synthétise une copie du brin endommagé au petit bonheur la chance... ou presque : il y a des lois de copiage que je ne vous expliquerai pas par le détail.

Un ADN endommagé peut être répliqué mais le patrimoine génétique original a toute probabilité de ne pas être conservé. Chez les mammifères notamment, la formation de mutation ouvre la porte à la cancérisation des cellules. On sait maintenant qu'au moins 85 % des cancers sont engendrés par l'apparition de mutations ponctuelles. Fait très important, il vient d'être démontré que dans la moitié des cancers, les cellules tumorales présentent une mutation ponctuelle dans un gène qui code pour un anti-oncogène que l'on appelle la protéine p53. La mutation de l'anti-oncogène détruit son pouvoir anti-cancéreux, ce qui laisse le champ libre au développement de cellules modifiées.

En résumé, une irradiation à fort débit de dose qui laisse de nombreuses lésions résiduelles peut donner naissance à des mutations qui elles-mêmes sont éventuellement génératrices de modifications cellulaires aboutissant au cancer.

Permettez-moi maintenant de traiter de l'évolution biologique qui s'est faite sous un flux très faible de radiations. Depuis l'apparition de la vie, il y a 3 milliards d'années, la radioactivité naturelle a diminué de 5 fois, mais la nature n'est pas prise au dépourvu dans ses capacités d'adaptation aux radiations ionisantes. On a trouvé en 1965 des bactéries contaminant l'eau des piscines dans lesquelles on avait mis à désactiver des barres d'uranium sorties de réacteurs nucléaires. Ces bactéries sont résistantes à un débit de dose 10 millions de fois plus élevé que celui délivré par l'irradiation naturelle.

Ce cas n'est pas isolé, il existe d'autres bactéries qui se développent dans l'eau bouillante des geysers. On constate que chez toutes ces bactéries résistantes à des conditions extrêmes, les réparases sont multiples, efficaces, et agissent avec une grande rapidité.

Si les mammifères ne possèdent pas ces résistances, c'est que l'évolution biologique s'est effectuée dans un environnement peu radioactif et dans un climat tempéré. Au cours de l'évolution, la nature n'a pas conservé à toute force des systèmes de radioprotection inutiles. L'évolution s'est faite en faveur de l'acquisition par les organismes de fonctions nouvelles : l'énergie des organismes complexes a été réorientée vers la création et le maintien d'organes tels que les muscles, les yeux, coordonnés par un système nerveux élaboré.

Je voudrais conclure en donnant des projets de recherche à mettre en oeuvre pour éclairer les questions qui n'ont pas encore été élucidées. Permettez-moi de proposer des exemples de recherche future.

S'agissant du faible nombre de mutations par rapport aux lésions, on vient de découvrir que la probabilité de mutation par lésion résiduelle est bien plus faible qu'attendue, car dans des systèmes où l'on provoque des mutations et l'on garde la réplication de l'ADN, on a la surprise de constater 5% de mutations et non pas 100% comme prévu. Il faut engager des recherches sur le processus de reproduction de l'ADN endommagé et comprendre pourquoi nous avons un grand avantage : on s'attend à 100% de mutations et on n'en recueille que 5%.

Il y a encore des mystères de la nature qui nous échappent, pour lesquels il faut faire une recherche plus complète. Par exemple, pour les ultraviolets, la relation n'a pas encore été établie expérimentalement entre le débit de dose et la densité des lésions produites par kilobase d'ADN. Pourquoi ce type de nouvelle unité est important ? Parce que maintenant qu'on manipule l'ADN tous les jours, on connaît sa structure et on a une dimension d'ADN. Il faudrait refaire des expériences qui ont été faites 30 ans auparavant pour savoir où dans l'ADN se trouvent les lésions. Pour les radiations ionisantes, on n'a pas encore non plus mesuré avec précision la réparation des diverses lésions par kilobase d'ADN.

Des questions se posent comme l'action additive ou synergique des différents agents délétères de l'environnement. Dans son exposé, le premier orateur pense qu'il y a un effet synergique. On sait cela pour l'amiante et la fumée de tabac. Les deux ensemble ont une action synergique mais est-ce une exception qui confirmerait une règle d'additivité d'actions des agents délétères ? Là encore, nous avons à faire des investigations approfondies.

On a trouvé autour des réacteurs nucléaires des bactéries résistant à des doses énormes de radiations ionisantes, elles résistent à plus de 10 000 grays. Il n'y a encore que peu de travaux présentement effectués sur ce sujet de grand intérêt.

Un autre sujet de grande importance est la radio-sensibilité génétique d'une faible fraction de la population humaine. On a constaté lors des traitements radiothérapeutiques que quelques patients étaient fort sensibles aux radiations ionisantes. Cette population qui est certainement hétérogène n'a pas encore été caractérisée. Des recherches encore embryonnaires sur ce sujet posent de grands problèmes médicaux et sociaux.

Enfin, vu nos connaissances sur l'apparition des mutations de la protéine p53 dans la moitié des cancers, il faudrait faire des recherches. Certaines débutent aux Etats-Unis et celles-là posent d'ailleurs de grands problèmes éthiques, médicaux et sociaux.

M. RADMAN — Existe-t-il des réparations à 100% ? Nous ne le savons pas pour l'homme et pour les radiations ionisantes, mais cela existe certainement chez les bactéries pour une série de

cancérogènes chimiques et pour une série de doses qui normalement augmentent la mutagenèse de 100 fois chez les bactéries qui n'ont pas ce système de réparation.

Je voudrais faire un plaidoyer pour la recherche. Nous développons dans le monde des méthodes ultra-efficaces permettant de suivre les effets mutagènes *in vivo*, peut-être de mesurer chez les gens l'accumulation des mutations ponctuelles au cours de leur vie avec des données, et avec les données sur l'existence, sur le dépistage des individus génétiquement radiosensibles, il serait idéal un jour d'avoir des dosimètres individualisés incorporant les données sur la réparabilité chez tel individu en tenant compte des débits de dose.

Il faudrait avoir un ordinateur qui ne mesure pas seulement la dose incidente mais le résultat biologique attendu.

M. BIRRAUX — J'aimerais que pour le public le Pr. CLARKE nous redise si le « 1 mSv » s'applique bien aux pratiques humaines seulement et quelle est la relation avec l'exposition naturelle.

Pr. CLARKE — J'ai dit en début de matinée que si l'on revenait à 1977, lorsque la CIPR a publié son document n°26, il était alors reconnu à partir des estimations du risque d'exposition à des radiations ionisantes, qu'une limite de dose pour le public serait peut-être de 1 mSv. La limite a été alors établie à 5 mSv parce que la pratique nous avait démontré que l'exposition réelle était sans doute de l'ordre de 1 mSv.

En 1985, la CIPR a éclairci sa position et elle a expliqué que la limite de dose était pour le public de 1 mSv par an et que des doses plus élevées jusqu'à une limite subsidiaire de 5 mSv par an pourraient être tolérées, à condition que l'exposition moyenne durant une vie ne dépasse pas 1 mSv par an en moyenne.

Dans les recommandations de 1990 (publication n°60), sur la base d'un accroissement d'un facteur 4 pour l'estimation des risques dus à l'exposition des personnes du public, et sur la base de considérations sur les risques acceptés dans les différents pays, nous voyons également que 1 mSv est la frontière inférieure pour le niveau inacceptable de risque imposé, c'est-à-dire non volontaire.

Ainsi, toute source unique doit être contrainte pour que les membres du public ne reçoivent pas plus qu'une fraction de 1 mSv.

J'ai dit enfin que ceci nous semblait un chiffre assez robuste car la limite de 1 mSv est approximativement le niveau de rayonnement inévitable dans la plupart des pays : radiation cosmique, radiation γ tellurique. Si toute source unique ne peut pas exposer un individu à plus d'une fraction de 1 mSv, alors nous sommes face à un risque comparable au rayonnement naturel inévitable. Ceci nous semble être un chiffre assez robuste.

La société prend des décisions, les parlementaires font des lois pour éviter les risques au public. Même si après des études supplémentaires l'estimation des risques dus à l'exposition aux rayonnements ionisants ne varie pas par rapport au chiffre que nous employons pour l'heure, alors la limite du risque est la même mais la société peut exiger un niveau supplémentaire de sécurité.

La CIPR doit y penser et des pressions pourraient jouer à une limite à la baisse pour refléter une aspiration à un plus haut degré de sécurité. C'est alors que je dis que 1 mSv ou une fraction de millisievert est certainement un chiffre assez robuste.

M. BIRRAUX — Je voudrais donner la parole à la presse pour qu'elle puisse interroger l'Académie des Sciences

M. LEWINO (Le Point) — Est-ce que d'autres académies ou d'autres groupements ou institutions scientifiques ont fait la même démarche que l'Académie des Sciences en dehors des deux citations tirées du magazine *Science* ?

Pr. TUBIANA — L'Académie des Sciences américaine est en train de préparer un nouveau document dont nous n'avons pas encore connaissance. Je sais qu'un autre document se prépare qui, d'après l'analyse préliminaire qui en a été faite dans *Nucleonics Week*, serait très réservé vis-à-vis du modèle linéaire quadratique et du type d'extrapolation actuellement utilisé. Je ne sais cela que par des revues de presse et je ne peux pas aller plus loin dans le détail.

Un livre de 145 pages vient d'être publié par WALINDER, radiobiologiste suédois de réputation internationale, dans lequel il défend une thèse tout à fait analogue à celle exposée dans le rapport de l'Académie des Sciences. Son titre est un peu provocateur : *Est-ce que la radioprotection est devenue un danger pour la santé publique ?* mais il va dans l'idée qu'à force de vouloir en faire toujours davantage, on finit par affoler le public et par créer des dangers.

M. CLARKE disait qu'il y a dans la société une demande de sécurité de plus en plus grande, mais cette demande est alimentée si les experts eux-mêmes surestiment constamment le risque. On se trouve donc dans un cercle vicieux : les experts, pour se mettre à l'abri, surestiment le risque, le public affolé parce qu'on lui dit que le risque est très grand demande des précautions de plus en plus grandes, et l'on arrive ainsi à de véritables phobies.

Je prendrai un exemple : un expert genevois, au cours d'un dernier congrès, nous a rapporté quelle serait la vitesse limite sur les autoroutes si l'on acceptait le mode de calcul du type de celui qui nous a été présenté. Dans ce cas, tout le problème serait résolu car la vitesse limite sur les autoroutes serait de 6 km/h et plus personne ne les utiliserait !

M. BIRRAUX — Je confirme que l'Académie des Sciences américaine prépare un rapport sur ce sujet qui devrait être disponible en 1997.

M. KEMPF (La Recherche) — Professeur CLARKE, pourriez-vous nous donner votre réponse sur la question centrale de la critique par l'Académie des Sciences, relative au modèle d'extrapolation utilisé par la CIPR ? Quelle réponse faites-vous à cette critique ?

Pr. CLARKE — Il existe une certaine incertitude, comme il a été dit par l'Académie dans son rapport, sur l'extrapolation de hauts débits de dose vers une dose plus basse. La vérité est que sans doute ceci dépend de chaque organe soumis au rayonnement. Nous n'avons pas de données à ce sujet pour faire mieux que ce que nous avons fait, c'est-à-dire extrapoler d'une façon aussi simple que l'a fait la CIPR.

Je pense qu'il est important d'examiner la tranche suivante de données de suivi au Japon qui sera publiée dans les mois à venir : elle nous donnera l'information sur la mortalité jusqu'à la fin de 1990 (nous travaillons maintenant sur des données qui datent de fin 1987). On pourra constater que des excès de cancers statistiquement significatifs pourraient être vus à une dose plus faible de 0,2 Gray. Il y a déjà un effet visible à 0,05 Gray mais dans les vieilles données ceci n'est pas significatif d'une façon statistique. Si toutefois cela le devient, nous aurons des données à plus faibles doses.

Il est très important de voir si les données japonaises montrent que le risque dans le temps s'affaiblit ou chute comme il a été vu pour certaines tumeurs. Si nous examinons le prochain lot de données, nous aurons peut-être des informations supplémentaires, des informations qui confirmeraient les estimations employées par la CIPR.

M. SCHNEIDER (Wise-Paris) — Professeur TUBIANA, si j'ai bien compris, l'argumentation principale de l'Académie des Sciences est que les nouvelles données qui ont été proposées ou prises en compte par la CIPR ne sont pas à considérer comme fausses ou impossibles : elles vous semblent douteuses. Il y a donc des incertitudes sur ce point.

Les recommandations sur l'acceptabilité du risque nous semblent une action socio-politique, au-delà d'une évaluation scientifique. Quelle considération vous fait abandonner le principe de précaution en cas de doute pour la santé de l'homme, en proposant des recommandations de limites de dose plus élevées que celles présentées par la CIPR ?

Pouvez-vous dire quel rôle joue l'importance des intérêts de l'industrie nucléaire en France ? Nous avons trouvé dans votre rapport une annexe disant que 5% des personnels des entreprises contractantes ont dépassé en 1993 la nouvelle norme proposée par la CIPR.

Pr. TUBIANA — Nous avons raisonné en scientifiques et aucun intérêt de qui que ce soit n'a pu influencer notre jugement. Le seul fait de soupçonner que des scientifiques ont pu être influencés est injurieux pour l'ensemble de la communauté scientifique et en particulier pour l'Académie des Sciences. Notre rapport est un rapport factuel et objectif qui ne tient pas du tout compte des doses effectivement reçues par les personnes exposées.

Quant à la note à laquelle vous venez de faire allusion, elle a été rédigée par l'un des membres du groupe, sans aucune concertation avec le reste du groupe. Elle n'exprime que son point de vue (que je ne partage pas du tout) et je lui en laisse l'entière responsabilité. Mais je respecte tout le monde et tous les points de vue.

Quand il existe une incertitude, doit-on toujours aller vers la prudence maximale ?

Je voudrais reprendre l'exemple de l'autoroute. Si l'on voulait réduire tout risque d'accident sur les autoroutes, il suffirait de faire en sorte que les voitures aillent à la vitesse du pas humain, et dans ce cas le nombre d'accidents automobiles seraient extrêmement faible, mais, dans ce cas aussi, les gens pour se déplacer devraient utiliser d'autres moyens et on peut se demander si l'excès de prudence n'est quelquefois pas plus dangereux qu'une certaine acceptation du risque.

Pour venir au cas précis des radiations ionisantes, si l'on dit que 1 mSv est une dose dangereuse, cela veut dire que la moitié de la France vit dangereusement par rapport à l'autre moitié. C'est une idée possible mais, avant de l'admettre, je demanderai qu'il y ait une vérification scientifique de cette hypothèse. Or, toutes les tentatives de vérification scientifique n'ont pas montré un excès de risque dans les régions où la radioactivité est la plus élevée. Avant d'affoler la moitié de la population et de la France en lui disant qu'elle vit dans une région dangereuse parce que sa radioactivité est plus élevée, ce qui risque de créer des troubles psychiques et des phobies qui ne sont pas sans conséquences, la plus élémentaire prudence scientifique est de s'assurer de la validité de ces estimations.

De plus ceci n'est pas impossible à faire. Si nous demandions des vérifications qui prendraient un siècle, je comprendrais très bien que l'on ne veuille pas attendre un siècle pour prendre des mesures, mais les études suggérées dans le rapport de l'Académie des Sciences, tant sur le plan épidémiologique que sur le plan de la biologie moléculaire, peuvent être réalisées en quelques années. Quand on voit les progrès qui ont été accomplis entre le dernier rapport de l'Académie des Sciences, celui de 1989, et celui de 1994, vous verrez le pas en avant gigantesque qui a été fait dans les connaissances, à la fois dans le domaine de l'épidémiologie et dans le domaine de la biologie moléculaire.

Quand on considère ce progrès, on a bien le sentiment que l'on pourrait très vite aller beaucoup plus loin. Nous avons aujourd'hui avec nous M. Jacques ESTÈVE, qui travaille au CIRC.

et qui est l'un des patrons sous l'égide de qui a été faite l'analyse de la mortalité et de la morbidité des 95 000 travailleurs nucléaires qui ont été étudiés dans ce rapport du CIRC. Dans ce rapport, la barre d'incertitude, d'erreur, reste assez considérable, et elle ne permet pas d'exclure les évaluations qui ont été faites par divers organismes, et en particulier par la CIPR, mais si l'on ajoutait une cinquantaine de milliers de travailleurs supplémentaires, ce qui est tout à fait concevable puisque les travailleurs français, allemands et japonais n'ont pas été inclus dans cette étude (nous savons tous que des études sont en cours en France, au Japon et en Allemagne, qui permettraient très prochainement d'inclure ces sujets dans cette étude), on aurait une réduction de la barre d'erreur qui permettrait alors de répondre à ces questions.

Nous ne travaillons pas dans un domaine où l'incertitude est très grande. Elle est chiffrable, mesurable, elle peut être réduite dans les années à venir. Nous mettons en garde, puisqu'il n'y a aucune urgence, au fait de changer les normes.

Je répondrai enfin à la dernière partie de votre question tendant à demander si en ne changeant pas les normes nous faisons courir un risque aux travailleurs ou au public. C'est le rapport du Centre international de recherche sur le cancer qui apporte la meilleure réponse. Sur 95 000 travailleurs étudiés, il n'y a absolument aucune augmentation de la fréquence des tumeurs solides, et il y a même une légère diminution qui n'est pas significative mais néanmoins substantielle. S'agissant des leucémies, il y a une petite augmentation mais elle est faible et provient pour l'essentiel d'un seul établissement, celui de Sellafield en Grande-Bretagne.

En tenant compte de cette augmentation de la fréquence des leucémies, on en arrive à une augmentation du risque qui est de l'ordre de 1 sur 1 million par année, donc dans un domaine que M. CLARKE qualifiait très pertinemment de *trivial*, et en tout cas très inférieur à celui constaté dans la plupart des occupations professionnelles.

Etant donné l'état actuel des choses qui n'est pas inquiétant mais au contraire très rassurant, l'Académie des Sciences a, dans sa sagesse, pensé qu'il n'y avait aucune urgence à modifier les normes. Ce qui ne signifie pas du tout qu'il faille interrompre les études, qu'il ne faille plus rien faire ni qu'il ne faille faire aucun effort pour réduire les doses. Nous sommes au contraire de ceux qui pensent qu'il faut continuer non seulement les recherches théoriques mais aussi les recherches pratiques pour voir comment on peut réduire les doses.

Pr. GROS — J'ai oublié de mentionner que le rapport demandé par le ministre de la Santé en septembre 1994 avait de fait été remis en avril 1995, à un moment où le ministère venait de changer de responsable ; le ministère de la Santé nous avait autorisé à le publier et à le diffuser.

Je voudrais rappeler deux choses, pour bien situer le travail de l'Académie des Sciences.

Tout d'abord, le ministère de la Santé nous avait demandé d'étudier les arguments scientifiques sur lesquels était fondée la proposition de la CIPR dans la recommandation de 1990. C'est ce que nous avons fait essentiellement. Il est vrai que le rapport comporte des recommandations de prudence par rapport à l'abaissement des limites de doses acceptables, mais il comporte également en introduction, à destination des pouvoirs publics, une insistance sur le fait que nous avons analysé l'effet sur le plan scientifique.

Vous avez vu avec quel soin les choses ont été faites à la fois sur le plan de la cinétique, des mécanismes physiques qui sont à l'origine des lésions, des mécanismes de réparation, etc. Mais, nous disons clairement qu'il se peut que le gouvernement souhaite, pour d'autres raisons qui peuvent être de caractère plus stratégique ou plus global, ne pas être isolé par rapport à un ensemble d'autres pays et prendre des mesures différentes.

Une petite minorité dans le groupe de travail, 2 personnes sur 21, a plutôt exprimé le souhait d'adopter, mais à titre conservatoire, les mesures préconisées par la CIPR en disant que peut-être ce serait là malgré tout la possibilité de voir comment les recherches scientifiques permettraient soit de les conforter, soit des les invalider. Cela n'a pas été l'opinion de l'ensemble de l'Académie, et je précise encore une fois : pas celle du groupe de travail seulement mais celle du CODER qui comprend une cinquantaine de personnes et de l'Académie devant laquelle le rapport a été exposé.

Pr. TUBIANA — Pour bien montrer que l'Académie est tout à fait consciente des problèmes posés par l'irradiation, dès 1989, à un moment où ceci n'était pas encore présent dans les recommandations internationales, nous avons souhaité que soit ajoutée à la dose limite de 50 mSv par an une dose sur l'ensemble de la durée de vie de 1 Sv. On pouvait très légitimement dire que recevoir 50 mSv par an pendant 50 ans de travail conduit à une exposition totale de 2,5 Sv, ce qui est de toute évidence une dose proche des doses présentant des risques.

De façon à éviter cette dérive, nous avons dit qu'il ne fallait pas dépasser 1 Sv par an. Dans l'étude du CIRC faite sur 95 000 personnes, pratiquement aucun des 95 000 travailleurs n'a atteint cette dose de 1 Sv. Ce qui montre que c'était une restriction indispensable mais qu'en l'état actuel des choses on en est très loin. En 1994, dans son dernier rapport, l'Académie des Sciences est revenue sur cette dose limite vie de 1 Sv qui est d'ailleurs la dose limite vie préconisée par la CIPR.

Il ne faudrait pas que les auditeurs s'imaginent qu'il existe une polémique entre la CIPR et l'Académie des Sciences. La CIPR est un organisme profondément respecté par la communauté scientifique internationale, et notamment par l'Académie des Sciences française mais nous pensons que dans une communauté scientifique, si les polémiques sont nuisibles, les discussions sont au contraire fondamentales pour le progrès des connaissances.

En exposant notre point de vue, nous n'avons pas du tout l'intention d'ouvrir une polémique mais simplement d'amener la communauté scientifique dans son ensemble à réfléchir à ce problème et à rechercher la façon de faire avancer le mieux possible les connaissances.

M. BIRRAUX — En complément à ce qu'ont dit à la fois le Pr. TUBIANA et le Secrétaire perpétuel, il est clair que le gouvernement français, dans un communiqué du 13 juillet 1994, a dit qu'il ne s'opposait pas à la traduction en directives européennes de la recommandation CIPR 60 et que du point de vue technique cela ne posait aucun problème aux exploitants français.

Ceci démontre qu'il y a là aussi une « limite » entre un certain nombre de considérations basées sur des problèmes scientifiques et ce que le gouvernement prend en compte, où il y a des considérations sociales, politiques et autres, qui sont celles de tout gouvernement.

Mme PATEL (New Scientist) — J'ai cru comprendre qu'un des membres de l'Académie avait dit qu'au contraire des effets nocifs de certaines faibles doses il pourrait y avoir des effets bénéfiques. Peut-on comprendre qu'il y a une augmentation de la capacité de réparation de l'ADN par des travailleurs qui prennent de très faibles doses ?

M. DEVORET — Nous avons, en particulier M. RADMAN et moi, travaillé depuis plusieurs années sur ce sujet. Ce n'est pas quelque chose que j'ai mis dans le schéma présenté tout à l'heure mais si vous débutez par des faibles doses et que vous avez des lésions, la présence de ces lésions induit une plus grande quantité d'enzymes de réparation. C'est un fait indubitable retrouvé dans les cellules de mammifères. Il y a 1 200 références concernant ce phénomène dans différents organismes.

Pourquoi ne l'ai-je pas mentionné ? Pour une raison de type pratique. La plupart des gens nous demandent ce qui se passerait s'il y avait un accident du type Tchernobyl. Il est évident que vous n'irez pas chez votre radiologue vous faire irradier en attendant que le nuage arrive !

Il s'agit là de faits scientifiques : cela fait partie des cinétiques de réparation qu'en 15 minutes je devais résumer, c'est quelque chose de tout à fait connu : la présence de lésions induit des réparases.

Pr. TUBIANA — Ce phénomène a été analysé mais n'a pas été pris en compte dans le rapport de l'Académie des Sciences. Nous avons donné des références à ce sujet mais nous n'avons pas endorsed ce point de vue. Dans l'évaluation qui a été faite des risques, il n'a jamais été impliqué ni l'existence d'un seuil ni l'existence d'un tel phénomène.

J'ai été très admiratif du *New Scientist* qui a publié début septembre 1995 une analyse du rapport que nous vous donnons aujourd'hui. Il y a donc un don de double vue dans le *New Scientist* que j'admire beaucoup et je le félicite d'avoir pu analyser un rapport deux mois avant sa publication.

J'ajouterai que deux choses m'ont surpris dans cette analyse. On y disait que nous défendions l'hypothèse qu'il y avait un seuil, alors que nous n'avons jamais dit cela : nous avons dit que cette hypothèse ne pouvait pas être exclue. Il est également dit que nous soutenions le point de vue de l'*hormesis*, ce qui n'est pas le cas.

Mme MACLACHLAN (Nucleonics Week) — Est-il possible, Pr. CLARKE, de réviser les normes à la hausse après leur abaissement récent ? Si l'on abaisse les normes aujourd'hui, et si les progrès de la science montrent que c'était inutile, est-ce que raisonnablement vous pensez qu'on ne reviendra jamais vers des valeurs supérieures ?

J'ai cru comprendre que ce n'était pas la bonne question, aussi je la modifie sur la base de votre réponse de tout à l'heure. Voyez-vous pour l'avenir une piste possible de réconciliation entre l'approche de la CIPR et celle de l'Académie des Sciences dans la différenciation des recommandations sur les limite de dose ? par exemple : différenciation entre les types de cancer, entre les types de rayonnements, entre les groupes humains.

