

**N° 3603**  
**ASSEMBLÉE NATIONALE**  
CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958  
ONZIÈME LÉGISLATURE

**N° 224**  
**SÉNAT**

SESSION ORDINAIRE DE 2001-2002

---

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale  
le 13 février 2002

---

Annexe au procès-verbal de la séance du  
13 février 2002

---

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

---

**RAPPORT**

*sur*

L'ÉVALUATION DE L'AMPLEUR DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES,  
DE LEURS CAUSES ET DE LEUR IMPACT PRÉVISIBLE SUR LA GÉOGRAPHIE DE LA  
FRANCE À L'HORIZON 2025, 2050 ET 2100,

par

M. Marcel DENEUX,  
Sénateur.

**Tome II - Auditions**

---

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale  
par M. Jean-Yves LE DÉAUT  
*Président de l'Office.*

---

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

## INTRODUCTION

**Les soixante-sept auditions** figurant dans le Tome II du présent rapport sur les changements climatiques en 2100 ont été menées par votre Rapporteur principalement au cours des années 2000 et 2001.

Les résumés publiés ont été soumis aux personnalités entendues avant publication.

Votre Rapporteur a, en outre, effectué deux **missions à l'étranger** : l'une en Israël, l'autre aux Pays-Bas.

Ces deux pays, en effet, risquent d'être confrontés très directement à des conséquences des changements climatiques, soit du fait d'une pénurie d'eau aggravée, soit du fait d'une élévation du niveau de la mer.

Les experts de haut niveau rencontrés lors de ces missions mènent des recherches analogues à celles des chercheurs français et de l'ensemble de la communauté scientifique mondiale.

Des avis de hauts fonctionnaires de **la Commission européenne** ont également été recueillis lors d'un déplacement à Bruxelles.

Enfin, sur le **Cd-rom**, joint au présent rapport, il est possible de consulter les deux tomes de cette publication.

**Dans le corps du rapport (Tome I) de petits icônes** placées après le nom de la personne entendue  **signalent les auditions figurant dans le tome II** ; en cliquant dessus, le texte de l'audition est immédiatement accessible.

De même, en cliquant sur  la liste d'**une vingtaine de rapports ou d'articles de référence sur les changements climatiques** apparaît, et tel ou tel d'entre eux peut être consulté dans son texte intégral.

Sans avoir l'ambition d'être exhaustif sur un thème aussi vaste, la qualité comme la diversité des documents reproduits peut permettre à tout lecteur de mener **une recherche pour se forger sa propre opinion** sur le sujet à partir de sources multiples.

Il procède ainsi, en quelque sorte, lui-même aux auditions qu'il aurait pu souhaiter organiser.

Cette présentation d'un rapport de l'OPECST constitue une innovation sur laquelle le Rapporteur serait très intéressé de connaître **votre avis** ([opcest@senat.fr](mailto:opcest@senat.fr))

## SOMMAIRE

### AUDITIONS

*(classées par ordre alphabétique du nom de l'organisme ou de la personne) (1)*

	<u>Pages</u>
• <b>Académie des Sciences</b>	<b>11</b>
- Professeur Maurice TUBIANA	
- M. Bernard TISSOT	
• <b>Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)</b>	<b>17</b>
- M. Pierre RADANNE	
- M. Jacques LABEYRIE	
• <b>Airlines European Association (AEA)</b>	<b>23</b>
- Mme Thi Mai LE	
• <b>AIRPARIF</b>	<b>27</b>
- M. Michel ELBEL	
- M. Philippe LAMELOISE	
• <b>Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA)</b>	<b>33</b>
- M. Guy VASSEUR	
- M. Jean-Noël TERRIBLE	
- M. Jacques PIOR	
• <b>BNP PARIBAS</b>	<b>37</b>
- M. Denis AUTIER	
- M. Emmanuel DEBOAISNE	

---

(1) Un index alphabétique des noms des personnes entendues figure à la fin du présent tome.

- **Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.)** **41**
  - M. Yves CARISTAN
- **Caisse Centrale de Réassurance (C.C.R.)** **45**
  - M. Thierry MASQUELIER
- **CEA – CNRS** **49**
  - Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
  - M. Laurent TURPIN
- **CEMAGREF – Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement** **55**
  - M. Pierrick GIVONE
  - M. Jean-Louis VERREL
- **Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)** **59**
  - M. Jean-Pierre ROTHEVAL
- **Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)** **63**
  - M. Jacques ARNOULD
- **Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)** **67**
  - Mme Anny CAZENAVE
- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **69**
  - Laboratoire Climat et Santé – Faculté de Médecine de Dijon
  - Professeur Jean-Pierre BESANCENOT
- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **75**
  - Laboratoire de Météorologie Dynamique à l'Ecole Polytechnique
  - M. Robert KANDEL
- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **79**
  - M. Jean-François MINSTER

- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **85**
  - Mme Sylvie JOUSSAUME
- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **91**
  - M. Gérard MEGIE
- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **97**
  - Laboratoire de Géographie physique
  - M. Paolo Antonio PIRAZZOLI
- **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)** **101**
  - Laboratoire de Géographie physique
  - Docteur Christine ROMANA
- **Commission européenne** **105**
  - Direction générale des relations extérieures
  - M. René LERAY
- **Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM)** **109**
  - Professeur Jean LUCAS
- **DATAR** **115**
  - M. Jean-Louis GUIGOU
- **M. Robert DELMAS** **119**
- **Electricité de France (EDF)** **123**
  - M. Bernard MECLOT
  - M. Jean-Yves CANEIL
- **Energies renouvelables (Syndicat)** **127**
  - M. Erik GUIGNARD
- **Fédération des entreprises de Transports et Logistique de France (TLF) et SNCF** **299**
  - M. Alexis BORDET

- M. Francis ROL-TANGUY
- **Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles (FNSEA)** 131
  - M. Jean SALMON
- **Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution des Climats (GIEC)** 133
  - M. Michel PETIT
- **Institut Français de l'Environnement (IFEN)** 135  
Conservatoire du Littoral
  - M. Jean-François LETOURNEUX
- **Institut Français de l'Environnement (IFEN)** 139
  - M. Bernard MOREL
- **Institut Français du Pétrole (IFP)** 141
  - M. André DOUAUD
- **Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)** 147
  - M. Jean-François MINSTER
- **INESTENE - Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement en Europe** 151
  - M. Antoine BONDUELLE
- **Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon (INA P-G)** 155
  - M. Alain PERRIER
- **Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)** 161
  - M. Ghislain GOSSE
- **Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)** 163
  - M. Bertrand HERVIEU
  - M. Jean BOIFFIN
  - M. Pierre STENGEL

- M. Ghislain GOSSE
- M. Bernard SEGUIN
- **Institut Pasteur** **167**
  - Professeur François RODHAIN
- **Institut Pierre Simon Laplace (I.P.S.L.)** **173**
  - M. Hervé LE TREUT
- **Institut de Recherche pour le Développement (IRD)** **179**
  - M. Jacques MERLE
  - M. Rémy LOUAT
- **M. Jean-Marc JANCOVICI**, Ingénieur consultant (MANICORE) **185**
- **Mme Corinne LEPAGE**, Ancien ministre de l'environnement **193**
- **Météo France** **199**
  - M. Daniel CARIOLLE
- **Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (M.I.E.S.)** **203**
  - M. Michel MOUSEL
  - M. Marc GILLET
- **Ministère de l'Agriculture**, Direction de l'espace rural et de la forêt **207**
  - M. Christian BARTHOD
- **Ministère de l'Agriculture**, Direction de l'espace rural et de la forêt **213**
  - M. Guy LANDMANN
- **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement**, **217**
  - M. Yves COCHET
- **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement**,  
Direction de l'Eau **221**
  - M. Noël GODARD

- **Ministère de l'Aménagement du Territoire  
et de l'Environnement, GICC** 227
  - M. Jean-Claude ANDRÉ
- **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** 235
  - M. Benoît LESAFFRE
  - M. Jean-Marc SALMON
  - M. Maurice MULLER
- **Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement,  
Direction des Affaires Economiques et Internationales** 241
  - M. Thierry VEXIAU
- **M. Patrice MIRAN** 247
- **Muséum national d'histoire naturelle** 251
  - M. Denis COUVET
- **Office National des Forêts (O.N.F.)** 255
  - M. Bernard GOURY
  - M. Cyril LOISEL
- **Palais de la Découverte** 261
  - M. Jean AUDOUZE
- **Ponts et Chaussées – Conseil général** 265
  - M. Jean-Pierre GIBLIN
- **PSA-Peugeot Citroën** 269
  - M. Bruno COSTES
  - M. Hervé PICHON
- **Le Quotidien du Médecin – Prix Epidaure** 275
  - Mme Florence MEHL

- **Réseau Action-Climat France (RAC France)** **277**
  - M. Philippe QUIRION
  - Melle Raphaëlle GAUTHIER
- **M. Philippe ROQUEPLO** **283**
- **Sécurité routière** **289**
  - M. Yves ROBICHON
  - M. Bernard GAUVIN
- **SNCF et Fédération des entreprises de Transports et Logistique de France (TLF)** **293**
  - M. Francis ROL-TANGUY
  - M. Alexis BORDET
- **Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)** **299**
  - M. le Professeur Pierre ROGNON
- **M. Paul VERGÈS, Sénateur** **309**
- **Vivendi Environnement** **313**
  - M. Jean-Pierre TARDIEU
  - M. Michel DUTANG
  - Mme Marie-Thérèse SUART-FIORAVANTE
- **Voies Navigables de France (VNF)** **317**
  - M. François BORDRY
- **WWF – Fonds Mondial pour la Nature** **321**
  - M. Jean-Stéphane DEVISSE

**ACADÉMIE DES SCIENCES**

**PROFESSEUR MAURICE TUBIANA (1)**

**M. BERNARD TISSOT**

**(29 mars 2000)**

M. Bernard TISSOT a tout d'abord évoqué la situation du **transport automobile** en remettant quelques graphiques. Il a, par exemple, rappelé que certains modèles d'automobiles ne consommaient déjà que trois à quatre litres aux 100 km il y a une dizaine d'années, mais que, depuis, les nouvelles exigences des consommateurs ont contribué à alourdir les voitures ; c'est ainsi que les tableaux de bord pèsent maintenant jusqu'à 150 ou 200 kg.

Il a ensuite rappelé qu'**une étude de l'Académie des Sciences sur les villes françaises et européennes** avait été menée ; des études sur d'autres villes comme, par exemple, Los Angeles n'étant évidemment pas transposables à la France.

---

*(1) Le Professeur Maurice TUBIANA est Directeur honoraire de l'Institut Gustave Roussy (Villejuif), membre de l'Académie des sciences et Président du Comité de l'Environnement de celle-ci, Vice-Président de l'Académie nationale de médecine.*

*Articles et livres récents :*

- *Santé et Environnement (comptes rendus Académie des Sciences – Sciences de la vie- 323, p. 651-664, 2000)*
- *La santé et la ville (comptes rendus Académie des Sciences – Sciences de la vie – 324, p. 757-767, 2001)*
- *Principe de précaution, ses avantages et ses risques (Bull. Académie Nationale de Médecine, 184, p. 969-993, 2000)*
- « *Histoire de la pensée médicale* » (Flammarion – Collection Champs 1995)
- « *L'éducation et la vie* » (O. Jacob – 1999)

De même, il a souligné que **les comparaisons de pays à pays** devaient être effectuées avec précaution. Comment comparer l'Italie et l'Autriche, qui n'ont pas de centrale nucléaire, à la France qui, avec 80 % de son électricité d'origine nucléaire, se trouve dans une situation extrême en Europe ?

Le Professeur Maurice TUBIANA a insisté, quant à lui, sur **la sous-utilisation de la voie d'eau en France** alors qu'elle devrait être le fondement de la circulation industrielle.

Puis, il a relevé **l'importance des responsabilités individuelles dans les émissions de gaz à effet de serre**. C'est ainsi qu'**une conduite dite sportive** multiplie par vingt les émissions de polluants. De plus, la pollution étant proportionnelle à **l'âge de la voiture**, il existe un décalage entre les techniques actuelles et l'état moyen du parc automobile, sans compter que **les deux roues** sont particulièrement polluants.

Il a également rappelé que le pot catalytique avait été rendu obligatoire le 1<sup>er</sup> janvier 1993, et le filtre à particules le 1<sup>er</sup> janvier 1997, les effets bénéfiques de ces réglementations n'intervenant que progressivement.

Mais, **au-delà des problèmes techniques, existe un problème social**. Par exemple, les très grosses motos polluent moins que les petites, tandis qu'**aucun contrôle technique n'existe sur les cyclomoteurs** dont le niveau de pollution n'est pas sans rappeler celui de l'automobile Trabant en Europe centrale.

Enfin, même si le carburant est souvent évoqué dans des comparaisons sur la pollution, les moteurs fabriqués aujourd'hui, qu'ils soient à **essence ou diesel**, ne polluent pas davantage les uns que les autres.

M. Bernard TISSOT a ensuite souligné que l'émission d'oxyde d'azote était difficile à réduire pour les diesels, mais qu'en revanche les nouveaux moteurs à essence émettaient aussi des particules. Les deux types de moteurs soulèvent donc des problèmes, mais pas plus l'un que l'autre.

Il a indiqué également qu'il serait souhaitable de **mesurer les polluants dans les rues** afin d'obtenir une sorte d'indicateur du niveau de pollution atteint par l'espèce de « soupe » ambiante.

Le Professeur Maurice TUBIANA a rappelé que de grands progrès avaient été effectués dans les moteurs automobiles sous l'influence de la réglementation prise pour lutter contre la pollution en Californie, des mesures drastiques ayant été employées là-bas. De plus, au-delà des caractéristiques des moteurs, il faut aussi prendre en compte **la fluidité du trafic**, qui est un facteur essentiel, à condition que cette fluidité ne permette pas non plus une trop grande vitesse.

En outre, il a rappelé que **les camions et camionnettes constituent des sources majeures de pollution**.

**Si un bilan coût-bénéfice des voitures était dressé, il apparaîtrait que celles-ci constituent des outils fondamentaux, qui ne pourraient être remplacés que si l'on repensait l'urbanisme dans les banlieues** (où l'usage des voitures particulières est souvent indispensable) **et les transports en commun** (leur réseau, leur sécurité, leur confort). Par exemple, l'absence d'escaliers roulants à toutes les bouches de métro empêche les personnes âgées de recourir systématiquement à ce mode de transport, ce qui, compte tenu du vieillissement de la population française, devrait pourtant être pris en compte.

Le Professeur Maurice TUBIANA a noté aussi que **les économies d'énergie pouvaient elles-mêmes conduire à des excès**. C'est ainsi qu'en Suède et en Hongrie, ces économies ont été vivement encouragées, ce qui a conduit les habitants à calfeutrer leurs maisons, faisant surgir un autre danger car l'absence d'aération favorise les miasmes et le radon.

De même, **un discours excessif sur la pollution peut générer des angoisses aboutissant à des conduites irrationnelles**. C'est ainsi que, dans les écoles de Paris, lors d'une alerte à la pollution, il avait été interdit aux élèves de sortir dans la cour de récréation, et dans certains établissements des maux de têtes importants étaient apparus du fait des émanations dégagées par des locaux récemment repeints.

Ces considérations conduisent à penser que l'urbanisme lui-même devrait être reconsidéré en fonction de la pollution. En ville et surtout dans les banlieues, l'habitat pourrait être recentré autour des gares.

Dans le contexte actuel, le Professeur Maurice TUBIANA a insisté sur le fait que **le nucléaire**, même en prenant en compte l'ensemble de son cycle, offre plus de sécurité et dégage moins de pollution que chacune des autres sources d'énergie.

A ce sujet, M. Bernard TISSOT a exprimé la crainte que, par souci d'économie, les Etats-Unis d'Amérique finissent par prendre certains risques, notamment dans le nucléaire.

Il s'est félicité ensuite de l'approche suivie par la loi dite BATAILLE. Il a indiqué qu'il lui semblait impossible qu'un réacteur capable de détruire les déchets nucléaires soit construit avant une vingtaine d'années. Mais, dans la mesure où la COGEMA possède une capacité de stockage lui permettant de faire face aux soixante-dix années de déchets nucléaires à venir et même davantage, il est possible d'attendre la construction de ces réacteurs.

En fait, le problème posé est principalement celui des déchets à vie longue – 1 million d'années-, sachant que 100.000 m<sup>3</sup> de ceux-ci seront produits d'ici à 2020. L'ANDRA mène des recherches sur ce point, mais, en fin de compte, il existera toujours un déchet ultime qu'il sera possible d'enfouir à 500 m de profondeur, à un endroit où personne n'ira chercher quoi que ce soit.

Le Professeur Maurice TUBIANA a rappelé également la nécessité de **surveiller les sources médicales très actives (cobalt)** qui peuvent donner lieu à des accidents, comme ce fut le cas au Brésil et au Mexique (30 morts), ou encore en Turquie (10 morts), il y a encore un an ; les petites billes brillantes de cobalt avaient été vendues à un ferrailleur, alors que celles-ci ont une durée de demi-vie de cinq ans. Il a aussi insisté sur les précautions à prendre lors du démantèlement des stations de recherche comme dans la vallée du Rhône. Il a exprimé aussi sa préférence pour **des stockages réversibles dans des sites profonds** tout en indiquant que les conclusions à tirer de ces stockages ne seront probantes que pour le site où les observations auront été effectuées.

Il a indiqué aussi que, dans **le total des radiations absorbées par chaque individu**, les radiations naturelles représentaient environ 2,5 mSv/an (avec des variations d'une région à l'autre de la France entre 1,5 et 6 mSv/an), l'irradiation médicale 1 mSv/an en moyenne et l'ensemble de la filière de l'énergie nucléaire 0,01 mSv/an soit moins de 1 % de l'irradiation naturelle.

En fait, peu d'efforts ont été accomplis pour des recherches diminuant les irradiations médicales bien que celles-ci représentent 99 % des irradiations d'origine humaine et qu'avec des efforts limités on pourrait aisément les réduire sans altérer la qualité des informations obtenues. Il a ensuite rappelé qu'à l'Académie des sciences, les questions de santé et de météo étaient coordonnées par Michel PETIT, vice-président du Comité environnement de l'Académie des Sciences, le Professeur Maurice TUBIANA étant lui-même président dudit Comité.

Par ailleurs, le Professeur Maurice TUBIANA a souhaité revenir sur une idée reçue concernant **le paludisme, celui-ci étant moins une question de climat que de niveau socioéconomique** : Miami et Abidjan se trouvent sur la même latitude mais connaissent des situations sanitaires fort différentes. De même, en Algérie ou dans le sud de l'Italie, le problème des moustiques avait été supprimé grâce au DDT. En outre, **il serait probablement possible de trouver un vaccin contre le paludisme**, mais le marché concerné est peu solvable.

De la même manière, les études faites en Afrique noire montrent que, **davantage que le climat, un des facteurs de la longévité réside dans le niveau d'éducation des femmes**, de la manière dont elles s'occupent des enfants et dont, surtout, elles les nourrissent.

Le Professeur Maurice TUBIANA a déclaré que **le problème de l'eau serait le problème majeur du XXIème siècle**. Il s'agira, dans le monde, d'un problème colossal qui épargnera en partie l'Europe, d'où l'intérêt d'**améliorer les méthodes d'irrigation**, ce qui constituerait une première source possible d'économie.

M. Bernard TISSOT a ensuite évoqué les perspectives offertes par **les moteurs à gaz**, qu'il s'agisse de méthane ou de butane propane. Actuellement, le butane et le propane sont commercialisables (**GPL**). En **Italie** et aux **Pays-Bas**, il existe un petit parc de véhicules roulant au GPL, et il est question dans ces pays

d'équiper la Poste et les services après-vente de véhicules roulant au GPL, mais la rareté des points d'approvisionnement ralentit cette évolution.

Il a indiqué en outre que **le méthane CH<sub>4</sub>, gaz naturel**, était utilisé pour les camions, mais cela dégage aussi du CO<sub>2</sub>, en quantité moindre toutefois que le pétrole, et pour l'instant aucune infrastructure n'existe pour l'approvisionnement.

A propos des **véhicules mixtes** (électrique et diesel), il a estimé que le problème des accumulateurs demeure réel et interdit le parcours de longues distances. Sur ces véhicules, la propulsion électrique est couplée avec un moteur diesel pour recharger. Un avenir lui a semblé possible pour cette technique.

De même, le Professeur Maurice TUBIANA a évoqué l'avenir des **véhicules à hydrogène** dont le seul produit de combustion est l'eau. A cet égard, M. Bernard TISSOT a rappelé le bon niveau de sécurité offert par le GPL et par le méthane, tandis que l'hydrogène pose un problème réel.

Le Professeur Maurice TUBIANA s'est demandé si la mise à disposition de **petites voitures électriques en ville**, moyennant des paiements effectués par carte de crédit, n'était pas une piste à explorer de même que **l'utilisation de camionnettes électriques ou hybrides pour les livraisons**.

Evoquant ensuite la question de **la climatisation**, il a relevé que le réchauffement entraînait un recours accru à celle-ci qui, à son tour, accroît les dépenses d'énergie. Par ailleurs, la climatisation constitue un facteur important de l'allongement de la durée de la vie, en évitant l'augmentation des accidents cardiaques au cours des périodes de canicule, mais, d'un autre côté, le système de climatisation favorise aussi l'apparition de la légionellose.

A ce propos, il a rappelé le coût important de la lutte contre une infection dans un bâtiment comportant une installation défectueuse entraînant des risques de contamination, comme ce fut le cas à Gustave Roussy à Villejuif. Cependant, au total, les réfrigérateurs, comme la climatisation, constituent des bienfaits pour la santé.

Interrogés ensuite sur **les effets des transports aériens sur la pollution atmosphérique**, le professeur Maurice TUBIANA a considéré ceux-ci comme relativement négligeables au regard de l'émission des gaz à effet de serre.

**AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE (ADEME)**

**M. Pierre RADANNE, PRÉSIDENT  
et M. Jacques LABEYRIE, DIRECTEUR SCIENTIFIQUE**

**(20 janvier 2000)**

M. Pierre RADANNE a tenu à rappeler en introduction qu'il était difficile de construire des **outils publics pour anticiper des crises** lorsque le public n'a pas perçu les signes qui annonçaient ces problèmes, ce qui est le cas pour le réchauffement climatique.

**L'expérience actuelle de l'ADEME** est riche des deux chocs pétroliers, vécus comme des drames, alors qu'elle n'avait aucun savoir-faire au départ. Ces événements ont montré que les délais de réponse des pays ont demandé dix à quinze années, de 1973 à 1985 où, enfin, les prix du pétrole ont baissé ; un phénomène analogue est constaté actuellement pour les déchets.

Pour **l'effet de serre**, il n'existe pas de signal extérieur qui attire l'attention de tous les acteurs ; le gaz carbonique n'étant pas un polluant local. D'où l'interrogation suivante : faut-il, pour préparer 2010, remplacer un signal faible par un signal fort, en instaurant par exemple une nouvelle fiscalité, génératrice de hausses de prix ? Grâce à une telle mécanique d'adaptation, il est probable que dans dix ans, le prix de la tonne de carbone approcherait les 500 F.

Abordant ensuite le rôle propre de **l'ADEME**, son Président a indiqué qu'elle accomplissait quatre missions essentielles :

1) L'ADEME contribue à **l'élaboration des réglementations thermiques**. C'est ainsi qu'entre 1972 et 2000, l'énergie nécessaire pour chauffer une maison neuve a été divisée par trois. Cependant, le parc immobilier ayant une durée de vie proche de 150 ans, même une évolution de cette importance n'a encore qu'un impact limité.

2) **L'ADEME dispense des conseils aux petits opérateurs, PME-PMI**, grâce à une procédure d'aide au diagnostic se concrétisant par **des prêts**. Les collectivités locales et les entreprises peuvent bénéficier de subventions à hauteur de 90 % pour une étude menée en trois jours et avec des délais très rapides d'intervention de l'ADEME. A cet égard, M. Pierre RADANNE a exprimé son optimisme sur la capacité de réaction de la société française qui peut être rapide si elle est bien conseillée.

3) **L'ADEME libère des moyens financiers**. En 1998, 100 millions de francs ont été consacrés à la maîtrise de l'énergie et ce montant a été porté à 600 millions de francs en 1999. Par ailleurs, les contrats de plans Etat-Régions ont mobilisé 300 millions de francs.

4) **L'ADEME agit en liaison avec le secteur bancaire**, finançant 20 % à 30 % des opérations au moyen de subventions, et la SOFARIS garantissant les PME à hauteur de 40 %. L'association de l'ADEME et de la SOFARIS a permis à l'ADEME de rajouter 30 % de garanties, l'ADEME ne provisionnant que 3 % en fonction du taux de risque. De tels procédés permettent la démultiplication de l'action publique pour **obtenir, dès l'horizon 2010, première étape fixée à Kyoto, des résultats significatifs**.

Abordant ensuite les actions menées secteur par secteur, M. Pierre RADANNE a estimé que **l'industrie** avait opéré beaucoup d'améliorations, même si des actions restaient à conduire. Il a souligné qu'il s'agissait d'un secteur où les progrès étaient réguliers notamment grâce à la modernisation des procédés de l'informatique.

Dans **l'habitat**, il a noté les progrès accomplis en matière de réglementation thermique en 2000 qui ont permis de baisser les coûts de 7 % par rapport à 1999, une nouvelle étape devant être franchie en 2003-2004. Dans ce secteur, **la consommation d'énergie par les logements augmente peu, mais l'inertie dans les améliorations provient du patrimoine bâti ancien et de mauvaise qualité thermique**. Dans l'ensemble, seulement 15 % du patrimoine est vraiment préoccupant. Il s'agit surtout de maisons individuelles et d'habitats de rue fortement dégradés.

Dans le secteur des **appareils ménagers**, l'électricité française provenant du nucléaire dégage peu de CO<sub>2</sub>, alors qu'à l'étranger le même besoin est couvert par des centrales thermiques dégageant beaucoup de CO<sub>2</sub>. En France, le nucléaire ne peut plus progresser dans la satisfaction de ce besoin et il est probable que l'ouverture du marché de l'électricité à la concurrence entraîne le recours à des centrales thermiques, étant rappelé qu'en France, actuellement, aux heures de pointe, on s'éclaire, pourrait-on dire, au charbon.

Dans le secteur des **transports** qui se trouve **au centre des difficultés, trois problèmes majeurs** apparaissent. D'une part, **une aspiration au transport** entretenue par les professionnels des loisirs. Ainsi, la croissance du trafic dans ce domaine excède de 1 % la croissance économique, le trafic maritime connaissant une hausse plus rapide encore.

D'autre part, l'urbanisme et l'aménagement du territoire aboutissent au développement de **villes en tâches d'huile** dont les transports publics desservent mal la périphérie.

Si à Paris, un ménage sur deux ne possède pas de voiture, ce cas reste isolé. En effet, dans l'ensemble, le pourcentage des déplacements en voiture n'a cessé d'augmenter, le chômage a d'ailleurs éloigné l'emploi de l'habitat, et la distance **domicile-travail a été multipliée par deux en 25 ans.**

Enfin, **les véhicules sont de plus en plus puissants.** Le poids moyen de ceux-ci s'est accru de 600 kilos en dix ans. La vitesse que peuvent atteindre les véhicules est couramment de 200 km/heure alors que la limitation de vitesse se situe à 130 km/heure.

**Ces évolutions ont gommé les gains qui avaient été accomplis par ailleurs en termes de consommation de carburant par les véhicules.**

**Aujourd'hui, les transports contribuent à hauteur de 35 % aux émissions de gaz à effet de serre et il est probable que ce pourcentage atteindra 40 % en 2010.**

**Une certitude émerge : cette façon de vivre n'est pas transposable au reste du monde.**

Face à cela, M. Pierre RADANNE estime qu'**il s'agit de faire évoluer la voiture**, en promouvant, par exemple, un accord européen pour ne construire que des voitures allant à 150 km/heure, en réétagant les boîtes de vitesses. La vitesse la plus couramment utilisée est la troisième, alors qu'il serait possible d'être en quatrième dès le seuil des 50 km/heure. Il faudrait parvenir à faire passer les consommations de carburants de 10 litres à 6 litres aux 100 km sur route.

Selon lui, sans basculer dans une attitude anti-voiture, il serait souhaitable de **changer la relation à la voiture**, en améliorant la qualité des transports en commun, en utilisant les nouvelles technologies pour réduire les déplacements contraints, en rapprochant le prix du transport de son coût, celui-ci intégrant l'impact sur l'effet de serre, et en remettant en cause l'éclatement des sites industriels très coûteux en transports.

L'ensemble de ces points montre qu'**un véritable débat de société est indispensable.**

Enfin, dans le secteur des **énergies nouvelles et renouvelables**, dont la filière bois, l'encouragement du **chauffage au bois** en milieu rural est à recommander.

M. Pierre RADANNE a ensuite estimé que l'effet de serre étant lié au développement économique des sociétés, et le remplacement des réacteurs nucléaires français devant intervenir entre 2010 et 2020, **l'échéance de 2010 ne serait pas influencée par le choix nucléaire.**

En revanche, au-delà, si le nucléaire était en partie remplacé par les combustibles fossiles (co-génération, turbines à gaz...), l'effet de serre total serait différent. A cet égard, il a noté que les turbines à gaz émettent quatre fois moins de gaz à effet de serre qu'une centrale thermique classique au charbon. Des évolutions technologiques permettent de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> en cas d'usage de combustible fossile. Il serait envisageable d'installer des **petites unités de co-génération au pied des immeubles**, ainsi que de développer **la pile à combustible**. La recherche se focalise également sur le stockage de CO<sub>2</sub> émis par des sources concentrées (centrales thermiques, raffineries...).

M. Pierre RADANNE a relevé que les éoliennes sont maintenant très proches de la compétitivité avec un coût de production qui descendra progressivement vers une trentaine de centimes le kWh, mais leur développement se heurte au problème des sites et de leur acceptabilité sociale. Ces deux problèmes pourraient d'ailleurs être résolus par l'implantation de **fermes éoliennes off-shore** (par exemple au large de Dunkerque) ; chaque unité pouvant produire environ le dixième de l'électricité d'un réacteur nucléaire. Elles prendraient place sur des bancs de sable à près de 10 kilomètres des côtes. Les pays nordiques ont ainsi déjà pris des options très fortes en faveur du développement des éoliennes.

Par ailleurs, M. Pierre RADANNE a insisté sur le fait que les **filières rustiques d'exploitation de la biomasse** étaient plus productives que les filières plus sophistiquées. Il a indiqué qu'il existait sur le bois des marges de progression de rendement à court terme assez importantes. Les rendements actuels étant les suivants : cheminées 10 %, inserts 30 %, poêles Godin 35 %, bons poêles 50 % à 60 %, très bonnes chaudières 80 %. Associée à une bonne isolation des maisons, les améliorations de rendements permettront de réduire les émissions de carbone.

Il a relevé que la tempête de décembre 1999 pouvait servir à moderniser la filière bois, le bois constituant 5 % de l'approvisionnement énergétique de la France.

En ce qui concerne les économies d'électricité, M. Pierre RADANNE a recommandé l'emploi des **nouvelles ampoules à basse consommation d'énergie** tout en notant l'adaptation des luminaires qu'elles nécessitaient. Celles-ci devraient permettre une économie sensible de charbon, énergie utilisée pour la production électrique de pointe.

Il s'est déclaré favorable au **transport fluvial**, notamment pour les déchets qui ne requièrent pas de flux tendu. Il a jugé très intéressante la **liaison Seine-Nord** et estime envisageable, sans grand problème, la **liaison Saône-Moselle**.

Au sujet du **dialogue avec les constructeurs d'automobiles**, il a indiqué que Renault serait d'accord pour aller de l'avant dans le sens de la réduction des consommations de carburants à condition qu'un accord européen existe.

Il a également relevé que le **photovoltaïque (photo-piles) pouvait freiner l'exode rural, voire l'émigration, dans les pays en développement en y introduisant l'électricité**, et qu'il s'agissait là d'**un enjeu mondial majeur**, étant observé que la population a tendance à se rapprocher de l'eau, que ce soit du littoral ou des fleuves. En France, Montpellier aspire, par exemple, la population du sud du Massif Central.

Evoquant les **négociations internationales sur l'effet de serre**, M. Pierre RADANNE a relevé que ce débat pouvait entraîner des tensions entre les pays. Ainsi, lors de la négociation du protocole de Kyoto, le climat était-il assez tendu. Dans ce contexte, **la position de la France sur la question de l'effet de serre apparaît comme très crédible sur la scène internationale**. Lors de la Conférence de Bonn, des représentants de chaque pays ont exprimé leur point de vue et **certaines Etats manifestaient la peur d'une vraie rupture climatique** : tel était le cas du **Bangladesh** dont 15 % du sol agricole est déjà salé, des **Maldives** où deux îles ont dû être abandonnées, ou encore du **Népal** où le régime des pluies et le système hydrologique sont en pleine mutation, sans parler des ouragans et des sécheresses.

Face à cela, **l'ADEME estime que le principe de précaution doit être respecté** et manifeste des inquiétudes sur la modification éventuelle du *Gulf Stream*.

Evoquant les adaptations à effectuer par les sociétés, M. Pierre RADANNE a noté que le coût pour celles-ci dépendrait davantage, en quelque sorte, du rayon de courbure de leur changement que du changement de direction en tant que tel.

Par ailleurs, il a aussi noté que la production de froid, notamment **la climatisation automobile**, pouvait engendrer du gaz à effet de serre. En effet, un climatiseur bas de gamme perd de 20 à 30 % de son gaz chaque année alors que 5 % de pertes seraient atteignables.

En conclusion, M. Pierre RADANNE a jugé intéressant **le projet de CD-rom envisagé par l'OPECST** à destination notamment des collèges et a estimé que **les réactions face à l'intensification de l'effet de serre dépendraient en fin de compte du degré de maturité de chaque société**.

En terminant, il a attiré l'attention sur la nécessité d'**éviter des terminologies porteuses de discord** comme celles de l'expression « permis à polluer » au profit de celle de « quotas échangeables ».

**ASSOCIATION OF EUROPEAN AIRLINES  
(A. E. A.)**

**MME LE THI MAI,**

**GENERAL MANAGER INFRASTRUCTURE AND ENVIRONMENT**

**(9 mai 2000)**

Mme LE Thi Mai a rappelé qu'**A.E.A** s'est imposée, au fil des années, comme **l'interlocuteur privilégié des institutions européennes** présentant au nom de ses 29 compagnies membres des positions communes. Cette association réunit deux fois par an les présidents des compagnies membres pour évoquer tous les grands problèmes du moment. Par exemple, l'une des questions prioritaires du jour consiste à résoudre le grave problème du retard qui affecte près du tiers des vols, retard qui a commencé avec la guerre du Kosovo, mais qui s'est poursuivi dans les premiers mois de l'an 2000. Des sujets sensibles tels que les aides d'Etat, la composition des alliances ou encore les choix stratégiques des compagnies, ne sont jamais abordés au sein de l'A.E.A.

**L'association rassemble des compagnies membres au-delà des pays de l'Union européenne actuelle.** Il s'agit des compagnies de Chypre, Croatie, Hongrie, Islande, Malte, Roumanie, Slovénie, Suisse, République Tchèque, Turquie et la Yougoslavie.

Un comité animé par Mme LE Thi Mai travaille en permanence sur les questions d'infrastructure et d'environnement et suit de très près les travaux du GIEC.

Abordant le sujet de **la pollution par les avions**, Mme LE Thi Mai a souligné qu'il n'y a que les onze Concorde supersoniques commerciaux qui volent dans la zone de la stratosphère, outre les avions militaires ; que 80 % des gaz à effet de serre sont constitués par le CO<sub>2</sub>. Certes, les avions émettent des gaz à des altitudes que d'autres pollutions mettent du temps à atteindre. Cependant, le rapport du GIEC souligne qu'on ne peut pas distinguer le CO<sub>2</sub> émis par l'avion de celui émis par des sources au sol, mais qui progressivement monte dans l'atmosphère. **L'ensemble du CO<sub>2</sub> émis par toute l'aviation mondiale est de l'ordre de 3 %, soit l'équivalent de**

**celui émis par le seul Royaume -Uni (1).** Pour l'avenir, et selon certains scénarios de croissance du trafic aérien, il est prévu que **de 1990 à 2050, les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de l'aviation devraient passer de 2 à 8 %, soit une multiplication par quatre.**

Elle a ajouté à propos de **la traînée de condensation observée dans le sillage des avions**, qu'il s'agit de **vapeur d'eau** qui s'agglutine aux nuages et provoque donc une réaction de condensation formant des cirrostratus qui peuvent voiler l'ensemble de la vision dans certains cas. Selon certains, les vols ont pour effet d'introduire de la vapeur d'eau à une altitude où il n'y en avait pas, mais le rapport du GIEC est lui-même très prudent sur la question des condensations.

Il y a dix ans, la préoccupation prioritaire en matière de transport aérien concernait les émissions de NOx, alors qu'aujourd'hui, l'attention se porte sur le CO<sub>2</sub>. Mais, il est à noter que le NOx absorbe le méthane (gaz à effet de serre) dans la troposphère et que le NOx émis par les supersoniques diminue la présence de l'ozone, mais dans de très faibles proportions (moins de 0,1 %).

Une autre préoccupation concerne **la suie** provenant des imbrûlés, mais ce phénomène a presque disparu aujourd'hui.

Mme LE Thi Mai a insisté sur le fait que **le renouvellement de la flotte aérienne** était très lent, même si l'ensemble de la flotte A.E.A. avait moins de neuf ans d'âge. Mais, comme un avion a une durée de vie économique de plus de trente ans, certaines compagnies *charters* utilisent les avions revendus par les compagnies nationales. Aux Etats-Unis d'Amérique, la moyenne d'âge de la flotte est d'environ douze ans, mais la plupart des compagnies américaines conservent leurs avions jusqu'à obsolescence -parfois une trentaine d'années-, tant que la sécurité est pleinement assurée.

Elle a précisé que les gains technologiques observés au cours des dernières années vont maintenant marquer une pause, en attendant les retombées des programmes de recherche et développement. En conséquence, l'augmentation de trafic entraînera une consommation accrue de carburants, en termes absolus, même si la consommation spécifique par avion s'est considérablement améliorée. De plus, elle a noté que tous les éventuels carburants de substitution (éthanol, méthanol, méthane, hydrogène) étaient très lourds par rapport au kérosène et ne sont pas opérationnels pour le moment. Même l'hydrogène devient lourd du fait des mesures de protection qui doivent accompagner son usage.

---

(1) *En grammes par passager au kilomètre, l'aviation émettait en 1995 dans l'Union européenne, 175 grammes, les voitures privées -avec 1,7 passager par voiture- 125 grammes, le train, 65 grammes, l'autobus, 45 grammes.*

*Ces chiffres de l'Union européenne sont contestés par l'AEA car, selon elle, pour le train, on ne tient pas compte de la source première de production de l'énergie –charbon ou nucléaire.*

Evoquant **les recours respectifs à l'avion ou au train**, Mme LE Thi Mai a noté que, sur Paris-Lyon, le TGV avait supplanté l'avion et qu'il pourrait en être de même sur Paris-Marseille.

Cependant, des trajets comme Paris-Bruxelles ou Paris-Londres demeurent très fréquentés dans la mesure où ces destinations sont souvent davantage celles d'aéroports de correspondance plutôt que des villes elles-mêmes. A cet égard, des recherches de complémentarité devraient être développées ; par exemple, il pourrait exister de nouvelles perspectives pour l'intermodal avec un enregistrement de bagages commun à l'avion et au train.

Abordant ensuite **la place du transport aérien dans les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'Union européenne**, Mme LE Thi Mai a noté que ce secteur ne produisait que 3 % du CO<sub>2</sub> émis dans l'Union européenne, mais qu'il connaissait la plus forte progression avec une augmentation de 3,3 %, de 1990 à 1995, d'où l'inquiétude compréhensible du législateur et son souci d'étudier diverses formes de **taxation**.

A cet égard, la Commission européenne a commandé une étude sur les conséquences économiques et environnementales d'une taxe sur le carburant. Avec une hypothèse de 245 écus de taxation pour 1.000 litres, il y aurait une perte de 530 millions d'écus, soit plus d'un demi-milliard d'écus pour toutes les compagnies basées en Europe, pour seulement une diminution de 1,4 % par rapport au CO<sub>2</sub> de tous les modes de transport de l'Union, ou 0,34 % de réduction par rapport à toutes les sources de CO<sub>2</sub> de l'Union. C'est payer très cher pour un résultat à l'unité qui risquerait en outre d'entraîner la perte de 48.000 emplois directs.

Une autre hypothèse consisterait à taxer le carburant de tous les vols de et vers l'Europe, ce qui serait irréaliste car il faudrait renégocier environ **2.000 accords internationaux** qui, **pour le moment, accordent une exemption fiscale au carburant utilisé dans l'aérien**.

Enfin, il reste la piste des **permis négociables** que l'aviation pourrait acheter ailleurs dans d'autres secteurs économiques. Cela ne reviendrait pas à l'exonérer d'effort mais lui permettrait d'atteindre ses objectifs de réduction de pollution, sans pour autant compromettre sa croissance.

Mme LE Thi Mai a beaucoup insisté sur le fait que **les compagnies aériennes étaient tout à la fois conscientes de leurs responsabilités, mais soucieuses de minimiser les coûts d'une limitation des nuisances environnementales** dans un contexte de hausse significative du nombre de passagers.

Elle a par ailleurs souligné qu'avec un **renforcement de la concurrence**, les compagnies ont tendance à favoriser une politique de fréquences, c'est-à-dire le recours accru à des avions de petite et moyenne taille, ce que certains considèrent comme un gaspillage.

Mme LE Thi Mai a précisé que **la consommation de carburant** variait selon les phases du vol qui inclut le cycle de décollage, le vol et l'atterrissage, et

également selon la taille des modules, selon aussi qu'il s'agit de moyens ou de longs courriers ou encore de cargos, les gros porteurs long courrier ayant la meilleure consommation spécifique par passager transporté.

Mme LE Thi Mai a insisté sur la nécessité d'intégrer l'objectif environnemental dans **la gestion de l'espace aérien**, la fragmentation actuelle du ciel européen étant source de congestion et d'aggravation de la pollution. Une étude de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) montre qu'une amélioration du système de contrôle aérien européen réduirait de 5 % la consommation de carburant.

Enfin, elle a présenté la **Déclaration commune des constructeurs et des compagnies aériennes de décembre 1999**.

En effet, l'European Association of Aerospace Industries (AECMA) et l'Association of European Airlines (AEA) ont rendu publique une position commune sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par l'aviation.

Selon elles, **entre 1990 et 2012, la consommation de carburant des compagnies AEA par passager au kilomètre devrait diminuer de 22,4 %** grâce au renouvellement de la flotte aérienne et **les émissions de CO<sub>2</sub> par l'aviation devraient être réduites de 15 % à 20 %** d'ici 2015 grâce à la mise en œuvre de nouvelles technologies résultant d'une active politique de recherche.

**Les deux associations se sont déclarées favorables aux accords volontaires de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et à un contrôle de celles-ci** en liaison avec la Commission européenne.

**AIRPARIF**

**M. MICHEL ELBEL, PRÉSIDENT**

**M. PHILIPPE LAMELOISE, DIRECTEUR**

**(14 novembre 2000)**

M. Philippe LAMELOISE a commencé par rappeler que la loi sur l'air avait chargé AIRPARIF de **la surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France**. Cela s'accomplit à partir d'analyses chimiques, d'échantillonnages couplés à des simulations mathématiques.

Différents microenvironnements sont étudiés, notamment à proximité immédiate des sources de pollution, par exemple automobiles ou aériennes, le transport étant le secteur qui préoccupe le plus en Ile-de-France. Il serait d'ailleurs souhaitable de pouvoir distinguer entre les pollutions dues aux transports de personnes et celles provenant des transports de marchandises, sans doute plus importantes. M. Philippe LAMELOISE a insisté sur la très forte croissance du **transport aérien**.

La pollution de fond la plus préoccupante est constituée par **l'oxyde d'azote**, surtout d'origine automobile. Cette pollution se situe 15 % au-delà des seuils admissibles, mais comme cet excès provient de transformations chimiques dans l'atmosphère, il faudrait diminuer de 50 % les émissions pour diminuer de 15 % le seuil de pollution atteint. Il a précisé à cet égard que le régime de **la circulation alternée** ne diminue que de 20 à 25 % les émissions.

**M. Philippe LAMELOISE a souligné que la pollution atmosphérique constitue un signal des émissions dont l'amplificateur peut être la météorologie**. C'est ainsi qu'en cas de grande pluie ou de grand vent tout est nettoyé. A l'inverse, **en cas de grand beau temps**, en hiver comme en été, avec un froid prononcé ou une chaleur importante, **la pollution atteint son maximum**. En cas de petit vent d'est, assez fréquent aujourd'hui, une forte pollution se répand sur tout Paris.

Si des progrès très importants ont été accomplis dans la réduction des **pollutions industrielles**, notamment dans celles des émissions de dioxyde de soufre

qui ont été divisées par dix en quarante ans en région parisienne, les pollutions qui demeurent proviennent essentiellement des centrales thermiques. De plus, certains combustibles très polluants ont été interdits en région parisienne.

Evoquant ensuite les caractéristiques du trafic lui-même, M. Philippe LAMELOISE a noté que **la baisse de la pollution de chaque véhicule s'est accompagnée d'une augmentation du trafic**. C'est ainsi que, selon les points d'observation, des conclusions différentes peuvent être tirées. Par exemple, au carrefour d'Alésia, une tendance à la baisse du monoxyde de carbone a été observée, alors qu'aux Champs-Élysées cette baisse est très faible, ce qui s'explique par le fait que la circulation au carrefour d'Alésia étant déjà saturée au début de la période d'observation, la modification traduit donc l'amélioration de la qualité des émissions des véhicules sensibles.

Le Président Michel ELBEL a observé que **la fluidité du trafic faisait varier la nature de la pollution, mais sans la supprimer**. Ainsi, un encombrement dégagera un maximum de monoxyde de carbone, alors qu'une circulation fluide provoquera un maximum d'oxyde d'azote. Le problème principal en Ile-de-France est qu'il y existe 4 millions de personnes subissant des pollutions se situant au-dessus des seuils européens, d'où la difficulté d'effectuer des simulations en prenant en compte toutes les heures de la journée dans tous les lieux sensibles ; c'est pourquoi les informations sont encore imprécises à ce jour. Un objectif pourrait être de réguler la fluidité du trafic.

Quant au projet, souvent évoqué, de la construction de **tunnels en région Ile-de-France**, M. Michel ELBEL a jugé cette proposition dépassée, l'objectif premier étant de respirer correctement dans les tunnels grâce à une ventilation suffisante. Or, **une fois la pollution diluée, elle n'est plus traitable**. C'est ainsi qu'à Bergen, en Norvège, un tunnel traite spécifiquement les particules émanant de l'usure des pneus à clous qui érodent le béton, et créent donc une poussière analogue à celle d'un chantier. De même, un tunnel de 50 km emprunté par les poids lourds entre deux îles du Japon a nécessité la dépollution des particules Diesel. Mais **on ne sait pas traiter la pollution des gaz**, pourtant 20 à 50 fois supérieure à celle de l'extérieur. En réalité, le tunnel est efficace pour lutter contre les nuisances sonores subies par les lieux traversés... sauf si le traitement de la pollution de l'air augmente celles-ci à l'endroit du traitement.

A propos de **l'air intérieur**, M. Michel ELBEL a jugé très souhaitable **une connaissance de la pollution globale tant intérieure qu'extérieure** à laquelle les personnes sont soumises et a rappelé que les Associations de surveillance de la qualité de l'air y travaillent. Par exemple, dans les voitures, l'air de l'environnement immédiat est respiré et il est indispensable d'assurer une ventilation minimale sinon, en deux à trois minutes, toutes vitres fermées, la composition de l'air sera identique à celle de l'air extérieur. Les filtres à air actuels pour les habitacles sont peu efficaces, seuls les filtres à charbon actif étant performants, mais ils demandent une très forte puissance de ventilation atteignant cinq fois la puissance des filtres traditionnels.

Contrairement à une fausse évidence, l'enfant assis dans sa poussette sur le trottoir au niveau des pots d'échappement est moins exposé que celui qui se trouve sur le siège d'une voiture pendant plusieurs heures au milieu d'embouteillages.

De même, **le benzène** est parfois en plus forte concentration à l'intérieur qu'à l'extérieur, mais AIRPARIF n'est chargé que de l'air extérieur, à savoir la vérification d'une qualité minimale de cet air qui risque d'être encore dégradée à l'intérieur, où s'y ajoutent les fumées de tabac, celles des activités domestiques (cuisine au gaz, émanation des produits ménagers ou de bricolage, mode de construction) sans compter la présence éventuelle d'un garage donnant sur l'habitation qui subit, de ce fait, l'évaporation des réservoirs. Dans le même ordre d'idées, **le calfeutrement des locaux peut être néfaste à la qualité de l'air intérieur**, même s'il permet de chauffer moins.

M. Michel ELBEL a tenu à signaler que dans l'univers professionnel il existe **un très grand décalage entre les règles imposées sur les lieux de travail et les normes dans l'environnement extérieur en général**.

Les institutions européennes ont actualisé **des normes applicables à la population en général**, ce qui est loin d'être inutile puisque les règles d'hygiène au travail datent d'une trentaine d'années, et ont quelques facteurs cents d'écart avec les normes applicables à l'habitat.

A propos des **normes d'hygiène au travail**, il a été rappelé qu'à la RATP, il existe des normes différentes applicables soit aux voyageurs, soit aux conducteurs. A titre d'exemple, M. Michel ELBEL a indiqué qu'à la station de mesures d'AIRPARIF située à la Porte d'Auteuil, où passent 250 000 véhicules par jour, dont beaucoup de poids lourds, des capteurs situés à 3 mètres de la chaussée ont détecté un niveau de particules quatre fois inférieur à celui relevé sur les quais du RER. Des études sont d'ailleurs menées sur les effets de cette situation sur les conducteurs du métro, mais il est à déplorer que **l'épidémiologie constitue une discipline peu reçue en France**.

M. Philippe LAMELOISE a ensuite détaillé les caractéristiques de **la pollution par l'ozone**, qui est un polluant formé à partir des autres polluants émis, lorsqu'existe un fort ensoleillement. Il se produit alors une catalyse de l'oxygène par l'oxyde d'azote émis par les transports, et par les hydrocarbures résultant à la fois des transports et de la distribution de carburants. Il s'agit là d'une chimie très complexe, lente, puisqu'**il s'écoule six heures entre l'émission des gaz et la formation de l'ozone**. **Le monde rural se trouve donc concerné par ce phénomène**, car il subit la pollution qui s'est formée ailleurs.

L'ozone produit des **effets sanitaires** : grâce au métier de soudeur à arc électrique, des normes d'hygiène au travail et environnementales ont pu être édictées concernant ces effets.

D'autres effets concernent **la végétation**, notamment le rendement des céréales. AIRPARIF a mené une expérience sur des blés américains en Beauce, dont la croissance est entravée de 10 à 15 % en cas de pollution.

Des effets sur **le bâtiment** existent aussi, provoquant la dégradation du verre sous l'effet du dioxyde de soufre et du nitrate, ce qui rend ce matériau moins transparent et entraîne des coûts. La pierre est également touchée, comme l'ont montré les chevaux de Marly, au bas des Champs-Élysées.

Il est à craindre que **la pollution par l'ozone continue à augmenter**, car si l'oxyde d'azote diminue, cela va augmenter l'ozone, qui ne disparaît pas en 24 heures. La forêt de Rambouillet est très touchée, la pollution à l'ozone se répartissant environ 1/3 sur Paris, 2/3 sur Rambouillet.

L'air pollué provient d'Allemagne ou d'ailleurs, puis l'ozone se forme en France. Seule **une solution européenne** peut donc être efficace.

Considérant l'évolution future des transports, M. Philippe LAMELOISE a observé que la motorisation thermique engendrera encore davantage de gaz carbonique, que les émissions filtrées par **les pots catalytiques** ne sont pas encore vraiment connues -d'autant que d'ici à dix ans le pot lui-même risque de se dégrader- et que les plus grosses incertitudes concernent tous les véhicules utilitaires. Quant aux **deux roues**, ils accusent un très grand retard: **ils polluent souvent autant qu'un moteur de voiture d'il y a 25 ans et connaissent un très grand développement**, par exemple à Rome.

D'autres **moteurs thermiques** non liés aux déplacements (groupes électrogènes, engins de chantiers, tondeuses à gazon, petits matériels de jardin), et pour lesquels il n'existe pas de normes en Europe, contrairement aux États-Unis d'Amérique, sont très polluants.

Evoquant **des exemples étrangers**, les personnes entendues ont rappelé qu'en **Californie**, il existe de très graves problèmes de pollution atmosphérique : au cours des années 1960, à Los Angeles, les pneumatiques des automobiles éclataient sous l'effet de la pollution par l'ozone, qui dépassait une concentration de 800 mg/m<sup>3</sup>. De même, à Londres, dans les années 1950, le *smog* a rendu difficiles les projections cinématographiques car la lumière des projecteurs était affaiblie avant d'atteindre l'écran.

Au sujet de **la pollution causée par le transport aérien**, M. Philippe LAMELOISE a relevé que si une automobile dégage de l'oxyde d'azote mesuré en grammes par kilomètre parcouru, **les avions dégagent de l'oxyde d'azote par centaines de kilos à chaque mouvement** (manœuvres, décollages, etc.).

Lorsqu'une simulation générale de cette pollution est effectuée, **les localisations des aéroports ressortent en tant que zones polluées sur les cartes.**

Quant au **transport ferroviaire**, il pollue du fait des **locomotives Diesel de traction** dont chacune pollue autant que 15 camions de 40 tonnes. Les gares de Paris risquent de recevoir de nouveaux autorails diesel de plus faible puissance et de conception plus modernes car, dans les régions, la SNCF a incité à acheter ces trains (TER), notamment dans la région Bourgogne et ceux-ci ont leur terminus à Paris.

En conclusion, M. Michel ELBEL et M. Philippe LAMELOISE ont souhaité que **la circulation de personnes et des marchandises s'adapte à l'agglomération**, et non l'agglomération à l'automobile ou l'automobile à l'agglomération, sans omettre de rappeler que la pollution par le bruit est également très nuisible.

**ASSEMBLÉE PERMANENTE  
DES CHAMBRES D'AGRICULTURE  
(A.P.C.A.)**

**M. GUY VASSEUR,  
PRÉSIDENT DE LA COMMISSION ENVIRONNEMENT**

**M. JEAN-NOËL TERRIBLE,  
CHARGÉ DES DOSSIERS AGRONOMIE ET ENVIRONNEMENT,**

**ET M. JACQUES PIOR,  
CHARGÉ DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE  
ET DES DÉBOUCHÉS NON ALIMENTAIRES**

**(29 novembre 2000)**

M. Guy VASSEUR a constaté que l'APCA n'avait pas encore mené de réflexion sur l'**incidence du changement climatique** en agriculture prévu dans les décennies à venir. Il a toutefois dégagé les thèmes qui seront concernés par cette évolution : l'impact sur les cultures, la forêt et le développement des biocarburants et le problème de l'eau.

Il a rappelé l'existence d'**un rapport sur la politique de l'eau** présenté au mois de novembre au **Conseil économique et social**, dans lequel la prédominance des Agences de l'eau est réaffirmée, ainsi que la nécessité de bien distinguer entre l'eau, bien de production, et l'eau, bien de consommation ; la tonalité de ce rapport semblant d'ailleurs plus proche de celle de la directive européenne que ne l'est le projet de loi sur l'eau.

Il a émis un jugement négatif sur la présentation de **la taxe générale sur les activités polluantes**, et positif **sur la redevance azote**, qui est proche de la

conception de l'APCA dans son principe. Il a salué le fait que l'argent de l'eau soit prévu pour retourner à l'eau.

M. Guy VASSEUR a ensuite rappelé que **l'agriculture est le deuxième préleveur d'eau en France après le secteur de l'énergie et à égalité avec les collectivités**. Mais, il a fait remarquer qu'en agriculture, une partie de l'eau était restituée à l'environnement, ce que le ministère du même nom se refuse à prendre en considération.

Il s'est déclaré favorable à **une gestion de l'eau par les volumes et non par les prix** ; il a cité l'exemple de la nappe de Beauce. Pour ne pas descendre au-dessous d'un certain niveau, des restrictions à l'irrigation durant la fin de semaine ou la journée ont été instaurées. Ces mesures n'ont que peu d'effet et de plus, elles profitent à ceux qui sont bien équipés et pénalisent les autres. Une gestion quantitative, contrôlée au moyen de compteurs a été mise en place avec l'administration, sans aboutir cependant à une politique stricte de quota.

A l'inverse, le ministre de l'Environnement propose une gestion par les prix qui privilégie celui qui peut payer, mais ne règle pas le problème du volume d'eau utilisé.