Pouvez-vous prendre en compte ces résultats scientifiques très détaillés qui nous ont été exposés ou faut-il toujours rester à la grande simplification comme on fait sur les autoroutes (130 ou 110 par temps de pluie) ?

Pr. CLARKE — Je pense que la CIPR continue à suivre toutes les informations scientifiques chaque fois qu'il existe une nouvelle estimation du risque causé par les rayonnements ionisants. Il pourrait y avoir un abaissement à l'avenir mais, pour l'heure, je ne vois pas comment on pourrait diminuer cette estimation car il y a différentes causes en jeu ; cependant le modèle multiplicatif pourrait nous amener à une estimation de risque trop élevée.

Dans ce cas, peut-être que si l'on divisait cela par un facteur de 2, le niveau de dose pourrait être abaissé et le résultat serait que lorsque nous entrerons au XXI^{ème} siècle, la meilleure estimation que nous puissions avoir sur le risque des rayonnements ionisants serait la même que maintenant.

Maintenant, la société demande de temps en temps des choses différentes concernant le niveau de sécurité : on peut dépasser une limitation de vitesse sur les autoroutes. En conduisant au Royaume-Uni et en France, j'ai remarqué que beaucoup de conducteurs n'en tiennent pas compte et conduisent plus vite. A mon avis, c'est une bonne chose.

Même chose pour les normes de protection contre les rayonnements. Le Pr. TUBIANA a dit que 1 mSv était dangereux. Je ne dirai pas cela je dirai simplement que cela constitue un niveau de risque imposé au-dessus duquel le public ne sera pas préparé à accepter une irradiation. Je ne dis pas qu'il s'agit d'un danger parce que le rayonnement existe dans la nature aussi. Donc il y faut définir un niveau d'acceptabilité, et cette notion est extrêmement importante.

Pr. Lатарjet — Je contribue à la réponse à la question de Madame sur un conflit futur que l'on sent plus ou moins amorcé. Si je le fais, c'est probablement parce que je suis le doyen de cette assemblée, étant déjà solidement engagé dans ma huitième décennie, et que de multiples expériences ont aboli l'agressivité et m'ont donné une certaine sérénité.

Ce conflit plus ou moins étouffé dans des sentiments de bonne compagnie et de bon comportement ici est tout à fait normal parce qu'il est inscrit dans le génome humain. Toute nouveauté importante bouscule des habitudes, menace des intérêts établis et inquiète des ambitions mal dirigées. Aussi soulève-t-elle des oppositions.

Il y a plus de 150 ans, le grand ARAGO voulait faire interdire les chemins de fer parce que, disait-il, l'organisme humain ne supporterait jamais une vitesse supérieure à 50 ou 60 km/h. Vous savez ce qu'il en est advenu. J'ai assisté à des phénomènes de ce genre, peut-être plus modestes, pour l'électricité, pour l'éclairage fluorescent, pour de nombreux produits chimiques. Finalement, cela se résout lorsque la nouveauté est solidement assise et a acquis les bases techniques et scientifiques nécessaires. L'opposition s'affaiblit, finit par se taire, et la nouveauté s'installe.

Le débat a été utile parce qu'il peut désamorcer une mauvaise initiative qui peut être très séduisante au départ. C'est pourquoi je crois que les débats comme celui d'aujourd'hui sont très utiles mais je suis très confiant sur le fait qu'ils vont aboutir à un consensus. J'y suis encouragé, dans le sens que l'Académie a choisi, par le fait qu'un mouvement s'amorce très important, dans lequel des personnalités scientifiques d'indépendance intellectuelle très honnête se rapprochent beaucoup et commencent à s'entendre aussi bien pour lancer des programmes nouveaux.

Madame a posé des questions importantes sur les effets bénéfiques des faibles doses : il ne faut pas les négliger (la radio-adaptation acquiert peu à peu sa crédibilité), ils existent. Tout ceci bouge beaucoup et devrait aboutir raisonnablement, logiquement, dans une voie qui sera pour l'Académie un objet de satisfaction quand elle regardera derrière elle : elle constatera qu'en 1989 et 1995 elle a eu la sagesse de mettre en évidence des voies qui vont dans le bon sens.

M. KEMPF (La Recherche) — Est-il exact qu'une étude épidémiologique sur les cancers des mineurs d'uranium dans le Limousin a été interrompue ou a vu sa méthode changer de manière importante ?

Puisque les radiographies sont la principale source de radioactivité médicale, est-il envisagé de faire des études épidémiologiques sur l'effet des radiographies ?

Est-ce que le Pr. CLARKE pourrait répondre précisément à la critique très nette faite par l'Académie des Sciences sur la méthode d'extrapolation linéaire quadratique ?

Pr. Lатарjet — M. BIRRAUX a prononcé le nom de Limousin. Je me permets de lui signaler qu'une étude très intéressante et très bien faite a été publiée il y a quelques années par deux français, M. JAMMET et M. DOUCET, comparant l'incidence des cancers dans des populations du Poitou Charente alluvial et du Limousin granitique. A leur surprise, ils ont relevé moins d'incidence de cancers dans le pays granitique. Évidemment, il y a toujours le problème des autres agents qui peuvent intervenir : ils ont fait des efforts maximum pour que les deux populations soient comparables.

Ceci rejoint le problème du radon. Des études américaines très approfondies ont montré à la surprise générale que l'incidence des cancers pulmonaires est moindre dans les maisons à radon que dans les autres. Ce travail est très sérieux. A tel point que devant une campagne demandant des mesures qui eussent été très chères pour nettoyer les maisons à radon, le gouvernement a pris une mesure sage en disant que c'était une affaire personnelle, que chacun devait faire son choix et que si quelqu'un estimait être en danger, il devait s'équiper pour évacuer l'air accumulé dans sa maison.

Le problème du radon se pose d'une manière nouvelle avec de nouvelles statistiques sérieuses.

M. BIRRAUX — Sur l'étude épidémiologique des mineurs d'uranium ?

Pr. TUBIANA — Nous avons ici parmi nous des représentants du CEA, et en particulier le Dr. LAFUMA qui pourrait répondre à cette question.

M. LAFUMA — L'étude existe, elle a été lancée il y a une vingtaine d'années. Elle se déroulait encore au moment où j'ai abandonné mes fonctions au CEA, en 1990. Après, je ne sais plus du tout ce qui s'est passé mais l'étude a été lancée et a avancé régulièrement. Il y a eu de nombreuses publications sur les premiers résultats.

M. HUBERT — L'étude a été publiée il y a trois ans, elle a repris ensuite. C'est une étude de cohorte où l'on suit des gens. C'est une étude qui, comme celle d'Hiroshima, ne s'arrête jamais avant que toute la cohorte soit éteinte. Nous avons fait un premier point et un premier bilan qui a été publié il y a 2 ou 3 ans, qui montrait l'existence d'une relation dose/effet entre l'exposition au radon et le cancer du poumon, comme chez toutes les études de mineurs. L'étude a repris et se poursuit pour faire un nouveau point d'arrêt d'ici 1 ou 2 ans.

Mme BELBEOCH — Il y a eu de nombreuses publications depuis 1988. Le bilan est toujours arrêté au 31 décembre 1985. La forme des publications scientifiques change mais toujours à partir du même bilan. Il y a eu un grand excès des cancers du poumon entre 1983 et 1985 ; on peut s'inquiéter de la suite et l'on aimerait que cette étude continue car dans une publication de 1993, Madame TIRMARCHE indiquait qu'on allait y inclure la population générale soumise au radon et que ce ne serait plus une étude de mineurs. Il serait important que cette cohorte soit suivie jusqu'au bout.

D'autre part, cette étude a bien montré une relation linéaire entre l'excès de cancers mortels et les doses reçues ; le facteur de risque qui est déduit est un des plus bas du monde mais il existe une flopée de facteurs de risque. Néanmoins, c'est conforme à toutes les études faites à l'étranger.

Pourquoi l'Académie des Sciences n'a pas cru bon d'analyser ces publications de l'IPSN et de CEA-COGEMA ?

M. BIRRAUX — Une partie de la question interrogeait le Pr. CLARKE.

Pr. CLARKE — Je suis désolé que ma dernière réponse n'ait pas été suffisamment claire.

J'ai dit en matière d'extrapolation qu'il s'agissait en fait d'une question beaucoup plus complexe que l'on ne l'a dit et que jusqu'à présent nous n'avions pas suffisamment de données biologiques.

J'ai également dit qu'il fallait continuer à suivre de très près les survivants japonais afin d'obtenir des données plus précises sur l'évolution des choses, notamment en matière de faibles doses, ce qui en fait évitera d'avoir à faire des extrapolations

Des tas de recherches sont en cours sur ces sujets actuellement, et, d'ailleurs, l'annexe du rapport 1993 de l'UNSCEAR est tout à fait intéressante à cet égard. Plusieurs études internationales sont en cours sur ce thème.

Nous avons également des statistiques provenant des expérimentations animales qui nous permettent d'arriver à ces résultats. Nous avons des données sur les survivants japonais, notamment s'agissant de la leucémie, qui nous montrent qu'il y a en fait un risque par dose unitaire qu'il faut

prendre en compte. Ceci est déjà disponible dans l'étude sur les survivants japonais par rapport à la leucémie.

Il y a des raisons théoriques pour lesquelles on pourrait en fait continuer à étudier ce facteur. Des tas d'études, d'expérimentations, utilisent la relation linéaire quadratique et il est important de se dire que l'on devra peut-être aussi utiliser les doses allant jusqu'à 1 Gray. Il est donc important de tenir compte des taux de réduction qui peuvent aller jusqu'à 2, mais pour l'instant les études épidémiologiques devraient être poursuivies afin de confirmer ces divers résultats que nous avons déjà obtenus dans les diverses études internationales et il serait important de continuer certaines recherches, notamment sur les radiations auxquelles sont soumis les foetus.

Il est important d'essayer de tenir compte de l'impact sur les gènes de ces radiations, notamment en ce qui concerne les faibles doses. Ceci nous permettra de voir que nous abordons ici une discussion beaucoup plus globale qui fait qu'il est extrêmement important de poursuivre les recherches dans ces divers domaines.

Pr. TUBIANA — On nous a demandé pourquoi l'Académie des Sciences n'avait pas tenu compte des résultats sur l'enquête des mineurs effectuée par l'IPSN. Il y a deux raisons à cela.

La première est qu'il n'y avait pas eu de publication entre 1989 et 1994. Or, l'objet de notre travail était de voir ce qu'il y avait eu de nouveau entre 1989 et 1994.

La deuxième est que l'irradiation des mineurs est un problème très complexe comme l'a souligné le rapport de l'UNSCEAR. En effet, à côté de l'irradiation par le radon, il y a le problème de l'arsenic, de la poussière, et étant donné la complexité des phénomènes, ceci ne nous a pas paru un modèle prédominant pour établir une argumentation dans un sens ou dans l'autre.

L'autre question posée est celle relative aux examens radiologiques. L'examen radiologique représente de très loin la source principale d'irradiation chez l'homme à côté de l'irradiation naturelle. D'innombrables études ont été faites sur l'effet des examens radio-diagnostic chez l'homme. La plupart d'entre elles ne montraient aucune augmentation significative du risque, quelques-unes montraient une augmentation significative, dont les plus connues sont celles qui ont été faites chez les femmes surveillées par radioscopie périodique pendant l'entretien d'un pneumothorax thérapeutique. Comme l'examen radioscopique était refait à intervalle court, un rythme toujours plus grand que 1 par mois, les doses totales reçues étaient considérables, de l'ordre du Sievert ou au-delà. Dans ces cas, on a observé une augmentation de la fréquence des cancers du sein mais il est tout à fait remarquable que l'on n'ait trouvé aucune augmentation ni de la fréquence des cancers du poumon, ni de la fréquence des leucémies.

Il y a eu beaucoup d'études faites sur les sujets qui avaient reçu des doses élevées de radiation à cause des examens radiologiques. Dans l'ensemble ces études sont tout à fait conformes à ce que l'on sait par ailleurs, et ne décèlent jamais d'augmentation du risque pour des doses inférieures à environ 200 mSv, à une exception près, celle des examens effectués chez les femmes à la fin de leur grossesse avant l'accouchement. Dans ces cas, quelques enquêtes ont observé une augmentation du risque.

J'ai projeté une diapositive expliquant les raisons pour lesquelles nous n'avions pas retenu ces études pour l'estimation du risque, non pas qu'elles soient sans intérêt mais parce qu'elles sont complexes à interpréter car il y a des risques de biais statistique d'une part et que, d'autre part, l'évaluation quantitative du risque reste extrêmement difficile et sujette à caution. Dans une revue qui se voulait avoir pour objectif une évaluation quantitative du risque, il était difficile d'en tenir compte.

M. BIRRAUX — Il me semble avoir entendu qu'il y avait une publication faite entre 1988 et 1994 sur les mineurs du Limousin.

Mme SUGIER — En effet Dans le *Journal of Cancer* en 1993, l'IPSN a publié les résultats de l'étude. Cette référence est citée également dans l'UNSCEAR 1994.

M. BIRRAUX — Je voudrais poser quelques questions à l'Académie des Sciences avant de revenir à un débat général.

En 1989, l'Académie des Sciences estimait que les normes actuelles étaient déjà prudentes. Elle ne le dit plus en 1995 : pourquoi ? Est-ce parce qu'on s'est habitué à cette prudence comme semblait le dire le Pr. LATARJET ? Quelles sont les raisons ?

Pr. TUBIANA — Il ne nous semblait pas nécessaire de répéter des chose que nous avons déjà dites.

M. BIRRAUX — C'est donc la conception exposée par le Pr. LATARJET qui semble vérifiée.

L'Académie établit une distinction entre le public et les travailleurs. Pour le public, elle estime "qu'il n'existe pas de fait scientifique apportant un argument en faveur de l'abaissement à 1 mSv par an pour le public en France". Pour les travailleurs, elle estime plus précisément "qu'il n'existe pas de fait scientifique indiscutable et récent". Comment doit-on interpréter cette distinction ?

M. DEVORET — Je pense que l'important c'est la dose. Vous avez une limite de dose très faible pour le public ; pour les travailleurs, vous avez une limite de dose que vous pouvez déterminer comme vous voulez. Quelle est la dose que vous admettez comme tolérable pour des mineurs qui peuvent se trouver dans les rues de Paris ?

En 1960, j'ai regardé le nombre de charpentiers qui tombaient du toit par rapport au nombre de morts dans l'industrie nucléaire. Vous pouvez deviner qui sont les plus exposés à leur travail : ce sont les charpentiers, parce qu'il est très difficile de s'attacher avec une ceinture pour faire certains travaux. Si vous envisagez les risques professionnels, vous pouvez les envisager indépendamment des données scientifiques sur lesquelles nous nous sommes basés, vous pouvez les envisager avec diverses considérations.

Les limites de dose pour le public, à l'origine, n'étaient pas conçues en fonction du risque de cancer. Les généticiens après la guerre ont pensé que les expositions aux rayonnements ionisants pouvait changer le fardeau génétique d'une population humaine, ce qui conduirait à des mutations et à une « dégénérescence » de la population humaine. L'expérience a été suivie : il n'y a pas d'effet génétique des radiations naturelles. Après, on est passé à une autre norme qui consiste à regarder la probabilité de cancers. Là, l'épidémiologie ne montre pas d'augmentation des cancers causée par les doses naturelles de radiations ionisantes.

Au point de vue professionnel, ce n'est pas le rôle de l'Académie de fixer des limites de dose. Le rôle de l'Académie est de dire quels sont les effets des rayonnements, pour des niveaux de dose donnés, mais dans toute profession chacun peut déterminer une limite. On ne peut pas inclure dans des données scientifiques des données qui sont spécifiques à une profession et qui sont établies pour d'autres raisons.

M. BIRRAUX — Pour le public, l'Académie dit qu' "il n'existe pas de fait scientifique" qui apporte des arguments en faveur d'un abaissement : je comprends. Pour les travailleurs, elle dit qu'il n'existe pas de fait scientifique "indiscutable et récent". Est-ce que cela sous-entend qu'il peut y avoir quelques faits scientifiques qui sont discutables ou en discussion ?

Pr. TUBIANA — C'est évident. Si on a lu le rapport, la chose apparaît très clairement.

S'agissant du public, la norme proposée actuellement est de 1 mSv. Il est très facile, si 1 mSv est dangereux, de comparer des populations qui sont exposées naturellement à des doses de plus de 2 mSv. Toutes les comparaisons qui ont été faites ont été jusqu'à présent négatives. Cela ne veut pas dire qu'il faut cesser les études mais que l'ensemble des études actuellement faites chez des populations inexorablement exposées à des doses qui varient d'environ 2 mSv par an et quelquefois plus, n'ont pas encore décelé d'effets.

Nous sommes sur un terrain très concret, très solide.

Remettre en cause cette notion, c'est-à-dire affirmer que les gens qui habitent le Limousin encourent un risque que n'encourent pas ceux qui habitent le Bassin parisien ou le Poitou-Charente, perturberait très considérablement les mentalités. Ceci ne peut être avancé que s'il y a des faits extrêmement solides qui n'existent pas pour l'instant.

S'agissant du travailleur, c'est-à-dire des doses de l'ordre de 20 à 50 mSv par an, tout repose sur les modalités d'extrapolation des fortes doses vers les faibles doses. C'est un domaine scientifiquement ouvert, qui donne lieu à des débats, très justement. Le propre du scientifique novateur, c'est d'être en désaccord, de ne pas accepter les dogmes, les idées préconçues ; un des buts du rapport de l'Académie des Sciences est de ne pas accepter les dogmes, d'où qu'ils viennent. Il est donc tout à fait normal qu'il y ait débat, et non seulement nous ne le refusons pas mais nous estimons qu'il est tout à fait souhaitable.

Madame demandait quel était l'avenir de la controverse entre l'Académie des Sciences et la CIPR. Je suis de ceux qui voient cet avenir avec le plus grand optimisme.

L'avantage de la science est que tous les débats sont tranchés par les faits. En science, on ne peut pas se contenter d'affirmer, il faut prouver et il est toujours facile de trouver des faits pour soutenir des affirmations. Comme à la fois du côté de la CIPR et du côté de l'Académie des Sciences nous sommes des scientifiques, les faits donneront des réponses indiscutables.

Avant que les faits ne donnent une réponse indiscutable, je souhaite personnellement faire beaucoup pour que les contacts entre la CIPR et l'Académie des Sciences continuent pour le plus grand bien de tous, avec cette idée que plus on discute entre scientifiques de bonne compagnie, plus il y a de chances pour que la vérité en ressorte. Comme je suis sûr que la même bonne volonté existe des deux côtés, je souhaite que les contacts continuent et s'intensifient.

M. BIRRAUX — Si je comprends bien, vous souhaitez que l'Office parlementaire puisse jouer encore quelque rôle dans les années à venir et contribuer ainsi à la discussion scientifique. Nous y sommes prêts !

Il me semble qu'il demeure une incertitude de compréhension. J'avais cru comprendre que la limite de 1 mSv pour le public concerne une exposition volontaire due aux activités humaines et que c'est la limite de ce que l'on juge tolérable pour le public, mais que cela ne s'applique nullement à la radioactivité naturelle. Est-ce bien de cela qu'il s'agit ?

Pr. CLARKE — Oui, c'est juste

M. BIRRAUX — Donc, j'ai compris les choses clairement. On pourrait revenir à une discussion plus générale et revenir à des présentations par nos intervenants. J'aimerais demander sur le phénomène de réparation de l'ADN au Dr. COX de nous dire quelques mots. Le Dr. COX est membre du Comité I de la CIPR, qui s'intéresse aux effets biologiques des rayonnements, et il préside le groupe de travail sur la sensibilité génétique.

Dr. COX — Grâce aux études réalisées sur les animaux, nous avons un certain nombre d'éléments déjà disponibles mais nous ne pouvons pas encore prendre une décision définitive sur les effets des radiations à très faible dose. Il est clair pour l'ensemble de la communauté scientifique que nous avons à prendre en compte effectivement divers agents qui interviennent dans la nature et qui peuvent avoir une incidence sur les mutations chromosomiques. Nous savons qu'il y a une modification des gènes qui en fait est le point de départ du processus de cancérisation.

Ceci dit, je pense qu'il y a des messages très importants que l'on peut essayer de transmettre en matière de radioprotection en utilisant des études moléculaires et cellulaires extrêmement fondamentales.

Je me référerai tout d'abord à la question qu'a posée Monsieur TUBIANA tout à l'heure. Il a notamment parlé des articles publiés dans *Science*, et notamment de l'article de Philip ABELSON. Ce qu'a suggéré Monsieur ABELSON — et il n'est pas le premier à le faire — c'est que dans toute cellule de notre corps, il y a effectivement des mutations, des changements, des lésions qui interviennent et des processus de réparation de ces lésions qui interviennent également.

A l'heure actuelle, on pense qu'il y a entre 5 000 et 6 000 petits changements cellulaires qui interviennent au sein de chaque cellule par heure. Vous voyez qu'il y a des tas d'effets à prendre en compte, et si vous commencez à étudier l'impact de la radioactivité sur certaines de ces cellules, il va falloir tenir compte de ces 5 000 à 6 000 évolutions naturelles de la cellule qui auront lieu chaque heure avant que vous puissiez détecter quel est effectivement l'impact réel que vous pouvez relier aux rayonnements. De toute évidence, tous ces événements doivent être pris en compte : ils rendent les travaux extrêmement complexes. On verra qu'il y a effectivement avec des doses très faibles et des débits de dose assez forts des effets qu'il faudra prendre en compte.

Les résultats de deux études viennent d'être publiés. La première porte sur les échanges chromosomiques induits par le rayonnement dans les lymphocytes humains. C'est une étude qui indique qu'il existe une relation très claire entre l'évolution des gènes et la dose reçue : il y a certainement un seuil que l'on pourra prédire. A la dose de 20 milligrays, nous pouvons commencer à voir un excès statistique en matière d'échanges chromosomiques. La question se pose donc et doit trouver une réponse.

Nous avons également des données provenant d'études *in vivo* qui ont été réalisées sur des souris par rapport à une mutation génétique due aux rayonnements. Il y a effectivement une réaction à 50-60 milligrays.

Des lésions diverses peuvent avoir lieu sur l'ADN, qui ont pour cause des agents différents. Il y a donc des processus de réparation de l'ADN complètement différents. Il faut essayer d'identifier les lésions endogènes.

Il y a effectivement des lésions qui ont lieu d'une manière tout à fait aléatoire le long de la chaîne d'ADN et il est important d'étudier l'espacement de ces lésions sur la chaîne de l'ADN pour arriver à des résultats probants. Nous n'avons plus ici de lésion sur un mono-brin d'ADN mais des lésions multiples dont il faut analyser systématiquement les diverses implications. Il est donc important d'étudier les impacts sur les divers brins de l'ADN pour arriver à des conclusions probantes.

Ce sera certainement clair dans la réaction spontanée des chromosomes. Il y a une production d'environ 100 cellules par lésion dont il faut tenir compte pour donner des conclusions probantes. Ce sont des événements relativement rares mais qu'il faut néanmoins étudier car ils ont une incidence sur l'ADN.

Les résultats des diverses études sont assez différents. Un dépôt d'énergie est produit par le rayonnement avec une forte corrélation toute au long de la chaîne d'ADN. Il y a en fait des groupes de lésions qui ont lieu ensemble sur la même section de la chaîne d'ADN.

Il est important de voir que la capacité de réparation de la cellule pourra être réduite dans un tel cas car il y a un groupe de lésions intervenant simultanément sur un point donné de la chaîne de l'ADN. Nous avons besoin d'étudier toutes les incidences sur les lésions multiples avant de pouvoir dire s'il y a des effets globaux de mutation de la cellule. Pour moi, c'est quelque chose de très important car cela a influencé le point de vue de la CIPR.

Il est important de savoir qu'il y a une incidence linéaire de ces faibles doses en matière de processus de cancérisation.

M. ROUSSON — Quand l'Académie des Sciences a fait ses études sur les risques des rayonnements ionisants, a-t-elle cherché à savoir quelles étaient les énergies mises en jeu ? a-t-elle différencié les rayons γ et les neutrons ? Les travailleurs nucléaires, il y a quelques années, étaient exposés aux rayonnements neutroniques. Or les énergies ont un rôle capital dans les destructions qu'elles peuvent causer et les neutrons ont une énergie assez importante.

J'aimerais savoir si cela a été pris en compte. J'ai connu un facteur 3 par rapport aux rayonnements γ , il y a une quinzaine d'années ; nous avons maintenant un facteur 10. Je rappelle que les travailleurs n'ont pas de dosimètre individuel neutronique.

Pr. LATARJET — C'est la question du facteur d'efficacité biologique relative, qui est en discussion depuis toujours. Il le sera nécessairement si l'on veut se contenter d'un seul facteur car la valeur de l'efficacité biologique relative des neutrons, c'est-à-dire par rapport aux rayons γ de référence, dépend de l'effet biologique étudié et aussi de l'animal ou du système biologique atteint.

On en tient compte dans la mesure où l'on tient compte des facteurs d'efficacité biologique relative, et quand on parle de Sieverts, c'est précisément parce qu'on les fait intervenir, sinon on parlerait de rem.

M. GUEZENEC — Je représente ici un mouvement écologiste, le seul qui ne soit pas antinucléaire en France.

Sur cette question des neutrons, j'ai lu des articles disant que dans l'interprétation des résultats épidémiologiques d'Hiroshima et de Nagasaki on avait négligé la dose due aux neutrons. Je voudrais avoir une idée de cette question.

Pr. TUBIANA — Ce n'était pas que l'on avait négligé la dose de neutrons mais, dans la première évaluation des doses, celle de 1965, on avait estimé la dose due aux neutrons à Hiroshima comme assez importante. Dans la seconde estimation des doses, celle de 1986, au contraire, la conclusion de la révision dosimétrique était que la dose due aux neutrons était pratiquement négligeable.

Depuis 1986, il y a eu de nouvelles estimations de doses qui montrent que, vraisemblablement, comme il est expliqué dans le rapport de l'Académie des Sciences, la dose réelle due aux neutrons est intermédiaire entre les deux. Mais en aucun cas elle n'a été négligée : les évaluations successives sont différentes.

J'aimerais faire un commentaire au sujet de ce qu'a dit M. COX, qui était fort intéressant, mais il faut tout de même nuancer les choses. Il nous a montré des courbes intéressantes s'agissant du nombre de lymphocytes dyscentériques ou des mutations ponctuelles, mais dont je ne suis pas sûr qu'elles soient pertinentes s'agissant de la cancérisation.

La cancérisation fait intervenir deux types de modifications :

- des mutations ponctuelles, mais il en faut un grand nombre pour que des gènes deviennent des oncogènes ;
- d'autres types de lésions pour réduire au silence les anti-oncogènes.

En aucun cas une seule particule ne peut déterminer à la fois les mutations des oncogènes et réduire au silence les deux gènes. Ce sont des phénomènes qui ne peuvent pas être du type de relation linéaire.

On peut dire que ceci vient s'ajouter à d'autres lésions mais, dans ce cas, étant donné les très longs délais qui existent entre une irradiation et l'apparition du cancer, qui sont couramment de 5, 10 ou 40 ans, il est vraisemblable que l'effet des radiations survient comme phénomène d'initiation. S'il survient comme tel, le facteur déterminant dans le nombre de cancers n'est pas le nombre d'initiations mais le nombre de promotions, ce qui nécessite un grand nombre de multiplications cellulaires ultérieures.

On ne peut pas inférer du fait qu'il existe une certaine relation pour les mutations ponctuelles au fait qu'il existe cette même relation pour la détermination d'un cancer.

Par ailleurs, l'hypothèse d'une proportionnalité entre la dose et l'effet cancérogène suppose que l'on admette une constance de la capacité de réparation de lésions de l'ADN, quelle que soit la dose, ce qui n'est manifestement pas le cas.

Enfin, si l'argumentation selon laquelle il y a un agrégat de lésions le long de certaines particules ionisantes et que cette accumulation dans le grand nombre de lésions détermine les effets irréparables au niveau de l'ADN, était exacte, ce serait avec les rayonnements α , qui sont ceux pour lesquels la densité de ionisation est la plus grande le long des particules, que l'on devrait observer le plus d'effet.

Or, les deux courbes que j'ai montrées tout à l'heure (celle relative aux sujets ayant reçu du Thorotrast et celle relative aux sujets ayant accumulé du radium comme peintres en cadrans lumineux) sont les deux courbes pour lesquelles on a le plus nettement l'impression qu'il existe un seuil très long qui va jusqu'à quelques Grays. Dans ce cas, ceci souligne bien que ce qui est vraisemblablement très important est le phénomène de multiplication cellulaire après initiation des lésions, ce phénomène permettant de passer de ce que l'on appelle l'initiation à la promotion dans le processus global de cancérogénèse.

Dr. COX — Tout d'abord, s'agissant de certains des gènes qui contrôlent le cancer (mais pas tous) il y a deux copies : l'idée étant que pour que le cancer se développe, il faudrait éliminer ces deux gènes. C'est vrai en partie mais pas complètement car même la perte d'une copie a un effet. Il n'est pas nécessaire de proposer un événement ionisant unique pour endommager les deux copies des gènes. La perte d'une copie serait suffisante et la perte de la deuxième copie serait un processus environnemental.

S'agissant de l'initiation et de la promotion, un certain nombre d'événements initiaux seraient en excès du nombre de cancers. Evidemment, il n'y a pas de cas où nous avons une probabilité d'une cellule unique progressant vers un cancer. Chaque cellule initiée donnée doit aller de l'avant pour arriver à une malignance finale.

Il n'est pas question de filière zéro. Si la promotion était tout ce qui était important, l'irradiation est un mauvais promoteur. De très hautes doses de radiation doivent être employées dans les études animales pour arriver à une promotion vraiment forte.

Donc, ne nous étonnons pas que cette radiation ionisante provoque des cancers comme il était question à Hiroshima et Nagasaki. L'idée de base doit être que l'irradiation ajoute une certaine quantité de cellules initiées pendant la vie d'un individu. Donc, la probabilité qu'il y aura un cancer est la même chose que sur la base d'une cellule unique. Cela ajoute au risque.

Dans les radiographies et les particules α , nous avons vu un dessin qui nous indiquait que pour le cas des particules, le nombre d'événements était de 3 ou 4 dans ce petit groupe de la taille des molécules d'ADN. Ces groupes sont de 20 à 30% des doses. Les particules α sont en général beaucoup plus denses et la probabilité d'arriver au centre est beaucoup plus haute. La lésion sera plus grave et plus difficile à réparer. Voilà pourquoi les particules de neutrons sont plus efficaces. C'est basé sur cette idée que la lésion est plus complexe, plus difficile à réparer.

M. BIRRAUX — Nous allons arrêter le débat sur le sujet.

Mme THEBAUD-MONY — Je voudrais poser une question à la fois aux membres de l'Académie des Sciences et au Pr. CLARKE.

Concernant la question des faibles doses, je crois qu'il y a une différence à faire entre une exposition faible ou moyenne et des pics d'exposition qui peuvent, sur une moyenne annuelle, représenter des faibles doses, mais qui peuvent avoir soumis des individus à des pics d'exposition avec des forts débits de dose, ce qui est le cas dans certaines tâches de la sous-traitance actuellement sur les installations nucléaires.

A-t-on des données scientifiques concernant la différence entre ces deux types d'exposition quant à leurs effets biologiques ?

Pr. TUBIANA — Votre question serait celle d'un travailleur qui aurait reçu ses 50 mSv en un flash plutôt que de les recevoir répartis sur l'année. Y a-t-il une raison de penser qu'une dose de 50 mSv en une fois augmente significativement le risque de cancer ?

Aucune donnée ne l'a montré, ceci n'est pas impensable, mais pour l'instant cela reste hautement conjectural. M. DEVORET et M. RADMAN disaient que les mécanismes de réparation différaient à partir d'un certain débit de dose et à partir d'une certaine dose. Mon impression personnelle est qu'avec les limites à l'heure actuelle, il est difficile d'atteindre des régions où le nombre de réparations devient significatif pour des doses de cet ordre.

Il n'y a pas lieu de trop s'inquiéter dans ce domaine mais il est certain que c'est le type même de domaine qui peut être abordé expérimentalement et qui doit donc faire l'objet d'études ultérieures.

Dr. COX — C'est une question difficile et on ne peut pas vraiment y répondre car nous n'en savons pas assez. Je pense qu'une période typique de réparation pour une lésion induite par des radiations est de 4 à 6 heures. Si la réparation n'a pas été faite dans ce temps, peut-être cela ne se fera jamais. Nous savons avec une certaine certitude que les lésions peuvent être réparées d'une façon plus efficace lorsque c'est après un faible débit de dose, c'est-à-dire pas au-delà d'un niveau donné. Pour ce qui est des valeurs que nous devons appliquer, il est trop difficile et trop tôt pour dire que cela peut avoir un impact sur notre jugement en matière de protection radiologique.

M. RADMAN — Il faut souligner que par rapport à tout autre cancérigène chimique, les radiations ionisantes sont extrêmement toxiques pour les cellules.

Souvent, lorsque l'on regarde l'effet sur les chromosomes, on voit ce qui a été fait dans les cellules mortes. C'est le rapport de la capacité d'un agent à produire des mutations et de ne pas tuer la cellule qui est important. Pour le cancer, détruire la cellule est une très bonne nouvelle et les radiations ionisantes sont particulièrement efficaces pour tuer les cellules. Si l'on n'a pas un autre

choix que de choisir entre les différents traitements, la radiothérapie est toujours bonne car les radiations ionisantes tuent la cellule.

Il faut observer les aberrations chromosomiques dans les cellules dont on est sûr qu'elles survivent et qu'elles vont se diviser, sinon on voit un effet immédiat... sur des cellules qui le plus souvent seront tuées, parce qu'il y a un mécanisme actif de suicide cellulaire lorsque la cellule sent qu'elle est endommagée

C'est un commentaire sur la particularité des radiations ionisantes par rapport à des substances cancérogènes chimiques, beaucoup moins toxiques pour les cellules et beaucoup plus dangereuses pour la cancérogénèse car elles laissent les cellules lésées, altérées génétiquement, survivre.

M. BIRRAUX — Dans un rapport de la Direction des sciences du vivant du CEA en janvier 1995, il est écrit que *"en l'absence de modèle cellulaire humain approprié, l'étude de la cancérogénèse ne peut reposer que sur des systèmes expérimentaux indirects qui rendent difficile toute corrélation entre données moléculaires et événements physiopathologiques."*

N'est-ce pas un aveu d'impuissance quant à la possibilité d'appliquer les résultats de la radiobiologie à des objectifs de protection radiologique ? Les études radiobiologiques ont-elles pour objectif de valider ou d'infirmer certaines hypothèses macroscopiques (linéarité, absence de seuil) ? peuvent-elles donner directement des indications sur les facteurs de risque, ce qui est un objectif primaire et prioritaire de la radioprotection ?

Pr. GROS — Depuis quelque temps, sans évoquer le concept de modèle humain qui serait absurde et intolérable, la génétique de susceptibilité au cancer et toutes les études sur les mutations monogéniques permettent de faire des progrès considérables sur les mécanismes survenus des cancers et sur la nature des étapes qui peuvent intervenir dans la fréquence de leur survenue.

La découverte récente du gène de susceptibilité du cancer du sein et de l'ovaire (le gène BRCA 1) est un exemple que l'on peut précisément utiliser pour d'autres types d'observations, sinon d'autres expériences. D'une manière générale, toutes les études faites actuellement et envisagées dans le cadre de la thérapie génique pour pouvoir compenser éventuellement tel ou tel facteur déficient devraient également nous apporter des indications.

Si l'on regarde la fréquence avec laquelle les gènes suppresseurs de cancer, comme le gène p53, sont modifiés dans tous types de cancers, on est frappé de voir que cette fréquence est très élevée. Ceci semblerait donner quelque crédit à la thèse du Dr COX, à savoir que ce n'est pas tellement là que se trouverait le facteur limitant, mais plutôt dans l'initiation par des mutations dans des oncogènes qui se surajouteraient

La découverte du gène BRCA 1 montre que les choses sont encore plus complexes et qu'il y a d'autres mécanismes que nous ne comprenons pas encore, et qui sont eux aussi d'origine génétique.

On a appris certaines choses avec les modèles animaux, on ne peut pas tout extrapoler de l'animal à l'homme. On a pu faire beaucoup d'études sur les oncogènes mais l'observation des maladies monogéniques, et en particulier celles qui affectent les gènes de susceptibilité, ouvre également des voies tout à fait importantes.

M. BIRRAUX — Le Pr. SYROTA pourrait nous dire comment il a organisé ou réorganisé les Sciences du vivant et nous présenter les projets de recherche qu'il a mis en place.

Pr. SYROTA — Il a été souligné ce matin par tous les intervenants, ne serait-ce que par les interrogations du public, la nécessité de renforcer les études radiobiologiques. D'un point de vue très

fondamental, comme cela a été montré par plusieurs intervenants, l'utilisation des radiations ionisantes pour comprendre ce qui se passe au niveau d'un gène est extrêmement intéressante.

Aussi bien au niveau appliqué qu'au niveau fondamental, il est important de redévelopper des études de radiobiologie plus importantes que ce qu'elles étaient en France car, pendant un certain nombre d'années, il y a eu un désintérêt pour ce type d'étude. Or, ce type d'étude se trouve renforcé par tous les acquis récents de ces 5 dernières années, notamment au niveau de la biologie moléculaire.

Il apparaissait important de pouvoir renforcer ces recherches en radiobiologie, et ceci veut dire que cela passe à tous les niveaux, au niveau de l'enseignement aussi bien qu'au niveau de la recherche.

C'est pourquoi, en 1994, il y a eu une concertation organisée au niveau du ministère de l'Éducation nationale et de la Recherche, de façon à permettre une relance des recherches en radiobiologie en France et en liaison avec les recherches qui se font au niveau européen et international. En 1994, nous avons dressé un bilan de l'état actuel de la recherche en France. Quantitativement, on a considéré que l'on pouvait faire plus, et notamment qu'il y avait nécessité d'avoir de nouveaux laboratoires dans tous les instituts de recherche et de pouvoir recruter des chercheurs de valeur, ce qui passait aussi par des réformes au niveau de l'enseignement.

On a pris un certain nombre de mesures qui touchent à la fois l'enseignement et la recherche.

S'agissant de l'enseignement, il y a eu une réorganisation du DEA de radiobiologie ; dès cette année, il y a de très nombreux candidats. On peut espérer ensuite un développement de thésards et de post-docs dans ce domaine pour avoir des chercheurs. D'autre part, va être créé un DESS de radioprotection.

S'agissant de la recherche, le ministère a lancé dans le cadre des Actions concertées coordonnées pour les Sciences du vivant une action coordonnée qui s'appelle « Effets biologiques des radiations ionisantes » qui sera financé pour deux ans ; 25 projets ont été soutenus. C'est là aussi un renouveau et un intérêt marqué par l'ensemble de la communauté.

Pour ce qui est de la recherche elle-même, le CNRS, l'INSERM et l'INRA se sont coordonnés de façon à pouvoir redévelopper des laboratoires en nombre plus important dans le domaine de la radiobiologie, et en particulier nous allons renforcer sur le site de Fontenay-aux-Roses la recherche qui était propre au CEA par la venue d'équipes de recherche du CNRS dans les semaines qui viennent. De la même façon, il y a eu des contrats européens pour lesquels on a beaucoup insisté sur la nécessité de faire des demandes. Nous avons eu un taux de succès qui, au niveau de la DGXII, a été extrêmement intéressant. Le CEA a également créé des « Laboratoires de recherche correspondants », c'est-à-dire des laboratoires universitaires ou d'autres organismes qui travaillent sur des thèmes de la radiobiologie. Il y a quelques mois, de tels laboratoires de recherche ont été créés à l'Institut Curie et à Paris VII.

Ces recherches portent sur toutes les étapes, au niveau de la biologie moléculaire et au niveau de la génétique. Il est nécessaire de mieux connaître ce qui se passe au niveau des éléments extrêmement fondamentaux, au niveau du génome.

Cependant, comme il a été dit par de nombreux orateurs, les lésions de gènes sont une chose, mais il y a les réactions de l'ensemble de la cellule et un besoin d'une biologie cellulaire forte et de nombreux acteurs qui travaillent sur d'autres thèmes de la recherche mais qui pensent aussi à la radiobiologie. C'est ce que nous sommes en train d'encourager.

Il y a des réactions de l'ensemble des tissus, des réactions hormonales, donc la nécessité d'avoir des modèles au niveau de l'organe.

Enfin, il faut agir au niveau des populations, de la cancérogénèse expérimentale et de l'observation humaine (notamment les seconds cancers après radiothérapie), et ceci passe par des études épidémiologiques. Il faut renforcer les études épidémiologiques pour comprendre ce qui se passe aux faibles doses.

Voilà le projet que nous essayons de mettre en place au niveau national. Nous avançons très rapidement actuellement avec l'aide de tous les organismes et du ministère.

Pr. TUBIANA — Je voudrais dire avec quel plaisir je viens d'écouter André SYROTA. Je vois dans ce qu'il nous a dit et de ce que va faire Jean-Marc COSSET le couronnement de l'effort qu'avec Raymond Lатарjet et Pierre Douzou nous menons depuis une dizaine d'années pour la revitalisation de la radiobiologie en France. Je suis très heureux de voir enfin tous ces projets prendre forme.

Que peut nous apporter la radiobiologie expérimentale pour l'étude précise des problèmes des doses limites et de la relation entre la dose et l'effet ? Il y a au moins 3 domaines fondamentaux.

Le premier est la réparation de l'ADN en fonction de la dose et en fonction du débit de dose. Ceci a été amplement souligné ce matin par MM. DEVORET et RADMAN. C'est typiquement le domaine où la recherche fondamentale peut apporter beaucoup à la radioprotection.

Le deuxième est le problème fondamental. Est-ce que la lésion d'une cellule isolée dans un organisme, avec l'ensemble des autres tissus restant à peu près en bon état, contribue à la cancérisation ? C'est typiquement un problème expérimental. Il y a déjà eu des travaux au CEA dans ce domaine, travaux que connaissent bien M. LAFUMA et M. MASSE, qui suggèrent que la lésion d'une cellule isolée dans un tissu par ailleurs intact et dans un organisme peu lésé a peu de chance d'évoluer vers un cancer.

Ceci pose le problème auquel M. CLARKE a très pertinemment fait allusion, celui des rôles respectifs de l'étape d'initiation et de l'étape de promotion. L'idée à laquelle on arrive est que l'étape d'initiation est relativement peu importante par rapport à l'étape de promotion, et comme dans l'étape de promotion ce qui compte est le nombre de divisions cellulaires, ce nombre va dépendre de la totalité de la lésion des tissus, et très faiblement de la lésion d'une cellule. Ce qui ne veut pas dire que la lésion d'une cellule soit sans conséquence mais qu'il est vraisemblable que ces conséquences sont relativement très faibles quand il n'y a pas aussi la lésion d'autres cellules et la lésion d'autres tissus.

Enfin, le dernier domaine où la radiobiologie peut nous apporter beaucoup est celui de savoir s'il y a un seuil pratique ou pas. Je ne crois pas qu'il faille parler de seuil théorique, ceci est inaccessible pour nos moyens actuels d'épidémiologie et d'expérimentation. En revanche, la détermination de seuil pratique, c'est-à-dire d'effet indécélable, même pour des doses significatives, est tout à fait dans le genre de problème que peut aborder la radiobiologie et pourra grandement nous aider à clarifier le débat au cours des 5 ou 10 années à venir.

M. BIRRAUX — Oserai-je adjoindre l'épidémiologie à la radiobiologie sur cette question des seuils pratiques ?

Pr. TUBIANA — Bien entendu

Mme GRUNBERG-MANAGO — J'ai trouvé ce débat très intéressant. Je suis sûre que le **Pr. CLARKE** et l'Académie des Sciences seront en complet accord sur le fait qu'il faille continuer les recherches. J'ai été très heureuse d'entendre M. SYROTA et j'aimerais élargir ce qu'il a dit. Vous

voyez à quel point la recherche fondamentale est importante et à quel point maintenant elle est très près des applications et de la société

M. Claude BIRRAUX avait dit que nous voulions que le Parlement intervienne : il peut intervenir pour montrer à quel point pour le pays la recherche fondamentale est importante. Elle a un problème en ce moment, un problème de post-docs, un problème de recrutement dans les organismes de recherche. Je voudrais que la société comprenne à quel point, sans parler des applications, la recherche fondamentale est importante.

M. BIRRAUX — Je suis tout à fait d'accord avec vous. C'est quelque chose qu'il est difficile de faire comprendre et accepter par la société.

(La séance, suspendue à 13 h 10, est reprise à 14 h 45)

M. BIRRAUX — Nous nous interrogeons sur ce que la radiobiologie pouvait apporter à la connaissance ; j'avais ajouté l'épidémiologie. Je souhaiterais demander au Pr. TROTT qu'il nous fasse part de son sentiment sur les sujets dont nous avons discutés.

Pr. TROTT — Je suis Allemand de naissance et de nationalité, mais je suis professeur de radiobiologie à Londres. Je n'ai jamais travaillé avec les deux forums dont il est question ici : ni avec la CIPR ni avec l'Académie des Sciences, mais j'ai suivi leurs travaux avec beaucoup d'intérêt. J'ai lu le rapport de l'Académie ainsi que celui du NRPB qui a été fait pour conseiller l'IPSN.

En comparant ces documents, je dirai qu'il n'existe aucune différence entre les deux concernant les faits scientifiques. C'est tout à fait normal car la science est internationale et nous connaissons tous les évidences, les preuves scientifiques qui peuvent être produites très rapidement dans tous les pays.

S'il y a des différences — il en existe quelques-unes — elles sont liées à l'importance que l'on attache à tel ou tel résultat. Il y a une différence d'approche également et une certaine différence quant à la philosophie et la prudence. J'ai l'impression que les deux ont peur de sous-estimer le risque et que les deux préfèrent être plutôt pessimistes. Si quelque chose est inconnu, les deux préfèrent procéder avec beaucoup de précautions. A mon avis, ils en prennent trop.

S'agissant du rapport de l'Académie des Sciences, j'ai l'impression que leur approche est légèrement différente. Si les données nouvelles qui arrivent ne montrent pas que la base pour les décisions précédentes est mauvaise ou fautive, alors l'Académie des Sciences n'a pas l'intention de changer les décisions anciennes concernant les limites de doses. Il y a des différences extrêmement subtiles s'agissant de leur approche, avec deux différences majeures qu'à mon avis nous devrions regarder plus attentivement cet après-midi.

Est-ce que les données épidémiologiques et scientifiques qui ont vu le jour à la fin des années 80 prouvent que le risque des rayonnements ionisants est 3 ou 4 fois plus élevé que l'estimation de la CIPR en 1977 ? Se sont-ils trompés par un facteur de 3 en 1977 ?

Lorsque ce rapport a été écrit, des données étaient disponibles depuis 40 ans sur Hiroshima et Nagasaki. En 1977, la CIPR devait estimer le risque et ils ont tenu compte de cette période de 40 années en supposant qu'à la suite de cette période de temps, les risques devaient décroître. Il est étonnant de voir à quel point ils étaient forts en 1977 car les prédictions ont été confirmées par les données qui étaient disponibles après l'époque où la CIPR a fait ses recommandations.

A cette époque, elle devait entreprendre la tâche extrêmement difficile d'essayer de prédire ce que l'avenir pourrait apporter. Ils ont changé la base de l'évaluation du risque parce qu'ils se sont rendu compte que c'était nécessaire.

Le rapport de 1977 concerne cette période de 40 ans et pour cette période le rapport est correct mais par la suite la CIPR a commencé à parler de risque pour la durée de vie. Il n'y avait pas de données disponibles et ils étaient obligés d'extrapoler. En science, on dit *extrapoler* mais en fait il s'agissait de deviner...

Il a fallu utiliser des modèles mathématiques pour obtenir des données quantitatives. Ils ont donc produit des modèles tout à fait raisonnables, et je suis d'accord avec la plupart. Mais au cours des 20 années qui se terminent maintenant nous aurons, suivant les résultats de ces modèles, deux fois plus de cancers qu'au cours des 40 premières années parce que la population augmente en âge et le risque augmente spontanément avec l'âge.

C'est une proposition tout à fait raisonnable mais ce n'est pas la seule supposition scientifiquement bien fondée, on pourrait en proposer d'autres.

Il existe une période de latence, le risque de cancer augmente pour arriver à un pic puis baisse par la suite. Ceci est vrai pour un certain nombre de cancers spécifiques. Jusqu'à maintenant, pour Hiroshima et Nagasaki, nous ne voyions pas de baisse mais nous avons ces données pour une période de 40 ans et, dans quelques mois, nous aurons les informations jusqu'à 45 ans. Nous pourrions peut-être déceler une tendance mais même si nous ne voyions pas une tendance particulière, nous serions obligés de continuer à extrapoler tout en essayant de trouver une évaluation bien fondée et approfondie. Toutes les approches sont justifiées à condition d'arriver à ce résultat.

Le Pr. CLARKE nous a montré les évaluations de risque d'après les limites de doses nouvelles ; il a utilisé un modèle nouveau, il a dit que 1 mSv par an produirait un certain risque. Si on augmente la dose, naturellement, on va augmenter le niveau acceptable de risque. Cependant, les chiffres dans ce calcul dépendent beaucoup plus de la supposition sous-jacente d'un modèle que le niveau de dose utilisé en réalité. Ce type d'évaluation est extrêmement sensible aux hypothèses de départ.

Il y a des faits, des preuves, des résultats que nous partageons tous mais il y a des différences d'approche dans la manière dont on devrait utiliser ces chiffres pour mettre au point une évaluation quant à la limite de dose.

Un autre problème d'évaluation concerne les seuils. Aucun effet ne peut être falsifié. La question de seuil n'est pas une question scientifique : on ne peut pas répondre à cette question, on ne peut approcher le problème de seuil que de manière indirecte. Nous avons entendu des cas de démonstration tout à fait clairs. On a parlé des taux, des chiffres, des dommages primaires dans l'ADN qui augmentent proportionnellement à la dose étant donné que les dommages produits par les rayonnements sont qualitativement différents des dommages qui pourraient survenir à la suite d'événements normaux métaboliques produits dans la cellule. Comme nous l'avons entendu par la suite, ce type de dommage pourrait être beaucoup plus difficile à réparer mais également beaucoup plus dangereux, voire mortel pour la cellule.