Abordant la question de **la pluviométrie**, M. Jean-Noël TERRIBLE a fait remarquer que dans ce contexte de changement climatique, les excès ou les défauts de pluie ainsi que les aléas climatiques semblaient être plus nombreux et plus importants qu'auparavant. Or, pour une bonne efficacité agricole de l'eau, il ne faut pas des abats d'eau excessifs. L'eau doit en effet pénétrer dans le sol pour pouvoir être absorbée par les plantes.

De plus, une précipitation trop intense peut entraîner un ruissellement qui est susceptible de provoquer de **l'érosion**. Si les pluies sont importantes et brutales, elles peuvent également provoquer des **crues dramatiques** même en l'absence de remembrement (Nîmes, Vaison la Romaine,...). Ce phénomène de ruissellement est accentué en zone urbaine par l'imperméabilisation de surfaces importantes.

D'un point de vue général, M. Jean-Noël TERRIBLE a relevé que **les exploitations agricoles ne peuvent migrer en fonction de l'évolution climatique. Les agriculteurs seront amenés à adapter leurs cultures** en fonction des réponses apportées par la recherche. Ainsi, pour le matériel génétique, à l'avenir, les recherches génétiques permettront de disposer de variétés adaptées aux nouvelles conditions climatiques.

Cependant, plus violents et sévissant sur des zones variables et imprévisibles, **les aléas climatiques risquent de provoquer des dégâts plus importants aux cultures**.

A propos des **zones humides**, il a relevé que certains marécages du sud-ouest et d'autres régions françaises ont été assainis au cours des siècles afin de lutter contre les « fièvres » qui frappaient les populations. Il a rappelé la nécessité d'être

vigilant car entretenir ou reconstituer des zones humides, avec le réchauffement climatique, pourrait recréer des conditions favorables au **développement des insectes vecteurs de maladies** qui deviennent de plus en plus résistantes aux médicaments (le paludisme ...).

De plus, l'augmentation de la température moyenne risque d'avoir aussi une influence sur **le développement des insectes xylophages** et particulièrement les termites. Connus depuis longtemps dans le sud, ils sont en train de coloniser les zones rurales et urbaines de la France. Les chablis de la tempête de 1999 restés sur place constituent un terrain de multiplication de ces insectes.

Actuellement, plus de la moitié des départements sont touchés et on relève la présence de ces insectes en plein cœur de Paris.

Par ailleurs, les hivers insuffisamment froids pourraient entraîner **la prolifération de ravageurs** des cultures tels que les campagnols et les limaces.

Abordant ensuite les questions liées à **la forêt**, M. Guy VASSEUR a observé qu'il faudrait peut-être remplacer les jachères par des jachères énergétiques, voire par une reforestation. M Jacques PIOR a observé qu'**un massif forestier a des effets sur les climats locaux, les sols et l'érosion**, et que la reforestation permettrait peut-être de récupérer des zones délaissées en France, indépendamment des retombées de l'évolution des prix du pétrole.

M. Guy VASSEUR a mis l'accent sur **le décalage entre les prises de conscience face aux diverses formes de pollution**, trois vagues pouvant être distinguées :

- 1960 : perception de la pollution industrielle,
- 1980 : perception de la pollution agricole,
- 1990 : perception de la pollution des ménages.

Aujourd'hui, les médias ne parlent que des pollutions d'origine agricole. Il est important de **mieux faire connaître les effets utiles et bénéfiques de l'agriculture** dans notre société. Ainsi, lorsqu'un agriculteur procède à l'épandage de boues de stations d'épuration urbaines, il rend un service à la société en éliminant ce déchet par le recyclage de la matière organique avec les cultures.

M. Guy VASSEUR a insisté sur le fait que **la question des boues** allait être un dossier difficile à gérer. L'agro-industrie, la grande distribution incorporent dans les cahiers des charges de production agricole des restrictions, voire des interdictions d'utilisation de boues et déchets. Les agriculteurs sont pris en otage. La profession agricole avait demandé la mise en place d'un système de couverture des risques pour les agriculteurs épandant des boues. Il n'est toujours pas créé à ce jour.

M. Guy VASSEUR a déploré que depuis quatre années, les pouvoirs publics restent dans l'expectative sur ce dossier, ce qui a abouti à une impasse et un blocage se traduisant par des réticences de plus en plus marquées de la part des agriculteurs à recevoir les boues urbaines.

Il a estimé qu'il revient donc aux pouvoirs publics de prendre une position claire sur ce qui constitue un dossier de société et non un dossier agricole.

Evoquant ensuite **les biocarburants**, M. Jacques PIOR a parlé de l'existence d'écobilans privés relatifs à la filière alcool et aux huiles dont les résultats étaient assez positifs. De plus, même si le résultat était équivalent à celui obtenu grâce aux combustibles fossiles, **la production de biocarburants devrait être encouragée**, puisque leur caractère renouvelable l'emporte sur d'autres aspects. Or, avec un pétrole à 35 \$ le baril, cette production devient intéressante avec, pour limite, l'ampleur des surfaces utilisables. Il a rappelé également que BP venait de gagner une procédure en première instance relative à la défiscalisation des biocarburants, et qu'une procédure en appel était pendante.

**BNP PARIBAS**

**M. DENIS AUTIER,  
CHEF DU DÉPARTEMENT GESTION GLOBALE DES RISQUES,**

**ET M. EMMANUEL DEBOAISNE,  
CONSEILLER AU DÉPARTEMENT GESTION GLOBALE DES RISQUES**

**(11 octobre 2000)**

MM. Denis AUTIER et Emmanuel DEBOAISNE ont présenté la nouvelle activité dans laquelle les banques et les assurances se sont rapprochées, à savoir **les dérivés climatiques**.

Ces nouveaux produits reflètent une approche globale du risque. De plus en plus de risques de type assurance apparaissent.

Dans cet esprit, il arrive que des entreprises s'assurent en cas de croissance insuffisante. Dans cette approche, BNP PARIBAS joue le rôle de conseil, évalue le prix et transfère le cas échéant les risques à d'autres investisseurs.

La couverture des risques climatiques est née aux Etats-Unis d'Amérique en 1997, à l'époque où les compagnies d'énergie ont redouté des fluctuations fortes de leur activité liées au climat. L'idée consistait à se protéger des variations de prix résultant des aléas climatiques car le climat peut entraîner beaucoup de perturbations pour un certain nombre d'entreprises.

En France, les données historiques de MÉTÉO FRANCE permettent l'évaluation d'un prix de transfert de risque. La clientèle de BNP PARIBAS, dans ce domaine, compte aussi bien des compagnies d'énergie que des fabricants de boissons -les brasseurs, par exemple- des glaciers, des transporteurs qui redoutent l'enneigement et le gel, des parcs d'attraction, des stations de sports d'hiver, des entreprises de bâtiment et de travaux publics dont l'activité est perturbée par la pluie et le gel. Des assurances garantissent, elles, contre, par exemple, le risque de pluie durant les tournois de tennis à Roland Garros ou bien encore contre l'enneigement ou

contre le mauvais temps en général- en cas de tournage de cinéma ou de concert en plein air.

Les risques assurés pris en compte par BNP PARIBAS sont, soit conservés, soit replacés sur le marché de la réassurance.

Une comparaison internationale montre que **le Royaume-Uni et la Scandinavie** sont plus en avance que la France en matière de risques climatiques dans la mesure où le marché de l'énergie est déjà dérégulé dans ces pays.

**Les collectivités publiques** sont également très concernées. En effet, certaines communes ou départements sont très exposés -le sablage des routes ou leur déblaiement n'ont pas un coût négligeable. Mais actuellement, les collectivités publiques n'ont pas le droit de s'assurer contre les aléas du climat car il leur est proposé un produit financier et non une assurance proprement dite. L'absence de demande provient aussi de l'insuffisante connaissance de ce nouveau produit. Déjà à l'étranger, au Royaume-Uni et aux Etats-Unis d'Amérique, les collectivités locales souscrivent des assurances climatiques.

Quant à l'importance économique de ce secteur, elle est exprimée par le marché américain du risque climatique qui représente environ 7 milliards de dollars de montants couverts, les primes atteignant 4 % à 15 % de ce montant. La probabilité de survenance des événements assurés est environ de 10 %, ce qui signifie qu'elle est calculée d'après un rythme décennal.

Pour les vendeurs de ces nouveaux produits, il s'agit de **faire prendre conscience aux entreprises de l'existence du risque climatique qui est en réalité un des trois risques principaux de l'entreprise.**

95 % des opérations de ce type sont qualifiés de contrat financier et non d'assurance, ce qui oblige l'entreprise à évaluer l'impact financier d'un degré de température. Le banquier chiffre ensuite le coût de la couverture. En sens inverse, les assureurs ou réassureurs évoluent aussi vers le secteur financier.

Certaines entreprises souhaiteraient un produit multirisques concernant le compte de résultat. BNP PARIBAS mène des études en ce domaine qui devraient pouvoir aboutir lorsque le risque est bien identifié. Pour mettre au point ces produits, BNP PARIBAS a recruté des assureurs pour parler le même langage qu'eux.

Ces attitudes d'anticipation de la part des entreprises sont importantes dans le cadre des accords de Kyoto qui prévoient un marché de permis d'émission de carbone, dont les mesures réglementaires restent à adopter. BNP PARIBAS estime que **des investisseurs existent pour des aspects environnementaux mais il faut attendre le bon moment pour proposer la création du bon produit.**

Déjà la Banque Mondiale a lancé un fonds (Prototype Carbon Found) de 150 milliards de dollars afin de financer des projets dans le cadre des accords de

Kyoto, cadre dans lequel la Banque Mondiale récupère les permis liés aux projets ainsi financés.

**Il semblerait que le marché potentiel des permis d'émission de carbone soit important.** Un seul précédent existe : celui du marché des émissions de soufre aux Etats-Unis d'Amérique.

Mais derrière tous ces développements, demeure la question de fond de la météo. Existe-t-il, ou non, une tendance météo exprimant un changement et, dans l'affirmative, par quoi est-elle pilotée ? Cette interrogation est capitale pour les assureurs et les banquiers qui doivent diversifier les risques par zone géographique et choisir en conséquence certains pays pour exercer leur activité climatique.

Pour l'instant, la meilleure protection contre les aléas climatiques résulte d'hivers plutôt chauds.

Dès à présent, en **Californie** et en **Espagne**, des agences sont chargées d'observer les évolutions ; il s'agit, en Espagne, d'une agence de l'Etat. Un risque important est l'inondation. La ville de Cologne en **Allemagne** redoute beaucoup les crues et un nouveau produit est souhaité contre ce risque car son importance excessive en fait refuser la garantie par les assureurs.

Tous les temps sont concernés. Par exemple, pour les compagnies procédant au dégivrage des avions, il est important de se couvrir contre les hivers chauds.

Mais **la bonne connaissance des données météorologiques est toujours difficile**. Par exemple, à Las Vegas, il a suffi de la création d'un lac devant la station météorologique pour créer un microclimat.

D'une manière générale, **la tendance au réchauffement de la température semble certaine** : soit une augmentation de plus d'un degré en vingt ans et les organismes privés qui travaillent à partir des données de MÉTÉO FRANCE -qui possède un très bon réseau, de bonnes bases de données historiques et qui est probablement le meilleur organisme de météo en Europe- analysent très soigneusement l'ensemble des informations recueillies.

D'autres régions du monde sont moins favorisées. C'est le cas de l'**Afrique** qui n'est même pas observée dans la mesure où il n'y existe pas d'historique météo sur les trente dernières années. Quant à l'**Australie** et au **Brésil**, ils donnent lieu à quelques opérations isolées.

Une fois les données météo collectées, pour estimer le risque et le montant de la prime d'assurance, **une approche actuarielle** est utilisée afin de permettre un excédent et un retour du capital.

De nouvelles sociétés se manifestent sur ce marché, notamment des sociétés américaines qui incitent éventuellement à conclure des assurances sur Internet. BNP

PARIBAS vient également de lancer un site Internet permettant de proposer des produits liés aux données météorologiques.

**Mais le changement de mentalité incitant les entreprises à se couvrir contre le risque climatique commence seulement à s'opérer.** De nouveaux produits destinés aux particuliers qui pourraient, par exemple, se couvrir contre une augmentation anormale de leur facture de chauffage restent à inventer.

Par ailleurs, certaines entreprises ne s'assurent plus car elles estiment qu'au sein même de leur groupe, un phénomène de mutualisation existe déjà en interne du fait de la taille de leur société. C'est le cas de British Petroleum (B.P.) et cet exemple s'étend.

**Des liens avec la recherche doivent encore être développés pour intégrer par exemple les phénomènes réguliers appelés El Niño ou La Niña -ou oscillation australe- ou encore les risques liés à l'oscillation nord atlantique.**

A ce stade, il n'y a pas véritablement de liens entre la réflexion des banques et des assureurs et la politique gouvernementale ou l'action de la MIES liée au climat.

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES  
(B.R.G.M.)**

**M. YVES CARISTAN, DIRECTEUR GÉNÉRAL**

**(6 avril 2000)**

M. Yves CARISTAN, Président du Comité Supérieur d'Evaluation des Risques Volcaniques et Directeur général du BRGM, a indiqué que depuis les années 1980, **l'étude du climat a beaucoup évolué en couplant certains concepts**, par exemple, les océans avec la météo, et, à partir des années 1990, en couplant ou bien le développement durable et les interactions de l'atmosphère, ou bien la biologie et les sols, en s'intéressant à la surface et à la modification de la géométrie de cette surface.

Il a rappelé que les modifications météorologiques et climatiques avaient des **impacts géomorphologiques** (érosion, élévation du niveau moyen des mers observé de 0,3 cm par an, dilatation thermique des océans) et que seules les mesures étaient à même de fournir des certitudes. Il a aussi souligné que **le changement du niveau de référence hydrologique des fleuves** pouvait être lié à des changements du transport des sédiments possibles. En effet, une grande mobilité a pu être observée, par exemple, pour le Fleuve Jaune en Chine et pour la Somme en France.

**Les modifications des traits de côtes** sont aussi étudiées par le B.R.G.M., par exemple les modifications des bancs de vase au bord de la côte de Cayenne, qui entraînent des problèmes pour les ports de Cayenne et de Kourou. Des programmes de suivi des traits de côtes sont donc nécessaires et le B.R.G.M. constitue des bases de données à partir de ses observations. Les territoires d'Outre-mer sont également affectés par **la hausse du niveau de la mer**. Ainsi, en Polynésie, les atolls de un à trois mètres de hauteur sont concernés.

Au-delà des impacts climatiques directs, **les glissements de terrain** risquent de se multiplier du fait des pluies et des sécheresses, comme cela s'est produit aux Antilles et au Japon ; **les inondations** vont augmenter.

Pour M. Yves CARISTAN, de récents événements comme le séisme de Turquie ou les tempêtes de décembre 1999 en France, ont rappelé **la vulnérabilité**

**des sociétés modernes aux phénomènes naturels**, celle-ci étant d'ailleurs augmentée par la complexité desdites sociétés.

M. Yves CARISTAN a noté également que **les changements climatiques peuvent entraîner des modifications du couvert végétal, de la vie bactérienne du sol, des températures et de l'hygrométrie.**

Dans ce contexte, la politique de prise en compte des **risques naturels** devrait être encore davantage confortée, notamment quant aux prévisions. C'est pourquoi l'Etat développe des programmes de **cartographie du risque.**

A propos des **eaux souterraines**, M. Yves CARISTAN a considéré que celles-ci constituaient un patrimoine plus ou moins bien géré. Le B.R.G.M., spécialiste de ces questions, s'interroge sur l'impact des climats, sur la montée ou la baisse des nappes phréatiques, surtout en cas de modification des précipitations. Il pourrait y avoir alors une importante remontée des nappes, voire des affleurements et des apparitions de marais permanents, la localisation des zones humides pourrait en être modifiée, tout comme le trajet des pollutions diffuses, ce qui ne manquerait pas d'entraîner des effets indirects sur la qualité et la quantité des eaux.

M. Yves CARISTAN a ensuite insisté sur ce qu'était **le problème du biseau d'eau salée** qui a pour effet, le long des côtes, de faire pénétrer l'eau de mer dans l'aquifère puis d'entraîner sa remontée vers les nappes de surface comme cela se produit en Aquitaine, mais aussi dans de nombreuses régions côtières dans le monde. Il a estimé qu'il conviendrait de recycler davantage l'eau et, probablement, de recharger les aquifères, y compris avec les eaux recyclées.

En **Inde**, où une semaine est consacrée à l'eau, et dont les habitants seront sans doute près de 1,1 milliard en 2050, l'eau, apportée en abondance par les moussons, l'est cependant à une mauvaise époque de l'année. La recharge artificielle pourrait présenter un intérêt.

M. Yves CARISTAN a ensuite indiqué que le B.R.G.M. s'intéressait au **stockage artificiel du CO<sub>2</sub>** et qu'à leur tour, les industriels manifestaient un intérêt soutenu pour ce procédé.

Il s'est ensuite inquiété de **la gestion des eaux souterraines** qui n'est pas idéale à ce jour du fait de la pollution, de la baisse des niveaux et du désintérêt de l'Etat. A cet égard, il lui a semblé que la loi sur l'eau allait dans le bon sens.

Interrogé sur l'éventualité d'un cataclysme lié à **la fonte éventuelle des calottes glaciaires** et à leur précipitation instantanée dans l'océan, M. Yves CARISTAN a jugé cette hypothèse absurde dans la mesure notamment où les calottes ont une inertie mécanique très grande. Une fonte totale des calottes glaciaires prendrait plusieurs siècles et il est inconcevable d'imaginer que la calotte se retrouve dans l'océan. En effet, la glace n'est pas cassante et le milieu est ductile. Sur ce

point, il a recommandé au rapporteur de consulter le Laboratoire de glaciologie de Grenoble.

Interrogé sur le parallèle possible entre la terre et **un vaisseau spatial**, M. Yves CARISTAN a approuvé cette comparaison et a rappelé qu'il s'agissait d'un problème de civilisation mondiale concernant aussi bien l'économie, les sciences, que les religions.

Il a rappelé à cet égard les réflexions de Teilhard de Chardin sur le futur de la Terre et les théories de Lovelock sur Gaïa qui poursuit l'analogie entre les organismes vivants et une société humaine. Il a indiqué aussi qu'un article paru dans « *Nature* » en 1997 avait essayé de chiffrer les services rendus par la nature en établissant une carte du coût en dollars par hectare démontant en quelque sorte les cases du vaisseau spatial Terre.

**CAISSE CENTRALE DE RÉASSURANCE  
( C.C.R. )**

**M. THIERRY MASQUELIER, PRÉSIDENT**

**(11 octobre 2000)**

Après avoir rappelé que la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) était une société anonyme, à capitaux limités, jouissant de la garantie de l'Etat, et ayant pour but de **réassurer les assureurs travaillant en France**, M. Thierry MASQUELIER a indiqué que la loi de 1982 sur les catastrophes naturelles avait obligé les assureurs à garantir les catastrophes naturelles et leur avait ouvert le droit de se réassurer auprès de la CCR pour les dommages non assurables, étant précisé que ce système ne concerne pas les risques agricoles.

A propos des récents événements naturels survenus en France, que ce soit en France métropolitaine ou dans les DOM, y compris Wallis-et-Futuna, mais pas dans les TOM, il a rappelé que **les catastrophes naturelles sont couvertes dès lors qu'un événement naturel revêt une intensité anormale**.

Les risques biologiques ou animaliers ne sont pas pris en compte mais beaucoup d'autres le sont comme, aux Antilles, le risque réel de tremblement de terre, ou en métropole, **les inondations** par débordement de fleuve ou par ruissellement, **la sécheresse** et la subsidence, ou, plus précisément, le mouvement de terrain différentiel qu'elle peut provoquer (un terrain argileux desséché se contracte et en cas de fondations insuffisantes, le bâtiment joue, rendant éventuellement celui-ci impropre à sa destination). Depuis 1982, ce risque de subsidence a coûté aussi cher que l'ensemble des dommages liés aux inondations. Sont également garantis les risques liés aux **avalanches**, aux **glissements de terrain** et aux éruptions volcaniques.

Dans le domaine de la réassurance, la CCR se trouve en concurrence avec tous les réassureurs de la planète ; elle intervient dès qu'il y a déclaration de catastrophes naturelles -par opposition à des catastrophes récurrentes, c'est-à-dire qui interviennent plusieurs fois en dix ans.

La CCR couvre entre 90 et 95 % du marché, tous les types d'assurance pouvant être adhérents auprès d'elle.

A propos de la fréquence des sinistres, M. Thierry MASQUELIER a observé qu'il n'y avait pas eu de changement de fréquence des phénomènes dans la période récente, mais que **le coût financier de chaque événement avait tendance à augmenter** du fait des concentrations de valeur dans des zones exposées (Côte d'Azur...). Cela est également lié à l'augmentation de la sensibilisation du public qui fait pression pour obtenir des arrêtés de catastrophes naturelles, d'autant plus que le système de réassurance fonctionne bien. Tel est le cas par exemple dans les zones argileuses très exposées (Vallée de Chevreuse, Seine-et-Marne, St-Quentin-en-Yvelines, Marne-la-Vallée, alentours de Toulouse, Gers, Flandres...).

**L'assurance contre les catastrophes naturelles constitue désormais une clause obligatoire des contrats d'assurance** et son taux de cotisation est fixé par arrêté. Il était de 9 % et est passé à 12 %, il est prélevé en plus de la prime de base qui atteint 103 au lieu de 100.

A cause du sinistre survenu dans l'Aude, puis pour les tempêtes de décembre 1999, il a fallu faire appel à **la garantie de l'Etat**, qui n'avait jamais été mise en jeu auparavant hormis lors du démarrage du système.

En volume, sur les cinq milliards de francs collectés par les assureurs, deux milliards de francs sont conservés par les assureurs et trois milliards de francs par la CCR.

Une comparaison internationale montre que **l'Espagne** possède un système très proche, que **la Belgique** et **l'Italie** sont en train de mettre en place un système analogue quoique limité aux tremblements de terre en Italie, qu'en **Suisse**, il existe un système par canton et qu'en **Californie**, au-delà des assurances, la prise en charge des conséquences de tremblements de terre incombe à l'Etat.

Pour chiffrer les risques, les lois de probabilité sont davantage déduites des phénomènes climatiques du passé que de l'étude des phénomènes actuels, les assureurs se comportant davantage en statisticiens qu'en scientifiques (par exemple : le risque de retour d'une tempête du type de celle de décembre 1999 est considéré comme impossible à annoncer). Un taux uniforme est ensuite choisi, indépendamment du taux d'exposition réel de l'assuré au risque. A la limite, si un assuré présente un risque de catastrophe naturelle trop grand, l'assureur peut refuser de le prendre en charge pour l'incendie, dont l'assurance catastrophes naturelles n'est qu'une annexe, ou bien une tarification spéciale peut aussi être établie.

Une attitude préventive pourrait aussi consister à suggérer **des normes de construction renforcées**. Le ministère de l'environnement souhaite que soit relancée une telle politique.

L'ensemble de ces considérations ont conduit les assureurs et les réassureurs à proposer de nouveaux produits appelés « **dérivés climatiques** ». Ce système n'en

est qu'à ses débuts. Il s'inspire des techniques de l'assurance et prévoit une prestation forfaitaire. Il s'agit de la promesse d'une somme forfaitaire ou du résultat d'un mode de calcul directement lié à une perte de recettes ou à un excédent de dépenses. Les entreprises dont l'action est liée de près ou de loin aux variations de température sont intéressées par ce produit. Les variables peuvent prendre en compte aussi bien la consommation d'électricité que celle de boissons par les clients d'un établissement, le gel, la baisse de température, les précipitations de neige ou de pluie.

**L'observation des données de Météo France devient donc essentielle pour couvrir les risques assurés.** Ce nouveau produit d'assurances peut en outre présenter l'intérêt de différencier le risque selon les régions afin d'éviter de voir sa réalisation survenir partout au même moment. Il peut être un facteur d'équilibre au sein d'un portefeuille d'assurances.

Ce concept de dérivés climatiques, né aux Etats-Unis d'Amérique, ne se développe en France que depuis deux ou trois ans et nécessite l'évaluation financière des grands événements survenus au cours des dernières années quant à leur impact sur les biens assurés, à l'exclusion des impacts sur les équipements publics ou les bâtiments non assurés.

**LABORATOIRE DES SCIENCES DU CLIMAT  
ET DE L'ENVIRONNEMENT (L.S.C.E.)**

**(UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE CEA – CNRS)**

**M. LAURENT TURPIN,  
DIRECTEUR DU LABORATOIRE DES SCIENCES DU CLIMAT ET DE  
L'ENVIRONNEMENT (L.S.C.E.),**

**M. PIERRE TRÉFOURET,  
CONSEILLER AU CABINET DE L'ADMINISTRATEUR GÉNÉRAL**

**(16 novembre 2000)**

M. Laurent TURPIN a tout d'abord présenté l'unité de recherche dénommée « **Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement** », qui est associée au CNRS au sein d'une unité mixte CEA-CNRS, et fait partie de l'Institut Pierre-Simon Laplace, une fédération de laboratoires de recherche d'Ile de France, comprenant au total plusieurs centaines de personnels dont la plupart travaillent sur le climat ou ses composantes, atmosphère et océan.

La recherche du CEA effectuée au LSCE s'efforce de comprendre **la variabilité des climats à travers le passé**, ainsi que **l'étude des cycles naturels**, en priorité celui du carbone mais l'étude des aérosols et des gaz est aussi menée. Ses recherches dans le domaine ont débuté au cours des années 1950.

Le LSCE est également en charge d'**un service d'observation du dioxyde de carbone atmosphérique** agréé par l'O.M.M., RAMCES. Il y en a très peu dans le monde : aux Etats-Unis d'Amérique, la N.O.A.A. possède un réseau de stations, en Australie il y a le C.S.I.R.O. et, en France, il n'existe que le réseau RAMCES ; le Japon ne détient que quelques stations nationales. Le réseau mondial est donc constitué de la juxtaposition des moyens de la N.O.A.A., du C.S.I.R.O. et de RAMCES.

Des **mesures** isotopiques et autres sont effectuées, ainsi que de la modélisation lourde. **Le LSCE élabore des modèles du cycle du carbone, comprenant la végétation, et, également, couple des modèles tridimensionnels.** Il observe aussi la terre par satellite.

Ces modèles ont été validés pour l'instant à travers l'observation de climats du passé. Les modèles du GIEC couplant l'océan et l'atmosphère n'ont pas permis de vérifier les changements climatiques du passé. Pour cela, il faut leur ajouter le modèle de végétation du LSCE.

Revenant aux faits observés depuis un siècle, M. Laurent TURPIN a noté **l'augmentation moyenne de 1° de la température, et que, depuis 150 ans, des gaz à effet de serre sont rejetés par l'homme**, d'où la question du lien de causalité entre ces deux observations. Or, depuis seulement deux ou trois ans, il est apparu comme une certitude qu'il était impossible d'expliquer le lien entre ces deux phénomènes sans mettre en cause le rôle de l'homme. Il s'agit d'une conclusion sans ambiguïté des travaux du GIEC : le réchauffement des quarante dernières années ne peut être expliqué que par l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Il y a trois ans, un article paru dans la revue « *Science* » soutenait qu'un équilibre se réalisait entre le rejet du CO<sub>2</sub> aux Etats-Unis d'Amérique et le développement des forêts. Depuis cette date, le LSCE a montré que, de 1988 à 1998, en étudiant **le bilan de carbone océans-continents**, le puits de carbone important constitué aux Etats-Unis d'Amérique il y a quatre ans, n'existait plus aujourd'hui.

Que ce soit pour les conditions observées aux Etats-Unis d'Amérique ou pour le phénomène *El Niño*, **de très fortes variabilités sont observées d'une année sur l'autre**, ce qui conduit à rappeler que « *les chercheurs sont payés pour douter, et les politiques pour décider* ». C'est ainsi que **des données exactes au moment de la signature du protocole de Kyoto peuvent être fausses aujourd'hui, tellement le rôle des forêts est considérable**, et il reste très difficile d'établir le bilan carbone de celles-ci.

M. Laurent TURPIN a noté par ailleurs l'existence d'**une étanchéité quasi totale entre les chercheurs et les négociateurs politiques internationaux, notamment européens**. Les messages ne passent qu'indirectement entre eux, tandis qu'en face les négociateurs américains ont à leurs côtés des scientifiques qui leur fournissent des arguments au bon moment.