Cependant, un certain nombre de cellules ainsi endommagées pourraient par la suite subir une mutation et, dans ce cas, surviendraient des enzymes qui agiraient sur cette cellule potentiellement cancéreuse. La présence de ces enzymes pourrait augmenter proportionnellement à la dose.

Cependant la question subsiste. Ces lésions primaires qualitativement différentes pourraient correspondre à des lésions de génome. Par la suite, si on a d'autres cellules pré-cancéreuses du fait de différentes causes, spontanées ou résultant d'événements cancérogènes chimiques ou métaboliques, alors on n'arrivera pas à distinguer la progression ultérieure de ces cellules.

Si les lésions primaires sont totalement différentes des lésions naturelles — nous avons très peu de données pour le prouver — dans ce cas, la manière de traiter ces cellules et leur progression

sera également différente. Cela ouvre les possibilités pour différentes relations dose-effet à des niveaux faibles de radiation.

Pour conclure, les faits maintenant connus sont partagés par nous tous ; cependant, il y a des nuances dans notre philosophie concernant l'utilisation, l'exploitation de ces données pour développer les doses limites et des règles pour la protection contre les rayonnements ionisants.

M. BIRRAUX — Y a-t-il des interventions ?

Mme BELBEOCH — Il faut quand même dire les choses clairement. Ce matin, M. le Pr. TUBIANA a été assez ambigu en disant que dans leur rapport ils n'avaient pas parlé du seuil. En réalité, tout le problème de la linéarité d'une réponse sur l'excès de cancers mortels en fonction de la dose réside dans le seuil. Y a-t-il ou non une dose en dessous de laquelle il n'y aurait pas d'excès de cancers mortels ? Je crois qu'il vaut mieux appeler les choses par leur nom et poser la question de savoir s'il y a un seuil ou pas, ou s'il y a un seuil pratique.

Il est évident qu'on ne pourra pas mettre en évidence un excès de cancers pour de faibles doses. D'une façon générale, il est impossible de vérifier les lois physiques jusqu'au 0 parce que la précision des mesures est insuffisante. On ne pourra donc renoncer à extrapoler les fortes doses vers les faibles doses que si l'on a un modèle théorique extrêmement fiable. Or, les conceptions qui ont été développées ce matin montrent qu'il n'y a pas consensus et que c'est pour le moins contradictoire.

Venons-en alors à l'épidémiologie. C'est un peu pareil. Si l'on réduit la dose reçue par une cohorte, on réduit l'excès de cancers mais on maintient constantes les erreurs statistiques, donc on perd en précision. Il faut donc augmenter la cohorte, mais on a du mal à en trouver une, et si on en a une, elle devient si importante qu'on n'est plus sûr de son homogénéité.

C'est assez important car on voit des différences entre l'étude du NRPB présentée ce matin par le Pr. CLARKE et les premiers résultats parus dans l'étude du CIRC d'Élisabeth CARDIS. Pour ma part, je suis assez étonnée de voir qu'il y a même un effet négatif pour une cohorte de 95 000 personnes !

Dans une étude où interviennent plusieurs cohortes, il est évident que les critères de sélection à l'embauche ne sont probablement pas les mêmes. Je ne parle même pas des différences géographiques. Or, les critères de sélection à l'embauche sont quelque chose de très important. Je sais bien qu'en France il est très mal admis que ce que l'on appelle l'effet du travailleur en bonne santé existe réellement.

Pourtant c'est quelque chose qui existe. Je me réfère à une étude de l'IPSN qui a été présentée au Comité d'Hygiène et sécurité du CEA en 1982, sur une statistique des décès dans le groupe CEA de 1969 à 1980. La mortalité générale des travailleurs du CEA était 47% de la mortalité générale de la population française ; elle était de 61% pour le cancer. Il y a donc des effets de sélection à l'embauche ; pour être embauché à Saclay, il fallait plus de 3,5 millions de globules rouges.

Depuis les études de FOX et COLLIER, on sait que les industries emploient des travailleurs en meilleure santé que le reste de la population. Je me demande comment, dans des études où l'on mélange des cohortes, on tiendra compte de ces effets de sélection.

Dans l'étude du NRPB, j'ai remarqué que dans une première approche ils avaient essayé de tenir compte de cet effet et, ensuite, ils ont étudié l'influence interne des cohortes en étudiant la variation du nombre de décès en fonction de la dose. Je ne suis pas sûre qu'en France ce soit une approche bien répertoriée, connue, admise. J'en suis d'autant moins certaine que lors d'un séminaire de l'ACOMEN à Grenoble, M. MASSE a conclu son exposé en disant qu'il y avait plus de fondement rationnel à l'hormesis que dans l'effet du travailleur en bonne santé.

Je me pose des questions. Je m'étonne qu'il n'y ait pas pour la France un rapport sur les travailleurs du CEA équivalent à celui publié par le NRPB, où l'on trouverait une étude de cohorte pour l'ensemble des travailleurs du CEA. M. LAFUMA nous avait expliqué que ce n'était pas possible à cause des restrictions introduites par la loi « Informatique et Libertés », mais puisqu'une telle étude a pu être conduite pour les mineurs d'uranium, je ne vois pas pourquoi elle ne peut pas être faite pour l'ensemble des travailleurs du CEA.

Dans son exposé, M. TUBIANA n'a pas repris un de ses dadas précédents dans lequel il préconisait l'étude des malades soignés par radiothérapie, sur les cancers secondaires qui apparaîtraient dans cette cohorte. Vous nous avez dit que vous n'aviez pas repris dans ce rapport ce que vous aviez déjà mis dans le précédent, mais il faut quand même en parler.

Pour ces malades, il s'agit d'irradiations à forte dose locale délivrée pendant des temps très courts ; on cherche à étudier les cancers qui pourraient être radio-induits par le rayonnement diffusé. On élimine donc de la cohorte les malades qui meurent de leur cancer primaire. Ceux qui résistent à leur cancer et qui vont développer un cancer secondaire sont peut-être plus résistants. Mais ce n'est pas évident non plus puisqu'ils ont eu un cancer alors que la population générale n'en a pas eu...

Quelle population de référence allez-vous utiliser ? Il semble que la comptabilité de la mortalité et des doses reçues pourrait être établie sur une cohorte de plus de 100 000 malades. Cela me paraît très difficile.

Je pense qu'il y a en France la possibilité de faire des études épidémiologiques sur les travailleurs du nucléaire, parce que cela fait suffisamment longtemps que des travailleurs opèrent dans le nucléaire. Nous avons des collègues qui meurent de cancer dans les établissements du CEA, nous en connaissons tous ici un certain nombre, nous savons que certains sont même déclarés en maladie professionnelle. Je m'étonne que l'on puisse trouver quelque chose de négatif !

Quand à l'*hormesis*, on a vu que si la cellule est complètement réparée, il n'y a pas de problème. MM. DEVORET et TUBIANA nous affirment que la réparation est complète. Or, si la réparation n'est pas effective à 100%, cela va être l'origine des clones pour un futur cancer. Je ne vois pas comment on peut s'en sortir avec l'*hormesis*. Je pense que la seule issue, ce sont les études épidémiologiques. Toutes les études cellulaires permettant d'avoir un modèle de cancérogénèse sont autre chose que de savoir comment l'*hormesis* pourrait conduire à une diminution de la fréquence des cancers. Ce n'est pas évident.

Pourquoi n'est-ce qu'en France que l'on soit si acharné à ne pas vouloir abaisser les normes ? Pour les travailleurs, d'après le Journal de Radioprotection, c'était 15 mSv par an en Suède, en Grande-Bretagne aussi, en Allemagne c'est 10 mSv par an. Je ne comprends pas ! Nous avons des échos comme quoi les gens du nucléaire accepteraient volontiers qu'il y ait 20 mSv par an pour leurs travailleurs. C'est à croire que c'est le lobby médical qui ne tient pas à ce que ce soit baissé.

Quant au 1 mSv par an, le Pr. TUBIANA a dit à plusieurs reprises qu'on pouvait laisser croire que c'était dangereux ; or le Pr. CLARKE n'a jamais dit cela, il a dit que c'était le seuil de l'acceptabilité ou de l'inacceptabilité.

Il ne faut pas se voiler la face non plus : quand vous faites une optimisation coûts/bénéfices, vous introduisez obligatoirement des notions socio-économiques ! vous n'y échappez pas ! Peut-être est-ce dans votre inconscient mais vous en mettez aussi

Il ne s'agit pas de se gargariser en disant que ce n'est que de la science. ce n'est pas vrai ! Il y a des concepts socio-économiques auxquels vous ne pouvez pas échapper.

M. BIRRAUX — Le gouvernement, dans son communiqué du 13 juillet 1994, a dit qu'il acceptait les recommandations de la CIPR et qu'il ne s'opposait pas à ce qu'elles soient traduites dans une directive européenne. Le Pr. GROS a dit que l'Académie avait répondu à une question du gouvernement de ce pays, du ministre délégué à la Santé, qui l'a interrogée en septembre 1994 sur son avis quant à l'abaissement des normes de radioprotection.

Le Pr. GROS a ajouté qu'ils avaient rendu en leur âme et conscience un avis qui, en aucun cas, ne saurait être une décision politique : celle-ci appartient aux pouvoirs politiques qui, s'appuyant sur des décisions scientifiques mais aussi des considérations socio-économiques, peuvent être amenés à arbitrer dans un autre sens.

Pour la discussion, il faut que ce point soit précisé et qu'il soit parfaitement clair.

Mme SUGIER — Je voulais vous demander l'autorisation de nous permettre de présenter les études épidémiologiques faites à l'IPSN et de les recadrer dans l'ensemble des études épidémiologiques.

On a beaucoup parlé ce matin de radiobiologie, il y a des modes dans les sciences, l'épidémiologie a été ces dernières années quelque peu contestée puisqu'on disait qu'en dessous d'un certain seuil il ne fallait rien en attendre. Or, on voit que de plus en plus on pourra cerner les effets des faibles doses non pas jusqu'au point zéro mais jusqu'à un point où l'on pourra éclairer largement le débat.

Je vais demander à M. HUBERT de commenter un transparent qui va situer ces différentes études et répondre à une question posée sur les travailleurs du nucléaire français, qui font aussi l'objet d'une étude épidémiologique dont les résultats seront disponibles vers 1997.

M. HUBERT — Je vais rappeler quelles sont les études épidémiologiques conduites en France :

— l'étude des mineurs d'uranium déjà publiée sur une première durée de suivi ;

— l'étude des travailleurs du CEA et de COGEMA, entamée officiellement depuis 1992 ; c'est une étude réalisée dans le cadre d'une enquête internationale de l'OMS et du CIRC, du même type de celle qui vous a été présentée à propos des travailleurs anglais et des travailleurs internationaux ; nous espérons avoir des résultats en 1997 (nous espérons aller plus vite que pour les mineurs !). C'est quand même plus difficile dans la mesure où il y a plus de monde et que pour les mineurs nous pouvions nous rendre sur place, interroger les médecins du travail alors que pour les travailleurs du CEA, l'étude est beaucoup plus lourde et nous devons passer par les canaux de l'épidémiologie systématique, avec des modalités organisées à l'accès aux causes médicales de décès, etc. tous aspects qui alourdissent le processus ;

— une étude du type cas-témoins sur les populations domestiques exposées au radon dans le but d'avoir des données au niveau domestique et non plus seulement sur les mineurs.

Depuis ce matin, nous parlons beaucoup de l'extrapolation. J'en ai retiré l'impression qu'extrapoler était quelque chose d'extrêmement hasardeux, d'extrêmement difficile, et qui portait sur des « distances épidémiologiques » considérables. La situation n'est pas si effrayante. Sur ce transparent (2), nous avons essayé de replacer les études épidémiologiques d'une part, les expositions des populations et des travailleurs du nucléaire d'autre part

2. Note de l'Office parlementaire — le transparent est reproduit dans le corps du rapport

Quand on parle de doses et de faibles doses, deux paramètres sont importants : le niveau de dose et le débit de dose. Vous avez en abscisse la dose jusqu'à 1 000 milligrays et la durée d'exposition qui va aller de la fraction de seconde jusqu'à plusieurs années puisqu'on a limité l'irradiation naturelle à 100 années.

En tant que public, nous recevons environ 2 milligrays par an et nous avançons au fil des années jusqu'à atteindre dans les 200 à 400 milligrays pour ceux qui sont moins favorisés par les doses et plus favorisés par la durée de vie.

S'agissant de l'irradiation médicale et des radiodiagnostic, nous recevons des doses selon des modalités très différentes, à savoir que ce sont des doses à l'organe, qui peuvent être relativement faibles (0,1 milligray pour les radios du poumon) mais qui peuvent monter à quelques dizaines de milligrays pour des examens irradiants, et ceci en une fraction de seconde.

En rouge vif, vous avez les études utilisées pour quantifier le risque. Ce sont des études dans lesquelles les gens ont pris des doses en très peu de temps mais si on regarde les niveaux de doses les plus faibles observables, ils sont de l'ordre de 200 ou 100 milligrays

Une première constatation s'impose : les doses que nous recevons ne sont pas franchement inférieures aux doses sur lesquelles on a observé des excès à Hiroshima, Nagasaki ou ailleurs. Dans cette salle, la dose moyenne reçue est l'équivalent de la dose moyenne reçue par les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki, à savoir 130 mSv. On ne peut pas dire qu'il y a un problème d'extrapolation dramatique s'agissant des niveaux de dose

En revanche la question se pose plus quand on regarde les débits de dose. Les études majeures concernent souvent des expositions quasi instantanées : en tant que public ou travailleurs, nous sommes plutôt exposés à de faibles débits. Dans les faibles débits, une seule étude sert à quantifier, celle sur la thyroïde qui donne un coefficient utilisable (mais qui ne l'avait pas été vraiment pour Tchernobyl). Les autres études apportent des informations mais sans permettre aujourd'hui de quantifier. Ce sont des études qui ont un intérêt capital car elles permettent de boucher une sorte de trou existant vers les faibles débits de dose. Elles servent de relais à l'intérieur de l'extrapolation.

Un exemple intéressant, ce sont les excès de cancers de thyroïde à Tchernobyl. On ne peut pas vraiment quantifier dans la mesure où on ne connaît pas très bien la dose, mais on a mis en évidence que dans cet ordre de grandeur de dose, avec ces débits de dose, les cancers de la thyroïde se produisent, ce qui n'était pas si évident que cela puisque juste après l'accident des gens avaient dit que cela ne pouvait pas se produire

Vous voyez l'intérêt des études sur les travailleurs qui sont dans une zone stratégique. J'ai entendu dire beaucoup de choses négatives sur ces études, c'est-à-dire tout ce qu'elles n'avaient pas montré, mais il ne faut pas oublier qu'elles ont montré en particulier un effet pour la leucémie.

Cet effet se situe vers quelques centaines de milligrays, donc cela n'apporte rien en termes de niveau de dose : on va retrouver des choses que l'on avait déjà vu à des doses plus basses à Hiroshima et Nagasaki. En revanche, on va observer ces effets pour des débits de dose faibles.

Quand on extrapole vers les faibles débits de dose, le fait d'avoir trouvé des choses chez les travailleurs à ces faibles débits de dose ne change pas l'estimation quantitative mais nous démontre qu'on ne rêve pas en allant extrapoler vers ces débits de dose. Si on regarde les études en cours, elles visent toutes cette zone de faibles débits de dose.

En termes de niveau de dose, il n'y a pas vraiment d'extrapolation, l'extrapolation se trouve surtout en termes de débit de dose. J'ai le même transparent à propos du radon mais on voit que

l'extrapolation, tant en débit qu'en niveau, quand on utilise les études des mineurs pour les appliquer au public, est très faible. On n'a plus les mêmes distances qu'ici.

Mme SUGIER — Vous voyez qu'il existe un éclairage de plus en plus précis à partir des études épidémiologiques. Je remercie le Président de l'avoir rappelé ce matin.

M. BIRRAUX — La Direction générale de la Santé et le Bureau de radioprotection sont largement représentés avec une délégation conduite par le Dr. COQUIN. J'ai eu personnellement le Pr. GIRARD, Directeur général de la Santé, qui m'a dit qu'il aurait souhaité assister à nos auditions mais qu'il avait reporté 4 fois une réunion à l'étranger et qu'il ne pouvait pas se permettre de le reporter une 5^{ème}. J'en donne acte au Pr. GIRARD et de remercie la Direction générale de la Santé d'être venue en nombre.

Pr. MASSE — Je voudrais répondre à Mme BELBEOCH sur les deux points que vous avez évoqués concernant l'effet du travailleur sain et l'*hormesis* — que j'aimerais plutôt appeler comme le font nos collègues anglo-saxons soit réaction adaptative soit radio-tolérance induite.

Vous avez cité correctement ce que j'ai dit à l'ACOMEN. J'ai dit que les bases biologiques de l'*hormesis* sont meilleures ou mieux connues que ce que l'on a pour l'effet du travailleur sain. Est-ce que je nie en cela l'effet du travailleur sain ? Non, ce serait absurde : les faits sont là, l'effet du travailleur sain existe.

Couvre-t-il les effets cancérogènes ? C'est beaucoup moins net. En fait, l'effet du travailleur sain couvre essentiellement, par un biais qui peut être un biais de sélection, des maladies qui n'ont rien à voir avec le cancer.

Est-ce que l'on trouverait, bien qu'il y ait une sélection extrêmement poussée, un effet de travailleur sain chez les mineurs d'uranium exposés au radon ? Certes non. Même dans les doses les plus faibles, on constate que par rapport à la population témoin, les mineurs d'uranium en France ont un taux de cancer supérieur à la population générale.

Le médecin, lorsqu'il embauche, n'est pas capable de discerner celui qui va faire un cancer et celui qui ne va pas en faire. Ce serait dommage. On saura peut-être le faire dans un temps très bref, lorsque l'épopée du génome humain sera arrivée à son terme mais, pour l'instant, on ne sait pas le faire. On sélectionne une certaine population qui n'est pas tout à fait représentative du reste de la population.

Est-ce qu'en matière de radiotolérance induite on connaît des phénomènes de manière intime ? La réponse est oui. On a identifié un nombre assez considérable de gènes qui sont induits par l'irradiation, on connaît leur produit, on connaît donc les outils avec lesquels ces gènes ont travaillé et on sait qu'une partie de ces outils est impliquée dans la division cellulaire.

Cela doit-il être pris en compte à l'heure actuelle dans l'évaluation du risque ? Je suis incapable de le faire ; à partir des données telles qu'elles sont, on ne sait pas tirer de ces phénomènes biologiques patents des conséquences pratiques en matière d'évaluation du risque (pas plus la CIPR que l'UNSCEAR).

Cela signifie-t-il que cela ne sert à rien ? Pas du tout. C'est probablement une des percées les plus importantes qu'a fait la radiobiologie dans les 5 dernières années. Avec le caractère inducible d'un certain nombre de gènes sous irradiation, on a accès maintenant à de nouvelles thérapies, on est capable de proposer — les Japonais l'ont fait — des protocoles thérapeutiques, on est capable de faire une bonne thérapie des tumeurs sans avoir de conséquences tardives. Ce que l'on voit à partir d'un certain nombre d'observations faites chez les Japonais, c'est que l'on améliore aussi la clinique de ces patients traités par radiothérapie.

L'effet du travailleur sain existe, je ne sais pas à quoi il est dû ; en ce qui concerne le cancer, certainement pas dû à un biais de sélection à l'origine. S'agissant de l'*hormesis* ou de la radiotolérance due à l'adaptation des cellules à l'irradiation, c'est manifestement un champ d'investigation considérable et cela a des implications immédiates en radiothérapie.

M. BIRRAUX — Dans l'annexe 6 du rapport de l'Académie, Dr. ESTEVE, vous portez une appréciation sévère sur la façon dont sont appréhendées en France les études épidémiologiques. Pouvez-vous nous dire pourquoi ?

Dr. ESTEVE — Je voudrais d'abord répondre à la remarque implicite qui a été faite considérant le résultat négatif de l'étude du CIRC qui était considéré comme invraisemblable. Ce genre de chose mérite quelques précisions. Je voudrais également préciser en quoi le travail du CIRC a toujours inclus les travailleurs du nucléaire français. Pour cela, il faut connaître l'histoire de l'étude entreprise au CIRC.

Quand nous avons commencé ce travail en 1985, nous avons rassemblé les personnes qui étaient susceptibles de fournir des données intéressantes pour l'évaluation du risque associé aux faibles doses de radiation, et les Français ont été inclus dès le début dans cette étude. Dans plusieurs pays, des cohortes de travailleurs du nucléaire avaient déjà été assemblées pour se poser cette même question. Avant que l'étude complète soit terminée, on a fait une analyse conjointe des données des cohortes qui existaient en utilisant une méthodologie commune, et en particulier en faisant un énorme effort au niveau de la comparabilité des données et de l'évaluation de la comparabilité des doses.

Vous avez suggéré qu'on ne pouvait pas mettre ensemble des cohortes pour avoir des résultats raisonnables. En réalité, il ne faut pas oublier que le type de comparaison fait dans ce genre d'étude réside dans des comparaisons internes. On compare des travailleurs exposés à certaines doses à des travailleurs moins exposés d'un même pays. Par conséquent, il n'y a aucun effet de sélection car les travailleurs sont comparés à des travailleurs qui ont subi le même type de sélection, à moins que vous pensiez que la sélection dépend de la dose reçue, ce qui n'est pas vraisemblable.

Il ne serait pas raisonnable de dire que l'estimation est négative : la précision de l'étude ne permet pas de dire de telles choses. En revanche, à l'heure actuelle, il n'y a pas d'effets pour les cancers solides, et quand on regarde les cancers pris site par site, il est assez frappant de voir qu'il n'y a aucun frémissement qui suggérerait que l'on va voir un effet aux doses étudiées.

En revanche, l'estimation du risque pour les leucémies est celle qui avait été prévue par l'UNSCEAR. Cet aspect qualitatif de notre étude est confirmé par d'autres études plus ou moins précises. Il semble aujourd'hui que cette différence de comportement des leucémies et des cancers solides vis-à-vis des faibles doses de radiation mérite d'être étudiée davantage.

S'agissant de l'étude du NRPB, on ne peut pas dire que ces deux études montrent des résultats différents. En réalité, elles donnent les mêmes résultats à peu de choses près. D'autre part, ces deux études ne sont pas indépendantes, puisque l'étude du CIRC contient une grande partie des travailleurs qui sont dans celle du NRPB. Cet organisme trouve à peu près les mêmes résultats que nous pour les leucémies. Pour les cancers solides, ce n'est pas fondamentalement différent, bien qu'il puisse y avoir des désaccords de détail sur ce point.

Afin d'être très clair, pour que tout le monde comprenne bien les nombres dont on parle, il faut savoir que dans ces études, dans toutes les cohortes, 99 % des travailleurs sont exposés à moins de 400 mSv sur la vie. Il n'y a qu'une exception, la cohorte anglaise, pour laquelle seulement 90 % des travailleurs sont exposés à moins de 400 mSv, et ceci essentiellement à cause de la cohorte de Sellafield où les expositions ont été plus fortes.

On attendait un excès de 8 à 10 leucémies, que l'on a observé ; on attendait un excès de 20 à 30 cancers solides et l'on n'en a observé aucun.

Mme BELBEOCH — Dans vos articles, vous êtes très prudent et vous ne dites jamais que c'est négatif, vous dites que la marge d'erreur est très grande et que cela inclut les valeurs de la CIPR. C'est le Pr. TUBIANA qui a prononcé l'expression "résultats négatifs".

Dr. ESTEVE — Cela inclut les valeurs de la CIPR. La seule étude de 95 000 travailleurs du nucléaire qui avait été assemblée n'avait pas une puissance suffisante pour donner une réponse définitive au problème. C'est pourquoi, quand on a commencé ce travail, on a cherché à assembler au-delà de ces 3 cohortes, et c'est pour cela que l'on attend avec anxiété que le CEA nous fournisse les données. Je sais que Catherine HILL a commencé à rassembler ces données et y travaille assidûment ; je sais qu'Élisabeth CARDIS continue de travailler sur ces problèmes et j'espère que nous connaîtrons les résultats dans quelque temps.

Je ne pourrais que trop encourager les responsables politiques français de nous aider à faire que cette cohorte française soit assemblée et analysée conjointement avec les autres cohortes des autres pays.

M. BIRRAUX — Je reviens sur ma question initiale : vous écrivez dans l'annexe 6 au rapport de l'Académie : *"Considérant la confusion créée par l'interprétation erronée des données épidémiologiques sur le risque des rayonnements ionisants et la méconnaissance de l'usage qui en est fait par les commissions internationales pour fixer les limites de dose acceptables, il a semblé nécessaire [de réexposer certaines conceptions de base]."*

Dr. ESTEVE — Rien n'a changé depuis cette phrase.

M. LAFUMA — Mme BELBEOCH s'interrogeait sur le fait que nous avons fait une enquête sur les mineurs d'uranium et sur le fait qu'il était difficile d'en faire une sur les autres travailleurs du Commissariat. La réponse est très simple, c'est qu'en France les certificats de décès sont considérés comme secret médical et les seuls cancers qui ne le sont pas sont les cancers professionnels pour lesquels on peut avoir une déclaration officielle. A ce moment, ils sortent du secret médical.