Il a également insisté sur le fait que **les fourchettes économiques** citées dans les travaux du G.I.E.C. ne sont que des hypothèses économiques, au nombre d'une quarantaine, qui entraînent des fourchettes climatiques. **L'hypothèse des rejets de gaz à effet de serre va de 4 gigatonnes par an, hypothèse optimiste, à 20 gigatonnes par an.** A ce dernier niveau élevé, les Etats sont supposés libres d'agir avec diversité, tandis que l'hypothèse des 4 gigatonnes suppose la diffusion efficace des technologies de maîtrise des émissions aux pays en voie de développement.

M. Laurent TURPIN a observé ensuite que seuls les scientifiques anglais du Hadley Center ont reçu une mission publique spécifique des politiques sur les calculs de scénarios climatiques, alors qu'en France la recherche est trop émiettée et repose que sur l'initiative individuelle des chercheurs., Or, on constate que **l'intercomparaison des modèles climatiques fait apparaître d'importantes variabilités de l'un à l'autre**. Le GIEC devrait peut-être compléter ses modèles par une approche statistique diversifiée.

Les modèles climatiques comprennent principalement trois composantes :

**1. les modèles d'océan** : ils prennent en compte l'océan et leur pas de temps est de dix jours, en supposant que l'océan se trouvait en équilibre thermodynamique au siècle dernier, ce qui n'est sans doute pas exact car un tel équilibre ne semble pas avoir existé si ce n'est dans un passé très lointain.

**2. les modèles d'atmosphère** : ils ne prennent pas assez en compte les aérosols (suies, charbons, sulfates) et leurs évolutions dans le temps. De plus, à l'échelle globale, les nuages y sont mal représentés (la résolution possédant une maille de 100 km x 100 km).

**3. les schémas de surface et de végétation** : ils donnent de bons résultats sur la végétation grâce aux satellites, mais sont très chers en calculs. Leur pas de temps est d'une journée mais **il manque la dimension agricole**, d'où une exactitude limitée à la Sibérie en Eurasie. Il faudrait donc parvenir à une régionalisation meilleure pour améliorer les prévisions, mais en Europe de l'ouest il existe peu de végétation naturelle, même dans les forêts.

**Il reste à établir un dialogue entre les acteurs socioéconomiques, agricoles et les auteurs de modèles de végétation.** Cela pourrait être développé grâce aux réseaux de l'INRA et grâce, notamment, à une intégration européenne de la recherche dans ce domaine.

Au demeurant, M. Laurent TURPIN a considéré que **le perfectionnement de tels modèles est indispensable pour contrôler la mise en œuvre du protocole de Kyoto.**

**Une limitation majeure des performances des modèles est la puissance de calcul disponible. On commence à imaginer des calculateurs climatiques : les Etats-Unis d'Amérique et le Japon** poursuivent leurs avancées chacun de leur côté, leurs projets de machines incluant déjà des variables climatiques.

**L'Europe** commence à envisager de se doter d'un tel outil de calcul.

Un saut technologique sera opéré lorsque l'architecture des machines sera calquée sur celle des modèles de climat, ce qui devrait permettre un grand gain de temps.

En ce qui concerne les machines actuelles, le CEA et le CNRS utilisent des machines japonaises (NEC, Fujitsu) mais la réécriture totale ou partielle des codes est souvent indispensable après l'achat des machines et **il ne se trouve pas suffisamment de personnels techniques en informatique dans ces organismes français pour réécrire les codes**, contrairement à la situation au Hadley Center ou à Météo-France.

Même si des moyens considérables sont mobilisés, notamment des moyens spatiaux, M. Laurent TURPIN a relevé qu'en France, malgré l'important potentiel des **organismes de recherche**, il manque de capacité d'organisation et de réactivité pour répondre à des questions précises, en comparaison avec le Hadley Center au Royaume Uni, où tous les moyens humains et financiers sont rassemblés en un seul centre de recherche. En revanche, la recherche du Max Planck Institut est scindée en trois : recherche sur le climat à Hambourg, sur le cycle du carbone à Iéna, et sur la chimie atmosphérique à Mayence. Il s'est aussi inquiété du fait que le retard ou l'avance en sciences dépend seulement de la présence ou non de quelques personnes de talent et aussi d'opportunités qu'il faut avoir les moyens de saisir.

M. Laurent TURPIN a souhaité que **des satellites** soient mis en place **pour observer le cycle du carbone**, ce qui serait d'ailleurs très utile pour déterminer les cadastres d'émission et ainsi taxer les pollueurs. De plus, **le réseau d'observation au sol et par avion pourrait être densifié**. Cela pourrait entrer dans la dynamique retenue par les Etats-Unis d'Amérique qui souhaitent faire de l'effet de serre un avantage économique pour leurs entreprises.

**M. Laurent TURPIN a par ailleurs regretté que le nucléaire ne soit pas explicitement cité par l'Union européenne comme une source d'énergie électrique exempte de rejets de CO<sub>2</sub>.**

Il a relevé que les industries dégagent **du CO<sub>2</sub> qui pourrait être mélangé à de l'hydrogène produit à partir de centrales nucléaires pour offrir un carburant à la pile à combustible, permettant aux automobiles de rouler au nucléaire** puisque, aujourd'hui, les émissions de carbone liées aux transports représentent près de 30 % des émissions.

Il a estimé que **d'ici cinq à dix années le changement climatique se sentirait dans la vie quotidienne**, alors que, pour l'instant, sa dimension planétaire le rend difficile à appréhender pour la population.

Evoquant ensuite **la M.I.E.S**, il a loué le bon niveau scientifique de ses documents de synthèse et a considéré qu'elle effectuait un bon travail en tant que mission. Par ailleurs, il a regretté qu'**aucun colloque scientifique** véritable sur ce sujet n'ait eu lieu en France, ni d'ailleurs **aucun colloque sur ce thème regroupant des décideurs**.

Evoquant **le programme du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement sur la gestion et l'impact du changement climatique**

(G.I.C.C.), il a noté qu'étant donné la complexité du problème, ses travaux n'étaient pas encore en état de déboucher sur des conclusions opératoires.

Interrogé ensuite sur divers thèmes, M. Laurent TURPIN a indiqué que **le modèle du Hadley Center n'intégrait aucune donnée paléoclimatique**, que les recherches sur les modèles climatiques étant assez récentes, elles pourraient récolter ultérieurement les immenses progrès des machines informatiques et de l'observation satellitaire. L'espoir de pouvoir **décrire un océan véritable grâce au projet français Mercator** est par exemple aujourd'hui bien réel.

A propos de l'évolution de **la banquise**, il a noté que **celle de l'Arctique semble reculer**, et que **celle de l'Antarctique plonge** sous le niveau de l'eau actuel, ce qui fera de sa diminution éventuelle un problème non pas d'évolution graduelle, mais de **passage de seuil**.

Quant au **niveau de la mer**, sa hausse résultera surtout de la dilatation des océans causée par l'augmentation de la température globale, mais elle ne devrait pas atteindre 2 mètres.

La question de l'augmentation de la fréquence des cyclones, surtout aux Etats-Unis d'Amérique et en Australie, reste ouverte. Celle de **la multiplication des événements extrêmes** pourrait résulter du changement climatique du fait d'un plus grand contraste entre les zones froides des pôles et les zones chaudes de l'Equateur. Les cinq années à venir permettront probablement de répondre à cette interrogation.

Il a enfin déploré qu'**aucun scientifique français** n'ait été présent à **la Conférence de La Haye**, les économistes se contentant de traduire des dispositions du protocole de Kyoto.

**CENTRE NATIONAL DU MACHINISME AGRICOLE,  
DU GÉNIE RURAL  
ET DES EAUX ET FORÊTS  
(CEMAGREF)**

**M. PIERRICK GIVONE,  
DIRECTEUR SCIENTIFIQUE ADJOINT**

**M. JEAN-LOUIS VERREL,  
DÉLÉGUÉ À L'ENVIRONNEMENT**

**(20 décembre 2000)**

M. Jean-Louis VERREL a rappelé que **le CEMAGREF est en charge tant des réductions des émissions de gaz à effet de serre à la source que de l'atténuation de leurs impacts ou encore du stockage du carbone.**

Pour **la réduction des émissions à la source**, le CEMAGREF travaille à **l'amélioration des installations frigorifiques**, en envisageant éventuellement un retour aux installations utilisant l'ammoniac ou les hydrocarbures, et en rappelant que les systèmes à paroi épaisse perdent moins de froid et atteignent donc une meilleure efficacité énergétique.

Dans l'étude du froid, allant des systèmes frigorifiques jusqu'aux plats congelés, le CEMAGREF s'intéresse plutôt aux équipements, et l'INRA plutôt aux procédés.

Dans le même but de réduction des émissions de gaz à effet de serre, **l'étude des déjections animales** résultant de l'ensemble du système d'élevage intensif est également menée à Rennes.

L'utilisation des déchets organiques, qu'il s'agisse de déchets ou d'ordures ménagères ou de boues des stations d'épuration pose le problème de **la traçabilité de l'épandage**. Pour l'instant, en France, il n'existe pas d'accord entre les agriculteurs et les stations d'épuration des collectivités territoriales sur **les assurances à contracter dans l'hypothèse d'éventuels sinistres**. En Allemagne, un fonds de garantie existe pour couvrir ce risque.

Enfin, **l'agriculture de précision** est développée afin de réduire les émissions de N<sub>2</sub>O.

Sur le terrain de **l'atténuation des impacts du changement climatique**, le CEMAGREF mène, dans le bassin du Rhône, **des modélisations hydrologiques et météorologiques** afin de ne pas toujours être à l'aval du modèle météo. Le CEMAGREF s'efforce de prévoir les déficits en eau par région en cas d'augmentation moyenne de la température supérieure à un degré.

Aux Etats-Unis d'Amérique, ce genre de système d'analyse est très développé, notamment à Los Angeles, approvisionnée par de l'eau venant de plus de 80 km.

Le CEMAGREF étudie également **les peuplements biologiques dans les cours d'eau**, le devenir de **l'irrigation**, celui de **l'alimentation en eau potable** et les enjeux socio-économiques de celui-ci. Il s'interroge notamment sur la captation des eaux du Rhône au bénéfice de l'Espagne. Il observe aussi **un bassin glaciaire** dans les Alpes, en liaison avec le programme européen GLACIORIX, qui porte sur un parallèle entre les Alpes et la Scandinavie.

Le CEMAGREF examine aussi les impacts des changements climatiques sur **les forêts**, à travers par exemple les déplacements des limites géographiques des forêts comme des pâturages. Il étudie la croissance et la qualité du bois ainsi que les impacts socioéconomiques des évolutions constatées. Il s'efforce aussi d'identifier les espaces protégés, et conduit des expertises, comme après les tempêtes de 1999, par exemple. Il s'intéresse aussi à **la gestion des espaces pâturés d'altitude** et au maintien de cette activité, tout en notant que l'évolution de ces systèmes est déjà entamée.

Enfin, concernant **le stockage du carbone**, le CEMAGREF, associé à l'IRD et au CIRAD, collabore à un programme GESSOL en **Martinique**, lié aux pratiques des agriculteurs dans la gestion des matières organiques. Pour l'instant des éléments de connaissance ont été rassemblés, mais pas encore exploités.

M. Pierrick GIVONE a rappelé ensuite que **la vapeur d'eau** est le gaz à effet de serre le plus important, et que l'irrigation produit de la vapeur d'eau, ce qui donne lieu à de nouvelles études du CEMAGREF, non encore abouties à ce jour.

Quant aux **programmes biomasse**, le CEMAGREF les a arrêtés, sans qu'il soit possible de dire si un autre organisme a repris ces études.

M. Jean-Louis VERREL a rappelé qu'il avait eu des contacts avec la MIES, et qu'il avait noté que **le stockage du gaz carbonique par le sol** demeurait encore un phénomène mal connu. Il a rappelé l'existence de l'inventaire forestier national.

Quant aux **recherches sur le machinisme agricole**, elles ont été réduites et réorientées, en l'absence de financement spécifique comme de partenaires ; la priorité est désormais donnée aux questions d'intérêt public, telles que la sécurité ou les enjeux environnementaux. Celles sur **les économies d'énergie** ont été pour l'essentiel abandonnées.

En revanche, des recherches sont menées sur **les épandeurs de pesticides ou d'engrais**, dans la perspective de l'agriculture de précision, respectant les équilibres entre l'atmosphère, le climat et le sol. A cet égard, il a noté que la majorité des pesticides se trouvant dans les eaux en France y sont parvenus par voie aérienne et non par les sols. Il a insisté sur **les techniques d'irrigation** et la nécessité de ne pas gaspiller l'eau, notamment en réfléchissant à la nécessité d'exporter ou non tel ou tel produit.

M. Jean-Louis VERREL a précisé que le CEMAGREF entretenait des liaisons avec l'ensemble des pays d'**Europe**, dans tous les domaines de la recherche-développement, et qu'il remportait de bons succès dans les programmes européens, concernant par exemple l'eau, la forêt ou les risques naturels, pôles d'excellence du CEMAGREF.

Il participe aussi à **la diffusion des connaissances**, comme par exemple au printemps 2000, à travers un film projeté au Palais de la découverte, lors de l'*Aquaexpo* sur l'eau.

M. Pierrick GIVONE a estimé que **les phénomènes climatiques extrêmes risquent de devenir de plus en plus fréquents, selon les prévisions des climatologues**, et que la forte expertise du CEMAGREF serait utile pour examiner l'eau, son usage et ses milieux ainsi que les risques naturels comme les inondations ou les incendies de forêts.

A cet égard, il a noté que la vision des risques naturels par le public est en train de se modifier, et que la question du type de développement économique à mener pose de plus en plus celle des contraintes **des risques naturels importants à accepter pour obtenir ce développement économique**.

Il a insisté sur le fait que **le CEMAGREF détient un véritable axe d'excellence, englobant toute la chaîne des savoirs indispensables dans le contexte actuel du changement climatique**, qu'il s'agisse des inondations, de l'aménagement hydraulique, de la recherche sur les phénomènes climatiques, des écoulements de toute nature, de la cartographie des informations par rapport aux descriptions et à la réglementation, et, enfin, de la vulnérabilité, toujours difficile à évaluer.

En revanche, il a signalé que **l'information pendant les périodes de crise** ne relevait pas du CEMAGREF, mais de la protection civile.

Il a estimé qu'à l'avenir les mécanismes d'**assurance** allaient varier pour s'adapter aux nouvelles réalités.

Il a précisé que dans le domaine de **la cartographie**, l'Institut géographique national (IGN), documenté en outre par les informations spatiales recueillies par le CNES, permet au CEMAGREF de produire des **cartes thématiques**. En effet, l'IGN ne possède pas de compétence thématique particulière, mais il organise sur son site web des comparaisons, par exemple entre les différents niveaux d'un lit de rivière en fonction des dates, et ses données sont un modèle du genre.

Concernant **les inondations**, un projet de gestion de celles-ci est lancé, le projet PACTE, grâce à l'emploi des technologies modernes.

Par ailleurs, il a précisé que lors de l'inondation de Vaison-la-Romaine en 1992, environ 75 % des constructions endommagées avaient moins de 25 ans d'âge.

Interrogé sur **les DOM-TOM**, M. Pierrick GIVONE a répondu qu'en dehors de préoccupations liées à l'érosion à la Réunion, les DOM-TOM ne constituaient pas une cible particulière.

**CENTRE D'ÉTUDES SUR LES RÉSEAUX, LES  
TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS  
PUBLIQUES**

**( C E R T U )**

**M. JEAN-PIERRE ROTHEVAL (1)**  
**RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT**

**(14 novembre 2000)**

Après avoir rappelé que le **CERTU** dépendait du Ministère de l'Équipement et regroupait environ 170 personnes, M. Jean-Pierre ROTHEVAL a précisé que le Département Environnement de ce centre étudiait les émissions des transports sans avoir fait du CO<sub>2</sub> sa priorité. En fait, ce n'est que **le début des simulations sur le CO<sub>2</sub>**, étant observé que, pour les autres polluants, les améliorations sont nettement plus sensibles que pour le CO<sub>2</sub> et le bruit.

Les projections relatives au gaz carbonique émis par **les transports** montrent ceux-ci participent à hauteur d'environ 22 à 30 % à l'émission de gaz à effet de serre, vraisemblablement à hauteur de 22 % pour le gaz carbonique(2). **L'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> est prévisible**, car le parc de véhicules français représente de plus en plus de kilomètres parcourus par an -la moyenne est passée de 12.000 à 14.500 km par an. De plus, ces augmentations concernent aussi bien le transport de personnes que le transport de marchandises.

A cela s'ajoutent l'augmentation de la masse des véhicules, l'allongement de la durée de renouvellement du parc et le recours accru à la climatisation.

**Les émissions de dioxyde de carbone dues aux transports ont presque doublé en 25 ans** -de 1963 à 1998 (3)- dont plus de 50 % sont rejetées en

---

(1) *Ingénieur au Ministère de l'Équipement, des transports et du logement.*

(2) *Il ne peut s'agir ici que d'un ordre de grandeur et non d'une évaluation très précise.*

(3) *Chiffres du CITEPA.*

agglomération, 20 % en transport régional et 30 % en transit lointain. Par rapport aux années antérieures, il peut être noté une stabilisation de la croissance des émissions en ville, une croissance en régional, et une croissance supérieure en transit lointain.

M. Jean-Pierre ROTHEVAL a souligné que **l'évaluation même des émissions de polluants n'est pas évidente**, puisque peu de mesures ponctuelles sont effectuées et que le calcul des polluants émis suppose de connaître les émissions unitaires individuelles de chaque véhicule, de distinguer entre les diesel et les non diesel, qui sont rapprochés mais surtout, en théorie, de connaître l'âge du parc de véhicules et le nombre de kilomètres parcourus.

Ainsi, de 1975 à 1997, les véhicules individuels sont passés de 222 à 180 grammes de CO<sub>2</sub> émis par kilomètre, soit un faible gain par rapport aux progrès effectués pour les autres polluants, dont la catalyse a été améliorée dans une proportion de 10, voire de 20.

L'objectif maintenant fixé est d'atteindre **140 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre en 2008**, les 180 grammes d'aujourd'hui représentant en réalité plutôt 197 grammes pour les véhicules à essence et 178 grammes pour les diesel.

Il a pu être noté à de nombreuses reprises **une corrélation entre l'augmentation des transports et la croissance du PIB**. De 1971 à 1993, le produit intérieur brut a crû de 2,3 % par an en moyenne tandis que la croissance des transports fut nettement supérieure avec 3,6 % (et même 3,8 % pour le transport routier de marchandises).

En milieu interurbain, la courbe de croissance prévue à moyen terme est très forte, et c'est le trafic autoroutier qui croît le plus vite. Une prolongation à l'identique de la tendance actuelle donnerait une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> supérieure de 30 à 40 % aux émissions actuelles en **2030**.

M. Jean-Pierre ROTHEVAL a indiqué que, d'après l'OCDE, **un seul scénario permettrait de stabiliser en 2020 les émissions de CO<sub>2</sub>, à savoir l'augmentation du prix du litre d'essence jusqu'à 13 francs**, les tendances observées ou prévisibles étant analogues dans tous les pays de l'OCDE. Toutefois, cette simulation économique ne prend pas en compte les aspects sociaux d'une telle augmentation.

En affinant l'examen des situations régionales, il a pu être noté que même des villes comme **Strasbourg** ou **Grenoble** connaissent des augmentations de plus de 10 % du nombre de véhicules kilomètres parcourus, du fait en particulier de la **périurbanisation**. De même, les villes d'**Amérique du Nord** enregistrent une très forte consommation tant dans les transports que dans tous les réseaux. A l'inverse, à **Hong Kong**, dont le territoire est très restreint, la consommation énergétique par habitant est faible du fait de la densité urbaine.

**Le recours au gaz naturel pour les véhicules collectifs** produisant un meilleur rendement a donc été préconisé, mais ce carburant continue à poser des problèmes de sécurité pour les véhicules individuels. C'est ainsi qu'après un accident survenu à Lyon, les parkings souterrains ont été interdits aux véhicules à gaz.

Mais, **il n'est pas facile d'opérer des substitutions entre carburants**, comme l'a montré l'exemple de **Berlin** où, pour éviter l'émission de particules, le diesel avait été découragé jusqu'au moment où la nouvelle priorité fut donnée à la baisse de CO<sub>2</sub>, ce qui a incité à s'équiper en diesel.

De leur côté, les Etats-Unis d'Amérique étudient la possibilité d'accroître très sensiblement leur part de **véhicules diesel**. A propos du **véhicule électrique**, M. Jean-Pierre ROTHEVAL a déploré sa trop faible autonomie, ce qui le réserve à l'usage urbain, et en dissuade l'utilisateur, qui veut utiliser son véhicule pour de multiples usages. En revanche, pour des flottes ou pour des véhicules mixtes, comme celui de Toyota, ce choix reste possible mais demeure cher.

Abordant la question des **transports publics**, M. Jean-Pierre ROTHEVAL a estimé qu'une action était possible sur les déplacements réguliers domicile-travail, mais il a noté que **l'emplacement périphérique des circuits de distribution commerciaux très importants que sont les hypermarchés rend pratiquement obligatoire l'usage de la voiture individuelle** pour s'y approvisionner.

Dans le même temps, **les transports de loisirs** ont augmenté.

Face à ces difficultés, une solution souvent préconisée consiste à réduire **l'étalement urbain**, mais dans ce cas-là, le centre ville concentre les nuisances du bruit et de la pollution de l'air, sauf à augmenter de façon drastique le transport collectif.

**Depuis 15 ans, le temps de transport quotidien est resté constant alors que les distances à accomplir ont augmenté.** Cela pourrait être modifié en s'inspirant d'exemples comme celui de **Portland (Oregon)**, qui constitue une référence aux Etats-Unis d'Amérique ou encore de celui des **Pays-Bas** ou de certaines **villes allemandes**, car **l'aménagement y fut effectué à partir des axes de transports en commun.**

**En France, il n'existe pas pour l'instant de réelle priorité environnementale.** De plus, le type d'habitat dispersé incite à posséder une ou deux voitures, et la rupture ou la difficulté d'approvisionnement en carburant laisserait nombre de familles sans solution alternative.

Des études restent à mener sur l'importance réelle des **budgets de transport par famille.**

Par ailleurs, M. Jean-Pierre ROTHEVAL a observé qu'aux Etats-Unis d'Amérique des expériences de **voies réservées au covoiturage** (1) sur les autoroutes avaient été lancées, et qu'une ville aussi étendue que Los Angeles ne comptait pratiquement pas de transports en commun.

Il a noté l'intérêt de **la solution covoiturage** et de son encouragement, par exemple dans les entreprises.

---

(1) *Voies HOV (high occupancy vehicles).*

**M. JACQUES ARNOULD (1)**  
**(CNES)**

**(14 novembre 2000)**

M. Jacques ARNOULD a d'abord évoqué **la modification induite par les connaissances acquises grâce aux techniques spatiales** (en particulier l'observation par satellite) **dans la perception que l'humanité a désormais de la Terre.**

Il a estimé que le spatial avait accéléré la prise de conscience écologique et celle de la fragilité de la Terre, et en même temps avait fait naître une peur, la Terre étant perçue depuis l'espace comme « éloignée ».

Il a relevé une certaine contradiction entre la perception simultanée de l'homme en tant que maître de la nature lorsqu'il est sur la Terre et celle de l'homme protecteur de l'environnement lorsqu'il est dans l'espace. Il a noté que cette perception s'inscrivait dans un rapport à la science assez tendu actuellement comme en témoignent les tensions en matière d'agro-éthique et d'environnement. Il a estimé qu'une bonne communication sur ces sujets était plus que jamais nécessaire et qu'à partir du moment où il apparaissait indispensable de dire, il n'y avait pas de raison de ne pas tout dire, comme cela a été observé dans le cas de l'encéphalopathie spongiforme bovine.

Il a surtout noté que, d'une manière générale, **le discours scientifique** -qui ne peut être qu'un discours de doute- n'était pas compris comme tel par le public, ce qui est illustré par la relation entre le public et la météo dont les prévisions non vérifiées par les faits ne sont pas admises. M. Jacques ARNOULD a souligné aussi que l'intérêt porté à l'environnement était souvent lié à l'impact immédiat de celui-ci pour chacun et que d'une manière générale, les rapports entre le macro-environnement et le micro-environnement étaient difficiles à gérer.

---

(1) *M. Jacques ARNOULD est ingénieur agronome, docteur en histoire des sciences et en théologie, chargé de mission au CNES pour les questions éthiques, sociales et culturelles.*

*Ouvrages récemment parus : « La seconde chance d'Icare. Pour une éthique de l'Espace » (2001) et, en collaboration avec Jean-Pierre HAIGNERÉ, « Chevaucheur des nuées » (2001).*

Abordant ensuite **les rapports entre les scientifiques, les experts, le monde de la communication et les sphères de décision**, il a cité les travaux de M. Philippe ROQUEPLO sur l'expertise scientifique et a noté que le discours du scientifique ne saurait être déjà considéré comme une décision.

M. Jacques ARNOULD a estimé que **plusieurs peurs** se cumulaient en ce moment dans la société et s'est demandé comment il était possible de rassurer face à ces craintes. Il a passé en revue une série de possibilités consistant, par exemple, à augmenter les crédits de la recherche, améliorer les moyens d'observation de la nature (espèces, forêts, cultures ...), se familiariser avec le risque pour mieux l'accepter- l'usage quotidien de la voiture ne démontre-t-il pas que cela est possible ? Les tempêtes de décembre 1999 auraient contribué à cette familiarisation ; il reste à tirer les leçons des événements extrêmes même si ceux-ci ne sont pas directement liés au changement climatique.

M. Jacques ARNOULD a estimé utile de parler de ces changements, d'accepter de voir la Camargue sous l'eau, de se mettre dans l'idée que les climats peuvent changer, d'imaginer ce que cela produirait à Paris et peut-être de se demander qui pourrait être le nouveau Noé et de quelle Arche ? Il a noté qu'admettre de réfléchir à l'horizon de cinquante ans, c'est envisager un horizon très proche ; or, prévoir, c'est déjà maîtriser sa peur.

Dans cette prise de conscience, M. Jacques ARNOULD a évoqué l'utilité de l'association « *La Main à la Pâte* » créée par M. Georges CHARPAK, qui s'occupe d'informer les jeunes.

M. Jacques ARNOULD a aussi noté **la nécessité de se réappropriier son environnement**, ce qui vient à porter un nouveau regard sur soi, quelquefois gênant. Il a relevé qu'en France métropolitaine même, l'intérêt pour l'environnement est très variable selon les régions, la nature existante se trouvant très diversifiée.

Il a insisté ensuite sur la nécessité d'**allier la communication à l'éducation** (celle-ci étant la partie la plus noble de la communication) et de bien relier les deux intérêts complémentaires du global et du local.

M. Jacques ARNOULD a aussi estimé qu'il serait fructueux de **comparer les changements vécus au cours des cinquante ou des cent dernières années avec ceux déjà vécus au cours de périodes historiques** et retracées dans des archives. Cela pourrait concerner, par exemple, des modifications de paysages ou encore un phénomène comme l'exode rural qui s'est accompagné de la disparition de villages.

Il a indiqué que **les regards de certains intellectuels** sur ces questions pourraient être utilement croisés. Ainsi, a-t-il cité Philippe ROQUEPLO, Dominique LECOURT, Jean-Jacques SALOMON, Roger LESGARDS ou encore Gérard MÉGIE.

Il a indiqué ensuite que **des accords de coopération ont été passés entre les grands organismes pour l'observation des phénomènes naturels** survenant à

l'heure actuelle et qu'énormément de données avaient été collectées, mais il s'est demandé s'il existait toujours la possibilité de traiter celles-ci. Ainsi, l'exploitation des données recueillies par les satellites nécessite beaucoup de temps. Enfin, il a rappelé que le CNES s'implique davantage dans l'observation des risques naturels.

**MME ANNY CAZENAVER  
RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT  
GÉOPHYSIQUE  
ET OCÉANOGRAPHIE SPATIALE  
  
(C.N.E.S)**

**(18 octobre 2001)**

Mme Anny CAZENAVER a rappelé qu'au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, **les variations de niveau des océans** ont été observées à partir d'enregistrements **marégraphiques**. Ces observations indiquent **une hausse de 1 à 2 mm par an, soit 10 à 20 cm sur l'ensemble du siècle**.

Cependant, il n'existe que très peu de stations marégraphiques (une vingtaine seulement) offrant des séries continues d'observations de qualité couvrant les décennies passées. De plus, leur distribution géographique est très inhomogène, les sites d'observation, étant principalement situés le long des côtes de l'Amérique du Nord et de l'Europe. L'estimation de l'élévation du niveau de la mer pour le siècle passé, issue des données marégraphiques, est donc seulement indicative. Sa marge d'incertitude est importante en raison de l'absence totale d'observations denses et globales.