Pour les mineurs d'uranium, le risque professionnel étant le cancer du poumon, nous pouvions manipuler toutes les données que nous voulions en toute légalité, cela ne nous posait aucun problème.

Pour les travailleurs du Commissariat, nous n'avons l'autorisation de ne travailler de par la loi que sur les cancers à déclaration possible, c'est-à-dire les cancers du squelette, les cancers du poumon et les leucémies. Tous les autres cancers sont considérés comme couverts par le secret médical.

Le problème français est que nous n'avons pas accès au certificat de décès. J'ai travaillé avec Philippe LAZAR, l'actuel directeur de l'INSERM, pour essayer de résoudre officiellement ce problème, je n'y suis jamais arrivé. J'ai commencé à la fin des années 70. J'ai toujours essayé que l'on puisse faire de l'épidémiologie au CEA.

Par ailleurs, je voudrais insister sur la très mauvaise qualité de la dosimétrie rétrospective. On a des illusions quand on fait de la relation doses-effet avec des doses qui ont été absorbées il y a 20 ou 30 ans. Les Japonais viennent de sortir un livre sur les effets des rayonnements à Hiroshima et Nagasaki dans lequel ils montrent qu'il y a des erreurs considérables dans la dosimétrie. Ce ne sont pas des erreurs de l'ordre de 30 % mais des facteurs qui vont de 2 à 5. Cela ne m'étonne pas.

Pour les mineurs d'uranium, il faut également être très prudent. La dosimétrie a été reconstruite et les valeurs que l'on a données sont des valeurs moyennes dans le puits de mine dans lequel ils travaillaient. Pourtant, on sait que certains mineurs ont reçu des doses parfois dix fois plus fortes. On connaît des conditions de travail où les mineurs sont entrés en collision avec des lentilles extrêmement riches et où les niveaux de doses mesurés étaient des milliers de fois supérieurs aux limites de doses. Ils ont travaillé dans des conditions comme celle-là. On n'a jamais pu retrouver le nom de ces mineurs. Il y a des mineurs pour lesquels la dosimétrie est faussée d'un facteur qui peut atteindre un ordre de grandeur et même le dépasser.

C'est vrai aussi pour les travailleurs du Commissariat. Il ne faut pas oublier que les dosimètres ont été introduits au Commissariat au début des années 50 et que le travail a commencé en 1947. Je connais personnellement deux leucémies parfaitement radio-induites, pour lesquelles la dose comptabilisée est 0.

La première leucémie a touché M. ECHNER qui était le Directeur de la technologie et qui a scié à la main le premier élément combustible sorti de la pile ZOE pour pouvoir en extraire le plutonium. Aucune dosimétrie.

Le second cas est un prospecteur pour lequel on n'a aucune dosimétrie. Il travaillait à Madagascar et récupérait du minerai. Comme on lui volait le minerai, il l'avait stocké dans une pièce où il passait toutes les nuits pour le surveiller. La dose est 0 mais l'estimation donne des doses de l'ordre de quelques Grays.

Je serai donc très prudent sur la dosimétrie des travailleurs avant le début des années 60. Ma dosimétrie officielle est de 3 mSv et je sais que j'en ai reçu entre 50 et 100 fois plus, mais cela n'a jamais été enregistré. Il faut être très prudent : les dosimétries rétrospectives comportent d'énormes erreurs.

M. BIRRAUX — Je crois que dans ce pays il faudra un jour que se rencontrent les autorités sanitaires au niveau administratif et gouvernemental et les autorités médicales. Entre la CNIL et le secret médical que les médecins opposent à toute demande et rendant pratiquement impossible toute épidémiologie, on ne peut pas se lamenter que les études épidémiologiques ne sont pas aussi développées qu'ailleurs et continuer à mettre des freins perpétuels.

Je veux bien que ceux qui décèdent d'un cancer emportent le secret médical dans leur tombe. Il ne s'agit pas d'exhumer les tombes mais de faire progresser la science.

M. LAFUMA — Je ne pense pas que l'on puisse tout reprocher aux médecins. En 1985 un projet de loi a été déposé au Parlement. Tous les partis étaient d'accord, l'Ordre des médecins avait donné son accord, tout le corps médical était d'accord pour que l'on puisse disposer des données officielles sur les causes de décès.

Le projet a été retiré parce qu'une autorité supérieure aux médecins et aux parlementaires est intervenue pour le faire retirer. Je peux vous garantir que ce n'est pas la faute du corps médical.

M. GUEZENEC — Je représente ici une association écologiste qui n'est pas anti-nucléaire ; c'est le Mouvement national de lutte pour l'environnement. Dans notre mouvement, nous estimons que le développement du nucléaire, de manière confortable, est incontournable si l'on veut répondre aux besoins de l'énergie de la planète et si l'on veut protéger l'environnement planétaire. Répondre aux besoins des pays sous-développés demande des quantités considérables d'énergie. Continuer à consommer du pétrole et du charbon induit des dangers sur l'effet de serre et ces ressources sont limitées (50 ans) au rythme de consommation actuel. Le nucléaire nous apparaît vraiment comme incontournable.

Ceci dit, il faut être conscient que les pays développés qui utilisent l'énergie nucléaire ont une grande responsabilité dans la détermination, dans la juste appréciation des effets des radiations sur les travailleurs qui interviennent dans les installations et sur les populations. On ne peut pas se tromper étant donné l'avenir du nucléaire.

Dans cette appréciation, il nous paraît de manière fondamentale qu'il ne faut mettre en avant que des considérations scientifiques. Aujourd'hui, dans la population, il y a sans nul doute une diabolisation des radiations et de leur danger. On peut y trouver plusieurs raisons, dont l'extrême prudence que l'on adopte, notamment la CIPR, qui crée en retour une crainte considérable.

A cet égard, nous pensons qu'il existe un déficit dans l'explication à la population de la façon dont raisonne la CIPR pour établir les limites d'exposition. Il faut qu'il y ait dans le futur un effort considérable pour faire comprendre la démarche, pour éviter que la loi linéaire sans seuil utilisée pour établir des normes soit utilisée pour établir les conséquences d'une irradiation, ce qui nous semble anormal. Multiplier des microsieverts par des millions de personnes pour aboutir à un certain nombre de cancers nous semble anormal.

Il y faut donc faire une information du public considérable. Nous reconnaissons ici le rôle particulier et intéressant que joue l'Office parlementaire dans ce domaine. Il faudrait que ce soit poursuivi à des échelons plus bas. Nous saluons aussi les efforts de clarification faits par l'Académie des Sciences dans le domaine.

M. BIRRAUX — J'avais cru comprendre au début que vous vouliez que les pays en développement se dotent de centrales nucléaires. J'allais vous dire que j'étais résolument et violemment contre.

Mme RIVASI — Je voudrais intervenir sur la façon d'assurer la protection de la population française. Je voudrais que l'on réfléchisse sur le système de radioprotection que nous avons en France.

Que l'on soit sur une limite de dose de 5 mSv ou de 1 mSv (pour l'instant on est toujours à 5, même si le gouvernement français veut s'aligner sur la CIPR), nous n'avons pas assez de garanties sur la protection de la population.

Si l'on s'en tient à la philosophie de la CIPR, elle est quand même basée sur la limitation, l'optimisation et la justification. Or, lorsqu'on lit les textes officiels du ministère de la Santé, on note que la limite n'est pas une limite inacceptable, ce n'est pas un seuil au-dessus duquel on va dépasser la dose maximum admissible. C'est pris avec une marge de sécurité énorme. Donc, de façon philosophique, il est dit implicitement que l'on peut aller jusqu'à cette dose maximum admissible, comme si au-dessus il y avait un risque et pas en dessous.

Je demande qu'officiellement il y ait une prise en compte de la philosophie de la CIPR dans la réglementation française.

Cela a comme conséquence que quand on fait des calculs de dose, lorsqu'on mesure de l'iode dans la Garonne, on nous dit qu'il faudrait consommer jusqu'à 100 000 Bq d'iode dans l'eau potable pour atteindre la limite annuelle d'incorporation, comme si on avait le droit d'aller jusqu'à la dose maximale admissible. Non ! Parce que sinon on ne regarde pas qui sont les sources de pollution. C'est en essayant de voir qui a été responsable de la présence de l'iode au niveau de la Garonne qu'on s'est aperçu que c'était les hôpitaux qui ne respectaient pas le décret de 1981 et qui rejetaient tous les effluents radioactifs dans les égouts.

Pour nous, en France, il est important de bien prendre en compte la philosophie de la CIPR.

Je suis également préoccupée par le fait que l'on édicte des réglementations au cas par cas. Nous avons connu plusieurs exemples, notamment au niveau de La Rochelle, où le ministère de la Santé s'est octroyé le droit de dire que les dépassements n'étaient pas significatifs. Nous avons vu dans le cas des hôpitaux la CIREA qui a dit aux hôpitaux qu'ils pouvaient aller jusqu'à 1 000 Bq/litre.

Cela signifie que notre radioprotection fonctionne au cas par cas. C'est grave, parce que si on ne généralise pas, si on ne demande pas l'application d'une réglementation, on n'est pas assuré que dans certains cas on ne pourra pas dépasser les doses maximales admissibles.

Enfin, nous avons des carences énormes en matière de radioprotection. Au moment de Tchernobyl, les doses maximales admissibles étaient calculées sur un adulte. Il y avait 10 000 Bq d'iode dans un litre de lait et donc un enfant d'un an dépassait sa dose maximale admissible en un jour. Les Anglais ou les Allemands ont des LAI différenciés en fonction des tranches d'âge. En France, il nous faut une radioprotection qui tienne compte des tranches d'âge ; il nous faut des limites annuelles d'incorporation qui tiennent compte du fait que l'on a 1 an, 10 ans ou que l'on est adulte. Nous n'en avons pas en France. C'est très grave car, en situation normale ou en situation accidentelle, la seule référence est l'adulte.

Autre élément qui m'interpelle : le manque de transparence au niveau des scénarios sur les autorisations de rejet. Le débat ne consiste pas à savoir si l'on veut 1 ou 5 mSv. Nous n'avons pas de moyen de contrôler actuellement sur quels scénarios sont basées les autorisations de rejet qui sont données au niveau des centrales nucléaires.

Quand nous sommes intervenus avec M. BIRRAUX sur Marcoule pour demander les scénarios indiquant qu'ils avaient droit à tant de milliards de becquerels de rejet en tritium, en plutonium, etc. nous ne les avons pas obtenus. L'OPRI ne joue pas son rôle de transparence de la protection à ce niveau, ou alors c'est que l'on n'a pas de service de radioprotection suffisamment efficace en France.

Je m'adresse au ministère de la Santé : il faut qu'il dote la France d'un service de radioprotection efficace qui ait les moyens de répondre à la demande. Or, quand on demande des comptes, on nous répond que c'est impossible, que c'est confidentiel.

Il n'y a même pas à tenir de débat scientifique : actuellement les bases de radioprotection ne sont pas présentes en France.

En dernier lieu, une anecdote significative. Lors du 43^{ème} congrès de l'UNSCEAR, les représentants français y sont allés puis ont écrit une lettre qui dit l'inverse des conclusions de l'UNSCEAR ! Ils ont dit que l'UNSCEAR remettait en question les conclusions de la CIPR, pensait que l'*hormesis* était très important et qu'il fallait donner de l'argent au niveau de l'*hormesis*. Ils ont dit qu'il n'y avait pas de problème de cancer de la thyroïde à propos de Tchernobyl, et que le radon n'entraînait aucune conséquence sur la santé.

C'est écrit dans un document signé par le ministère de la Santé, notamment M. PELLERIN. Ce document a été envoyé à tous les membres des DDASS, à tous les services de médecine nucléaire. J'ai récupéré cette lettre de M. PELLERIN il y a une semaine dans un service de la DDASS au niveau de Marcoule qui s'interroge sur l'augmentation de la leucémie chez l'enfant.

Je vous demande, M. BIRRAUX, un rectificatif quant aux conclusions de l'UNSCEAR et je souhaite que figure la réponse de M. CLARKE suite à la mauvaise interprétation française. Des gens ont fait un faux document sur des conclusions qui n'étaient pas celles de l'UNSCEAR. M. CLARKE a dû intervenir pour dire que l'interprétation française était mauvaise.

Quand je vois que nous avons un service de radioprotection qui peut mentir à la population française, je suis très inquiète. J'espère que tous ensemble nous arriverons à réorganiser ces services, à avoir beaucoup plus de garanties pour la population et à faire en sorte qu'en France nous ayons enfin un service de radioprotection qui soit à la hauteur d'un point de vue international.

M. BIRRAUX — Ne faisons pas grief à l'administration française de ne pas avoir traduit dans notre propre réglementation la CIPR 60 sachant qu'il y a une directive en préparation au plan européen et que tous les acteurs, qu'ils soient à fond pour la CIPR 60 ou qu'ils émettent des réserves, sont d'accord sur le fond qu'il ne doit y avoir qu'une réglementation unique européenne. C'est en préparation du côté européen, laissons la Commission européenne travailler, et lorsqu'elle aura proposé une directive européenne, elle sera traduite en droit français.

Par ailleurs, on ne va pas demander au Pr. CLARKE d'arbitrer dans une querelle franco-française qui concernait ce que le Pr. PELLERIN a écrit à toutes les DDASS. Je trouve que c'est regrettable, d'autant qu'à cette époque il n'était peut-être plus en fonction.

Mme RIVASI — Il n'était plus en fonction !

M. BIRRAUX — Il le faisait sans droit ni titre.

Mme RIVASI — Avec l'aval du ministère de la Santé.

Dr. COQUIN — Pas avec l'aval du ministère de la Santé. J'aimerais que l'on ne fasse pas l'amalgame entre un certain Pr. Pellerin et le ministère de la Santé.

Mme RIVASI — Il dépendait du ministère de la Santé.

Dr. COQUIN — Jamais !

Mme RIVASI — C'était un « électron libre » !

M. BIRRAUX — C'est le qualificatif que j'avais fini par trouver. Revenons aux interventions

Mme THÉBAUD-MONY — Je voudrais intervenir par rapport à ceux qui sont en cause quand on parle d'épidémiologie et d'exposition professionnelle. Il s'agit des travailleurs intermittents actuellement exposés aux rayonnements ionisants. Une chose me frappe dans toutes les études épidémiologiques présentées, c'est qu'il n'en est jamais question.

On parle des personnels statutaires de la COGEMA, du CEA, etc. mais qui en France aujourd'hui supporte la dose globale annuelle à 85 % ? Ce sont des travailleurs extérieurs intervenant dans les installations nucléaires, y compris les installations de la COGEMA et du CEA.

J'aimerais rappeler les conditions dans lesquelles opèrent ces travailleurs et les questions que cela pose par rapport à tout ce que l'on a entendu sur le plan scientifique. A l'évidence, même les conclusions du rapport de l'Académie des Sciences ne relèvent pas seulement de considérations scientifiques. Les conditions dans lesquelles travaillent aujourd'hui les salariés d'entreprises extérieures sur les installations nucléaires posent des problèmes relatifs aux travaux qui devront être faits sur cette question des faibles doses et sur l'adoption d'une réglementation les concernant.

Ce sont des salariés qui, pour une part au moins, travaillent à concurrence de la dose. Ils parlent même du « droit à la dose ». Nous ne sommes pas dans une optimisation des doses mais dans une gestion de l'emploi par la dose. Un système informatique commence à fonctionner et permet d'interdire l'entrée sur site des salariés ayant dépassé la dose limite, qui d'ailleurs change d'un site à

l'autre. On est aussi dans une situation quelque peu anarchique au plan des différents niveaux de dose admis suivant les sites.

Lorsqu'un salarié est interdit de site et qu'il a un emploi qui n'est pas garanti du point de vue statutaire par un contrat à durée indéterminée, il peut se retrouver au chômage ou à exercer d'autres activités, généralement dans des entreprises spécialisées dans le nettoyage industriel ou des opérations de type déflocage de l'amiante.

Or, il faut rappeler que le cancer n'est pas une maladie monocausale : il y a toujours plusieurs facteurs qui entrent en ligne de compte. On a parlé des effets de synergie entre l'amiante et le tabac ce matin, je ne pense pas qu'un scientifique puisse dire qu'il n'y a pas d'effet de synergie entre rayonnements ionisants et amiante, rayonnements ionisants et produits chimiques cancérigènes.

On se trouve avec une population qui est exposée à des faibles doses, avec éventuellement des pics d'exposition pour un certain nombre de tâches de maintenance, pour lesquelles on ne sait pas ce que donnent ces expositions sporadiques. On se trouve avec des travailleurs qui ont une pluri-exposition, avec des pics d'exposition dans les autres types d'exposition. Comment tout ceci peut-il être pris en compte en épidémiologie ?

Dans une étude que nous avons faite entre 1988 et 1991 pour essayer de retrouver la dosimétrie de ces travailleurs pour une petite cohorte de 87 salariés, nous n'avons pu reconstituer leur dosimétrie que sur l'année précédente. Je sais qu'avec la dosimétrie opérationnelle il va y avoir des cumuls de doses qui pourront peut-être servir à l'épidémiologie mais ces populations posent des problèmes énormes de biais statistiques qu'il ne faudrait pas sous-estimer dans les études qui vont venir.

M. ROQUE — Je voudrais revenir à la notion de cohorte. M. LAFUMA l'a très bien décrit pour ce qui concerne le CEA, je peux témoigner pour l'EDF. Effectivement j'ai connu l'époque où les gammagraphes enlevaient les piles de radiomètres...

Depuis quelques années, la dose γ commence à être prise en compte. Autant on peut reprocher la difficulté d'étudier les populations précédentes par manque d'information, autant il serait bon que l'on s'intéresse maintenant à ce qu'il faut faire. Or, à côté de cette fameuse dose γ , on escamote les problèmes de contamination de la peau. Quelqu'un qui est contaminé en zone sort au premier contrôle, la tenue est mise de côté, au lavage ou aux déchets, et il ne se passe rien.

Pour l'avenir, essayons de mesurer tous les paramètres possibles.

Dr. COQUIN — Nous sommes tout à fait sensibles aux difficultés que rencontrent en France les études épidémiologiques. Il n'est pas tout à fait exact de dire qu'il est strictement impossible de remonter aux certificats de décès, cela a pu se faire mais a soulevé des difficultés considérables.

En application de la loi bioéthique, nous sommes en train de mettre la dernière main à un décret d'application qui va mettre en place un système qui permettra désormais, avec un certain nombre de garanties, de remonter jusqu'aux données du certificat de décès que nous sommes également en train de modifier.

Mme HILL — En plus des études en cours sur les travailleurs d'EDF et de CEA-COGEMA, nous essayons de mettre en place une étude des travailleurs des entreprises contractantes. Ce sera une étude dans laquelle la dosimétrie sera celle disponible, probablement essentiellement des données détenues à l'OPRI, au Laboratoire central des Industries électriques, à EDF et peut-être au CEA-COGEMA.

Quant au problème des biais, il est important de considérer effectivement que les travailleurs des entreprises contractantes sont exposés à des facteurs de risque conjoints : ils fument, etc. Est-ce que ces expositions conjointes vont être liées à la dose d'irradiation qu'ils ont reçue ? Cela ne paraît pas très vraisemblable. *A priori*, ces expositions conjointes ne sont pas une source de biais mais une source de sur-risque. Si nous avons suffisamment de moyens, peut-être pourrions-nous prendre cela en compte.

Enfin, la possibilité de faire des enquêtes épidémiologiques s'est beaucoup améliorée en France aujourd'hui. On peut maintenant raisonnablement espérer avoir accès aux causes médicales de décès si on a des données d'identification convenables et nous pouvons négocier avec la CNIL la possibilité d'avoir les identificateurs dont nous avons besoin pour faire des enquêtes épidémiologiques.

Pour l'instant, la difficulté est de convaincre les entreprises contractantes de nous laisser accès à leur fichier du personnel. Je ne désespère pas d'y arriver avec l'aide du ministère de la Santé.

M. BIRRAUX — Je suppose que le souhait de Mme HILL de pouvoir bénéficier d'une cohorte incluant les travailleurs des entreprises sous-traitantes a été entendu par le ministère de la Santé.

Mme SENÉ — Je fais partie de la commission de La Hague ; nous nous sommes battus pendant plusieurs années pour réussir à obtenir qu'une enquête épidémiologique sur les populations soit faite. Elle n'a démarré que depuis 2-3 ans. Avant, nous avons réussi à faire une petite enquête *a posteriori* sur les années 79/80 et 81, qui s'intéressait simplement à la façon de faire l'enquête. Elle a été faite *a posteriori*, il a fallu faire des fiches, des recoupements, essayer de trouver la méthode. Les conclusions n'ont pas été très loin, et l'enquête véritable vient juste de commencer.

Je dis cela parce que je veux vous rappeler que La Hague fonctionne depuis 1966-67 et que l'enquête épidémiologique a démarré en 1993. L'espoir de faire une étude sur l'effet de La Hague sur les populations nous entraîne jusqu'en l'an 2003 pour sortir une conclusion.

J'ai remarqué que les enquêtes épidémiologiques paraissent avoir plus de succès, je dois constater qu'il faudrait le faire autour de plusieurs sites Marcoule et Cadarache devraient bénéficier des mêmes idées mais malheureusement ce n'est pas vraiment fait.

S'agissant des travailleurs, M. LAFUMA a parfaitement raison. Je travaille sur 2 sites, un à l'étranger et un en France et, malheureusement, la dosimétrie n'est jamais cumulée. Il est exact que pour pouvoir faire des études de travailleurs, cela pose quelques problèmes. Au CERN, nous avons un service médical et un service de radioprotection : le service médical peut interdire de rentrer sur le site mais le service de radioprotection donne des films et pas d'interdiction.

Il y a certainement des choses à faire. Je connais le problème, donc je fais attention, mais tous les jeunes travailleurs, chercheurs, etc, ne sont pas forcément tous au courant, ce qui pose problème.

Je terminerai en disant que j'ai beaucoup apprécié le fait qu'il ait été reconnu que la veuve d'un travailleur qui était malade et avait été en arrêt de maladie pour l'amiante avait raison ; le jugement a pu demander à l'administration de faire la preuve que si ce travailleur n'avait pas été malade, il ne serait pas décédé à l'heure et au jour où il est décédé. C'est très bien parce que c'est la première fois que c'est à l'administration qu'on demande de faire la preuve, d'habitude c'est au travailleur. Mais il n'empêche que pour un travailleur malade et arrêté, je trouve ce jugement inique.

Mme HILL — A ma connaissance 3 études ont été faites autour de La Hague :

— une étude de mortalité faite par M. DOUSSET, publiée dans les années 70 ;

- une étude sur la mortalité que nous avons publiée en 1990 et un travail que nous avons continué à faire puisque nous surveillons la mortalité autour des différentes installations nucléaires françaises dont La Hague, Marcoule et plusieurs centrales ;
- une dernière étude sur l'incidence des leucémies qui a été publiée par Jean-François VIEL et Sylvia RICHARDSON dans le *Journal of cancer*.

Par ailleurs, s'agissant des travailleurs travaillant des deux côtés de la frontière, c'est un des avantages de l'étude internationale du CIRC que de rassembler les épidémiologistes. C'est une question que nous prenons en considération. Nous avons déjà prévu de croiser les fichiers des travailleurs des entreprises du nucléaire, en particulier entre la France et la Belgique puisque des opérations franco-belges font que des gens prennent des doses des deux côtés de la frontière. Cela a été fait pour les États-Unis et l'Angleterre.

Pr. TUBIANA — J'avais demandé la parole après l'exposé qu'avait fait Mme BELBEOCH pour tenter de répondre aux questions qu'elle avait posées. L'intervention de Mme BELBEOCH me permet de préciser ce que j'entendais ce matin dans les relations doses-effets pour les faibles doses.

Nous n'avons jamais dit à l'Académie des Sciences, et je n'ai jamais dit, qu'il y avait un seuil et qu'il fallait le prendre en compte pour évaluer l'effet des faibles doses. Au contraire, nous avons été extraordinairement prudents et le mot de « seuil » a toujours été prononcé en précisant qu'on ne pouvait ni l'exclure ni l'affirmer. Nous n'avons jamais dit que le seuil était pris en compte.

De la même façon, pour l'*hormesis*, il n'a jamais été dit que l'*hormesis* diminuait la fréquence des cancers à quelque dose que ce soit. Il y a eu simplement un chapitre du rapport de l'Académie des Sciences qui a été consacré non pas à l'*hormesis* mais aux réactions d'adaptation et il a été spécifié que ceci ne devait pas être pris en compte en l'état actuel de nos connaissances pour l'évaluation de l'effet des faibles doses.

En revanche, il a été dit qu'il n'y avait pas de preuve d'une relation linéaire ou d'une relation linéaire quadratique et que les données obtenues avec les particules α étaient plutôt en faveur d'une relation quadratique que d'une relation linéaire quadratique. Cela signifie que même à très faible dose il peut y avoir un effet mais que celui-ci est notablement inférieur à celui prévu par une relation linéaire ou linéaire quadratique. C'est la seule chose que nous ayons dit en étant très prudents et en ne donnant pas de chiffres.

Pour traduire les choses en termes simples, cela signifie que si la probabilité pour qu'une faible dose donne un cancer existe, elle est vraisemblablement très faible.