Depuis 10 ans, **les satellites altimétriques** permettent de corriger ce défaut en offrant des données sur l'ensemble des océans. Le satellite TOPEX-POSEIDON mesure depuis son lancement en 1992, les variations du niveau moyen de la mer, avec une précision et une résolution géographique (environ 300 km) inégalées, et une récurrence temporelle de l'ordre de dix jours.

TOPEX-POSEIDON indique que **le niveau moyen global de la mer a augmenté de 2,5 mm par an au cours de la dernière décennie**. Cependant, cette moyenne dissimule le fait que **cette élévation n'est pas du tout uniforme** sur l'ensemble de la surface des océans et cette constatation fut une sorte de révélation. Les scientifiques ont montré récemment que **l'élévation du niveau de la mer**

**observée par Topex-Poseidon est parfaitement corrélée avec la dilatation thermique de l'océan causée par le réchauffement climatique.**

Interrogée sur la fonte éventuelle des **calottes glaciaires**, Mme Anny CAZENAVE a précisé que **les observations ne suggèrent aucune fonte significative de l'Antarctique** sur l'ensemble du XXème siècle. Quant aux **évolutions futures**, évoquées dans le chapitre 11 du rapport du GIEC paru en octobre 2001, elles devraient résulter principalement du réchauffement des océans. **La fonte des glaciers de montagne** se poursuivra, ce qui contribuera aussi à élever le niveau des océans. **L'évolution de l'Antarctique** sera évidemment essentielle selon que son équilibre sera ou non préservé et, sur ce point, il n'existe **pas de consensus de la communauté scientifique**.

En observant la courbe dressée par le GIEC aboutissant à l'année 2100, la hausse du niveau des océans est prévue pour être de 40 cm en moyenne, mais **de très grandes incertitudes existent entre les modèles** qui annoncent une marge allant de 10 à 80 centimètres. De plus, **le désaccord porte tant sur l'ampleur du phénomène que sur sa répartition géographique.**

En conclusion, Mme Anny CAZENAVE a estimé que, **face à la montée des eaux**, il s'agissait plutôt d'adopter **une défense souple** et qu'il convenait de **s'inquiéter davantage de la récurrence plus fréquente d'événements climatiques extrêmes (tempêtes, précipitations intenses et inondations) que de la hausse finalement assez modérée du niveau de la mer.** Toutefois, dans certaines régions côtières basses du globe, l'élévation du niveau des océans pourrait avoir des **conséquences néfastes** (érosion des côtes, salinisation des estuaires et des nappes phréatiques, submersion permanente des rivages, etc), et il conviendrait d'étudier les impacts de la hausse du niveau des mers dans les zones littorales. Elle a noté également qu'il était très important de conserver des marégraphes opérationnels car ils permettent de calibrer les mesures effectuées par satellites.

Enfin, questionnée sur le phénomène des **marées terrestres** qui consistent en une déformation périodique de la croûte terrestre parallèlement aux marées océaniques, elle a précisé que cette déformation peut atteindre jusqu'à 30 cm sous nos latitudes.

**LABORATOIRE CLIMAT ET SANTÉ  
FACULTÉ DE MÉDECINE DE DIJON**

**PROFESSEUR JEAN-PIERRE BESANCENOT, (1)**  
**DIRECTEUR DE RECHERCHE AU CNRS,**  
**RESPONSABLE DU LABORATOIRE CLIMAT ET SANTÉ**  
**A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE DIJON**

**(8 décembre 1999)**

**L'influence des climats sur la santé** se caractérise d'abord, aux yeux du Professeur Jean-Pierre BESANCENOT, par **un grand nombre d'incertitudes**.

**Le risque d'extension du paludisme** illustre cela dans la mesure où, par exemple, la mise en œuvre d'un vaccin changerait radicalement les prévisions liées à l'évolution de cette maladie en fonction du climat. Cela ne peut qu'inciter à la prudence dans l'élaboration des prévisions sans pour autant négliger la surveillance attentive des situations observées.

De plus, le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT souligne que **les experts émettent des conclusions fort diverses** généralement marquées par trop de catastrophisme : tout finit par être expliqué par l'effet de serre ou par El Niño alors que la réalité est plus complexe.

---

(1) M. Jean-Pierre BESANCENOT est notamment l'auteur de :

- « *Risques pathologiques, rythmes et paroxysmes climatiques* » - Paris-Londres-Rome, John Libbey Eurotext, 1992
- « *Climat, pollution atmosphérique, santé* » - Dijon, GDR Climat et santé, 1995
- « *Incidences possibles du réchauffement climatique sur la santé en France métropolitaine et dans les DOM-TOM au XXIème siècle* » - Paris : Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, 2<sup>ème</sup> édition, 2000
- « *Le climat et la santé* » - PUF, 2001.

Ainsi, actuellement, dans la zone intertropicale, les habitants des montagnes sont épargnés par le paludisme au-dessus de 1.200 ou 1.600 mètres d'altitude selon les cas. Mais, si ces populations peu immunisées venaient à être atteintes, de nouveaux problèmes surgiraient. De nombreuses publications américaines, australiennes ou encore japonaises ont montré ces phénomènes, par exemple en Ouganda ou à Madagascar, mais pas toujours avec assez de rigueur car l'effet de serre y est automatiquement désigné comme le coupable alors que, dans le même temps, la population a augmenté, les activités de celle-ci ont changé et que, par exemple, la culture du papyrus a disparu alors que celui-ci secrète un film à la surface de l'eau qui empêche la présence des moustiques.

Souvent, **les modèles climatiques s'intéressent surtout aux températures, moins aux précipitations et moins encore aux autres éléments du climat.** C'est ainsi qu'au nord de Dakar, les grandes sécheresses des années 1970 et 1980 se sont accompagnées du recul du paludisme, du fait de l'absence d'eau permettant le développement des larves.

Depuis 1995, la pluviosité est redevenue normale dans cette région, mais les moustiques ayant disparu, le problème du paludisme ne se pose plus ; dans ce cas, le réchauffement a, en quelque sorte, fait reculer le paludisme.

Autres exemples relatifs à **l'âge des populations concernées**, les vagues de chaleur dans les zones intertropicales frappent des populations jeunes qui ont donc des réactions différentes de celles qui pourraient être observées parmi d'autres strates d'âge.

Il est de plus à noter qu'en 1990, 45 % de la population mondiale vivaient dans des régions où le paludisme sévissait. Si, avec l'augmentation de la température, ce chiffre passe à 60 %, dont une grande partie ne dispose que de moyens sanitaires limités, le paludisme frappera des populations moins jeunes.

Le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT a aussi rappelé qu'en fait, le moustique qui transmet le paludisme est toujours présent **en France**, près de cent espèces de moustiques pouvant d'ailleurs colporter cette maladie et que des cas de paludisme importés sont détectés aux alentours des grands aéroports du fait de la présence des containers provenant du monde entier. En général, ces cas sont détectés rapidement et l'épidémie est stoppée.

L'ensemble de ces exemples montre que **le retour du paludisme n'est sans doute pas le risque majeur souvent décrit, en tout cas pas pour l'Europe occidentale** où des mesures faciles peuvent intervenir. **Il en va probablement différemment de l'Europe de l'Est et surtout de la Russie.** Le paludisme a d'ailleurs constitué en URSS un très grand problème jusque dans les années 1930 où il touchait parfois jusqu'à 9 millions de personnes certaines années. Pour la Russie actuelle, les informations manquent.

**Depuis 1980, la réémergence du paludisme** s'est manifestée sous la forme d'épidémies plus ou moins graves au **Sri Lanka**, au **Swaziland** et à **Madagascar** (avec 100.000 décès de 1985 à 1987, puis en **Arménie**, en **Azerbaïdjan**, au **Tadjikistan** (1999) et en **Corée** (2000). Il en est de même en Amérique centrale.

L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) centralise ces renseignements sur la base des réseaux médicaux existants, mais en **Afrique**, le recours à la médecine traditionnelle, de préférence à la médecine occidentale, fausse les statistiques, d'où **la nécessité d'élargir le réseau de l'O.M.S.** qui est très sensibilisée à ce thème depuis quelques temps (le thème d'étude de l'O.M.S. en 1999 était « temps, climat et santé »).

Abordant la question du **virus du Nil occidental** colporté par un moustique, le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT indique que, ces dernières années, ce virus a déclenché des **épidémies en Roumanie, en Russie, en Israël, au Congo et aux Etats-Unis d'Amérique. Les oiseaux et les chevaux y sont particulièrement sensibles** (76 chevaux touchés en **Petite Camargue** en 2000, avec une vingtaine de décès, mais aucun cas humain n'a été détecté dans cet épisode). Les symptômes restent le plus souvent ceux d'une très bénigne infection fébrile, mais dans un peu moins de 1 % des cas, il y a évolution vers une redoutable méningo-encéphalite, avec une forte mortalité. Il n'empêche que **le rôle du changement climatique, souvent évoqué, est jugé de moins en moins crédible par les chercheurs.**

Au fil des ans, **des politiques sanitaires ont été interrompues.** C'est ainsi que la démoustication a été arrêtée dans les pays industrialisés tandis que le moustique s'est adapté aux insecticides.

Entre temps, notamment dans le Languedoc, une pollution des eaux importante, quoique de courte durée, a été causée par les insecticides.

Les observatoires régionaux de la santé et les DIREN sont bien conscients de ces problèmes.

Concernant **les DOM-TOM**, il n'existe pratiquement pas d'étude sur le lien entre climat et santé, celle-ci débute à peine. Toutefois, à l'Institut Pasteur, **le Professeur François RHODAIN** a travaillé sur ces thèmes (1).

Les changements climatiques peuvent aussi provoquer des **cyclones tropicaux** causés par des eaux superficielles chaudes. Un réchauffement peut en effet augmenter le risque de cyclones, plus violents ou plus fréquents ou les deux à la fois, dont l'un des effets à court terme pourrait être la survenue d'**épidémies.**

Le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT a indiqué qu'il avait rédigé **un rapport après le passage du cyclone Hugo sur la Guadeloupe** et qu'il avait y pu consigner l'apparition de pathologies de *stress* facilitant les accidents cardiaques, des

---

(1) *Le Professeur François RHODAIN a été entendu par le Sénateur Marcel DENEUX le 10 octobre 2000.*

troubles psychologiques, voire psychiatriques, même deux ou trois ans après le passage du cyclone, une hausse des suicides et des tentatives de suicides, ce qui s'observe aussi après les tremblements de terre, de même qu'une augmentation nette de certains cancers comme les leucémies, même si cela reste inexpliqué.

Evoquant ensuite les cas de **vagues de chaleur**, le Professeur a noté que les personnes âgées de plus de 65 ou de 75 ans en sont davantage victimes, notamment les femmes. En cas de **vagues de froid**, comme en janvier-février 1985 en France, si les journaux n'ont relevé que 57 décès dus au froid, il a été constaté 12.000 décès supplémentaires par rapport aux années précédentes.

De même, en juillet 1987 à Athènes, plus de 2.000 morts semblent avoir été causées par la chaleur ou la pollution.

D'après des études portant sur les Etats-Unis d'Amérique, certains auteurs estiment que **la mortalité de plein été pourrait croître de deux à trois fois en cas de vagues de chaleur**, cette évolution étant de plus en plus marquée en cas d'évolution brusque.

Le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT a également mentionné que d'autres conséquences **en cas d'augmentation de la température** ont été observées : **le taux de fécondité diminue** plutôt lors des étés très chauds, même s'il n'existe pas d'étude très récente sur ce thème. Par ailleurs, il existe une corrélation très forte entre la hausse de température et le nombre croissant de **fausses-couches** et de **naissances prématurées**. Une étude sur ce point a été menée en Turquie.

**Dans les villes, il est apparu que la carte des zones de surmortalité se superpose strictement à la carte des zones dépourvues d'installations d'air conditionné** : à New York, les quartiers les plus touchés n'étaient pas équipés. Mais, si l'air conditionné aide à lutter contre les très fortes chaleurs, il ne faut pas oublier qu'en même temps, il accentue les contrastes et les difficultés d'adaptation. C'est pourquoi des sas de transition ont été aménagés dans des grands hôtels au Canada.

Sur ce thème, des expériences ont été tentées dans des maisons de retraite du sud de la France en climatisant toute la journée ou seulement une heure ou deux par jour. Il est alors apparu que les deux systèmes étaient équivalents.

Au sujet de l'air conditionné, le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT a relevé que dans **les véhicules automobiles**, la climatisation a des effets complexes : elle peut être bénéfique pour éviter **la somnolence**, toutefois, la quasi-totalité des systèmes de climatisation des véhicules entraînant la présence d'ions positifs en grand nombre, les temps de réaction du conducteur s'en trouvent allongés. Les constructeurs (Fiat, Volkswagen, General Motors, Opel...) étudient donc de nouveaux systèmes de climatisation d'autant que certains systèmes de climatisation produisent beaucoup d'ozone.

Dans **les bâtiments**, la climatisation peut favoriser **la dissémination des germes**, comme cela s'est vu avec **la légionellose**. Des normes ont donc été édictées

pour les hôpitaux interdisant totalement le recyclage de l'air et pour les autres bâtiments, il serait souhaitable de ne recycler qu'un pourcentage réduit de l'air total. De plus, un nettoyage régulier des gaines est imposé, de même que le contrôle de l'eau de condensation et que la relation entre la température et l'hygrométrie.

Certains systèmes d'humidification de l'air ont d'ailleurs été interdits, notamment à la suite des observations de l'INSERM à Clermont-Ferrand et du Laboratoire d'Hygiène Municipale à Paris.

Le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT a ensuite rappelé que **les médecins ont été les premiers à s'intéresser au climat** et à mettre en place des réseaux météo ; ce jusqu'à la première guerre mondiale. Cela était lié tant à l'observation de la tuberculose que de celle de l'adaptation de l'homme blanc au climat tropical. Puis, les médecins se sont désintéressés de cette question jusqu'à la fin des années 1950 et un regain très progressif d'intérêt se manifeste depuis, même si, en France, le Ministère de la Santé ne finance pas de recherches sur ce sujet alors qu'au **Japon**, par exemple, des études ont été institutionnalisées avec des résultats, pour l'instant, limités.

Dans l'ancienne **Tchécoslovaquie** existait un grand centre exemplaire consacré au climat et à la santé, employant environ 150 personnes, mais cet effectif fut ramené à une seule personne puis le centre fermé faute de moyens. En **Allemagne**, existe un centre rattaché au service de la météo.

Abordant la question des **maladies pulmonaires** (bronchite, pneumonie...) qui en hiver peuvent dégénérer en problèmes cardiaques, et en été, en crises d'asthme, le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT s'est interrogé sur ce qu'il adviendrait en matière d'**épidémies de grippe** en période de réchauffement, surtout par temps frais et humide ou en cas de redoux. En effet, si la température augmente, le nombre de gripes se multiplie mais il y a aussi des épidémies lors de grands froids et alors, c'est le redoux qui met fin à l'épidémie, la météo n'étant qu'un des facteurs de la grippe.

En conclusion, le Professeur Jean-Pierre BESANCENOT a noté que les études évoquées n'avaient pas donné lieu à des croisements avec les travaux des vétérinaires, qu'en matière de bâtiments, le message santé passe très difficilement et que pour se limiter à **quelques conseils simples**, il faudrait :

- **sensibiliser la population aux problèmes d'hygrométrie** en posant des hygromètres dans les locaux ;
- **faire boire les personnes âgées durant les périodes chaudes** ;
- **installer des systèmes d'alerte** lors des grandes vagues de chaleur ou de froid grâce au relais des hôpitaux, des radios, de la télévision... ;
- **mieux cerner les notions de risques et de seuils** selon des recommandations qui pourraient être édictées par le Ministère de la Santé.

**M. ROBERT KANDEL (1)**  
**LABORATOIRE DE METEOROLOGIE DYNAMIQUE À L'ECOLE  
POLYTECHNIQUE (2)**

**(8 décembre 1999)**

M. Robert KANDEL travaille à la fois au Laboratoire de Météorologie Dynamique, fondé il y a plus de trente ans et qui associe Polytechnique et le CNRS, et avec la NASA en tant que membre depuis 1980 de l'équipe scientifique internationale chargée de l'évaluation du bilan radiatif de la Terre. Il a reçu le soutien du CNES, et il a été responsable scientifique français de la construction et de l'exploitation d'instruments de radiométrie embarqués sur deux satellites russes, fournissant des observations qui ont complété celles de la NASA.

Il a indiqué que le consortium européen de **satellites météorologiques** (EUMETSAT) se prépare à créer et à exploiter une nouvelle génération de satellites météorologiques, et que les Anglais et les Belges préparent un nouvel instrument d'observation du bilan radiatif sur Météosat. Il lui a semblé souhaitable que de nouvelles mesures soient effectuées par l'Agence Spatiale Européenne, et il a évoqué l'intérêt que peuvent manifester d'autres pays, notamment le Japon et la Chine. De son côté, à Météo France, le service de la climatologie réunit de très nombreuses données indispensables et, notamment, des statistiques sur les différentes régions.

---

(1) *Docteur-ès-Sciences. Directeur de Recherche au CNRS, exerçant au Laboratoire de Météorologie Dynamique, membre de l'équipe scientifique CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System) de la NASA, et du JSPG, groupe conjoint de préparation scientifique des Agences Spatiales européenne et japonaise (ESA et NASDA) pour le projet EarthCARE (Clouds Aerosol Radiation Explorer).  
Ouvrages : « L'incertitude des Climats » (Hachette-Littératures, coll. Pluriel, 1998) – « Les Eaux du Ciel (Hachette-Littératures, coll. Sciences, 1998).*

(2) *Le Laboratoire de Météorologie Dynamique est une Unité mixte du CNRS, de l'Ecole Normale Supérieure, de l'Ecole Polytechnique, et de l'Université Pierre et Marie Curie.*

D'une manière générale, M. Robert KANDEL a estimé souhaitable qu'en matière de changement climatique les projections ne conduisent pas à prédire partout des catastrophes, mais à **imaginer aussi des énergies alternatives** ou à **rendre les transports moins dépensiers tout en raisonnant sur trente ans ou plus**.

Dans le même esprit, il a estimé que dans la mesure où **les forêts** allaient survivre dans leur état actuel, voire s'épanouir avec l'élévation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, elles tendraient à limiter encore cette élévation pendant une cinquantaine d'années ; au-delà de cette durée, selon un modèle anglais, les changements climatiques pourraient au contraire entraîner le dépérissement des forêts et l'accélération des émissions de CO<sub>2</sub>.

Au sujet des **océans**, il a indiqué qu'**en cas de réchauffement, il existe un risque de dégagement important de méthane, gaz qui renforcerait l'effet de serre bien plus puissamment que le CO<sub>2</sub>**.

Il a rappelé que l'étude des carottes glaciaires permet de connaître le climat qui régnait il y a 250 000 (et même 420 000) ans et a salué les travaux des équipes de Grenoble et de Gif-sur-Yvette. Il a précisé que les sédiments du fond des océans préservent des indices sur les événements climatologiques remarquables qui se sont produits à des époques encore plus lointaines. Il a rappelé que des carottes prélevées au fond des lacs ou des tourbières dans le Jura Suisse donnent des informations très riches sur des périodes récentes.

A propos de **la réinjection par l'homme du CO<sub>2</sub> au fond des océans**, M. Robert KANDEL a estimé qu'au-delà du problème de coût, cela revenait à transmettre le problème aux générations futures alors qu'il serait préférable de limiter les gaspillages.

Evoquant **le protocole de Kyoto**, il a noté que les objectifs de celui-ci n'étaient pas très spectaculaires mais qu'ils constituaient une phase utile pour une prise de conscience et un changement de cap.

Abordant la question des **permis d'émission de gaz à effet de serre**, il a noté qu'il serait toujours plus avantageux d'économiser l'énergie que de payer pour des permis comme cela se fait déjà aux Etats-Unis d'Amérique pour les émissions soufrées.

M. Robert KANDEL a relevé que l'effet "parasol" provenant des nuages rendus plus brillants grâce, par exemple, aux **émissions soufrées** ralentissait et masquait en partie le réchauffement climatique, ce qui n'est pas sans paradoxe dans la mesure où l'arrêt de la pollution constituée par des émissions soufrées pourrait venir renforcer le réchauffement dû au renforcement de l'effet de serre. Il a évoqué l'importance particulière de la pollution soufrée en Asie, par exemple à Pékin, et il a remarqué que la technologie pour réduire cette pollution existe et pourrait être mise

en œuvre rapidement. De même, les pays en développement rapide auraient tout à gagner à adopter les techniques ayant un meilleur rendement énergétique.

Curieusement, les Etats-Unis d'Amérique auraient également beaucoup à faire sur ce point mais ce sera difficile de les en convaincre.

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**(C. N. R. S.)**

**M. JEAN-FRANÇOIS MINSTER**

**(20 janvier 2000)**

***1) Le changement climatique et ses effets régionaux***

En évoquant les changements climatiques survenus depuis le début du siècle, M. Jean-François MINSTER a supposé qu'il existait de fortes chances pour que **les augmentations de température** ne soient pas naturelles, même si cela était impossible à démontrer dans la mesure où, en science, il était toujours impossible de démontrer que quelque chose est juste. Il a jugé qu'aucun mécanisme naturel ne semblait propre à produire de tels changements

En effet, tandis que l'étude des séries sur le climat au cours des 1000 dernières années, montre une certaine stabilité de celui-ci, des changements apparaissent depuis 1880. A partir de là, des projections vers le futur amènent à supposer que si la concentration de CO<sub>2</sub> doublait, la température pourrait augmenter de 0,8° et ce en tenant compte des effets des aérosols.

Il a par ailleurs noté que **les modèles relatifs aux océans** étaient de plus en plus proches de la réalité.

Au-delà de cette constatation de réchauffement global, **les effets régionaux** doivent être distingués, y compris en observant des zones où la température se refroidit. Les modèles numériques confirment d'ailleurs **le caractère non homogène du réchauffement** et il n'est pas exclu que des catastrophes surviennent.

C'est ainsi que **le Gulf Stream** pourrait être ralenti. En effet, si la température augmente, la glace et les calottes glaciaires fondent, leur apport d'eau douce diminue la salinité qui entraîne actuellement la plongée des eaux tandis que les

eaux les moins lourdes ne coulent pas. En conséquence, le *Gulf Stream* ne s'étendrait plus vers le nord et **le nord de l'Europe deviendrait de plus en plus froid**. Cela est déjà arrivé, il y a 8000 ans et le refroidissement au Nord de l'Europe qui en était résulté a été de plusieurs degrés.

Le front polaire migrerait vers le sud et ferait naître des *jets streams* importants dont on sait qu'ils induisent **des tempêtes** avec des dépressions plus intenses ; mais les modèles de climat ne sont pas encore assez fins pour décrire les tempêtes.

Pour avoir une idée de ce type de climat, il est possible de se référer au climat actuel de l'Ecosse qui subit souvent des tempêtes du style de celles envisagées et où, de ce fait, ne poussent que de petits arbres.

M. Jean-François MINSTER estime qu'il faudrait attendre **encore quatre ou cinq ans pour détenir des prévisions sur les effets régionaux des changements climatiques**.

Quelles seraient les conséquences de ces changements, leurs impacts ? La recherche commence à s'orienter vers l'étude de ceux-ci, notamment en s'intéressant aux deltas des fleuves, à la fréquence des inondations, à la pêche, aux marais... Beaucoup d'équipes travaillent sur ces thèmes qui, depuis environ vingt ans, constituent une préoccupation de la recherche même si les moyens techniques de traiter le problème n'existent que depuis une dizaine d'années.

## **2) La question de l'observation de l'océan**

De nombreux satellites d'**observation** ont été lancés par l'Europe, le Japon, les Etats-Unis et le Canada, par exemple. Des réseaux mondiaux d'observation *in situ* sont mis en place, par exemple dans la forêt africaine, les équipes locales étant associées à ces observations et les données étant transmises gratuitement.

A cet égard, M. Jean-François MINSTER a rappelé que les Américains transmettent leurs **données** gratuitement lorsqu'elles sont acquises sur fonds publics quand bien même l'utilisateur en ferait une utilisation commerciale. A l'inverse, les Européens veulent être rétribués si les données sont utilisées à des fins commerciales. Pour la Météorologie, l'Organisation Mondiale de la Météorologie (O.M.M) a élaboré un cadre à ces échanges.

Il a noté aussi que **l'Europe** a relancé la recherche à travers les programmes-cadres de Bruxelles et le développement des échanges intra-européens, et a observé que la France influe moins sur les programmes européens que d'autres pays comme le Royaume-Uni ou les Pays-Bas, très efficaces au contraire pour cela.

Il a relevé par ailleurs que dans **les négociations internationales**, les Américains manifestent beaucoup d'audace, parfois à la limite de l'acceptable. C'est

ainsi qu'à Kyoto, ils avaient proposé de **stocker le gaz carbonique dans la végétation et les sols**, ce qui n'était pas sérieux à long terme mais la réfutation technique de cette proposition n'est arrivée qu'après la Conférence internationale.

M. Jean-François MINSTER a insisté sur le fait que **le seul moyen de bien comprendre un mécanisme climatique était d'observer toute la Terre**. C'est pourquoi le programme mondial «*climate variability*» (CLIVAR) se préoccupe de vastes sujets comme *El Niño* ou l'oscillation nord atlantique.

Ces recherches concernent aussi **la Méditerranée**. Par exemple, le phénomène d'évaporation de son eau qui se retrouve dans l'Atlantique, contribue à le saler de manière importante. De plus, la Méditerranée joue un rôle dans la circulation de l'Atlantique à travers Gibraltar et le courant des Açores. **Pour mener à bien ces recherches planétaires, il est indispensable de disposer de satellites opérationnels durant une trentaine d'années**. Pour l'océan, c'est ainsi que JASON complètera l'opération TOPEX-POSÉIDON et que, sur le satellite opérationnel européen de Météorologie METOP, des instruments d'observation du vent à la surface des océans seront installés.

Il a également souligné que **l'opération MERCATOR** bénéficie de l'effort de six organismes français, et que, pour obtenir un modèle réaliste, il faut qu'il soit contraint par les observations des satellites et celles effectuées in situ afin d'obtenir de meilleures prévisions des courants océaniques. Outre la surveillance du climat dans l'océan, cela permettrait aussi une aide à la pêche, à la détection acoustique des sous-marins et à l'étude des océans. A cet égard, **l'expérience GODAE** consistant à installer 3.000 bouées dérivantes pouvant descendre et remonter comme des yo-yo jusqu'à 1.000 mètres de profondeur -en cinq ans, dix descentes sont possibles- pour ensuite envoyer leurs informations aux satellites sera **tout à fait décisive pour la bonne connaissance des océans**. Cette expérience bénéficiant de technologies américaines et françaises sera principalement financée par les Etats-Unis d'Amérique (50 %), le Japon (25 %), et les pays européens. Déjà 2.000 bouées sont envisagées actuellement à travers l'opération ARGO et 500 bouées de ce type ont déjà été installées.

Pour la France, M. Jean-François MINSTER a rappelé l'existence du **Comité Directeur de l'Océanographie relative aux questions du climat** présidé par le président de l'IFREMER et qui travaille en liaison avec le Service géographique de la Marine, le CNES, Météo-France, le CNRS-INSU et l'IRD.

C'est donc actuellement toute l'océanographie du futur qui se met ainsi en place.

### ***3) D'autres questions relatives au changement climatique***

**Les hydrologues estiment que les conséquences des changements climatiques sur l'eau seront plus importantes que celles sur la température**. Des

témoignages de l'histoire hydrologique sont recherchés dans **les grands lacs** au travers de l'enregistrement de leur histoire, que l'on trouve dans les sédiments.

A propos des **risques entraînés par les changements climatiques sur la santé humaine**, M. Jean-François MINSTER a indiqué que ces aspects allaient être étudiés par le G.I.C.C.

Par ailleurs, selon les pays, des programmes divers vont être lancés. Par exemple, au **Vietnam**, il existe un grand programme sur l'étude de l'eau. En **Asie**, il s'agit davantage d'études sur les forêts et l'océanographie (pêche au niveau des mers). Quant aux **Japonais**, ils étudient la manière d'injecter du gaz carbonique dans les océans tout en se penchant sur les piles à combustible très liées à la lutte contre l'effet de serre.

Interrogé ensuite sur **les tempêtes du mois de décembre 1999**, M. Jean-François MINSTER a relevé qu'il n'existait pas beaucoup d'études de l'impact du changement climatique sur les phénomènes extrêmes.

Toutefois, il a estimé que quelques observations pouvaient être tirées des forêts déjà exploitées dans le passé, car, en cas de destruction de forêts, des ruptures dans les temps de repousse apparaissent. De même, à partir de la nature des destructions observées en 1999 dans les pentes ou sur les lisières ou en enfilade à l'intérieur des forêts, **l'étude des modifications forestières du passé** permet ou non de retrouver ces phénomènes selon la géométrie des forêts qui a changé au cours du temps.

Evoquant la situation des **atolls**, dont environ **80 % sont morts**, même en Méditerranée, par suite des fluctuations du climat comme le phénomène *El Niño* de 1997-98. M. Jean-François MINSTER a qualifié ce phénomène de **désastre écologique**.

Au sujet du niveau des océans, il a précisé que, au **Bangladesh** qui se situe à moins de trois mètres d'altitude, les bancs de sable se déplacent mais se reconstituent selon l'apport des fleuves faisant douter que l'élévation du niveau de la mer soit le facteur décisif dans la modification de ces côtes.

Pour **la France**, un rapport du Ministère chargé de l'environnement sur **les plages françaises** a montré que, **en cas d'élévation de la mer d'un mètre, le recul de la plage pourrait atteindre cent mètres**, mais que le sable érodé va se déposer ailleurs. Ce phénomène de montée des eaux a d'autres conséquences, comme celle de chasser l'eau douce à l'intérieur des estuaires sous **l'arrivée de l'eau salée**. Ce phénomène pourrait atteindre quelques kilomètres dans l'estuaire de la Loire. Mais déjà, depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, de l'eau salée a pénétré de vingt kilomètres à l'intérieur des terres, par suite des aménagements du fleuve. De même, **Venise** ne s'enfoncé pas à cause de l'élévation du niveau de la mer, mais du fait des marées, des pompes de l'eau et du pétrole effectués sous elle, ainsi que de l'envasement des canaux.

En réalité, aucun modèle ne peut dire, par exemple, si **la Camargue** serait submergée en cas de montée du niveau des eaux, étant d'ailleurs rappelé que celle-ci a été aménagée dans les années 1930. Rappelant qu'**aux Pays-Bas**, des digues de plus de six mètres ont été édifiées pour parer à des inondations survenant tous les mille ans, M. Jean-François MINSTER a considéré que, si la mer montait d'un mètre, des inondations importantes pourraient survenir non plus tous les mille ans, mais tous les cent ans. L'impact du niveau des mers est donc plus significatif en terme de fréquence de phénomènes catastrophiques.

En fait, beaucoup dépend de l'aménagement des côtes comme par exemple du système de digues, et de son entretien. Si le niveau de la mer monte d'un mètre, l'adaptation semble possible dans les zones déjà aménagées. Cela étant souligné par M. Jean-François MINSTER pour montrer qu'en cette matière **les choix politiques comptent davantage que les prévisions théoriques.**

**C. N. R. S.**  
**INSTITUT PIERRE-SIMON LAPLACE**

**MME SYLVIE JOUSSAUME**

**Auteur du livre « *Climat d'hier à demain* »**

**(5 octobre 2000)**

Après avoir salué comme une bonne idée l'édition d'un **CD Rom sur le climat** destiné en particulier aux jeunes, Mme Sylvie JOUSSAUME, spécialiste du climat du passé et des modèles climatiques, a présenté l'utilisation des modèles sur les climats du passé.

Elle a rappelé que son **ouvrage** récent « *Climat d'hier à demain* » avait surtout pour but d'énoncer le consensus auquel était parvenue la communauté scientifique et d'insister sur les incertitudes qui demeuraient, la base de ces travaux étant constituée par le rapport du GIEC édité en 1995. Mme Sylvie JOUSSAUME a rappelé qu'elle fait actuellement partie des équipes de rédaction du troisième rapport du GIEC en tant que responsable d'un projet international d'évaluation des modèles climatiques à partir de situations climatiques extrêmes du passé.

Interrogée sur les conclusions à tirer des  **rapprochements possibles entre les résultats des modèles et ceux observés sur le terrain**, notamment par la paléoclimatologue Mme Nicole PETITMAIRE, Mme Sylvie JOUSSAUME a relevé que tous les modèles ont montré que les pluies plus importantes révélées par la présence de lacs et de végétation il y a 6.000 à 8.000 ans en plein cœur du **Sahara** résultent d'un ensoleillement d'été plus intense suite aux variations lentes du mouvement de la Terre autour du Soleil. La confrontation entre modèles et données a montré que ces changements d'ensoleillement sont amplifiés par la réponse de l'océan et de la végétation.

Mme Sylvie JOUSSAUME a noté que **le système climatique est complexe et résulte de nombreuses interactions**. Actuellement les modèles de climat incluent les interactions entre l'atmosphère et l'océan, or d'autres rétroactions au sein du système devraient être prises en compte dans l'estimation de l'évolution future du climat. L'étude du climat d'il y a 6000 ans, par exemple, a montré l'importance des modifications de la végétation. L'enjeu actuellement est également de pouvoir inclure une simulation explicite du cycle du carbone. En effet, les puits de carbone peuvent être amenés à évoluer dans le futur avec le réchauffement du climat. De même d'autres cycles seraient modifiés, comme celui de l'ozone ou celui du méthane.

Elle a estimé que **les Anglais dominaient la recherche sur les modèles climatiques**, grâce au **Hadley Center**, tout en rappelant le bon niveau de l'**Institut Max Planck** à Hambourg, la France lui semblant un peu en retard par rapport à ces deux centres. Toutefois, le CNRS bénéficie de l'atout de spécialistes rassemblés au sein de l'Institut Pierre Simon Laplace, en partenariat entre plusieurs organismes. **L'IPSL vient, par exemple, de s'illustrer par la réalisation des premières expériences couplant climat et cycle du carbone**. Seuls l'IPSL et le Hadley Center ont effectué de telles simulations mettant en évidence une diminution relative des puits de carbone dans le futur suite aux changements du climat.

Elle a rappelé aussi que le Hadley Center créé à la fin de 1980, qui compte environ quatre-vingts chercheurs, avec pour mission d'étudier l'effet de serre, bénéficiait d'une mission plus ciblée que le CNRS davantage chargé d'une mission académique. Soixante des chercheurs britanniques sont affectés à la modélisation contre une trentaine seulement à l'Institut Pierre-Simon Laplace. En particulier, le personnel ingénieur est plus limité en France et fait défaut dans le développement de ces modèles complexes.

Mme Sylvie JOUSSAUME a ensuite rappelé que dans tous les pays du monde, **les résultats marquants de la modélisation climatique dépendent des moyens de calcul**. Aujourd'hui, ce sont les machines japonaises qui sont les meilleures, mais les Etats-Unis d'Amérique refusent d'en acheter et prennent, par là même, un certain retard.

Le Japon, a un projet de supercalculateur *l'Earth simulator* dédié pour moitié au climat et pour moitié à la physique de la Terre, devrait atteindre une puissance cent fois supérieure à celle de l'ordinateur actuel utilisé pour le climat à l'IDRIS, le centre de calcul du CNRS.

Aux **Etats-Unis d'Amérique**, l'ACPI (Accelerated Climate Prediction Initiative) tente de suivre l'offensive japonaise. Face à cette concurrence, il faudrait que les pays européens se regroupent autour d'un projet de supercalculateur commun s'ils veulent pouvoir faire face. Un autre axe de recherche consiste à **coordonner les différents modèles**, tout en conservant un éventail de réponse. Cela pourrait résulter de l'échange des modules. Cette démarche commence au niveau européen et s'intensifiera probablement dans l'avenir.

Mme Sylvie JOUSSAUME a également insisté sur **la nécessité de développer des observatoires pour le climat**, notamment du gaz carbonique et du méthane. Déjà, de telles observations sont soutenues dans le cadre de l'INSU, mais il y a des difficultés à financer ces observatoires sur le long terme, en particulier au niveau des moyens humains. Ce problème n'existe pas qu'en France qui apparaît même plutôt précurseur en la matière car de tels services d'observation n'existent ni en Allemagne, ni au Royaume-Uni.

**Or, comment suivre l'application de Kyoto sans instrument de mesure et alors que les puits de carbone ne sont pas bien cernés ?** De plus, dans ce domaine, une mesure n'est utile que si elle est opérée sur de longues années. Peut-être une amélioration serait-elle à attendre d'une meilleure connexion entre le Ministère de la Recherche et le Ministère de l'Environnement ?

Interrogée sur **les gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub>**, Mme Sylvie JOUSSAUME a indiqué que les modèles climatiques prenaient en compte l'ensemble des gaz à effet de serre en les présentant en équivalent CO<sub>2</sub>, même si cela n'est pas toujours dit explicitement.

Dans **les prévisions du GIEC**, aboutissant à prévoir une augmentation de température de 1 à 3,5 degrés (1) l'incertitude sur les émissions comme celle sur les réponses des modèles ont été intégrés. La moitié des incertitudes provient des différents scénarios possibles d'émission de gaz à effet de serre et constitue notre marge de manœuvre en matière de politique énergétique. L'autre moitié résulte d'incertitudes sur les modèles eux-mêmes, la plus grande difficulté provenant de **la représentation des nuages**.

**Ces prévisions ne prennent pas en compte le fait que le climat se réchauffant, les puits de carbone tendent à diminuer accélérant en retour l'augmentation du CO<sub>2</sub>**. De même, **les aérosols comme les autres gaz ont des teneurs imposées en fonction de scénarios économiques qui ne prennent pas en compte le changement du climat**. Dans l'avenir, des modèles plus complets seront utilisés permettant de mieux quantifier les différentes évolutions possibles du climat. Le domaine de l'évolution du climat est en plein développement. Il n'est qu'à rappeler qu'il y a dix ans les modèles couplant atmosphère et océan n'étaient pas utilisés pour ces prévisions.

Interrogée sur l'évolution du climat en France, Mme Sylvie JOUSSAUME précise qu'actuellement **il est très difficile de prévoir avec certitude l'évolution du climat à l'échelle de la France**. **Les résultats par région diffèrent beaucoup selon les modèles**. **La convergence des résultats se limite à énoncer qu'il y aura davantage de pluies**, notamment des pluies plus fortes, au nord de l'Europe. Par contre, il est encore très difficile de se prononcer sur les extrêmes de vents et les

---

(1) puis de 1,4° à 5,8° (rapport de 2001)

tempêtes. En particulier, **il est impossible de dire si les tempêtes de fin décembre 1999 sont liées ou non au réchauffement du climat .**

**Pour le sud de l'Europe**, Mme Sylvie JOUSSAUME a constaté qu'il semblait difficile de parvenir à une conclusion si ce n'est une tendance à une diminution des pluies en été. **Pour la France, il n'existe pas davantage de conclusion précise.** Les experts espèrent réduire l'incertitude, ce qui est d'autant plus difficile que **l'incertitude sur les principales données des scénarios** (concentration en gaz à effet de serre) est elle-même prononcée. En effet, qu'en sera-t-il de **la démographie** et de **l'économie** au cours des années qui viennent ?

A ces incertitudes se rajoute l'aspect chaotique du temps. Par exemple, même avec un seul modèle et un seul scénario, l'évolution future du climat est différente suivant l'état initial de l'océan. Celui-ci n'étant pas connu précisément, il est nécessaire de faire un ensemble de simulations prenant en compte la marge d'incertitude de cet état de l'océan et donnant une prévision statistique de l'évolution possible du climat. Il n'y a pas seulement un futur possible ; il faut s'efforcer de **discerner le plus probable d'entre ces futurs**, pas davantage.

Certes, **les satellites** fournissent des observations d'un intérêt inégalé, mais la série de ces observations n'est pas assez longue. Et il est important de pouvoir disposer des séries longues afin par exemple de mieux cerner la variabilité de l'océan. Dans ce contexte, **les rapports produits par le GIEC** sont très intéressants, même s'ils sont très lourds à élaborer. **Certains pays s'impliquent particulièrement** dans ces travaux dont les pays européens (Royaume-Uni, Allemagne, France, et dans une moindre mesure Italie, Pays-Bas, Suisse), les Etats-Unis d'Amérique et le Canada, le Japon, l'Australie, et un peu la Chine et quelques pays africains. Israël est impliqué dans les recherches mais pas dans la modélisation. Le Canada consacre un important budget de recherche à l'adaptation aux changements climatiques.

Mme Sylvie JOUSSAUME a rappelé par ailleurs, que **le gaz carbonique ne représentait que 50 % des émissions de gaz à effet de serre** et que les CFC n'avaient pas un rôle négligeable. Quant aux **actions concrètes** à mener, elle a estimé que certaines pourraient concerner les automobiles, le prix de l'essence, et l'incitation pour les constructeurs à fabriquer des véhicules consommant moins.

Elle a aussi noté qu'aux mesures économiques devraient s'ajouter la possibilité de **faire passer aux jeunes générations l'idée que la consommation ne peut croître à l'infini sans conséquences.** Il faudrait, en outre, parler davantage de l'impact de la déforestation sur l'émission de gaz carbonique. Il faudrait également parvenir à **amener les médias à ne pas mettre uniquement l'accent sur les aspects catastrophistes du changement climatique mais davantage sur la nécessité de prendre des mesures sur le long terme au-delà des échéances politiques...**

A propos de **la pertinence des trois échéances choisies pour l'étude de l'OPECST**, à savoir 2025, 2050 et 2100, Mme Sylvie JOUSSAUME a estimé que la première date, 2025, n'avait pas trop de signification car l'importance de l'incertitude

serait plus grande entre 2025 et 2050 que la variation des données entre ces deux périodes. Peut-être faudrait-il mieux considérer seulement deux échéances : 2010-2020 et 2050-2100 ?

Interrogée sur **les publications scientifiques et internationales** dans les revues « *Nature* » et « *Science* », Mme Sylvie JOUSSAUME a mis en garde contre les phénomènes de mode qui apparaissent parfois dans ces revues et le fait qu'un certain nombre de scientifiques de renom tendent à ne plus soumettre d'articles à ces revues. Elle a indiqué que d'autres bonnes publications spécialisées existaient comme « *Geophysical Research Letters* », « *Climate Dynamics* », « *Journal of Climate* ».

Elle a ensuite observé que le Ministère de l'Environnement finançait des études sur **les impacts du changement climatique**, ce qui était très bien mais qu'il fallait veiller à ne pas aboutir à un financement excessif des recherches sur les impacts au détriment du financement des recherches en amont, encore nécessaires.

Elle s'est réjouie de la présence d'un membre du CNRS dans le comité d'orientation du Ministère de l'Environnement.

Elle a enfin **déploré l'absence de liaison entre les chercheurs impliqués dans le GIEC et la mission interministérielle de l'effet de serre (MIES)** jusque là, mais a noté que cela était en train de changer. Elle a ensuite souligné **les liens entre l'ADEME et le CNRS** notamment sur les problèmes de pollution (exemple : la quantification des émissions de particules des véhicules diesel), même si à sa connaissance il n'existe pas de liens sur le climat avec l'ADEME.

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**(C.N.R.S.)**

**M. GÉRARD MÉGIE,**

**PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE  
CURIE**

**PRÉSIDENT DU C.N.R.S.**

**(8 octobre 2001)**

Interrogé tout d'abord en tant que spécialiste de l'ozone, M. Gérard MEGIE a précisé que **l'ozone troposphérique** était un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement atteignait à masse égale 1 200 fois celui du CO<sub>2</sub>.

Il a estimé qu'il n'était pas assez question de l'ozone troposphérique dans les débats sur le changement climatique et qu'il était nécessaire d'étudier la chimie de l'atmosphère en la couplant aux modèles climatiques.

Il a rappelé que l'ozone était un polluant secondaire causé à la fois par le méthane, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures, le soleil et les oxydes d'azote, les trois-quarts des oxydes d'azote étant produits par l'homme. Il a souligné également **que le mécanisme entraînant la formation de l'ozone est très sensible** puisqu'il suffit d'une concentration d'oxyde d'azote de cinq à dix millièmes de milliardièmes ; or, un tel seuil est atteint sur presque toute la surface de la Terre.

M. Gérard MEGIE a précisé ensuite que **le méthane** -dont le pouvoir de réchauffement à masse égale est égal à cinquante-six fois celui du gaz carbonique- provenait aux deux-tiers de l'activité humaine, qu'elle soit industrielle ou agricole. Quant aux **hydrocarbures** autres que le méthane, ils sont à 20 % environ d'origine anthropique, car les plantes elles-aussi en dégagent en particulier au-dessus des

forêts, ce qui explique par exemple les formations importantes d'ozone au-dessus de certaines forêts comme celles de Fontainebleau, de Rambouillet ou des Landes.

Au-delà du pouvoir de réchauffement de chaque gaz, **les temps de résidence des différents gaz à effet de serre dans l'atmosphère** doivent être pris en considération. Le méthane a, par exemple, un temps de vie court, d'une dizaine d'années, ce qui donne à l'homme une marge de manœuvre pour réduire de manière efficace ses émissions de gaz à effet de serre. A l'inverse, le gaz carbonique ayant un temps de résidence supérieur au siècle dans le système couplé atmosphère-océan-biosphère, ses effets ne peuvent être aisément corrigés à court terme.

Depuis le début du XXème siècle, les activités humaines ont conduit à une augmentation d'un facteur 4 dans l'hémisphère Nord et d'un facteur 2 dans l'hémisphère Sud des teneurs en ozone dans la basse atmosphère. Au total, environ **17 % de l'effet de serre additionnel est dû à l'ozone, 50 % au CO<sub>2</sub> et 17 % au méthane (CH<sub>4</sub>).** Cette problématique de l'ozone troposphérique est d'ailleurs mal prise en compte actuellement dans les rapports du GIEC, car elle implique de considérer l'ensemble des mécanismes chimiques et photochimiques qui se déroulent dans la basse atmosphère. Elle lie également les phénomènes de pollution locale au changement climatique. Une proposition a d'ailleurs été faite par certains Etats pour qu'un rapport spécial du GIEC traite de ce problème au cours des deux ou trois prochaines années.

Abordant ensuite la question de **l'ozone stratosphérique**, M. Gérard MEGIE a souligné l'influence de celui-ci sur l'effet de serre additionnel liée au fait que la diminution d'ozone aujourd'hui observée dans la basse stratosphère, notamment dans les régions polaires et de moyenne latitude, entraîne une diminution de l'énergie infrarouge émise vers la surface. Il s'agit donc d'un mécanisme de contre-réaction qui contribue à diminuer l'effet de serre additionnel, dans la mesure également où il surpasse l'effet simultané d'augmentation de l'énergie solaire ultraviolette susceptible de traverser une couche d'ozone stratosphérique amincie.

Par ailleurs, la stratosphère se refroidit sous l'effet conjugué de la diminution de l'ozone stratosphérique et de l'augmentation des concentrations de gaz carbonique à haute altitude. De ce fait, le gradient de température entre la basse atmosphère qui se réchauffe et la haute atmosphère qui se refroidit augmente dans la zone d'altitude de la tropopause entre 10 et 20 km. Les conséquences de ces variations restent à déterminer mais elles concerneront les équilibres dynamiques et radiatifs au voisinage de la tropopause, région particulièrement sensible, et pourront modifier certains mécanismes climatiques. Quoi qu'il en soit, il faudra encore attendre dix à vingt années pour que les effets des diminutions des concentrations des CFC se fassent sentir sur la couche d'ozone stratosphérique. Il faut enfin noter que **les hydrofluorocarbures, qui doivent remplacer les CFC, sont des gaz à effet de serre**, d'ailleurs réglementés par le Protocole de Kyoto.

M. Gérard MEGIE a ensuite rappelé qu'il existait **un consensus des scientifiques sur le fait que la période actuelle connaît un changement climatique**

**et une hausse de température**, même si les conséquences de ces événements ne sont pas visibles et si beaucoup d'incertitudes demeurent.

Il a insisté sur le jeu d'acteurs en cours autour de l'intensification de l'effet de serre : les scientifiques jouent un rôle influant à travers le protocole de Kyoto, les politiques s'intéressent à l'effet de serre, les industriels s'interrogent sur la conduite à tenir et les journalistes parlent de plus en plus de ce phénomène. Au total, **l'attention sur l'effet de serre ne retombe plus**, ce qui se traduit d'ailleurs par l'organisation quasi incessante de colloques sur ce thème.

Pour autant, **les scientifiques ne peuvent que souligner les certitudes et incertitudes de cette problématique et ne sont pas en mesure d'apporter aujourd'hui des solutions**. D'autant que les incertitudes viennent aussi de nos comportements futurs en matière d'énergie. Par exemple, dans les fourchettes d'estimations données par le GIEC, la moitié des incertitudes est d'origine scientifique, l'autre moitié d'origine économique et politique. Il convient donc de faire un effort important pour améliorer les mécanismes qui conduisent de l'expertise scientifique à la décision publique, d'autant que l'administration gouvernementale française, en particulier en matière économique et financière, n'est pas fortement sensibilisée au problème.

M. Gérard MEGIE souligne que **le XXI<sup>ème</sup> siècle devra être marqué par une rupture en termes de pratiques énergétiques. Dans cette perspective, il importe de relancer une activité de recherche sur l'ensemble des modes de production d'énergie** sans a priori idéologique dans la mesure où toutes les solutions doivent être considérées : amélioration des rendements énergétiques pour les énergies fossiles, énergie nucléaire et problème des déchets, énergies renouvelables, filière hydrogène, modes de transport et de distribution d'énergie... Pour sa part, **le CNRS** relance des recherches dans ces différents domaines en liaison avec les autres organismes de recherche et les industriels (automobile, pétroliers...). Les dimensions de prospective économique, de gouvernance juridique et d'acceptabilité sociale sont également prises en compte grâce à l'inclusion en amont des programmes des chercheurs en sciences humaines et sociales.

Cet effort de recherche doit s'accompagner d'**un effort dans le domaine de la formation**. Actuellement, les cursus universitaires dans le domaine de l'énergie connaissent un certain succès qu'il convient d'amplifier notamment pour prendre en compte la demande des pays en développement de modes de production énergétique préservant l'environnement et décentralisés.

En tant que citoyen, M. Gérard MEGIE constate que le changement climatique en cours s'accompagnera à court terme d'une variabilité climatique accrue conduisant à **une augmentation probable de la fréquence des événements extrêmes**. Il importe alors d'élargir les champs de recherche au domaine de la **prévention des risques et des mécanismes d'adaptation**. Dans le contexte actuel, le plus difficile est probablement d'incurver la pente des courbes d'émissions de gaz à effet de serre. En ce sens, le protocole de Kyoto apparaît comme un premier pas,

comme pouvait l'être l'accord de Montréal sur les CFC, puisque seule une réduction de 40 %, insuffisante pour éliminer totalement la destruction de l'ozone stratosphérique, avait été programmée dans la première négociation. Il s'est cependant interrogé sur l'existence d'une autorité propre à **contrôler l'application du protocole de Kyoto**. Il s'est tout de même déclaré assez optimiste sur l'évolution en cours dans la mesure où **toute la communauté scientifique mondiale abonde dans le même sens**, y compris l'Académie des Sciences des Etats-Unis d'Amérique et, où les politiques européens, et les industriels, y compris américains, sont aujourd'hui conscients du problème.

A propos de **la politique menée par le CNRS concernant la recherche sur le changement climatique**, M. Gérard MEGIE a exposé que ces recherches ressortaient d'**une approche pluridisciplinaire** qui est aujourd'hui une priorité de l'organisme. Dans cette perspective, le CNRS propose d'**élargir les compétences de l'Institut National des Sciences de l'Univers au domaine de l'environnement** pour en faire un moteur de cette pluridisciplinarité. Le CNRS souhaite également **renforcer les activités d'expertise et de communication scientifique et technique** sur ces sujets, qui font également partie des missions et des métiers du chercheur, et mettre en place **une évaluation stratégique** permettant d'apprécier les résultats des efforts accomplis en termes de moyens financiers et de moyens humains.

Quant à l'intérêt porté par le CNRS aux **phénomènes biosphériques et de désertification**, M. Gérard MEGIE a indiqué qu'il existait des programmes importants sur la désertification et le cycle du carbone. En revanche, en ce qui concerne **les programmes sur la biosphère continentale**, ceux-ci ressortent aujourd'hui d'une Action Concertée Incitative du Ministère de la Recherche, mise en place dans le cadre du Fonds national de la Science et à laquelle le CNRS participe. Il a noté également que ces recherches avaient fait l'objet de programmes importants dans le cadre du 4<sup>ème</sup> Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD) de la Commission Européenne, notamment en ce qui concerne **le pourtour méditerranée**, et que cet effort n'a malheureusement pas été maintenu dans le 5<sup>ème</sup> PCRD. Le CNRS visera à maintenir des recherches sur ces enjeux importants, notamment via la coopération avec les pays méditerranéens (Maroc, Tunisie).

Il a relevé qu'une relance de la recherche devait être impulsée aussi dans la mesure où la pression démographique de cette zone du monde viendra nécessairement peser sur l'Europe si des problèmes climatiques accrus apparaissaient au sud de la Méditerranée. A cet égard, il s'est interrogé sur la possibilité de relancer des relations à travers le réseau de la francophonie.

Quant au **transport aérien** qui est responsable de modifications potentielles des concentrations d'ozone tant dans la stratosphère (destruction au-dessus de 15 km) que dans la troposphère (production en-dessous de 12 km due à l'émission d'oxydes d'azote dont le pouvoir de formation d'ozone est multiplié par 20 en altitude par rapport à la surface du sol en raison d'un rayonnement solaire accru), il a relevé qu'il existait **un impact évident de l'aviation au-dessus des couloirs aériens**, en particulier sur **l'Atlantique nord**. Par ailleurs, les émissions de gaz carbonique par le

transport aérien ne représentent actuellement que 3 % des émissions totales, mais elles sont destinées à croître et donc, même si leur part est aujourd'hui faible, cela ne peut justifier l'absence d'action pour les diminuer.

Il a aussi rappelé l'existence d'**émissions par les avions de vapeur d'eau et de poussières** qui conduisent à la formation de cirrus et pourraient donc avoir un impact climatique, même si celui-ci reste potentiellement faible.

Cependant, en l'état actuel des connaissances, il n'est pas évident d'indiquer aux constructeurs d'avions les normes à respecter par les moteurs en 2020 alors qu'il n'existe pas de bases scientifiques précises. En conclusion sur ce thème, M. Gérard MEGIE a rappelé que **la zone d'altitude où volent les avions est particulièrement sensible aux modifications chimiques et dynamiques.**

Enfin, il a souligné qu'un problème important aujourd'hui était celui du **dispositif d'observation** qui doit nous permettre d'apprécier les modifications du système climatique et de les interpréter pour pouvoir mieux les prévoir. Il doit se fonder sur la complémentarité des mesures au sol, en mer, ou à partir de capteurs embarqués sur avions, ballons ou satellites. Il doit également s'inscrire dans la durée, notamment en ce qui concerne les observatoires au sol.

**LABORATOIRE DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE  
( C.N.R.S. )**

**M. PAOLO ANTONIO PIRAZZOLI, DIRECTEUR DE  
RECHERCHE (1)**

**(25 avril 2001)**

Parmi les cinquante chercheurs en géographie physique du Laboratoire du CNRS établi à Meudon, M. Paolo Antonio PIRAZZOLI mène essentiellement **des recherches sur le niveau de la mer.**

A ce titre, il a rappelé que le niveau de la mer pouvait être estimé à l'aide des marégraphes –pour le dernier siècle-, d'après l'analyse des causes de la variation du volume des eaux océaniques et, enfin, d'après l'altimétrie satellitaire- pour la dernière décennie.

Il a noté que les observations tirées des **marégraphes** étaient d'une fiabilité très variable car ces instruments avaient été installés d'abord pour la navigation. Ils indiquent **une hausse du niveau de la mer de 11 à 15 cm ou encore de 6 à 24 cm** – selon les auteurs- **au cours du XXème siècle** tandis que le GIEC évalue cette hausse

---

(1) *M. Paolo Antonio PIRAZZOLI est Directeur de recherche au CNRS. Parmi ses travaux (plus de deux cents publications scientifiques), on peut citer, sur le thème de l'audition, trois livres :*

- «*Sea Level Changes : The Last 20,000 Years*». John Wiley & Sons, Chichester, 211 p, 1996 ;

- «*Les littoraux* ». Nathan, Paris, 191 p, 1993.

- «*World Atlas of Holocene Sea-Level Changes*». Elsevier, Amsterdam, 300 p, 1991.