Supposons qu'on étudie chez des sujets qui boivent tous les jours un demi litre ou un litre de vin la fréquence des cirrhoses du foie, comment à partir de cette donnée évaluer le risque d'avoir une cirrhose du foie si l'on mange un baba au rhum par semaine ou par an ? C'est à peu près les limites dans lesquelles nous sommes. On voit tout de suite qu'il y a un problème dans l'extrapolation d'un litre de vin par jour à un baba au rhum par semaine. Mais comment aborder ce problème ? C'est toute la difficulté du problème de l'extrapolation.

Un certain nombre de pistes permettent de le faire, et notamment l'analyse des phénomènes scientifiques. Dans le cas de l'alcool, on peut regarder comment est métabolisé un alcool au niveau de l'organisme. Dans le cas des radiations, il y a deux phénomènes que l'on peut prendre en compte : le premier est la probabilité de réparation des lésions de l'ADN, et le deuxième est la transformation entre une lésion initiée et une lésion promue.

Or, nous savons que la promotion est liée au nombre de divisions cellulaires qui suivent le phénomène d'initiation. Or, le nombre de divisions cellulaires est très directement lié à la mortalité cellulaire dans la population, c'est-à-dire à la dose.

Nous avons dit que lorsqu'il y avait de fortes doses, il y avait une probabilité plus faible de réparation des lésions de l'ADN et que quand il y avait multiplication cellulaire, il y avait une plus grande probabilité de promotion.

Sommes-nous dans un domaine complètement inconnu ? Sûrement pas. En radiothérapie, quand le débit de dose passe de 1 Gray par heure à 1 Gray par minute, il y a une énorme différence de l'effet biologique. On peut donner, avec un faible débit de dose de 1 Gray par heure une dose de 60 Grays en quelques jours alors que quand on est à un débit de dose plus élevé de 1 Gray par minute, pour donner la même dose en radiothérapie, on doit prendre 6 semaines. On passe de 6 semaines à 6 jours en fonction du débit. Il est certain que quand on diminue encore le débit, on diminue encore l'effet.

Le deuxième point sur lequel a insisté Mme BELBECH était la difficulté d'utiliser des malades. Elle a dit que c'était une de mes idées fixes. En effet, je la revendique, je suis très heureux de voir que je suis arrivé à associer mon modeste personnage à cette idée.

Quand on prend les sujets irradiés à Hiroshima et Nagasaki, il y a de grandes difficultés dans l'évaluation de doses. Quand on prend des travailleurs irradiés, il y a ces mêmes difficultés pour évaluer les doses et il y a en plus tous les problèmes connexes sur lesquels nous venons d'insister, et notamment les problèmes de l'effet du travailleur sain et autre chose. L'avantage énorme de prendre des malades est que l'on a une dosimétrie très précise et un suivi absolument total. Quand on a irradié un malade, le réflexe du médecin est de suivre ce malade jusqu'à la fin normale de sa vie, quelle que soit la durée de sa vie, même s'il doit vivre 60 ou 70 ans après le traitement.

Vous me dites qu'il est difficile de suivre 60 000 malades ; je vous répondrai que c'est au contraire très facile. Quand j'étais le directeur de Villejuif, nous traitions 15 000 malades par an, et le taux de perdus de vue était inférieur à 2 % au bout de 10 ans. Ceci est à peu près équivalent à ce qui est fait dans beaucoup d'autres centres, il doit être du même ordre de grandeur à l'Institut Curie.

Nous avons donc une population de sujets à qui on donne des doses mesurées à quelques pour-cent près et que l'on suit ensuite jusqu'à la fin de leur existence, avec une rigoureuse précision. Je pense que c'est un domaine d'observation privilégié.

Vous avez fait une autre observation en disant qu'il ne s'agissait pas de sujets normaux car ils avaient eu des cancers. D'abord, il y a eu des masses de malades traités par radiothérapie et qui ne sont pas des cancéreux. On a parlé longuement des malades traités pour spondylarthrite ankylosante ; j'ajouterai deux groupes de malades que nous avons étudiés à Villejuif au moment où j'en étais le directeur : les enfants irradiés pour des angiomes (pour certains de ces enfants, nous avons un recul de 60 ans) et les affections thyroïdiennes auxquelles on donnait des doses d'iode radioactif pour l'exploration ou le traitement de l'affection thyroïdienne. Une étude a été faite sur 45 000 sujets suivis avec plus de 20 ans de recul.

Vous voyez que le suivi des malades, en dehors des malades cancéreux, peut apporter énormément d'informations.

S'agissant des malades cancéreux, le problème est qu'ils ont eu un cancer. Mais ceci prouve peut-être qu'ils ont de mauvais systèmes de réparation ou des systèmes de réparation un peu moins efficaces que les autres. Cela peut accroître l'effet mais ne peut pas le diminuer. Quand on considère des sujets cancéreux, on risque de surestimer l'effet et non pas de le sous-estimer. De toute façon,

même en dehors de ces malades cancéreux, il y a largement assez de malades pour pouvoir aboutir à des effets intéressants.

Enfin, vous avez dit que tout se passait comme si le lobby médical ne voulait pas baisser les limites de doses. Notre problème à nous médecins et scientifiques n'est pas de baisser les limites de doses ou pas : c'est une décision de l'Etat. Nous donnons à l'Etat les moyens de former sa décision mais nous ne nous substituerons pas à lui en disant qu'il faut baisser ou pas les normes.

Notre problème est d'essayer d'évaluer avec autant de précision que possible, et en dehors de toute autre préoccupation, l'effet probable des radiations, en y incluant les perturbations psychologiques.

Quand on propose des mammographies à des femmes pour le dépistage du cancer du sein, et que la moitié de celles-ci refusent les radiations que va causer la mammographie alors qu'elles peuvent réduire de 30 % le pourcentage des décès par cancer du sein, on voit qu'il y a un moment où l'excès de prudence dans l'évaluation du risque finit par produire des effets pervers beaucoup plus graves que ne pourraient l'être l'effet direct des radiations.

M. BIRRAUX — Je voudrais que nous poursuivions maintenant sur les opérateurs. Il n'y a pas longtemps que l'administration américaine a traduit dans le droit intérieur la CIPR 26. Je suppose que les exploitants ont sûrement des choses à dire.

Mme BELBEOCH — Le fait de mettre une cohorte unique pour la France va gommer les effets des groupes à risque. A l'intérieur des centres, par exemple à Saclay, il y a eu des groupes à risque, le groupe des travailleurs sur uranium de Saclay, pour lequel une étude a été faite par la CFDT ; on a vu que le nombre de morts par cancer était supérieur à celui attendu dans la même cohorte au niveau de l'âge. Il y a probablement d'autres études à faire de groupes à risque.

On embraye sur des grands nombres, sur des grandes cohortes, quand le risque est très faible, mais il ne faut pas oublier que l'on peut faire avec des petites cohortes d'une centaine à 200 personnes des études épidémiologiques sans utiliser les approximations, en utilisant directement la loi binomiale. Il est important de connaître ces groupes à risque à l'intérieur des différentes compagnies et des différents centres.

M. ZERBIB — Je voulais intervenir sur ce que m'a inspiré ce que nous avons écouté ce matin et sur le fonctionnement de l'Académie des Sciences qui suscite mon étonnement. Elle ce que l'on pouvait appeler une espèce d'organisation hors du temps, une grande dame ou une tour d'ivoire. Pour le citoyen de 1995 que je suis, ce ne sont pas ces mots que j'utiliserai : elle m'apparaît plutôt comme étant une forteresse ou une espèce de bunker difficilement ouvert à l'extérieur. Cela ne m'est pas apparu comme une organisation démocratique dans la mesure où elle ne s'est ouverte à personne en dehors du champ clos des scientifiques français.

Il a fallu votre aide, M. BIRRAUX, pour que l'Académie des Sciences rencontre la CIPR, sur votre arbitrage.

En revanche, bien que je n'ai pas toujours été d'accord avec ce qu'a dit la CIPR, j'ai eu des rencontres soit directes soit avec l'aide du Bureau international du travail avec les membres de la CIPR sur des sujets qui nous séparaient mais qui méritaient débat. Finalement, on peut se poser la question de savoir si l'interrogation scientifique appartient aux seuls scientifiques, si on peut vraiment la séparer du reste.

Le Pr. TUBIANA, jusqu'à sa dernière interrogation, nous a bien dit qu'on ne pouvait pas la séparer puisqu'il parlait des aspects socio-politiques de l'interprétation de problèmes purement techniques.

Pour en revenir à l'épidémiologie et ses résultats, on nous a présenté des courbes sous la forme linéaire quadratique. Ce n'est qu'un exercice mathématique et rien d'autre, ce n'est pas une preuve, ce n'est pas une démonstration. C'est même un exercice trivial. Si on remplace la droite $y = ax + b$ par $ax^2 + bx + c$ en n'ayant que les données disponibles aujourd'hui, vous aurez des incertitudes beaucoup plus grandes sur les coefficients a , b et c de votre système quadratique que vous ne l'avez sur la droite.

Je m'interroge sur cette présentation qui nous est assenée comme une preuve et qui n'est rien d'autre qu'un exercice mathématique. Même si l'on a trouvé des choses plus pertinentes sur la cellule, il s'agit d'une mortalité par cancer chez l'homme et l'on est assez loin du problème de la cancérisation de la cellule.

Si l'on veut réfléchir simplement à l'existence d'un seuil et dans l'hypothèse où il existe, nous pouvons nous poser la question de savoir ce qui changerait d'un point de vue pratique dans l'organisation du travail. Est-ce que cette espèce de « franchise de dose », si elle existait, ne devrait pas conduire à être au moins aussi économe en dose qu'on ne l'est dans l'hypothèse de la simple linéarité ? Je pense que oui. J'espère que ceux qui pensent qu'il existe un seuil de dose ne trouveront pas là argument pour une espèce de gestion taxiste des doses du public et des travailleurs.

Qu'apporte le débat à ceux qui vont l'utiliser ?

Mme SENE — Je maintiens ma position ! Je connais les études qui ont été citées mais ce sont des études de mortalité et il se trouve que l'enquête actuelle autour de La Hague est une enquête de morbidité. C'est une enquête beaucoup plus complète. Je connais les études pour les avoir déjà vues publiées et étudiées.

Par ailleurs, quand on dit que l'on peut faire la liaison entre les doses quand on travaille dans un site international et quand on travaille sur un autre site, je dis non. Je le sais par expérience. Je souhaite que cela devienne possible mais jusqu'à maintenant ça ne l'est pas.

M. BIRRAUX — D'où l'utilité d'une uniformisation dans la réglementation européenne.

Pr. MASSE — Mme RIVASI a certainement raison dans ce qu'elle a dit : il faut à l'heure actuelle renforcer la radioprotection. En revanche l'OPRI n'est pas le SCPRI. Vous avez certainement consacré une grande partie de votre temps à le conduire sur les fonds baptismaux. C'est un organisme loyal vis-à-vis de ses tutelles que sont le ministère de la Santé et le ministère de Travail, et il est tout à fait important de lui donner les moyens de sa mission.

Il est bien d'avoir changé de statut ; en le changeant on a créé un certain nombre de difficultés, en particulier une rigidité presque insupportable. Un établissement public à caractère administratif est pratiquement ingérable quand on veut faire de l'opérationnel. Je souhaite que vous agissiez, que vous interveniez (et tous les partenaires avec lesquels nous sommes loyaux, y compris les associations) de manière à donner à l'OPRI les moyens dont il a besoin.

Je voudrais réagir aux propos de Mme THEBAUD-MONY pour soutenir aussi une demande qui correspond à celle que vient de faire Mme SENE.

S'agissant des expositions multiples, il y a un risque réel de voir apparaître des sous-groupes, notamment dans la sous-traitance, qui soient exposés à la fois à la irradiation puis par la suite à d'autres nuisances que nous contrôlerons moins bien. L'amiante a été évoqué, c'en est un. Il existe un grand nombre d'autres cancérigènes potentiels dans le milieu environnemental vers lesquels ces sous-groupes vont se précipiter parce qu'ils ont acquis une culture de travail en milieu confiné de risque. Il est important que la médecine du travail soit agréée afin de surveiller ces exploitations. Il y a eu

déhors de l'aspect proprement radioprotection un besoin de contrôle au niveau des postes de travail qui doit être fait de manière extrêmement suivie.

Du point de vue expérimental, j'ai passé avec le Dr. LAFUMA une grande partie de ma vie à étudier les synergies entre les actions cancérigènes : on en trouve peu. La seule que l'on ait vraiment établie de manière nette du point de vue expérimental est une synergie entre le radon et la fumée de cigarette. Il n'est pas du tout impossible que des synergies de cette nature existent et si l'on ne contrôle pas de manière très nette les expositions multiples, on peut arriver dans des temps qui ne seraient pas très lointains à des situations qui soient inacceptables du point de vue du risque.

Il est important que nous soyons capables de faire la synthèse des données dosimétriques dans les différentes postes occupés. A l'heure actuelle, nous ne pouvons pas encore le faire, nous avons besoin de faire sauter un certain nombre de verrous. L'essentiel pour nous, s'agissant des personnels de nationalité française, est d'avoir accès à un identifiant stable, fiable. Le seul qui soit actuellement possible est le numéro complet de sécurité sociale avec le code. Je compte également sur votre soutien pour que nous puissions obtenir dans ce domaine tous les éléments dont nous avons besoin.

Il a été fait allusion à un problème qui va certainement se développer maintenant, qui est celui de la gestion du poste par la dose. Il y a là un point qu'il faut absolument éclaircir s'agissant du rôle maléfique que l'on veut faire jouer à la dosimétrie opérationnelle. Cette dosimétrie est un progrès. Il est quand même plus souhaitable d'avoir une évaluation directe, en ligne, des doses prises par les travailleurs au moment où ils sont exposés que d'en faire le bilan 1 ou 2 mois après. On peut éviter des expositions inutiles.

Il faut soutenir la dosimétrie opérationnelle, l'encadrer, et je suis très satisfait de pouvoir dire ici qu'il y a de ce point de vue de la part des grands exploitants nucléaires une collaboration qui se dessine et qui m'a l'air favorable à une bonne coordination de la dosimétrie opérationnelle. Ceci devrait permettre de répondre à l'inquiétude légitime des salariés s'agissant de la gestion du poste par la dose au travers de cet instrument de dosimétrie électronique.

M. BIRRAUX — Votre dernière appréciation sur la dosimétrie opérationnelle et la collaboration qui s'instaure entre les exploitants et l'OPRI est une preuve que vous êtes le président de l'OPRI et que le SCPRI a vécu

M. ILARI — J'aimerais faire 2 ou 3 remarques qui sont le résultat de l'observation de la discussion jusqu'à maintenant.

J'ai été frappé de voir que l'intérêt principal de la discussion, si l'on juge du nombre d'heures passées sur le sujet, a été pour l'épidémiologie des travailleurs. J'ai entendu quelques remarques sur l'épidémiologie concernant l'exposition du public, mais il ne me semble pas avoir entendu de réactions précises aux déclarations du Professeur TUBIANA sur le fait que l'on n'a jamais vu des effets négatifs sur des groupes de population exposés à différents niveaux de rayonnements naturels.

Il me semble que l'on n'a pas assez mis en évidence le fait qu'il ne faut pas chercher à en détecter les effets. Les caractéristiques intrinsèques sont telles que l'on ne devrait pas y arriver parce que l'on a affaire à des doses très faibles. Pour avoir des résultats statistiquement significatifs, il faudrait étudier une population très large, mais si on a affaire à 1 million de personnes, l'homogénéité du groupe n'est pas garantie et surtout il me semble difficile de trouver un groupe de contrôle de la même dimension et avec les mêmes caractéristiques socio-économiques, géographiques, etc. pour en faire la comparaison.

J'ai l'impression que c'est une limitation de base de l'épidémiologie des populations. Il ne faut pas non plus utiliser l'argument que l'on n'a jamais vu d'effets pour dire qu'il n'y a pas d'effets en matière d'exposition des populations

Dans ces conditions, on a établi une limite de dose qui n'est pas basée sur le fait qu'il s'agit d'un niveau de danger ; elle est liée à d'autres types de considérations qui n'ont rien à faire avec l'aspect purement scientifique.

Il me semble qu'une partie du débat a été un faux débat. Il me semble avoir entendu des tendances très fortes dans certains groupes pour dire que tout le problème porte sur l'existence ou non de bases scientifiques indiscutables, et que sans bases scientifiques on ne peut pas, d'une certaine façon, faire de radioprotection ou fixer des limites, et que la solution nécessite d'améliorer les bases scientifiques, etc.

C'est un faux débat — sans nier l'importance fondamentale de l'amélioration des connaissances scientifiques — parce que la radioprotection n'est pas une question de science. C'est une question de décision avec des aspects socio-économiques, politiques, éthiques, ce qui n'a pas grand chose à faire avec la science mais qui en même temps est la base principale pour les décisions à prendre en matière de radioprotection, jusqu'à maintenant.

Une troisième remarque concerne l'information du public. On a déclaré qu'il existait des problèmes de compréhension, des difficultés, etc. ; mais le grand problème est que le public ne peut pas être en mesure de juger et d'évaluer car il n'est pas suffisamment informé.

L'information du public est certainement une chose très importante ; elle l'est surtout dans des situations de type accident nucléaire pour lesquelles il faut créer un système d'information du public permettant de le rassurer ou de l'instruire sur ce qu'il faut faire. Mais s'agissant du débat général de la radioprotection, dire que l'information du public ne fonctionne pas, qu'il faut l'améliorer et donner l'impression que c'est la solution est un faux objectif à mon avis. On reproche au public de ne pas comprendre des choses que nous ne sommes pas capables de bien décider.

M. LOCHARD — L'intervention de M. ILARI fait passer le débat vers un autre terrain sur lequel je me sens plus à l'aise.

En effet, les débats sont intéressants, celui que nous avons eu ce matin a été ouvert dans les années 50. Il se poursuit depuis 40 ans. J'ai passé beaucoup de temps à l'étudier dans le détail, sa nature n'a pas vraiment changé, les éléments sur lesquels il porte ont évolué, on est passé du problème de l'existence du seuil à celui du choix des modèles d'ajustement et des modèles d'extrapolation. Maintenant, on semble le faire passer du côté de la biologie, des problèmes de réparation et d'adaptation.

En fait, cela restera toujours ouvert tant que la science n'aura pas apporté d'éléments indiscutables. La démarche est toujours la même, chacun va chercher ce qui va dans son sens et cherche à démontrer ce qu'il veut à partir d'éléments parcellaires en ignorant ce qui ne va pas dans le sens de la démonstration qu'il cherche à faire.

On fait toujours appel à la science mais depuis 1950 la science ne peut pas trancher. La science progresse, les connaissances ont beaucoup avancé mais on est toujours un peu dans ce que je considère être un doute.

M. ILARI a ouvert un nouveau débat qui va nous faire passer du côté du problème de la radioprotection chez les exploitants, de la radioprotection au quotidien, de la façon de faire une bonne radioprotection. Face au doute que la science n'a pas réussi à lever, nous avons deux attitudes possibles. On pourrait reprendre une vieille distinction qui date depuis Max WEBER qui a beaucoup influencé la réflexion politique :

— l'éthique de conviction : quand on ne sait pas, on essaie de démontrer ce que l'on croit être la vérité et on essaie de trouver des arguments, si possible du côté de la science ;

— l'éthique de responsabilité : on essaie d'agir avec prudence et d'évaluer les conséquences des choix que l'on va faire ; en termes plus modernes, on appelle cela la précaution ; à ce moment, on arrive sur le véritable enjeu de la radioprotection.

Bien sûr, il y a le problème de la fixation des limites : il faut trouver des références qui vont fonctionner au niveau social, sur lesquelles on va pouvoir être plus ou moins d'accord, en se disant qu'à partir de là il serait bon de regarder les choses de façon un peu plus sérieuse parce que l'on est peut-être en train de mettre des personnes en danger. Mais le problème fondamental de la radioprotection ne consiste pas à fixer des limites mais à susciter le sentiment que l'on a bien fait son travail et que l'on a fait en sorte qu'il n'y ait pas de dose inutile.

Un des principes clés de la CIPR est celui de l'optimisation. Il doit être le guide au niveau de l'action de chacun dans tous les domaines, qu'ils soient industriel, médical ou du cycle électronucléaire.

J'aimerais qu'au-delà du débat scientifique sur les faibles doses, on puisse aussi avoir un échange fructueux sur cette dimension de la responsabilité qui pose le problème de la façon de se répartir les risques dans une société. S'il y a des risques, c'est parce que l'on engage des actions pour lesquelles on est sûr et certain qu'il y a des bénéfices qui nous intéressent au bout du compte.

L'autre problème est celui de l'allocation de ressources. J'ai le sentiment que tout ce débat est animé par le fait que cela coûte de l'argent, qu'il faut engager une partie des ressources sociales. Cela fait partie intrinsèque de la réflexion sur le problème des faibles doses.

Mme SUGIER — Avant de quitter le débat scientifique, je voudrais m'interroger sur ce que nous apporte le rapport de l'Académie des Sciences et ce qu'il apporte au gouvernement.

Nous avons le sentiment que des éléments nouveaux allaient conduire les pouvoirs publics sur la base de ses considérations à trancher en faveur ou contre l'abaissement des limites proposées par la CIPR. Est-ce qu'à ce stade du débat on peut déjà dire qu'il n'apparaît pas d'élément fondamentalement nouveau par rapport à ceux que l'on a pu lire dans les différents documents présentés dans les instances où se crée ce consensus par lequel on doit bien passer au niveau international pour se faire une idée des bases scientifiques qui conduisent à la fixation des limites ? Y a-t-il quelque chose de nouveau en définitive ?

Personnellement, j'ai le sentiment qu'il y a des développements, une continuité de développements, mais pas quelque chose qui nous permette de revenir sur ce que nous savions jusqu'à présent.

Pr. TUBIANA — Il faut se poser le problème de savoir ce que la science peut apporter à la radioprotection. La science n'a pas la prétention d'apporter une réponse définitive à la radioprotection ni une réponse définitive à quoi que ce soit. Par définition, la science n'apporte jamais une réponse définitive, elle tente de s'approcher d'une réalité aussi objective que possible. Ceci n'est pas une question de tout ou rien mais une question de petites étapes, de pas à pas.

M. LOCHARD disait qu'il suivait le débat depuis 40 ans et qu'il ne l'avait pas vu progresser. C'est sans doute qu'il le suit mal.

Si je prends le problème des effets génétiques, nous aurions été réunis ici il y a 40 ans, les 3/4 du débat auraient été consacrés aux risques que nous faisons prendre pour nos enfants et nos petits-enfants à cause de l'irradiation du matériel génétique. Plus personne n'oserait aborder ce débat aujourd'hui car tout le monde sait que les effets génétiques, s'il y en a, sont tellement faibles qu'ils ne méritent même pas d'être mentionnés.

Voilà quelque chose qui était le point central du débat. Je suis assez âgé pour vous dire qu'en 1940 les 9/10^{ème} de toutes réunions étaient consacrés à cela. On ne parlait que de cela. Le cancer était anecdotique et secondaire, le problème essentiel était l'effet génétique. Nous n'en parlons plus parce que la science est passée par là et a apporté une réponse en disant que c'était un faux problème et que cela n'existait pas

Vous voyez que la science peut apporter quelque chose.

M. ILARI se demandait ce que pouvaient apporter des études épidémiologiques en comparant des populations. C'était la question qu'on se posait il y a dix ans et c'est la question qu'on ne se pose plus aujourd'hui car on sait que cela peut apporter beaucoup. La science ne dit pas si c'est blanc ou noir mais si c'est plus ou moins gris et plus ou moins blanc. La science peut nous dire que les études épidémiologiques, pour des différences de doses qui ne sont pas très grandes, ne peuvent pas exclure un effet mais donner une limite supérieure de cet effet.

Il faut toujours penser, quand on réfléchit à un problème scientifique, que toute réponse a une barre d'erreur, et tout l'effort des scientifiques a été de réduire cette barre d'erreur. Si l'on regarde l'histoire de la physique ou de l'électricité ou de la médecine, depuis 200 ans nous avons diminué les barres d'erreur. Depuis 10 ans, dans le domaine des études épidémiologiques, nous avons très considérablement réduit cette barre d'erreur. Elle est encore trop grande pour permettre d'exclure certains coefficients de risque cancérigènes mais nous l'avons tellement rétrécie qu'aujourd'hui lorsque nous discutons avec M. CLARKE ou M. COX, nous n'avons pas discuté de 1 à 100 mais de 1 à 2. La limite de notre écart d'évaluation est d'un facteur 2, c'est-à-dire un facteur ridiculement faible par rapport à celui où nous en étions il y a encore 10 ans et il y a 50 ans où nous avions des écarts de 100.

Jamais personne n'a dit que le rapport de l'Académie des Sciences allait apporter la réponse, il faut n'avoir jamais été scientifique pour se poser cette question. Le rapport de l'Académie des Sciences peut définir les limites de l'écart possible et la façon de réduire cet écart. Dans le rapport, nous disons que cet écart s'est réduit, la façon dont il s'est réduit, il s'est réduit dans le sens qu'il y a eu peut-être une surestimation pour les faibles doses.

Nous n'excluons pas le risque pour les faibles doses, nous disons qu'on l'a peut-être surestimé dans le passé. C'est dans ce sens qu'il faut considérer ce que nous demandons à la fin du rapport, c'est-à-dire un accroissement des recherches, non pas pour dire qu'il y a un seuil ou pas... c'est une question stupide, sans intérêt, que seuls des non-scientifiques peuvent se poser. Nous disons quelle est la limite supérieure de l'effet dans tel ou tel domaine

M. BIRRAUX — Cette marge d'incertitude entre la CIPR et l'Académie des Sciences a une certaine « surface de recouvrement », et nous sommes dans cette incertitude.

Pr. TUBIANA — Le propre de la démarche scientifique est de ne jamais accepter une vérité comme éternelle. Il n'y a pas de dogme en science, il y a des remises en question. J'espère qu'ensemble, les gens de la CIPR et ceux de l'Académie des Sciences, nous allons voir comment procéder pour réduire cette marge d'incertitude et cette marge d'erreur.

Pr. CLARKE — J'ai écouté avec grande attention cette discussion extrêmement dynamique qui a eu lieu cet après-midi. Je voudrais proposer une réflexion sur un ou deux points avant que nous revenions dans le détail sur les points que vous avez mentionnés

Je suis tout à fait d'accord avec le Pr. TUBIANA pour dire qu'il nous faut travailler à la fois sur le fond de l'étude épidémiologique et dans les autres domaines car l'épidémiologie ne peut pas nous apporter toutes les réponses à nos problèmes

Mais, il est également important d'avoir des études sur les patients exposés de manière chronique. Je pense qu'il faut également lancer un autre programme de recherche pour comprendre les mécanismes par lesquels l'irradiation peut entraîner des lésions des gènes

S'agissant des évolutions dans le domaine de l'évaluation des facteurs de risque — nous avons dit que la CIPR fait très attention à ce qui est fait dans ce domaine — on a posé la question de savoir s'il y avait des estimations extrêmement différentes entre ce qui est fait maintenant et ce qui était fait au niveau des estimations dans les années 70.

Le niveau de risque estimé actuellement est à peu près deux fois le niveau estimé en 1977. Il y a un facteur de 2 par rapport à l'extrapolation pour l'avenir, c'est-à-dire qu'il faudra étudier les retombées sur les Japonais pendant encore au moins 20 ans. Pour ceux d'entre eux qui sont arrivés au milieu de la vie, cette étude devra être poursuivie. Nous devons continuer les études pour les adultes les plus âgés.

Ce que nous ne savons pas, c'est ce qui se passe au niveau de ceux qui ont été irradiés lorsqu'ils étaient très jeunes. C'est là que le facteur 2 intervient et est très important. Ceux qui avaient plus de 30 ans au moment de l'explosion de la bombe donnent des résultats assez constants ; pour ceux de moins de 30 ans, nous avons vu dans certains cas la possibilité sur une période plus longue d'un déclin des risques relatifs

Peut-être y a-t-il effectivement une augmentation évaluation élevée du risque à l'heure actuelle et la possibilité de réévaluer ce facteur 2 à l'avenir. Par rapport aux indications disponibles dans les données japonaises, les études épidémiologiques humaines utilisent ce facteur 2 à des fins de radioprotection. Si nous voulons être extrêmement prudents, nous n'utiliserons peut-être pas du tout ce facteur. A long terme, ce problème ne sera peut-être pas aussi important, bien qu'il soit extrêmement complexe.

Si nous regardons la situation des travailleurs nucléaires britanniques et les études publiées sur ces travailleurs, vous verrez que les estimations sont plus importantes que dans les études de la CIPR. Le risque est beaucoup plus important que les chiffres mentionnés par la CIPR.

Pour résumer, il y a en fait des raisons qui nous permettent de croire qu'à l'avenir les estimations risquent de ne pas être très différentes de ce que nous avons à l'heure actuelle en matière de radioprotection.

Un autre point important est de savoir quel serait le risque tolérable pour un travailleur exposé aux rayonnements ionisants. J'ai parlé ce matin d'une probabilité de décès de 1 pour 1000, ce qui semble être acceptable, mais il faudrait tenir compte également de la durée de vie par catégorie professionnelle et vous arriverez peut-être à un taux de 4%, soit une dose d'à peu près 20 mSv par an pour la durée de vie professionnelle.

Il nous semble que ce sont là des résultats assez fiables et qui nous permettent d'avoir une base fiable pour la radioprotection dans le siècle à venir.

M. BIRRAUX — Cela mène à l'acceptation aujourd'hui consensuelle du « 1 Sv vie entière ».

Pr. TUBIANA — Il y a un consensus sur le « 1 Sievert ». La seule différence entre la position de M. CLARKE et celle de l'Académie des Sciences est la répartition dans la vie de ce Sievert. Faut-il introduire une dose rigide de 20 mSv par an ou plus de flexibilité ? C'est là le seul débat que nous avons. Il a été très bon que cette clarification montre l'étendue de notre controverse qui est très limitée.

M. BIRRAUX — Flexibilité qui existe déjà un peu puisque c'est 20 mSv en moyenne sur 5 ans.

Pr. TUBIANA — Ce n'est pas une flexibilité suffisante.

Mme THÉBAUD-MONY — Je voudrais revenir sur les questions épidémiologiques en appuyant ce que disait Mme BELBEOCH sur les problèmes de groupes à risque, sous l'angle de la question des postes de travail.

Dans la maintenance, il y a certains postes de travail beaucoup plus exposés que d'autres. Or, prendre une population globale sans tenir compte des différences entre les expositions de ces postes de travail — ce sont des postes relativement pointus — peut conduire à des résultats qui ne seront pas valides sur l'ensemble de la population. J'insiste sur la question des postes de travail et sur la façon dont cela peut être pris en compte dans les études épidémiologiques construites par rapport aux travailleurs extérieurs.

J'aimerais intervenir sur les conditions dans lesquelles aujourd'hui se fait la gestion de la diminution des doses et notamment les questions d'emploi. C'est un débat que nous avons eu il y a 2 ans ici même. Rien n'a progressé au niveau de la législation. Je voudrais rappeler 2 propositions qui avaient été évoquées à l'époque :

- d'une part, un fractionnement des doses en fonction de la durée d'intervention en zone exposée, c'est-à-dire que la zone limite ne serait plus une dose limite annuelle ou trimestrielle mais une dose limite en fonction de la durée d'intervention ;
- d'autre part, une protection de l'emploi des personnes en limite de dose, ou une protection par rapport à des mises en chômage partiel qui conduisent à une très forte réduction des ressources des personnes en question alors que ce sont justement les personnes qui subissent les expositions.

M. BIRRAUX — C'est effectivement une de nos préoccupations constantes. J'avais utilisé dans un rapport il y a 2 ans le terme « nomade du nucléaire » qui a été largement repris par tous, par la presse, voire diverses études.

Cela nous permet de poursuivre notre débat par la présentation des dispositions envisagées ou adoptées par les exploitants pour l'application courante de la CIPR 60.

Nous sommes fixés sur les limites de dose. Or, il y a d'autres instruments pour gérer la dose dans la perspective évoquée par le président de l'OPRI, le Pr. MASSE : éviter les doses inutiles. Est-ce que M. STRICKER peut nous expliquer comment cela se passe et quels sont les autres instruments que mettent en œuvre les exploitants ?

M. STRICKER — Le sujet est vaste, je vais essayer de brosser un tableau de la situation actuelle et des projections que l'on peut faire sur le futur proche. Je m'appuierai sur quelques transparents qui permettront de voir où nous en sommes actuellement dans la répartition de la dose délivrée pour l'exploitation et la maintenance de l'ensemble des installations nucléaires de production d'électricité et d'EDF.

(Projection de diapositives)

Nous avons à la fois un histogramme qui donne la répartition des doses par tranche, les trois premières colonnes donnent les doses inférieures à 0,1 mSv, les trois suivantes de 0,1 à 1, les trois suivantes de 1 à 5 mSv. On pourrait tracer un trait vertical après cette première série qui correspondrait en l'état actuel de la législation à la dose autorisée pour le grand public. La hauteur

des colonnes donne le nombre de personnes qui ont reçu des doses dans ces intervalles. L'échelle est par millier. La couleur rouge correspond à l'année 1993, la couleur jaune à l'année 1994 et la couleur orange à l'année 1995

Quelles sont les constats à faire au vu de cette photographie de la situation depuis que la question a été débattue dans cette salle ?

La grande majorité des personnes qui travaillent sur les installations nucléaires (que ce soient les agents qui exploitent ou qui en assurent la maîtrise d'ouvrage, ou les prestataires auxquels on fait appel pour des opérations de maintenance) reçoit des doses inférieures à la dose admise pour le public. Il s'agit de travailleurs qui interviennent dans les installations en zone contrôlée. Ceux qui ont reçu des doses supérieures à 40 mSv étaient au nombre de 52 personnes en 1993, 19 en 1994, 3 en 1995. Entre 20 et 30 mSv on trouve 165 personnes en 1993, 151 en 1994, 80 en 1995.

On n'a pas attendu la législation ou la science pour faire progresser la radioprotection au sens de l'exploitation de nos centrales. Cette diminution des doses année après année est le reflet des efforts que l'exploitant, avec ses prestataires, a déjà engagés, afin non pas seulement de rallier la future réglementation, mais aussi afin d'avoir une exploitation de qualité, la dosimétrie étant un des indicateurs de qualité parmi d'autres.

Que deviennent les travailleurs qui ont reçu des doses en 1993, 1994 et 1995 ? Année après année, on constate une progression à caractère statistique qui permet de faire des travaux identiques en faisant prendre moins de doses à ceux qui font ces travaux. C'est le résultat d'un effort concret sur le terrain, fait par les exploitants, en liaison avec les prestataires et à travers des méthodes de radioprotection sur le principe ALARA (« Aussi bas que raisonnablement possible »), ceci avec des coûts négatifs.

Le fait de gagner en qualité d'exploitation fait gagner sur plusieurs tableaux à la fois. On a l'habitude de dire quand on travaille en sûreté "*disponibilité/sûreté, même combat*". C'est vrai dans 95 % des cas. Les gains faits en dosimétrie sont également des gains faits en francs. Un exemple américain donné dans *Nucleonics Week* disait que le plus grand gain en doses que l'on peut obtenir consiste à ne faire les opérations qu'une seule fois. Ceci permet de gagner en temps, en disponibilité, en argent, en qualité, en sûreté et en dosimétrie. On peut le démontrer au cas par cas.

On pourrait également dire que les gens qui reçoivent des doses supérieures à 20 mSv ou 30 mSv disparaissent des listes des travailleurs des centrales, et l'on pourrait faire de la gestion de l'emploi par la dose. C'est quelque chose qui m'a frappé, et j'ai été tout à fait sensible à cet aspect. Il n'est bien entendu pas question d'obtenir des progrès de quelque nature que ce soit au détriment des gens qui portent les progrès en question.

Je me suis livré à une étude très pointue sur les personnes ayant reçu plus de 5 mSv. Plus de 90 % de ces personnes qui ont reçu cette dose en 1993 ont retravaillé et se retrouvent sur cet histogramme en 1994. Ceci montre que contrairement à une idée reçue, les gens qui ont reçu des doses, y compris des doses de l'ordre de 20, 30, 40 mSv sont réemployés sur nos installations. Les 52 personnes qui ont reçu plus de 40 mSv en 1993 ont toutes retravaillé en 1994 sur des installations d'EDF. Quand on parle de gestion de l'emploi par la dose, il faut voir ce dont on parle. Ce type de démonstration qui doit être refait année après année doit être de nature à rassurer un certain nombre de personnes.

L'optimisation nécessite des outils et comporte sur 2 aspects.

Les premières colonnes du schéma que je vous montre sont de 1993, j'ai également des données de 1992 mais je n'en ai pas de 1991. Pour pouvoir présenter ce schéma et tirer les conclusions que je viens de tirer devant vous, il a été nécessaire de mettre en oeuvre un système

informatique permettant de collationner l'ensemble des données de l'ensemble des travailleurs intervenant sur toutes les installations nucléaires.

C'est le système qui s'appelle DOSINAT qui permet de comptabiliser la dosimétrie de chacune des personnes qui interviennent quel que soit le site EDF d'intervention. Ceci a nécessité d'avoir un identifiant qui permette de suivre ce travailleur quel que soit son déplacement. Cela nécessite bien entendu l'accord correspondant de la CNIL obtenu pour 5 ans. Ces données sont dans un fichier informatique dont l'autorisation est donnée pour 5 ans. Si nous ne voulons pas que ces données soient « écrasées » en 1997, il faudra faire quelque chose rapidement. Je suis prêt à aider à faire quelque chose, encore faut-il que ce soit demandé par quelqu'un...

EDF s'est doté d'un outil pour ses propres centrales et pour ses propres prestataires. Le même prestataire qui intervient à la centrale de Flamanville a une chance non négligeable d'intervenir à La Hague. D'où le travail fait par les grands exploitants nationaux (CEA, COGEMA, le service spécialisé des armées sur l'entretien des sous-marins, EDF) avec les prestataires pour faire un système identique qui couvre l'ensemble des exploitants et de leurs prestataires.

Ce système que l'on appelle DOSIMO est maintenant opérationnel. Il attend pour être opérationnel que l'on ait levé les incertitudes relatives à une mauvaise utilisation de ce système : le risque de « gestion de l'emploi par la dose ». J'ai démontré qu'on ne le faisait pas du côté d'EDF, il faut que la démonstration puisse être apportée de la même façon par l'ensemble des exploitants. Le fait que l'OPRI ou le ministère de la Santé contrôle l'utilisation de ce système devrait être de nature à rassurer les gens et à montrer que ce type de système de recueil d'informations dosimétriques va dans le sens d'une bonne gestion non pas « de l'emploi par la dose » mais de la dose et de la gestion dosimétrique du travail.

Cela nécessite un identifiant individuel. Ce que je vous indique là ne pourrait pas être donné si on se contentait, comme on l'a fait très longtemps pour les neutrons, d'avoir dans telle salle tel niveau de dose moyen. Cela ne donnerait pas des résultats suffisamment fins. Dans une centrale nucléaire, la maintenance est suffisamment complexe et elle nécessite que le « poste de travail » soit le travailleur lui-même puisqu'il se déplace. Il est donc nécessaire d'avoir une dosimétrie attachée à chaque individu, d'où les nécessaires précautions à prendre du côté de la confidentialité des résultats.

Ce sont là les outils. Ensuite, on peut faire de l'optimisation sur deux plans. Un premier consiste à diminuer la dose individuelle de chacun des intervenants. Sur le transparent, vous verrez sur des valeurs moyennes comment on a pu baisser la dosimétrie des intervenants sur les centrales.

J'ai séparé les agents d'EDF davantage tournés vers l'exploitation quotidienne et le contrôle des différentes interventions, plus quelques interventions directes, et les prestataires auxquels nous faisons appel. Année après année (1992, 1993, 1994, 1995), la dosimétrie moyenne pour les agents EDF part de 2,1 mSv pour descendre à 2, puis 1,7, puis 1,6 mSv en moyenne par agent en 1995. Pour les prestataires auxquels nous faisons appel, la dose moyenne était en 1992 de 6,7 mSv pour passer à 6, puis 4,8 puis 4,4 mSv en 1995.

J'ai fait la séparation pour montrer que les efforts qui sont faits en matière d'optimisation de la dose individuelle portent en priorité sur ceux qui reçoivent les doses les plus élevées. Il se trouve que ce sont les prestataires dans la mesure où ils interviennent sur plusieurs sites et où ils sont au contact direct de la machine davantage que ne le sont en général les contrôleurs d'EDF. Entre 1992 et 1995, la diminution de la dose des prestataires est de 35 % et pour les agents EDF de 23 %. C'est la première phase de l'optimisation.

L'autre aspect de l'optimisation concerne la dosimétrie collective. Je serai demandeur d'une explication de l'intérêt de la dosimétrie collective par rapport à la dosimétrie individuelle. On sent que la dosimétrie individuelle est reliée au débat de ce matin, la dosimétrie collective est différente.

c'est un total que l'on fait des doses prises par des personnes différentes : des doses de soudeurs, de chaudronnier, d'exploitant en salle de commande, de chimistes, etc.

Cette dosimétrie collective est pour l'exploitant un indicateur de qualité de l'exploitation et c'est cet indicateur qui avait tout d'abord attiré notre attention. La courbe bleue montre, année après année, depuis 1985, le nombre de réacteurs mis en service par EDF. En 1995, 54 réacteurs REP sont en service. La courbe rouge, la dosimétrie collective, augmente au début parallèlement au nombre de réacteurs, ce qui signifie que l'on faisait aussi mal d'une année sur l'autre. On observe une divergence à partir de 1988 puisque la dosimétrie collective augmente plus vite que le nombre de réacteurs, ce qui signifie qu'on travaille moins bien.

La prise de conscience a été faite en 1991, date à laquelle des discussions ont eu lieu ici même. Cette courbe avait été projetée et il y a eu réaction de l'exploitant de façon à casser et à inverser la tendance et avoir une courbe de la dosimétrie totale liée aux interventions qui diminue quand bien même le nombre de réacteurs reste stable. C'est donc un indicateur important

Je terminerai sur l'aspect des gens qui passent d'un site à l'autre. Vous avez employé le terme de « nomade du nucléaire » ; là aussi, cela nous a interpellés, non pas tant parce que des gens ont un métier qui les amène à travailler sur plusieurs sites, mais sous l'angle de la prévention des risques en général.

Le fait que des gens puissent travailler sur un chantier une semaine jusqu'au dimanche soir inclus sur la centrale de Gravelines et être amenés à travailler le lundi matin à Tricastin dans la Drôme n'est pas générateur de sécurité ni sur la route ni au travail le lendemain matin. C'est un élément important sur lequel des travaux sont faits avec les différents prestataires, dans le cadre de contrats de partenariat, pour connaître l'ampleur de ce phénomène et chercher à voir combien de personnes sont concernées au titre des seules installations nucléaires d'EDF.

Sur la gauche du tableau, vous avez 9 047 personnes et sur la ligne horizontale le nombre de sites sur lesquels elles travaillent : Un seul site, pour 9 000 personnes, et plus de 9 sites pour 50 personnes. On s'aperçoit que du fait des commandes que l'on peut passer aux différents prestataires, certes il y a un effet de travail d'un site à l'autre, c'est évident, mais cet effet est raisonnable puisqu'une très grande partie des prestataires travaille sur un, deux ou trois sites. Si je compte l'ensemble des prestataires auxquels on fait appel, il y a 10 % de personnes affectées par cette question ; si ces 10 % risquent un accident du travail, cela vaut la peine que l'on s'en occupe de près. Le fait qu'il n'y en ait que 10 % montre que le problème n'est pas insurmontable.

Je pourrai dire un mot du travail fait pour aller en deçà d'une valeur moyenne de 20 mSv par an, donc au-delà de ce que demanderait la CIPR mais je ne voudrais pas monopoliser la parole.

M. BIRRAUX — Je vous remercie, M. STRICKER, d'avoir montré comment les exploitants ont intégré ces notions et s'y préparent.

Mlle LESOURD — On parle depuis ce matin des effets sanitaires des faibles doses mais il faut aussi prendre en compte les coûts sociaux économiques de ces mesures et réglementations qui vont en découler.

En voyant les transparents de M. STRICKER, je m'interroge par rapport à ses conclusions. Sur le premier transparent, il nous dit que les salariés qui sont dans les colonnes de droite, les plus exposés, se retrouvent dans les colonnes de gauche, les moins exposés. Or il ne peut suivre que le personnel de statut EDF, il ne connaît pas le devenir de ses prestataires de services.

M. STRICKER — Il ne s'agit pas seulement du personnel de statut EDF mais de l'ensemble de nos prestataires. Sur tous les cas que j'ai cités, supérieurs à 40 mSv, il devait y avoir 3 EDF et le reste en prestataires extérieurs.

Mlle LESOURD — J'ai bien compris mais vous nous avez dit qu'on les retrouvait dans les colonnes de gauche avec des dosimétries inférieures. Or, vous suivez votre personnel EDF mais vous ne pouvez pas préjuger du devenir professionnel des agents de vos prestataires, vous n'en êtes pas responsable. Si vous dites qu'il n'y a pas de gestion de l'emploi par la dose, vous pouvez en parler pour votre personnel EDF mais pas pour vos prestataires. Ce n'est pas vous qui êtes l'employeur des prestataires.

Les stratégies industrielles des exploitants du nucléaire évoluent. On s'aperçoit qu'il y a un recentrage sur les missions de chaque exploitant, c'est-à-dire qu'EDF fournit l'énergie, COGEMA retraite et le CEA recherche. Mais toutes les activités annexes et parallèles qui sont nécessaires pour que certains recherchent, d'autres produisent et d'autres retraitent, sont sous-traitées à des filiales ou à des sous-traitants. Donc la notion d'« exploitant nucléaire », un peu isolé, devrait être agrandie aux filiales ou groupes périphériques.

Il serait mieux de raisonner sur l'ensemble du nucléaire français parce que lorsque les « nomades » vont de centrale en centrale, ils peuvent être suivis par le système DOSINAT mais quand on voit que les doses d'EDF baissent, on voit que les prestataires, les salariés des sociétés prestataires chez EDF sont aussi prestataires à COGEMA ou au CEA, et vont ensuite prendre des doses dans ces autres entreprises. Il y a là un sérieux problème de suivi et donc de mise en place d'une dosimétrie opérationnelle sur l'ensemble des exploitants nucléaires en France.

J'insiste sur ce sujet parce qu'il me paraît très important. A force d'avoir certaines « pudeurs » vis-à-vis de la protection du salarié, on arrive à un phénomène où on fait son malheur, comme pour les enquêtes épidémiologiques où on a voulu respecter les causes de mortalité d'un certain nombre de personnes, mais où maintenant on n'arrive pas à remonter l'information pour faire ces enquêtes et protéger l'avenir des populations.

Il y a un réel besoin de réflexion sur tous ces sujets.

M. BIRRAUX — Je suis volontiers critique sur un certain nombre de sujets. Je voudrais quand même dire que vos propos ne sont pas la condamnation des propos de M. STRICKER ni en opposition avec ce qu'il a dit puisqu'il a précisé quelles étaient les limites de l'étude qu'il présentait en disant : *« Ils sont chez nous s'ils travaillent à Flamanville. Mais ils peuvent aussi aller à La Hague et alors ils ne figurent pas dans notre tableau »*.

Mlle LESOURD — Nous sommes d'accord : EDF a fait un travail très intéressant qu'il faudrait peut-être généraliser à l'ensemble des industriels du nucléaire quel que soit le système.

Mme THÉBAUD-MONY — Ce n'est pas parce que l'on retrouve ultérieurement dans le secteur nucléaire les personnels très exposés que ce ne sont pas des gens qui sont frappés par la gestion de l'emploi par la dose, dans la mesure où on sait très bien qu'un certain nombre de personnels temporaires, soit en contrat à durée déterminée, soit des intérimaires, sont des « CDD fidélisés ». Ce qui veut dire qu'ils pourront travailler un certain temps puis se retrouver au chômage, puis de nouveau travailler pour la même entreprise.

Concernant le problème crucial de cette situation de l'emploi pour un certain nombre de sous-traitants, même s'il y a des entreprises qui ont du personnel stable, il ne s'agit pas de dire que tous les travailleurs extérieurs sont des travailleurs extrêmement précarisés. D'une part, même pour ceux qui sont en contrat à durée indéterminée se pose le problème du chômage partiel quand ils ont atteint la limite de dose.

D'autre part, je voudrais citer l'exemple d'un intérimaire qui travaille pour une entreprise de travail temporaire spécialisée dans le nucléaire. Quand on est intérimaire spécialisé dans le nucléaire, on a suivi des formations imposées par l'exploitant, qui fait que pour l'entreprise de travail temporaire, vous êtes destiné au nucléaire. Or, il y a des périodes où on ne travaille pas quand on est sous-traitant du nucléaire, et si on a atteint la limite de dose dans cette période, on est sans pouvoir obtenir du travail ailleurs.

Dans la cohorte de 87 salariés que nous avons suivie en 1988, un des salariés s'est suicidé il y a un an, il avait 27 ans, pour des problèmes financiers. Nous le savons *via* le médecin du travail et l'employeur pour qui cela a été un problème crucial. Quand on parle de ce problème de la mobilité et du problème et de la gestion de l'emploi par la dose, il faut voir que cela recouvre des réalités humaines et sociales dramatiques.

M. GIRADEL — Je n'ai pas été personnellement convaincu sur le fait qu'il fallait baisser les limites de radioprotection mais j'ai l'impression que les décisions gouvernementales pour les baisser seront prises en liaison avec les propositions de la Communauté européenne.

Il faudrait prévoir une information très précise et simple du public car, comme l'ont dit nos académiciens, certains ne comprendraient pas qu'à Limoges ou Brest on vive moins bien qu'en Seine-Maritime ou ailleurs.

M. BIRRAUX — Le Pr. TUBIANA a répété plusieurs fois qu'il ne s'agissait pas d'affoler inutilement le public. Dire que quand on est à Limoges, on va vivre moins bien et qu'on a plus de risque du point de vue de la radioprotection que quand on vit à Paris, c'est accrédi-ter l'idée qu'il y a un affolement du public.

On a bien dit que les limites de dose s'appliquent aux expositions ajoutées donc je souhaiterais que ce débat soit clos et que l'on n'y revienne pas.