*et deux articles récents :*

- *L'élévation récente du niveau de la mer et les prévisions pour le XXIème siècle. Actes du colloque « Le changement climatique et les espaces côtiers » (Arles, 12-13 octobre 2000), Paris, p.10-13, 2001 ;*

- *Surges, atmospheric pressure and wind change and flooding probability on the Atlantic coast of France. « Oceanologica Acta », vol. 23, p. 643-661, 2000.*

entre 14 et 80 cm (1) pour le prochain siècle mais avec de fortes variations d'une région à l'autre.

Face à cela, **le calcul des variations du volume des eaux océaniques** aboutirait à une hausse de niveau d'environ **6,5 cm** pour le XXème siècle.

De leur côté, **les satellites** mis en place depuis une dizaine d'années ont mesuré une hausse de 1,7 millimètre par an.

De plus, M. Paolo Antonio PIRAZZOLI a précisé que le niveau de la mer devait être mis en regard avec **les mouvements verticaux des terres** ; en particulier, le delta du Rhône devrait s'abaisser en raison du moindre apport d'alluvions et de la compaction des sédiments.

M. Paolo Antonio PIRAZZOLI a ensuite rappelé le rôle majeur de **la dilatation thermique des océans** qui s'opère dans la couche de surface, c'est-à-dire, dans les 200 premiers mètres accessibles au réchauffement solaire, la dilatation de cette couche représentant 50 % de la hausse de niveau prévue.

A propos des **DOM-TOM**, il a observé que c'est en Polynésie que la variation du niveau des océans aura le plus d'impact.

Interrogé sur **la fonte des glaciers et des calottes glaciaires**, M. Paolo Antonio PIRAZZOLI a précisé que les petits glaciers ont reculé nettement au cours du siècle dernier, et que la calotte antarctique ne devrait pas commencer à fondre avant le XXIIème siècle dans la mesure où la température actuelle dans cette zone du monde ne permet pas cette fonte.

Quant au **Groenland**, sa fonte complète pourrait entraîner une hausse du niveau de la mer d'environ 6 mètres au cours des prochains siècles.

Enfin, dernière hypothèse, si toutes les glaces et glaciers fondaient, la hausse totale, du niveau des océans oscillerait entre 60 et 80 mètres, ce qui serait considérable et doit être rapproché de certaines projections publiées dans des hebdomadaires à fort tirage qui avaient présenté des cartes simulant une montée des eaux de 200 mètres, niveau totalement invraisemblable, même dans l'hypothèse la plus pessimiste.

Evoquant **les Maldives**, M. Paolo Antonio PIRAZZOLI a noté que pour l'instant leur environnement avait été davantage dégradé par l'homme que par la montée des eaux. De plus, les données relatives aux Maldives sont assez incertaines.

---

(1) Et dans son troisième rapport, paru en octobre 2001, à une hausse oscillant entre 9 et 88 cm.

M. Paolo Antonio PIRAZZOLI a relevé aussi que, contrairement à ce que le public pourrait supposer, l'**Institut Géographique National** n'est pas vraiment en charge du problème de la variation du niveau des océans. Il gère seulement le marégraphe de Marseille et concentre plutôt son intérêt sur la géodésie.

Revenant au changement climatique en général, M. Paolo Antonio PIRAZZOLI a noté que ce serait un risque majeur si les prévisions des modèles venaient à se vérifier et a rappelé que la vapeur d'eau était le gaz à effet de serre le plus important.

Quant à **la Camargue**, il a estimé raisonnable de reculer progressivement face à la montée de la mer, si possible, plutôt que de tenter une résistance en construisant des digues.

**DOCTEUR CHRISTINE ROMANA  
C.N.R.S.**

**MAÎTRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS**

**UNIVERSITÉ DE PARIS V**

**(29 novembre 2000)**

Interrogée sur l'influence du changement climatique sur la santé, le Docteur Christine ROMANA (1) dont la spécialité est la médecine tropicale, a indiqué que **certains faits observés ces dernières années pourraient être dus à l'augmentation globale de la température : élargissement de l'aire de distribution des moustiques qui transmettent la dengue ou bien émergence de la fièvre jaune dans des localités où cette maladie n'avait jamais été observée, comme dans la province de Sao Paulo, au Brésil, ou encore des épidémies dues au virus de West Nile dans l'Etat de New York ou en Camargue. En réalité, les études concernant l'impact du climat sur les maladies tropicales à transmission par insectes vecteurs sont aujourd'hui très insuffisantes pour bien cerner le phénomène.**

Cependant, les **Anglo-Saxons**, en particulier les scientifiques Américains et les Anglais, **ont déjà commencé à effectuer des études préliminaires** (2). Ils sont appuyés dans leurs recherches par la NASA qui, grâce à ses images satellitaires, a

---

(1)Christine ROMANA est médecin tropicaliste, responsable au Laboratoire de Géographie Physique « Pierre Birot », UMR 8591 (CNRS) du Groupe émergent « INTENSA » (Interactions Environnement Santé). Elle est aussi co-responsable dans le programme Environnement – Vie – Sociétés (CNRS), du programme de recherches « Vers la construction d'un réseau d'observatoires de surveillance éco-épidémiologique des maladies tropicales émergentes ou ré-émergentes : le cas de ROVERTA (Red de Observatorios para la Vigilancia Ecoepidemiologica Regional de la Tripanosomosis Americana) ».

(2)International Research Institute for Climate Prediction (IRI), LDEO/Columbia University, NY, USA. MALSAT, Liverpool School of Tropical Medicine, Liverpool, UK

consolidé une veille sanitaire (1). A partir de là, ils ont pu constituer **des modèles de simulation** sur les effets que pourrait avoir l'augmentation globale de la température sur les épidémies de paludisme, de dengue ou d'infection par le virus de West Nile dans certaines régions du monde.

**Dans le cas de la France, le Docteur Christine ROMANA a estimé que le nombre d'équipes concernées par cette problématique était insuffisant, malgré le fait que des nombreux territoires sont sous l'emprise de ce type de maladies.** En effet, l'approche des questions concernant le climat et la santé pose le problème général de l'interdisciplinarité dans les approches systémiques ou globales des maladies, les insectes ou mollusques vecteurs étant directement dépendants de l'environnement, donc du climat (paludisme, leishmanioses, arboviroses comme la fièvre jaune ou la dengue, onchocercose, etc...).

De rares travaux ont été quand même effectués dans le domaine ; les plus percutants peut-être étant ceux du Professeur Jean-Antoine RIOUX sur la leishmaniose en France (côte méditerranéenne) et en Afrique du Nord. Dans ces travaux, **le Professeur RIOUX a mis en évidence**, entre autres observations, **des relations étroites entre les aires de distribution de différentes espèces de phlébotomes qui transmettent les leishmanioses et le climat** (2). Ces travaux ont démontré l'intérêt de l'approche systémique des maladies à transmission par insectes vecteurs et ont abouti à la conception d'une méthode de terrain qui se base sur l'apport de l'écologie scientifique à la santé publique, l'écoépidémiologie (3). Contrairement aux écoles anglo-saxonnes qui travaillent à des échelles géographiques impliquant des vastes territoires, l'école française a toujours abordé le problème par l'étude des foyers à **des échelles correspondant aux « foyers d'infection »**.

En réalité, pour le Docteur Christine ROMANA, **il ne peut y avoir de conclusions concernant le problème de l'influence du climat que si des études à long terme sont décidées aujourd'hui même sous la forme de sites-observatoires dans les zones qui pourraient être d'intérêt pour la France : les territoires d'outre-mer et particulièrement la Guyane, en liaison étroite avec d'autres implantations internationales.** En effet, la circulation des agents pathogènes est étroitement liée aux écosystèmes dans lesquels ils cohabitent naturellement avec les animaux et l'homme. Toute modification de ces écosystèmes aura comme

---

(1) *International Research Partnership for Infectious Diseases (INTREPID), NASA Goddard Space Flight Center, MD, USA*

(2) *J.A. RIOUX, P. RISPAIL, G. LANOTTE, J. LEPART, 1984. Relation phlébotomes-bioclimats en écologie des leishmanioses. Corollaires épidémiologiques. L'exemple du Maroc. Bull. Soc. Bot. de France 131 : 549-557*

(3) *J.A. RIOUX, G. LANOTTE, J. COUSSERANS, A. GABINAUD, J.J. CORRE, 1981. Écologie, développement et santé publique. Bases écologiques de l'analyse d'un système épidémiologique ; foyers d'infection et parasitocoenose ; stratégies d'enquêtes et d'intervention. Bull. CNRS, 245-254. J.A. RIOUX, J. DEMEURE, PERIERES, 1990. Approche Écologique du « Risque épidémiologique ». L'exemple des leishmanioses. Bull. Écol. 21(1) : 1-9*

conséquence l'émergence ou la ré-émergence ou la disparition de ces complexes pathogènes.

Pour pouvoir donc comprendre l'impact que la modification climatique aura sur la santé humaine à l'avenir, il faudrait d'abord commencer par bien **comprendre les interactions qui existent entre les écosystèmes, le climat et ces complexes pathogènes**. Cela nécessiterait de développer dès maintenant **des nouvelles équipes** qui prennent en compte l'épidémiologie, l'écologie, la géographie et la santé publique afin de créer de nouveaux outils permettant la description des phénomènes, leur interprétation, compréhension et gestion.

Le Docteur Christine ROMANA a estimé donc, que, pour apporter une réponse à la question formulée par l'OPECST, il faudrait commencer par **mettre en œuvre des observatoires à long terme, comme ceux financés actuellement par le CNRS dans le cadre du Programme Environnement, Vie et Société (1)** afin d'aboutir à des modélisations de la dynamique spatiale et temporelle des foyers d'infection en se basant sur **des interactions entre les systèmes d'information géographiques opérationnels et des banques de données à variables multiples** (environnementales, biologiques, écologiques, botaniques, agronomiques, économiques, etc.).

Les **apports méthodologiques** doivent donc porter essentiellement sur **l'organisation des activités de suivi, la gestion des données et la modélisation** dans des sites observatoires en milieu concerné (particulièrement la Guyane et les territoires d'Outre-mer). Il faut donc **systématiser et structurer des bases de données à long terme** autour du phénomène afin d'optimiser les méthodes de mesure en fonction des objectifs à atteindre. En effet, les bases de données sont un reflet de la perpétuelle évolution des écosystèmes et des anthroposystèmes. D'où la nécessité de concevoir des modèles conceptuels pour prédire et surveiller le risque pour les populations locales. Des organismes comme le CNRS (2) ou l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (3) pourraient être capables de trouver des équipes pour une telle mission.

---

(1) Appel d'offres MOTIVE, "Observatoires de recherche sur les anthroposystèmes: modèle et méthodes", CNRS.

(2) Groupe émergent « Intensa », Laboratoire de Géographie Physique « Pierre Birot », UMR 8591.

(3) UR 016 « Caractérisation et contrôle des populations d'insectes vecteurs », LIN/IRD, 911

**COMMISSION EUROPÉENNE**

**M. RENÉ LERAY**

**DIRECTION DES RELATIONS EXTÉRIEURES**

**(14 décembre 1999)**

Pour évoquer **le problème de l'eau et du changement climatique**, M. René LERAY a pris **l'exemple du Proche-Orient** en précisant que dans l'approche de telles questions, il ne fallait pas raisonner en statique mais anticiper des évolutions et donc décaler le problème vers l'avenir.

A propos d'Israël, M. René LERAY a rappelé que l'irrigation au goutte à goutte était largement pratiquée et que, dans une région comme Gaza, il y avait à la fois manque d'eau et gaspillage d'eau.

Face à de tels dilemmes, le délai de réflexion pour anticiper les problèmes futurs doit être d'environ dix ans pour permettre d'imaginer l'évolution de l'utilisation de l'eau par l'économie comme **l'évolution des contrats géopolitiques vers une coopération totale**.

En fait, l'élaboration d'un plan global sur dix ans doit reposer sur une conception du court terme intégrant déjà le moyen et le long terme. A cet égard, M. René LERAY a indiqué qu'il faudrait **éviter que des pays décident seuls de l'aval de leurs décisions liées à l'eau**. C'est ainsi que **la Turquie**, en réalisant l'aménagement de l'Anatolie orientale joue en réalité un rôle dans toute cette région du monde. Quoi qu'il en soit, une fois mises en œuvre toutes les solutions actuellement connues face aux pénuries d'eau, **le choc de la pénurie réelle ne semble pas pouvoir être reculé de plus d'une dizaine d'années**. Avant cela, même **les solutions les plus simples supposent de coopérer**, ce qui est impensable, par exemple, en Israël dans le climat politique actuel.

M. René LERAY a rappelé ensuite que **la production d'une tonne de blé suppose l'utilisation d'un million de m<sup>3</sup> d'eau, ce qui devrait conduire souvent à importer de la nourriture plutôt qu'à la produire soi-même**. Ainsi, **l'Arabie**

**Saoudite** exporte 1,5 million de tonnes de blé par an tandis que l'eau contenue dans son sous-sol ne se renouvelle que tous les mille ans.

**En Afrique australe, en Namibie ou en Afrique du Sud, des accords ont été conclus sur l'eau** car cela était devenu vital. Malheureusement, d'un point de vue général, le travail sur **le droit international de l'eau** n'a pas encore vraiment débouché par ailleurs.

**Dans l'Union européenne, des programmes d'aide bilatéraux existent**, mais ils ne sont pas élaborés bassin par bassin. L'idée de prévention des conflits sur l'eau est bien présente. En 1992, s'est réuni au Proche Orient, **un Comité sur l'eau, l'énergie et les transports** afin de dégager les synergies mutuelles entre ces trois secteurs, ce qui devrait permettre de changer les termes de la discussion politique.

Face à ces préoccupations liées à l'eau, M. René LERAY a souligné qu'**il y a encore huit ans environ, les conséquences du réchauffement de la planète n'étaient pas du tout intégrées à la question de l'eau**. Or, de toute évidence, **la rareté sera porteuse de conflits** sauf si toutes les solutions ont été optimisées. Il y a là un vrai enjeu que la diplomatie actuelle n'intègre pas, d'autant que les économistes et les responsables de l'eau ne dialoguent pas vraiment. De plus, il sera difficile d'introduire l'idée de tarification de l'eau dans des cultures où l'eau est considérée comme un don de Dieu.

S'interrogeant sur ce qui pouvait être le rôle de l'ONU dans la prévention des conflits liés à l'eau, M. René LERAY a déploré que **la connaissance scientifique** ne soit pas assez intégrée à la politique.

Prenant l'exemple de la nappe aquifère de **Cisjordanie** qui s'écoule d'est en ouest, M. René LERAY a indiqué que les forages opérés en Israël devaient atteindre la profondeur de 50 mètres environ tandis que ceux effectués en Jordanie devaient descendre à 600 mètres.

Comment dès lors **faire de la cause de confrontation qu'est l'eau un terrain de coopération**? Une étape consisterait à convaincre les Etats-Unis d'Amérique du bien fondé de cet objectif, ce qui irait au-delà de la diffusion des technologies déjà opérées actuellement. Il serait aussi souhaitable, d'après M. René LERAY, de **remplacer les habitudes d'aides bilatérales par des incitations à des coopérations régionales**, tout en posant des conditions à l'octroi de ces incitations. C'est ainsi qu'entre le **Maroc, l'Algérie et la Tunisie** n'existent actuellement que peu de relations économiques alors que de nouvelles approches des problèmes d'aide et de coopération pourraient élargir leurs relations.

Quant à **l'Afrique** où l'eau insalubre constitue le principal vecteur des maladies, beaucoup de catastrophes y sont annoncées sans qu'il y ait de reflet de ces annonces sur l'action politique, comme si un maillon manquait. Dans la mesure où les temps de retour sur les investissements liés à l'eau peuvent être très longs, le marché ne peut régler ce problème et seule la collectivité publique peut intervenir.

Elle devrait le faire à la faveur de **solutions régionales inter-pays** plutôt que de se cantonner aux projets nationaux.

M. René LERAY a conclu que la question de l'eau concerne en fait trois niveaux : le monde, la France et l'environnement géographique immédiat.

Si l'on considère le **pourtour de la Méditerranée**, au sud de celle-ci, 60 % de la population est âgée de moins de 25 ans. Il s'agit donc de peuples adolescents dont le sort ne doit pas être indifférent à la France puisque les vagues migratoires, les conflits entre ces pays, l'utilisation de l'énergie par ceux-ci, la criminalité et la problématique de l'Etat dans ces pays ne peuvent qu'avoir des répercussions sur la France.

Dans cette perspective, M. René LERAY a estimé que des projets comme la zone de libre échange prévue pour 2010 par **le protocole de Barcelone** constituent un pari intéressant et qu'il est de la responsabilité de la France comme de l'Union européenne de prévenir les évolutions futures.

Pour M. René LERAY, **toute réflexion sur le changement climatique n'a de sens qu'au niveau mondial** et même une réflexion qui se voudrait limitée à la France ne pourrait se passer d'étudier le contexte méditerranéen.

Quant à savoir si l'effet de serre allait ou non aggraver les problèmes actuels, si par exemple il allait exacerber les conflits de souveraineté liés à **l'eau**, M. René LERAY a estimé que, pour répondre à cette question, il fallait prendre en considération à la fois l'approche politico-opérative, économique et les approches régionales.

A cet égard, il a signalé qu'un livre de Shimon PERES montrait bien comment **Israël** participe à l'environnement régional tout en s'en protégeant, ce qui conduit cet Etat à percevoir le problème de l'eau de plusieurs manières. A cet égard, il a estimé indispensable d'étudier sur place le cas d'Israël et a insisté de nouveau sur le fait qu'**importer un produit à base d'eau revient à importer de l'eau, éventuellement d'un pays qui en manque.**

Evoquant plusieurs régions du monde, M. René LERAY a noté que le Soudan pourrait constituer un grenier à blé s'il n'était en guerre tandis que l'Arabie Saoudite, en paix, gaspille l'eau pour produire du blé.

Il a estimé que pourraient souvent être imaginées des **zones de libre échange englobant l'eau** et l'ensemble des activités économiques. Par exemple, entre la France et la Belgique, une petite nappe souterraine près de Mons pourrait être exploitée en commun ; en Yougoslavie, de grandes possibilités existent qui pourraient profiter tant à la Macédoine qu'à la Grèce, voire à l'Italie.

Mais déjà, en sens contraire, certains considèrent que l'envoi de tankers d'eau de Marseille à Barcelone pourrait constituer une sorte d'atteinte à la souveraineté des Etats concernés.

M. René LERAY a rappelé ensuite que, dès 1994 à Rome, **une charte européenne de l'eau** avait été signée, mais qu'elle n'avait pas d'effets contraignants.

Il a insisté sur l'existence de certains **conflits nés de l'eau** dans le monde comme celui lié aux ressources de l'Amou-Daria et du Syr-Daria entre le **Kirghizistan** et le **Tadjikistan**, celui entre l'**Angola** et la **Namibie**, et enfin ceux entre l'**Afrique du Sud**, le **Botswana**, le **Zimbabwe** et le **Mozambique** qui pourraient pourtant coopérer dans un même bassin en rassemblant des investisseurs privés et publics.

Il a estimé que lors de la réunion du Conseil mondial de l'eau tenue à Marseille, les débats ont été un peu trop centrés sur les aspects juridiques ou techniques (technologies avancées) alors qu'il serait important de **placer au centre de la discussion sur l'eau la rationalité économique** ; mais, jusqu'à présent, les économistes ont à peine fait leur entrée dans le sujet.

En fait, derrière beaucoup de difficultés liées à l'eau existent **des divergences sur les concepts de frontière et de souveraineté** selon qu'il s'agit de pays d'Europe ou du reste du monde.

Pour M. René LERAY, l'approfondissement du dialogue avec la **Turquie** pourrait aider à faire passer le message sur l'eau, notamment en Anatolie, ce qui déboucherait sur une sorte de **diplomatie de l'eau**, celle-ci ne devant pas se limiter à l'environnement *stricto sensu*. **L'Europe pourrait être la championne de la politique de l'eau**, tout en aidant à mesurer les impacts de l'effet de serre en matière de pénuries diverses, ce qui constituerait un grand renouvellement dans la pensée.

**Pour l'Afrique, la première priorité consiste à assainir son eau** qui constitue le principal vecteur des maladies.

M. René LERAY a enfin déploré le **grand gaspillage d'eau auquel donnait lieu l'agriculture**. Il a estimé que des mesures pourraient être prises en Israël pour éviter cela.

**M. JEAN LUCAS** (1)

**PROFESSEUR DE THERMIQUE INDUSTRIELLE  
AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS**

**(30 novembre 2000)**

Après avoir rappelé qu'il avait été amené, dans le passé, à s'intéresser aux économies d'énergie comme aux énergies renouvelables, et à travailler sur différents carburants, M. Jean LUCAS a indiqué que la population française recevait peu d'enseignements sur **les stratégies énergétiques**, mais qu'un cours sur ce thème était professé en dernière année du CNAM.

Il a noté que deux grandes options s'offraient en matière de politique énergétique, soit **subventionner à grands frais des énergies renouvelables**, ce qui suscite la méfiance des industriels, soit **taxer le CO<sub>2</sub>** à partir d'une taxation sur le CO<sub>2</sub> ajouté, ce qui équivaudrait à une sorte de TVA sur le plan international, (mais cette solution n'est pas envisagée aujourd'hui).

M. Jean LUCAS a ensuite déploré que l'**ADEME** n'ait pas attaché par le passé assez d'importance à l'évaluation technico-économique prévisionnelle de l'intérêt des projets innovants qui lui étaient présentés et ait fonctionné plutôt selon un principe de saupoudrage aléatoire pondéré parfois par les amitiés personnelles. Seule la rentabilité est en effet susceptible de déclencher d'importantes réalisations ce qui s'est vérifié en matière de chauffe-eau solaire et d'énergie éolienne, énergie qui s'est développée dès que des prix garantis (décrétés artificiellement) ont rendu leur installation rentable pour ceux qui en font métier.

Sur ce dernier point, il a noté que pour émettre un jugement sur l'**énergie éolienne**, il faut prendre en compte le problème de l'intermittence de cette source d'énergie, et de la faculté offerte ou non par une autre source d'énergie, par exemple hydraulique, de remédier aux intermittences de l'éolien, d'où la nécessité d'imputer à cette énergie le coût d'un double équipement. Il en est de même pour la production électrique classique lorsque les pointes d'une semaine doivent être satisfaites par la production électrique de centrales thermiques.

---

(1) Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École nationale du génie rural.

L'énergie éolienne doit donc être conçue avec, en complément, une turbine à gaz, une pile à combustible ou tout autre système. Le problème de stockage de l'énergie éolienne est un problème important sans doute insuffisamment étudié.

En revanche, actuellement, il existe pour l'**éolien au fil du vent** des procédés très fiables (les éoliennes ne cassent plus.....). Malheureusement le bruit reste pour les éoliennes un véritable problème. Pour le résoudre, **la création de fermes éoliennes en mer**, dites « *offshore* » est évoquée. Les éoliennes envisagées actuellement sont toutes posées ou fixées au fond mais il n'y a pas eu d'expérimentation d'éoliennes sur ponton flottant, technique qui devrait fournir de l'électricité au fil du vent à un prix nettement plus bas que ce qui est fait actuellement. Le coût du transport de l'électricité produite jusqu'à la terre ferme est un poste important du coût global. On a donc proposé de fabriquer de l'hydrogène par électrolyse sur les sites de production d'électricité mais cela semble plus coûteux et délicat que le transport de l'électricité et la production d'hydrogène à terre. L'intérêt de cet hydrogène est qu'il peut, par la suite, être utilisé comme combustible « dans des piles produisant de l'électricité » ou comme composant chimique dans la production de méthanol et d'hydrocarbures de synthèse.

Evoquant ensuite l'**énergie solaire**, le Professeur LUCAS a regretté que les meilleures solutions n'aient pas été testées et développées. Comme exemple, il a cité certains types de capteurs plans retenus par l'Allemagne depuis 1970, et qui intègrent un récepteur poreux ; il s'agit de capteurs particulièrement intéressants pour l'habitat. De plus, les efforts pour promouvoir **une architecture solaire** raisonnée, apparaissent insuffisants. Dans ce domaine, on peut en particulier penser à des toitures réfléchissantes inspirées du multi miroir de Fresnel et concentrant le rayonnement solaire direct. De telles toitures fourniraient de la chaleur au fil du soleil à un prix très intéressant et à un niveau de température permettant la climatisation. On pourrait même produire avec ces toitures une électricité photovoltaïque de prix acceptable si l'on disposait de photopiles à moyenne concentration ; malheureusement **le développement de ces techniques de capteurs à moyenne concentration et des photopiles associées n'a pas été soutenu par l'ADEME** alors que l'Union Européenne a aidé récemment un projet commun de B.P. et d'un laboratoire espagnol.

De ce fait, **les photopiles** sont réservées aujourd'hui à quelques niches dans lesquelles leur prix n'est pas dissuasif et à une production d'électricité très fortement subventionnée par le biais de prix de rachat garantis très élevés. L'utilisation de la concentration, en divisant par 50 la surface de récepteurs photovoltaïques nécessaire pour la même puissance produite aurait permis et permettra sans doute de développer une électricité photovoltaïque que bien moins coûteuse qu'aujourd'hui. En résumé **les meilleures solutions solaires ont sans doute des potentialités technico-économiques intéressantes** mais le soutien de recherches mal ciblées n'aboutissant qu'à des solutions trop coûteuses fait un grand tort aux solutions qui auraient pu être meilleures.

M. Jean LUCAS a observé que, d'une manière générale, il serait possible de développer des énergies renouvelables compétitives si le baril de pétrole était à un coût moyen de 25 \$. Mais ce n'est pas le cas actuellement et il lui paraît très difficile d'être compétitif avec du pétrole à 16 \$ le baril.

Sauf à créer et appliquer une **taxe sur le CO<sub>2</sub> ajouté dans l'atmosphère** qui a été déjà évoquée plus haut et qui pourrait être d'au moins 5 \$ le baril on n'aboutira pas à un prix permettant le développement massif d'énergies renouvelables ou l'accroissement des économies d'énergie pour lesquelles les potentialités sont encore considérables.

Pour illustrer ce dernier point, M. Jean LUCAS a pris un exemple dans l'industrie agro alimentaire où des techniques innovantes peuvent encore conduire à des économies d'énergie substantielles et cela dans des conditions économiques intéressantes : en sucrerie, il a été montré que l'on peut économiser plus de 60% de l'énergie consommée en étalant sur toute l'année la production sucrière, ce qui est rendu possible par le stockage des betteraves dans des bassins d'eau acidifiée.

**De très fortes économies pourraient donc résulter de nouvelles technologies et de nouvelles sources d'énergie, mais, pour l'instant, les industriels continuent à miser sur le fait que le pétrole montera et baissera mais restera en moyenne aux alentours de 20 \$ le baril. Parallèlement, les opérateurs qui s'étaient illustrés il y a 20 ans dans les économies d'énergie ou les énergies renouvelables (par exemple dans le domaine agricole le CEMAGREF et l'INRA) s'en sont désintéressés. C'est donc une véritable relance de la recherche énergétique qui serait nécessaire si l'on voulait économiser l'énergie et développer les énergies renouvelables. Et il ne semble pas judicieux de faire cette relance sans décider d'une taxe sur le CO<sub>2</sub> ajouté ou d'un équivalent à une telle taxe.**

M. Jean LUCAS a rappelé l'intérêt de la biomasse énergie.

**La synthèse du méthanol par exemple pourrait être très rentable en gazéifiant la biomasse** à l'arc électrique durant les heures d'été pendant lesquelles de l'électricité nucléaire est disponible à bas prix. Une telle utilisation justifierait d'ailleurs le renforcement du parc nucléaire actuel. Cependant, EDF ne s'est pas intéressée à un tel programme. Cela se comprend dans la mesure où elle ne croit sans doute pas à la possibilité de construire de nouvelles centrales, vu la situation politique et le refus d'une frange de l'opinion publique.

De l'énergie éolienne à bas prix permettrait aussi de produire dans de bonnes conditions du méthanol de synthèse à partir de biomasse.

Concernant toujours **la biomasse**, M Jean LUCAS a rappelé qu'elle présentait d'excellentes opportunités et cela même si le choix de mauvais procédé dans diverses opérations de « démonstration » a conduit à des contre-références. Un exemple de mauvais choix technique lié à ce que l'on appelle le syndrome du NIH

(« *Not Invented Here* » : « pas inventé ici ») est donné par une réalisation en Guyane visant à produire de l'électricité à partir de biomasse, qui bien menée aurait pu être rentable mais qui a été un échec suite à un mauvais choix de gazogène.