M. GIRADEL — Je souhaite que l'Office demande à l'assemblée d'avoir un langage clair pour ne pas affoler le public. Pour la protection des travailleurs du nucléaire, il y a le risque qui a été soulevé à plusieurs reprises d'une gestion du travail par la dose, mais on peut très certainement pallier cette difficulté. Il faudrait imposer une clause dans les contrats où EDF, COGEMA et le CEA pourraient avoir un droit de regard sur cette question de l'emploi par la dose pour éviter les cas douloureux qui ont été soulevés. Cela fait longtemps que mon organisation syndicale, la CGC, le demande. Je crois que l'on pourrait y arriver.

En corollaire, à une époque où de nombreux travailleurs des pays de l'Est dans le nucléaire viennent en France, je crois que les systèmes que nous a expliqués M. STRICKER sont excellents appliqués à la France, mais il faudrait obtenir que l'individu ait un passeport nucléaire international qui le suivrait et la clause du contrat dont je parlais pourrait garantir l'emploi au personnel qui aurait subi des irradiations trop importantes.

Pour que le public soit bien informé, il faut une formation dès l'école : il faut que le public comprenne ces problèmes d'irradiation avec des indicateurs simples. M. STRICKER en a donné quelques-uns.

L'échelle INES de gravité pour les accidents nucléaires est une réussite, d'autant plus qu'elle a pu être facilement internationale. Je crois qu'il faudrait une échelle sur les accidents d'irradiation ou les incidents d'irradiation. Nous vous avons fait une proposition que je ne développerai pas ici mais il y a des possibilités en prenant en compte les irradiations éventuelles et réelles et les contaminations parallèles des personnels et aussi des populations environnantes des sites nucléaires.

J'ajoute que deux autres indices qui sont utilisés pour les accidents du travail — qui pourraient être un taux de fréquence de radioactivité et un taux de gravité — permettraient de comprendre plus facilement ces problèmes qui sont complexes et que nous mêmes n'avons encore pu résoudre.

Il ne faut pas oublier le problème de l'utilisation des radioéléments par les très nombreux petits utilisateurs : il ne faut pas les enlever du débat. Ce n'est peut-être pas le lieu ici mais en matière de radioprotection pour ces petits établissements, il y a des choses à voir.

M. PÉLISSIER-TANON — Je suis le représentant de COGEMA et chargé de la coordination de la radioprotection dans ce groupe. Au moins pour COGEMA, je répondrai en partie aux interrogations de Mme LESOURD.

COGEMA a des activités diversifiées qui sont celles du combustible. Souvent, parce que c'est la plus grande usine et la plus « racontée », le public réduit COGEMA à La Hague. En fait, le groupe COGEMA est constitué d'un établissement minier et chimique, d'une filiale chimique, de deux établissements de la société COMURHEX, de l'établissement EURODIF et de sa filiale SOCATRI et de trois établissements industriels propres à COGEMA qui sont Pierrelatte, Marcoule et La Hague, sans oublier l'atelier de combustible de COGEMA à Cadarache.

Les résultats que je vais vous citer en quelques chiffres simples sont les suivants. Nous suivons 18 000 personnes environ bon an mal an. Il y a eu des variations d'une année à l'autre mais pas une tendance à la croissance ni à la diminution. En 1989, pour cet ensemble, nous avons 36 hommes Sieverts d'exposition totale. Aujourd'hui, nous en avons un peu plus de 12, ce qui fait une dose individuelle passée en 6 ans de 2 mSv à 0,7 mSv. Cet effectif comprend indistinctement le personnel propre aux sociétés que j'ai citées et leurs sous-traitants, c'est-à-dire moitié/moitié avec des proportions variables d'un établissement à l'autre.

Le problème de la gestion radiologique n'est pas le même suivant l'activité. Il y a donc une variation notable des expositions individuelles qui suit la distribution de EDF. Pour en résumer quelques points à défaut de vous projeter une courbe, je dirai que pour les quelques 18 000 personnes concernées en 1994, 71% de travailleurs suivis ont eu des doses nulles au sens de la sensibilité des appareils, 16% ont été au-dessous de 0,5 mSv ; c'est-à-dire qu'au total 87% de nos travailleurs ont été au-dessous de 1 mSv ou dose nulle. Les autres se répartissent par classe successive.

Si je vais aux doses élevées, on peut simplement résumer la situation en disant que nous avons eu pour 1994 60 employés ou sous-traitants au-dessus de 20 mSv dont 7 étaient des employés de nos sous-traitants et 57 des employés de COGEMA et ses filiales.

Tous ces chiffres méritent quelques explications. D'abord, inégalité des doses moyennes et des doses individuelles suivant les métiers. De ce point de vue, les salines mais surtout les mines souterraines et la fabrication du combustible à Cadarache constituent les ateliers où les doses moyennes sont les plus élevées.

A l'inverse, dans une usine comme EURODIF, il n'y a pratiquement pas de dose. Ceci est dû aux matériaux et aux conditions de travail. Nous n'avons pas comme EDF à ouvrir le procédé une fois par an pour faire une série de travaux d'entretien et de remplacement de combustible : nos procédés sont continus.

Par conséquent, l'organisation du travail aboutit à peu près à ceci : les travailleurs sous-traitants occupent des postes relativement continus dans l'année, il y a peu d'itinérants et je n'ai pas de statistiques à vous donner : itinérant est l'exception. Ceci ne veut pas dire que nous ne souhaitons pas très vivement adhérer à DOSIMO sous l'égide de l'OPRI car cette exception mérite la plus grande

attention. Il serait regrettable qu'en présentant des résultats globalement satisfaisants, nous négligions les zones d'ombre possibles où nous devons oeuvrer.

Mme DONIOL-SHAW — Je voulais apporter des précisions par rapport à ce qu'a dit Mme THEBAUD-MONY et poser des questions sur quelques-uns des graphiques présentés par M. STRICKER. Je parlerai des résultats d'une enquête qui concernait les conditions de travail, de vie et la santé des sous-traitants du nucléaire.

Cette enquête a été conduite sous l'étude du ministère du Travail, en association avec les médecins du travail qui suivent les sous-traitants. Par rapport à ce qu'a dit Mme THEBAUD-MONY, on peut témoigner que les salariés sous statut précaire, et notamment les intérimaires, sont ceux qui prennent les doses moyennes annuelles les plus élevées, et sont ceux qui travaillent le moins longtemps dans l'année.

On a là des données qui illustrent des phénomènes de gestion de l'emploi par la dose. Il faut bien souligner que la gestion se fait dans l'année compte tenu de la durée des arrêts de tranchée.

Ma deuxième interrogation porte sur le fait que M. STRICKER nous présente des comparaisons entre 1993, 1994 et 1995 où le nombre de salariés les plus exposés diminue, mais où les effectifs ne sont pas constants. Le nombre des salariés de la sous-traitance au cours de ces années a progressé, ce qui veut dire que s'il y a une partie des gains qui sont amenés par une réduction globale des doses, il y a quand même une bonne partie des gains qui sont obtenus non pas par optimisation mais parce qu'on va répartir les doses sur un nombre plus grand de salariés. On ne va donc pas forcément faire des progrès sur les conditions mêmes d'exercice de leur travail.

Dès lors que les salariés vont sur plus d'un site nucléaire au cours de l'année, leur risque d'accident de trajet est accru. Dès lors qu'ils vont au moins sur deux sites, ils ont un risque accru d'accident de trajet. Quant aux accidents du travail, nous n'avons pas d'information.

M. GIRAUDEL — J'ai oublié d'intervenir sur la durée de la conservation des données. M. STRICKER a dit que la commission « Informatique et Libertés » avait donné 5 ans, il est évident que compte tenu de tout ce que nous avons entendu sur les études épidémiologiques, pour faire progresser le problème, il faut que ce soit sur la vie entière. 5 ans représentent une période ridiculement trop courte et je souhaite que vous puissiez user de votre influence pour aller au-delà de ce délai.

M. BIRRAUX — Si on va de 5 ans en 5 ans, sur une vie entière, ce sera bien.

M. GIRAUDEL — Les anciennes données seront perdues.

M. BIRRAUX — La CNIL a ouvert une porte pour poursuivre l'expérience pendant 5 ans. Je crois qu'elle demandera un certain nombre de garanties, de résultats, pour voir comment cela s'est passé, avant de statuer à nouveau. Laissons-lui son entière liberté et responsabilité en ce domaine.

Mlle LESOURD — Quand M. STRICKER nous a présenté son système DOSINAT, il s'agissait de la dosimétrie opérationnelle, donc la dosimétrie légale est bien conservée pour faire la dosimétrie vie. Ce sont deux problèmes différents. Est-ce que je me trompe ?

M. STRICKER — C'est la dosimétrie opérationnelle et je faisais cette proposition au cas où elle pourrait être d'une quelconque utilité dans les études épidémiologiques en question. La dosimétrie réglementaire n'est pas comptabilisée dans ces tableaux, c'est fait par l'OPRI.

Mlle LESOURD — Nous sommes d'accord Syndicalement, pour essayer d'éviter cette gestion de l'emploi par la dose, il y a une certaine proposition d'avoir des interventions limitées en

dosimétrie. Est-ce qu'il ne serait pas plus sage et raisonnable d'avoir au contraire une dosimétrie, surtout pour les contrats à durée déterminée, au *pro rata* de la durée du contrat ?

Par exemple, pour un contrat à durée de 6 mois, l'agent ne pourrait pas prendre plus de 1/10^{ème} de la dose si on considère l'application de la nouvelle CIPR et, pour les intérimaires, au *pro rata* de la durée du contrat, ce qui éviterait énormément de problèmes de dose et surtout ce qui favoriserait aussi une véritable optimisation de la radioprotection, parce qu'actuellement on est souvent à abaisser les doses individuelles sans pour cela faire une véritable optimisation de radioprotection sur tel ou tel chantier. C'est par là que l'on devra passer parce que ces mesures auront un coût sur les répercussions, sur les prix de chantier. C'est ainsi que les exploitants pourront faire quelque chose.

J'ai remarqué que mon propos qui n'était pourtant pas agressif vis-à-vis des exploitants nucléaires les a fait réagir. Je ne parle pas des gens qui sont sous statut EDF ni sous statut COGEMA, je parle des prestataires de service qui se trouvent souvent être les mêmes pour les grands exploitants du nucléaire et qui permettent ainsi de se mettre au vert. Quand un agent ne peut plus rentrer sur une centrale EDF, on l'envoie sur un centre CEA ou COGEMA.

Il y faut mener une réflexion importante sur les normes que chaque entreprise peut se fixer.

M. BIRRAUX — C'est une préoccupation que nous avons soulevée dans le cadre de cet Office parlementaire depuis quelques années, qui concerne les travailleurs sous-traitants éventuellement intérimaires. J'attire votre attention toutefois sur le problème dosimétrie réglementaire/dosimétrie opérationnelle. Ne rigidifions pas un système. Je crois avoir dit à Monsieur MASSE qu'à la suite de sa déclaration sur la dosimétrie opérationnelle tout le monde avait pu se rendre compte qu'il parlait au nom de l'OPRI et que le SCPRI avait vécu.

Ne venons pas compliquer ces affaires. Si nous voulons avoir un suivi de ces travailleurs, je pense qu'il faudra que dans le cadre de la dosimétrie opérationnelle on puisse les suivre, quel que soit le lieu où ils vont travailler, ce qui n'est pas obligatoirement le cas avec la dosimétrie réglementaire. Même si l'OPRI a changé les méthodes de distribution des dosimètres-films qu'avait mis en place le SCPRI, il y a peut-être encore quelques petits malins qui réussissent à tricher. Si on veut éviter la triche, il faut pouvoir utiliser quelque chose qui permette de les suivre partout et qui évite des échecs que tout le monde déplore.

C'est l'intérêt de tout le monde. Ne nous cristallisons pas sur ce débat dosimétrie réglementaire/dosimétrie opérationnelle ; essayons dans un premier temps de trouver les moyens de suivre correctement ces travailleurs, d'éviter les excès, les dérives, les débordements qui ont pu être constatés et les responsables verront comment ils peuvent intégrer cela dans une réflexion plus large.

Pr. MASSE — Tant qu'on n'a pas mis au point un autre système fiable, il ne faut pas que la dosimétrie opérationnelle soit un encouragement à abandonner la dosimétrie réglementaire. Nous avons quelques signes de cela, ce serait inquiétant. A l'heure actuelle, c'est fiable, cela permet de suivre et de faire le cumul vie. On n'a que cela pour le faire actuellement.

M. BIRRAUX — Je ne veux pas l'abandonner, je dis qu'il ne faut pas que l'on soit sur des systèmes rigides et que pour quelques cas, en particuliers ceux-là, on trouve un moyen. Si c'est la dosimétrie opérationnelle, on fera les regroupements avec la réglementaire mais si c'est le moyen de suivre correctement les travailleurs à travers la France, pourquoi ne pas faire l'expérience ? N'empêchons pas l'expérimentation.

M. ROUSSON — Quand notre organisation syndicale avait découvert les recommandations de la CIPR 60, nous étions inquiets parce que nous craignons la gestion de l'emploi par la dose. Nous étions rassurés d'un côté puisqu'on baissait les doses, mais, d'un autre côté on disait que la

gestion de l'emploi par la dose allait se généraliser. En fin de compte, la tendance est plutôt inverse. Pourquoi ? Il faut faire un historique.

EDF, pour optimiser son parc nucléaire, a essayé de faire les arrêts de tranche là où il y avait le moins besoin d'électricité. Donc, cela a fait des pointes d'activité pendant les périodes d'été. Elle a trouvé qu'elle ne pouvait pas garder des salariés statutaires qui n'étaient utilisés que partiellement dans l'année. Cela nous a amené à une sous-traitance. En raccourcissant les arrêts de tranche, on est arrivé à des transferts de contrat à durée indéterminée vers des CDD. La normalisation est allée dans ce sens.

Depuis la CIPR 60 est arrivée — je ne dirai pas qu'il n'y a que cela : il y a aussi l'Office parlementaire qui fait des avancées par une discussion sereine — la pression petit à petit a fait qu'on va dans l'autre sens. On s'oriente maintenant à EDF vers un allongement de la période pour faire des arrêts de tranche, ce qui va nous aider à définir des charges de travail avec un effectif employé à temps complet sur l'année qui pourra peut-être revenir à des emplois statutaires qui diminueront les prestataires et la précarité, et d'un autre côté qui fera que les agents auront un suivi méd cal garanti, un débit de dose pas toute l'année à temps complet

On va donc dans le bon sens. Pour moi, la CIPR 60 est une bonne chose. Si l'Académie des Sciences nous dit que ce n'est peut-être pas juste, je dis que sur le plan politique, cela va dans le bon sens puisque cela va diminuer la précarité des salariés. Ceci a un coût, mais comme l'a dit M. STRICKER, il n'y a pas de temps à perdre et si on parle coût, on peut dire qu'EDF, l'année dernière, en plus de la rémunération normale de l'Etat, a approvisionné le budget de 1 800 MF. Donc, si on pense que ce budget est redistribué sur la société, il va de soi que la sécurité, si on a moins de cancer, s'en ressentira.

Globalement, je pense que pour la société on va dans le bon sens. Vive la CIPR 60 ! et plus tôt elle sera mise en place, mieux cela vaudra !

Pour l'OPRI, je suis d'accord, il faut lui donner des moyens : il faudrait également que les inspecteurs du travail puissent avoir accès à la dosimétrie, comme pour les heures supplémentaires. Les syndicalistes font toujours appel à l'inspecteur du travail pour dénoncer les abus. Là ce serait la même chose : ils pourraient demander à l'inspecteur du travail d'intervenir quand ils auraient connaissance d'abus et cela aurait un autre poids que la simple parole du syndicaliste.

M. STRICKER — L'emploi et la non-précarité ne passent pas uniquement par l'embauche dans des entreprises telles que EDF parce que dans certains cas c'est le meilleur moyen de mettre au chômage un certain nombre de personnes de PME et PMI autour des sites. Mais c'est un autre débat.

Je dirai un mot sur l'enquête. L'enquête est intéressante et nous a amenés à faire un certain nombre de gestes vis-à-vis des entreprises. Elle date de 1993, et sur les 2 500 salariés qui avaient été interviewés, j'ai relevé un certain nombre de choses : 80% de ces 2 500 personnes ont un contrat à durée indéterminée et moins de 3% sont des intérimaires. Cela ramène les choses à leur juste valeur.

Sont-ce ces intérimaires qui prennent les plus fortes doses ? J'aimerais que l'on m'en apporte la preuve et je suis prêt à regarder cela de près.

L'enquête dit qu'une bonne partie (87%) des personnes interrogées trouvent leur métier passionnant, 78% disent avoir les moyens de faire un travail de bonne qualité, 87% prétendent jouir de l'autonomie nécessaire et 85% jugent le contrôle hiérarchique important. Il y a des choses sur lesquelles nous avons travaillé et il y a des choses sur lesquelles nous avons lieu de nous féliciter.

S'agissant du nombre de personnes qui en 1992, 1993, 1994 et 1995 ont reçu plus de 20 mSv, vous observez une décroissance nette. Ces personnes n'ont pas été écartées du champ de travail offert

par EDF : 766 personnes sur 1994 ; on peut se demander quelles sont ces personnes. Nous avons fait un découpage et nous trouvons que 20 appartiennent à EDF et les autres à 24 entreprises, sachant que nous faisons travailler un bon millier d'entreprise prestataires.

Pour arriver à 0 qui est l'objectif de l'horizon 2000, le travail consiste à se rapprocher individuellement de ces 24 entreprises pour voir avec elles de quelle manière diminuer la dose des intervenants, mais pas en utilisant des intérimaires que l'on sortirait « par derrière » ; ce n'est pas l'objet, d'autant que la plupart des gens qui sont là ont des métiers relativement pointus. Le problème n'est pas si facile, il faut avoir des interventions pour une part en zone contrôlée, pour une part hors zone contrôlée et on doit arriver dans des délais raisonnables à faire descendre ces intervenants recevant plus de 20 mSv à 0. C'est l'affaire de discussions avec 24 chefs d'entreprise, ce n'est pas le bout du monde.

M. ILARI — Je voudrais apporter un élément d'information. M. GIRAUDEL a préconisé l'opportunité de développer une échelle de gravité des incidents d'irradiation des travailleurs semblable à l'échelle INES qui est en fonction pour la gravité des accidents nucléaires.

L'échelle INES qui a été créée il y a un certain nombre d'années et qui est « gérée » par l'AIEA, comprend 3 critères d'évaluation pour la classification des incidents en termes de sévérité. Un des critères est le rejet de radioactivité à l'extérieur. Le deuxième est relatif aux implications pour la sûreté nucléaire. Le troisième est le niveau d'irradiation des travailleurs. Il y a un critère spécifique dans l'échelle INES qui classifie les incidents selon certains niveaux de dose éventuellement pris par le travailleur.

Je me demande s'il y a besoin d'une autre échelle quand l'échelle INES comprend déjà ce critère.

M. GIRAUDEL — Je connais très bien l'échelle INES puisqu'étant membre du Conseil supérieur de la Sûreté et de l'Information nucléaires, nous avons sous la présidence de M. TUBIANA abordé ces problèmes d'échelle pour la France. Nous avons adapté l'échelle des accidents et incidents nucléaires en France à l'échelle INES internationale.

J'ajouterais que notre idée d'avoir une échelle spécifique pour la radioprotection est destinée à ce que les journalistes et le public comprennent mieux ces problèmes de radioprotection.

M. ZERBIB — M. ILARI a raison, mais cela ne couvre qu'une partie étroite : c'est lorsque l'accident survient dans une installation nucléaire et que l'accident est classifié. Je prends un exemple que tout le monde connaît : les 3 irradiés de Forbach n'ont pas fait l'objet d'un classement INES puisque ce n'était même pas une ICPE.

L'idée suggérée est importante : il n'y a pas un lieu officiel en France, ni même en Europe, où on organise et on répertorie les situations accidentelles pour en tirer un retour d'expérience notamment. Seuls les Américains, et depuis peu de temps les Russes, font un regroupement rigoureux des données publiées dans la littérature, sur les situations radiologiques accidentelles. On ne les trouve qu'aux États-Unis pour l'instant et en URSS.

Les seuls travaux sont des travaux d'auteurs qui ont été faits par un grand nombre de Français dont le Dr. NENOT à l'IPSN, le Pr. JAMMÉT et quelques autres ; mais ce ne sont que des travaux d'auteurs.

M. BIRRAUX — Je demande maintenant à nos deux invités principaux de nous dire en une minute leur sentiment à la fin de cette discussion.

Pr. TUBIANA — J'ai trouvé la réunion extrêmement intéressante et fructueuse. J'ai été ravi de cette occasion de discuter une fois de plus avec nos amis Roger CLARKE et Roger COX car, contrairement à ce qui a été dit, nous avons beaucoup de contacts avec les gens de la CIPR. En 1988, j'avais pris la responsabilité de réunir à Paris un groupe de travail avec la CIPR, nous n'en sommes donc pas au début de nos contacts et j'espère que ceux-ci vont se poursuivre.

Concernant les points de vue des uns et des autres, cette réunion a permis de mieux clarifier les choses et de montrer que, alors qu'il y a *grosso modo* un accord sur un grand nombre de points et de faits scientifiques, il subsiste deux désaccords qui ne sont pas importants mais qui existent. Le premier est l'utilisation des modèles de projection dans l'évaluation des risques à doses élevées ; le second est le mode d'extrapolation pour l'évaluation des risques à doses faibles.

Ce sont deux points scientifiques et non pas des points philosophiques. Comme ce sont des points scientifiques, ils peuvent être résolus par l'expérience et j'espère que dans les 5 années à venir nous aurons des données scientifiques qui permettront de progresser grandement dans ces deux domaines.

Pr. CLARKE — Je vous suis reconnaissant à vous, M. BIRRAUX, ainsi qu'à l'Office parlementaire, de m'avoir donné ainsi qu'à mon collègue le Dr. COX la possibilité de prendre part à ces travaux. Nous pensons que les choses ont été fructueuses, et c'est ce qui nous importe.

J'ai été aussi très impressionné par le fait que la discussion est restée rationnelle, qu'il y a par ailleurs beaucoup de points communs entre nous, beaucoup de points sur lesquels nous sommes d'accord en matière de recherche future.

J'espère pour ma part que nous pourrons vous expliquer à l'avenir l'évolution de la position de la CIPR. C'est important pour moi d'être ici et de vous expliquer ce qu'il en est car nous pensons que la CIPR devrait être plus transparente, plus ouverte dans ses idées, et dans les procédures élaborées pour arriver aux recommandations qui seront prises à l'avenir.

Cela a donc été très positif pour moi que d'être ici, de pouvoir discuter de nos difficultés et de nos préoccupations. J'aimerais aussi dire que j'ai été très impressionné cet après-midi par la discussion avec les exploitants qui travaillent pour essayer de diminuer les risques non nécessaires, ce qui démontre qu'il y a une préoccupation commune à tous. Ceci devient un état d'esprit général dans le monde d'aujourd'hui et montre que nous voulons tous améliorer le système de radioprotection.

Cela a été quelque chose de très intéressant pour moi aujourd'hui

Enfin, j'aimerais exprimer tout particulièrement mes remerciements sincères aux interprètes sans lesquelles Roger et moi-même serions restés dans le brouillard le plus complet et il aurait été difficile pour nous d'aborder des questions aussi complexes. La traduction en anglais a été de très bonne qualité et cela nous a permis de participer de manière très efficace à cette discussion.

M. BIRRAUX — Merci Pr. CLARKE. Avant de lever la séance, je remercie les interprètes, la régie et la sténotypiste, et tous ceux qui matériellement nous ont permis de réaliser cette audition publique dans d'excellentes conditions.

Pour ceux qui ne connaissent pas la méthodologie de l'Office parlementaire, je crois que nous avons pu donner aujourd'hui la preuve de ce que j'affirmais dans mon propos liminaire, à savoir qu'à l'Office parlementaire nous sommes vraisemblablement dans ce pays le seul lieu où une discussion sereine peut s'établir sur les problèmes du nucléaire entre toutes les personnes concernées et tous les participants au monde nucléaire.

C'est un sujet complexe, qui a je crois passionné l'auditoire et qui va nous permettre d'éclairer le Parlement. Mon rôle n'est pas seulement d'animer des réunions scientifiques, il est aussi un rôle de parlementaire. Nous allons vraisemblablement devoir, à un intervalle que je ne puis pas déterminer encore, examiner cette directive européenne et il faudra à ce moment que le Parlement ait l'information nécessaire sur le « pourquoi » et le « comment » de ces directives, des différentes thèses scientifiques sous-jacentes, des points d'accord comme de désaccord.

Nous sommes en avance mais c'est notre rôle et notre vocation que d'éclairer les choix de Parlement en amont des décisions qui devront être prises. C'est aussi notre rôle au regard du contrôle de l'action du gouvernement et de l'administration : il s'agit là de savoir comment l'administration peut disposer des éléments d'information pertinents avant de mettre en place une réglementation.

C'est bien dans le rôle complet du Parlement que se situe cette audition publique de l'Office parlementaire.

J'aimerais encore remercier chaleureusement les éminentes personnalités qui ont assisté à cette réunion. Je remercie le Pr. TUBIANA, le Pr. CLABEL, le Dr. COX, le Pr. TROLL et toutes les autres personnes qui ont participé aux échanges aujourd'hui, pour avoir apporté au débat leur contribution fondée sur leur connaissance et leur expérience.

(La séance est levée à 18 h 20)