Avec le pétrole à 20 \$ le baril, et si une taxe sur le CO<sub>2</sub> était instaurée, **une production intensive de biomasse serait possible dans de très nombreuses conditions**. Alors, il serait possible d'utiliser **les tiges de maïs ou de topinambour** qui correspondent à près de 10 tonnes de matières sèches de résidus par hectare et par an en Europe ; de même que **l'exploitation forestière ou l'exploitation de taillis à courte rotation** qui produisent des tonnages de matière sèche plus importants encore et à moindre coût. Malheureusement, ce type de projet doit affronter **la résistance des milieux forestiers** qui privilégient la production de bois d'œuvre considérés comme nobles ou, à la limite, de bois papetiers, mais n'admettent que lentement la complémentarité de l'usage des résidus de la production forestière ou de ses sous produits.

Actuellement, des sols sont en jachère au lieu d'être utilisés à produire de la biomasse. Or, **il serait possible, même pour la France seule, de se lancer dans une politique fondée sur l'exploitation de la biomasse**.

Cette carence est en partie due au fait que, **le secteur agricole n'a soutenu que des systèmes sans avenir** (éthanol carburant, diester de colza) qui sont davantage des systèmes reflétant le dynamisme de certains groupes de pression que des sources d'énergie rentables.

A l'appui de cela, il peut être rappelé que le projet éthanol du Brésil fut un échec, du reste parfaitement prévisible et prévu par les bons experts.

Quoi qu'il en soit, **même avec une action efficace sur la biomasse, la taxe sur le CO<sub>2</sub> demeure le signal à donner qui permettrait d'atteindre une réelle rentabilité donc un réel engagement industriel**. On peut espérer que les inquiétudes croissantes sur les conséquences des changements climatiques liés à l'intensification de l'effet de serre finiront par déclencher des décisions dans ce domaine.

A propos du phénomène global d'**intensification de l'effet de serre**, M. Jean LUCAS a observé que l'on avait maintenant des convictions scientifiques étayées et partagées par quasiment toute la communauté scientifique. On peut toujours affiner et préciser tel ou tel modèle et intégrer mieux des facteurs parfois sous-estimés mais quoi qu'il en soit on a aujourd'hui **les éléments nécessaires pour affirmer qu'il est urgent d'agir**.

En complément de l'ensemble des arguments étudiés et présentés par le monde scientifique international sur ce problème de l'augmentation de la température planétaire, M. Jean LUCAS a cité une expérience personnelle : en 1975 il avait remarqué que le niveau des crues du fleuve Sénégal, manifestait depuis 1914 une périodicité de 11 ans qui l'avait alors surpris. On sait aujourd'hui qu'il s'agit là de la

période de l'activité solaire qui influe notablement sur le climat (d'aucuns attribuent même la Révolution française aux suites d'une chute de l'activité solaire qui avait engendré ce que l'on a appelé une « petite glaciation »).

Actuellement, **la température moyenne de la terre augmente**, et cela semble devoir continuer. **Cette augmentation apparaît aujourd'hui clairement due à l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère du fait de l'utilisation des combustibles fossiles.** Il faut noter à ce sujet que, même si les effets directs de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère sont faibles, **ces effets sont très largement amplifiés par l'augmentation de la teneur atmosphérique en vapeur d'eau**, vapeur d'eau qui est un gaz à effet de serre bien plus abondant que le CO<sub>2</sub>.

C'est pourquoi **une grave catastrophe écologique n'est pas à exclure dans les 100 ans à venir si des mesures vigoureuses ne sont pas prises.**

Malheureusement, le public en France n'est pas formé à la compréhension des problèmes énergétiques et les enseignants ont une véritable responsabilité dans ce domaine.

**Or, c'est la créativité et la compétence de toute la population qui permettront l'émergence d'une bonne politique énergétique.**

Dans l'état actuel des choses, on assiste à **une sorte de schizophrénie de l'opinion publique française mais aussi européenne dans le domaine des choix énergétiques : on s'émeut des risques engendrés par la production d'électricité nucléaire** (même si l'on peut montrer que ces risques sont très faibles) **et, parallèlement, on néglige les risques liés à l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère** (dont on est aujourd'hui convaincu qu'ils sont importants ou très importants). Il y a deux poids, deux mesures. Serait ce à la suite d'une « pente du cœur » liée à l'histoire ? serait-ce le résultat d'un matraquage politicien volontaire ?

Il vaudrait pourtant mieux décider à partir des faits et d'un raisonnement objectif, après avoir pesé coûts et risques des énergies produites par les diverses solutions étudiées.

Cette schizophrénie rejaillit sur les décisions gouvernementales : On renonce à l'augmentation du prix du gazole alors que l'on augmente délibérément le coût de l'électricité en imposant le rachat de l'électricité éolienne à un tarif élevé !

**Il faut manifestement renforcer l'information et la formation dans le domaine des choix énergétiques.** Mais, pour l'instant, peu de gens s'y intéressent vraiment.

Pour toutes ces raisons, le Professeur LUCAS s'est déclaré très favorable à la diffusion du rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques sur les changements climatiques au moyen d' **un Cd-rom**.

**DATAR**

**M. JEAN-LOUIS GUIGOU,**  
**DÉLÉGUÉ À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

**(3 mai 2000)**

Après avoir rappelé les pronostics alarmistes concernant l'effet de serre, M. Jean-Louis GUIGOU a noté que les nombreuses investigations existantes ne permettaient toujours pas d'avoir des certitudes absolues. Aussi, le principe de précaution s'impose et **les politiques mises en œuvre tendent à minimiser les émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit d'inciter les industries à diminuer leurs émissions et de maîtriser les impacts dus aux transports**, alors même qu'avec la réduction du temps de travail la mobilité sera encore renforcée.

M. Jean-Louis GUIGOU a présenté l'action du Gouvernement et de la DATAR pour accompagner cette politique. Il existe désormais neuf **schémas de services collectifs à l'horizon 2020**. De plus, le Comité interministériel d'aménagement du territoire, qui doit se tenir le 18 mai 2000, aura comme idée maîtresse **la réduction de la mobilité au moyen de l'organisation d'une France polycentrique constituée de six grandes régions**. Il ne s'agit pas là d'une nouvelle version des métropoles d'équilibre, mais plutôt de la structuration de grappes de villes, un peu à l'image de ce qui existe en Allemagne, même si les villes y font moins d'un million d'habitants. Par exemple, Stuttgart, qui regroupe deux millions d'habitants, rassemble en réalité 28 villes, ce qui est à l'opposé de la périurbanisation.

A l'inverse, en France, chaque maire a tendance à agir isolément, engendrant ainsi une certaine anarchie sur le territoire. Heureusement, **l'engouement pour les pays, les communautés de communes et les agglomérations tempère les initiatives disparates**. C'est ainsi qu'en Indre-et-Loire, des intercommunalités systématiques sont mises en place, alors qu'en Languedoc ou en Provence, il n'y a pour ainsi dire pas d'inter-communalité.

M. Jean-Louis GUIGOU a rappelé que le choix des six grandes régions avait été dicté par les **six fleuves** au long desquels s'étaient développés les systèmes urbains. Il a rappelé **les axes Rennes-Nantes-Angers, Metz-Nancy-Strasbourg, Lyon-Marseille, Toulouse-Bordeaux, Lille-Bruxelles**, en notant qu'en pratique, tout désaccord entre ces villes profitait à Paris.

A partir de cette réalité, **la division du travail par région devrait réduire les mobilités**. Cela serait également facilité par **la nouvelle économie** (télétravail, téléenseignement, téléservices) dont le commerce électronique, qui représente actuellement 2 % du marché français, contre 20 % aux Etats-Unis d'Amérique. Toutefois, les centres villes devraient continuer à jouer leur rôle de vitrines, complétées par des coursiers, dans la mesure où il reste indispensable pour l'acheteur de voir, de toucher, de sentir et d'entendre. La fermeture de 50 % des supermarchés qui risque de survenir aux Etats-Unis d'Amérique au cours des dix prochaines années illustrera cette évolution.

Le délégué a ensuite décrit ce que pourrait être **la reconquête des centres villes** avec la mixité des populations comme des activités et la création de places centrales. Cette reconquête devrait aussi entraîner un essor des **transports collectifs** comme dans les Bouches-du-Rhône, ou à Nantes avec le tramway, ainsi que des **grands centres piétonniers**.

Il a ensuite regretté qu'il n'y ait pas eu assez de travail accompli sur **le transport fluvial**. La réalisation du canal Rhin-Rhône a, par exemple, été estimée à 45 milliards de francs pour 200 km environ, ce qui rend discutable sa rentabilité.

M. Jean-Louis GUIGOU a considéré que **le ferroutage constituait la voie d'avenir**. Des appels d'offres pourraient avoir lieu pour les lignes SNCF, qui pourraient d'ailleurs comporter des trains allemands dans dix ans, tandis que la SNCF assurerait la liaison entre Bruxelles et Rotterdam. Il a estimé que d'énormes marges de manœuvre existaient sur le rail. Il a noté que dans certains cas, comme pour la traversée des Pyrénées, seul le rail pouvait être efficace.

Concernant **l'implantation des entreprises**, le délégué à l'aménagement du territoire a mis l'accent sur l'importance de l'organisation de celles-ci plutôt que sur la concurrence. Par exemple, en Italie, l'organisation spécifique des districts industriels a permis qu'y soient fabriqués 80 % de la production mondiale d'antivols. Il a salué l'action très dynamique du Centre des Jeunes Dirigeants, même si elle demeure encore minoritaire. **Le délégué a nié la nécessité des délocalisations**, qui devraient plutôt être remplacées par des mises en commun de moyens, la compétition se faisant davantage sur les nouveaux produits que sur les bas prix.

Au sujet des **répercussions du climat sur la santé**, M. Jean-Louis GUIGOU a noté le fort impact de l'un sur l'autre. Par ailleurs, citant d'autres forts impacts du climat, le délégué a rappelé qu'une **absence de pluie** durant l'hiver au Maroc peut

supprimer toute récolte de blé. Il a relevé aussi qu'en Algérie, **la désertification** remonte vers le nord de plus de un kilomètre par an, ce qui n'entraîne pas pour autant de grandes vagues de migration.

Il a souhaité qu'une aide soit apportée au **codéveloppement du Maghreb** dans la mesure où la sécheresse va gonfler les populations d'Alger ou de Casablanca.

Interrogé sur **le projet d'irrigation de la Catalogne avec de l'eau venue de France**, M. Jean-Louis GUIGOU a noté que l'Etat français n'était pas saisi officiellement par le gouvernement espagnol. Toutefois, la capacité de réaliser ce projet existe, pour peu que quatre à cinq milliards de travaux soient effectués pour recueillir 2 à 3 % des eaux du Rhône. Même en comparant les 1,2 million d'hectares qui pourraient être irrigués de la sorte en Catalogne aux trois millions d'hectares qui vont être irrigués en Anatolie, M. Jean-Louis GUIGOU a considéré que ces questions devaient encore être réfléchies.

**M. ROBERT DELMAS (1)**

**(24 avril 2001)**

M. Robert DELMAS a indiqué en introduction qu'il travaillait au Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) de Grenoble, dépendant du CNRS, ce qui lui avait donné l'occasion de collaborer notamment avec MM. Jean JOUZEL et Claude LORIUS, et qu'il exerçait maintenant une double activité, étant en plus chargé de mission auprès de la Direction de la Recherche (DR3) au ministère de la Recherche.

A ce propos, il a attiré l'attention du rapporteur sur l'organisation prochaine, le 21 mai 2001, d'**une journée sur l'effet de serre au ministère de la Recherche**, dont l'une des priorités était de **rendre plus visible la recherche française relevant des activités du GIEC**, et d'encourager **la pluridisciplinarité**.

M. Robert DELMAS a ensuite souligné que l'intensification de **l'effet de serre pouvait être considérée comme la troisième grande crise environnementale**, après celle des pluies acides, pas si grave, celle du trou d'ozone, nettement plus grave, qui avait donné lieu à l'élaboration d'une théorie, d'ailleurs couronnée par un prix Nobel de chimie, et de prendre les mesures adéquates au bon moment.

Il a ensuite décrit les activités du LGGE de Grenoble, qui portent pour l'essentiel sur les carottes de glace, et notamment sur les relations entre la température et le CO<sub>2</sub>. Ce laboratoire s'est illustré par ses analyses de la carotte glaciaire de Vostok (Antarctique).

---

(1) *M. Robert DELMAS est Directeur de recherche (DRI) au C.N.R.S, chargé de mission auprès de la Direction de la Recherche au Ministère de la Recherche, ancien directeur du Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (L.G.G.E) de Grenoble ; il est l'auteur de quelque 90 publications scientifiques portant sur les carottes polaires, en relation avec le climat et la chimie atmosphérique.*

Grâce à ces travaux, **un lien entre augmentation de teneur atmosphérique en CO2 et augmentation de la température du globe a été mis en évidence**. Les grands changements climatiques du passé sont liés aux variations de paramètres astronomiques, ce qui ne semble pas être le cas du réchauffement observé actuellement, qui à relier aux émissions anthropiques de CO2.

Portant un jugement sur **les impacts climatiques régionaux**, il a indiqué que même de faibles changements du climat pouvaient induire des modifications de cultures ou encore de modes de vie, et que les prévisions à l'échelle régionale étant difficiles à établir par la modélisation, il fallait s'attendre à beaucoup de surprises. Tout au plus peut-on supposer que **les pays du nord devraient plutôt y gagner au changement climatique**, sous réserve de l'impact des phénomènes extrêmes qui reste inconnu.

D'où la nécessité de **créer des observatoires de recherche en environnement (ORE)**, 20 millions de francs supplémentaires étant demandés cette année pour cet objectif par le ministère de la Recherche.

M. Robert DELMAS s'est ensuite félicité de **la qualité de la communauté française des chercheurs en climatologie**, mais a estimé qu'**une meilleure focalisation des moyens** était souhaitable, de même qu'**une plus forte mobilisation de l'ADEME**. Il s'est déclaré aussi un peu réservé sur la priorité d'implanter de nouveaux observatoires dans **les DOM-TOM** surtout quand il en existe déjà, comme par exemple à La Réunion. Il a cependant noté que l'implantation d'un laboratoire de chimie atmosphérique serait utile en Guyane, et que ses travaux pourraient être harmonisés avec ceux menés par le Brésil, qui poursuit en Amazonie des études sur l'effet de serre. Il a souhaité que soit renforcée la très importante coopération scientifique existant déjà entre la France et le Brésil, comme c'est le cas par exemple pour l'INSERM. Ce pays voit ses crédits de recherche augmentés dans le domaine de l'environnement. Il a noté qu'en Inde et en Chine également, plus de chercheurs sont formés sur ce thème.

M. Robert DELMAS a aussi insisté sur la nécessité de développer la recherche au niveau industriel, et la technologie.

Il s'est félicité des travaux du programme de recherche du ministère de l'Environnement « **Gestion et impacts du changement climatique** » (**G.I.C.C.**) présidé par M. Jean-Claude ANDRÉ, auquel ont été allouées des enveloppes significatives de quelque 200 000 francs par projet, au lieu des 20 000 francs accordés d'habitude, le montant élevé des financements permettant une meilleure efficacité.

Il a évoqué la coopération internationale et noté que **les Allemands** apprécient la communauté scientifique française du climat, alors qu'au contraire la chimie atmosphérique est sensiblement plus développée en Allemagne qu'en France. Des normes identiques d'évaluation seraient à mettre en place, et il serait intéressant

de participer aux travaux menés avec les Allemands sur les couplages des modèles climatiques.

Le sixième PCRD pourrait être l'occasion de renforcer les coopérations internationales.

Evoquant la mission interministérielle de l'effet de serre (MIES), il a regretté que le ministère de la Recherche ait peu participé à ses activités dans le passé, alors que les représentants du ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie, chargés respectivement des aspects économiques, financiers, industriels et budgétaires y sont actifs. **Il a déploré à cet égard les décisions prises par le gouvernement au cours de l'hiver 2000 sur la taxation des carburants, dont les modalités vont à l'encontre de ce qui est souhaitable pour ralentir l'intensification de l'effet de serre.**

Il a aussi regretté que **la prudence des scientifiques**, qui, par pure honnêteté intellectuelle, émettent souvent des jugements nuancés sur les conséquences du changement climatique, soit exploitée par d'autres pour nier l'existence même de l'effet de serre.

Il a souhaité qu'une solution soit trouvée pour soutenir efficacement les chercheurs et ingénieurs Russes qui travaillent en **Antarctique** pour poursuivre les carottages dont les équipes françaises bénéficient, cela afin de maintenir les relations efficaces établies il y a plusieurs décennies par Claude LORIUS avec les chercheurs russes. Les résultats exceptionnels obtenus en coopération -publiés en 1987- avaient permis de relancer les recherches mondiales en paléoclimatologie.

M. Robert DELMAS a précisé enfin, à propos de la **fonte des glaces**, que pour la banquise de l'Arctique, même si la calotte polaire change, il s'agit d'une modification de l'albédo sans influence directe sur le niveau des mers, alors que pour l'Antarctique, dont l'observation par satellite des glaciers est en cours de développement à Toulouse et Grenoble, il semble encore difficile de se prononcer.

**ELECTRICITE DE FRANCE**  
**(EDF)**

**M. BERNARD MÉCLOT,**  
**DIRECTEUR-ADJOINT DE L'ENVIRONNEMENT**

**M. JEAN-YVES CANEIL,**  
**INGÉNIEUR CHERCHEUR SENIOR**

**(5 décembre 2000)**

M. Bernard MÉCLOT a rappelé que la Direction de l'Environnement avait été créée à EDF en 1992 et que depuis cette date **la stratégie environnementale développée par EDF** avait périodiquement fait l'objet de bilan et de mise à jour des orientations. A ce jour, elle consiste notamment à être très présent au niveau local en tant que service public, et, du fait également de l'ouverture à la concurrence, de répondre à la demande environnementale des clients. Elle est aussi marquée par la volonté d'être un industriel exemplaire.

M. Jean-Yves CANEIL a précisé qu'il travaillait dans un département d'EDF recherche et développement qui s'intéresse notamment aux **impacts environnementaux des ouvrages et activités d'EDF**, tant dans le milieu atmosphérique que dans le milieu aquatique. Depuis plusieurs années, la thématique de l'effet de serre fait l'objet d'actions de recherche et de partenariats.

M. Bernard MÉCLOT a indiqué que, de son point de vue, les préoccupations environnementales conduisaient à **analyser le cycle de vie des produits de A à Z** Il a rappelé que c'est avec le sommet de Rio, en 1992, qu'avait été lancé par la communauté internationale le concept de développement durable et que les préoccupations liées à l'effet de serre avaient fait l'objet d'un premier accord entre les Etats.

Dès 1990, EDF est entrée dans divers programmes scientifiques ; parmi ces projets figure **une recherche sur le changement climatique, menée avec Météo France et le CNRS**. Il existe également **quatre programmes européens**

impliquant des chercheurs internationaux et la présence d'EDF est très forte dans tous ces groupes.

Depuis 1995, la communauté internationale s'est aperçu de la nécessité d'engager un processus aboutissant à la négociation d'objectifs contraignants de réduction des émissions de gaz à effet de serre. C'est ce qui a conduit à l'adoption du Protocole de Kyoto, qui a retenu le principe de mécanismes de flexibilité dont l'objectif est de réduire les coûts de mise en conformité des Etats avec les objectifs environnementaux.

**EDF a pris position sur la lutte contre le changement climatique dès 1997**, et a joué un rôle actif dans le positionnement des électriciens européens (à travers leur association EURELECTRIC), en particulier sur les permis d'émissions négociables. Des simulations ont été organisées par EURELECTRIC en 1999, dans lesquelles EDF fut très présente parmi 16 producteurs, puis en 2000, en élargissant cet exercice à d'autres secteurs émetteurs de gaz à effet de serre.

Depuis 1992 et la création d'E-7 rassemblant 8 des plus gros producteurs d'électricité, **des actions liées aux mécanismes de projet de la Convention sur les Changements Climatiques du Protocole de Kyoto** (phase pilote de la mise en œuvre conjointe, mécanisme de développement propre), ont été engagées en vue d'aider les pays en développement à mener des projets de production d'électricité. Trois projets concernent actuellement l'Afrique, la Jordanie et l'Indonésie. Un autre devrait être lancé en Bolivie.

M. Jean-Yves CANEIL a ensuite rappelé que dans le cadre des recherches engagées dans son département, un intérêt particulier s'était porté sur **les scénarios prospectifs de long terme du changement climatique** et de leurs conséquences possibles sur le régime hydrologique et thermique des fleuves. Des résultats préliminaires (utilisant des résultats de simulations de Météo-France et de l'Institut Pierre-Simon Laplace) sur **le bassin Rhodanien** montrent par exemple qu'en cas de changement climatique significatif, la fonte des neiges pourrait être plus précoce et les étiages estivaux plus sévères. Ces études se poursuivent actuellement en collaboration avec les équipes de recherches françaises dans le cadre du programme GICC. Ces études préparatoires sont nécessaires afin d'**anticiper les risques que le climat du futur pourrait engendrer sur l'exploitation des ouvrages et le dimensionnement des projets.**

En ce qui concerne la question des extrêmes climatiques et en particulier des tempêtes, M. Jean-Yves CANEIL a noté que plusieurs études prospectives envisagent que **la fréquence des tempêtes pourrait augmenter en Europe** ; cependant il est difficile actuellement d'attribuer au changement climatique les tempêtes sévères que la France a connues à la fin de l'année 1999.

MM. MÉCLOT et CANEIL ont ensuite apporté quelques éclairages sur la part représentée par le CO<sub>2</sub> par rapport aux autres gaz à effet de serre. Si **pour l'ensemble des pays développés** cette part atteint environ 80 %, ils notent que **la**

**proportion de CO<sub>2</sub> attribuée au secteur énergétique est importante et proche de 40 %.** En France, cette valeur est significativement inférieure à la moyenne internationale avec un ordre de grandeur de **10 %**.

En revanche, dans tous les pays, on ne peut que constater **une hausse continue des émissions du secteur des transports** sans aucun infléchissement.

Il résulte de ces observations que **de vigoureux programmes d'actions européens et nationaux** portant sur les économies d'énergie, le développement des énergies renouvelables et de toutes les énergies peu ou pas émettrices de gaz à effet de serre **doivent permettre de stabiliser la part provenant du secteur énergétique**, mais que les émissions liées au transport risquent de continuer à croître, sauf en cas de remise en question des grands choix structurels.

La modification de politiques d'équipement et d'aménagement des **zones urbaines** à long, voire très long terme, apparaissent indispensables. EDF possède aussi un programme d'action sur les transports électriques.

M. Jean-Yves CANEIL a insisté sur le rôle des villes en tant que lieu de concentration des pollutions, notamment avec la tendance au développement des mégapoles. **Les circuits de distribution commerciale à l'intérieur des villes, actuellement très polluants, gagneraient à être assurés par de petits véhicules au gaz naturel ou électriques.** EDF s'est associée avec PEUGEOT et RENAULT pour imaginer de tels véhicules et avec BOLLORE pour l'étude des véhicules à batteries au lithium, voire celle des piles à combustible.

Au niveau de la planète il a estimé qu'il convenait, bien évidemment, de prendre en considération la question **des pays en voie de développement qui n'utilisent aujourd'hui par habitant que 0,8 tonne-équivalent-pétrole, contre 4,8 TEP pour les pays décentralisés. Sur six milliards d'hommes vivant sur la planète aujourd'hui, plus de deux milliards n'ont pas accès à l'électricité.**

**A l'avenir, la consommation d'énergie augmentera et plus particulièrement celle d'électricité. C'est ainsi qu'à l'horizon 2020-2030, il faudra avoir construit autant de centrales électriques qu'il en existe aujourd'hui. Beaucoup de ces futures centrales fonctionneront au charbon,** ressource naturelle largement disponible dans les pays en développement : ce mouvement, même s'il est compréhensible, ne peut qu'inciter à mettre l'accent sur le développement de toutes les sources d'énergie en commençant par les moins polluantes et les plus pérennes.

Abordant ensuite la question du **nucléaire européen**, M. Jean-Yves CANEIL a rappelé que celui-ci fournissait **30 % de l'énergie électrique** environ tandis que **20 % provenaient de l'hydraulique**. Pour faire face aux défis futurs, des recherches ont été engagées tant du côté de l'offre (moyens de production) que de la demande d'électricité.

Ainsi EDF participe au développement de **l'énergie éolienne et photovoltaïque**, notamment avec Total-Energie sur ce dernier aspect. Des recherches sur l'utilisation de **la biomasse** sont également menées.

M. Jean-Yves CANEIL a estimé que **d'ici 2010, il est probable que 20 à 25 terawatts heure proviendront de l'énergie du vent sur les 540 twh qui seront nécessaires à cet horizon** pour satisfaire la demande.

Dans l'immédiat le Ministère de l'Industrie est sur le point de publier **un décret sur le tarif d'achat du kilowatt heure éolien**. Il restera à gérer le problème de l'acceptation des sites pour concilier le développement rapide de cette énergie et son acceptabilité par la population.

Du côté de la demande, et dans le cadre d'actions d'**économies d'énergie**, il a été indiqué que **les ampoules à basse consommation** n'étaient pas à négliger, que leur prix a fortement baissé grâce à une campagne de promotion des électriciens européens, et qu'EDF encourage cet axe. En 2000, un troisième accord a été conclu avec l'ADEME et EDF, en particulier sur la thématique des économies d'énergie et de la recherche et développement.

Pour ce qui concerne **l'habitat**, notamment les locaux tertiaires, **un système de climatisation réversible avec pompe à chaleur** a été étudié ; ce dernier est très efficace. Enfin, pour **la chaîne du froid**, des systèmes à pression flottante procurent de bons résultats.

**SYNDICAT DES ENERGIES  
RENOUVELABLES**

**M. Erik GUIGNARD, DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL**

**(29 novembre 2000)**

M. Erik GUIGNARD a rappelé que **le Syndicat des Energies Renouvelables** représente directement une cinquantaine d'entreprises provenant de l'ensemble des secteurs des énergies renouvelables mais aussi un certain nombre d'associations professionnelles. Au total, c'est plus de 1.000 entreprises de toute taille, depuis les bureaux d'études spécialisés jusqu'aux plus grandes et un chiffre d'affaires, en forte croissance, de près de 2 milliards.

Il a rappelé que **les énergies renouvelables, aux côtés des politiques d'économie d'énergie, représentent un volet très important des efforts nationaux et européens qui sont et seront nécessaires pour participer à la lutte contre les impacts négatifs des activités humaines sur le changement climatique.**

C'est dans ce but que **le livre vert de la Commission européenne** propose que **la part des Energies renouvelables** dans le bilan énergétique européen passe de 6 à **12 %** de 2000 à **2010** ce qui demandera des efforts financiers considérables et une évolution non moins importante des habitudes énergétiques des populations.

Dans le domaine de l'électricité raccordé au réseau, une directive européenne –qui sera présentée au Conseil des ministres du 5 décembre 2000 sous présidence française- devrait fixer pour **la France** l'objectif de **production de 21 % de l'électricité à partir d'énergies renouvelables en 2010** contre environ 15 % actuellement.

M. Erik GUIGNARD a indiqué que **cet objectif ne pourra pas être atteint sans un développement massif de l'énergie éolienne et un complément obtenu par la microhydraulique, voire par la biomasse.**

**La petite hydraulique** pourrait doubler sa performance actuelle et atteindre 2.000 mégawatts. A noter qu'aujourd'hui l'essentiel des installations, parfois très anciennes, sont de taille réduite et appartiennent à des personnes privées.

Mais, la source la plus importante d'énergie renouvelable est liée au développement de **l'énergie éolienne**. La production éolienne n'atteint que 30 mégawatts actuellement mais il faudrait atteindre une cible de 12.000 à 14.000 mégawatts ce qui constitue un programme ambitieux mais réalisable.

Par comparaison, **l'Allemagne** produit, d'ores et déjà, 5.000 mégawatts à partir de l'éolien sur des sites moyens tandis que **le Danemark assure de son côté plus de 10 % de sa consommation électrique à partir de l'éolien**, la part la plus importante étant assurée par des coopératives agricoles.

M. Erik GUIGNARD a surtout relevé que **la France possède le deuxième potentiel éolien en Europe** après le Royaume-Uni et que les évolutions technologiques permettent maintenant de considérer qu'il s'agit d'une technologie, certes en évolution, mais mature et parfaitement fiable : la puissance unitaire des éoliennes dépassent désormais largement le mégawatt pour atteindre bientôt plusieurs mégawatts ; les niveaux sonores sont maîtrisés, la qualité du courant est excellente.

En outre, **les coûts des installations**, actuellement de l'ordre de 7000 F/kW, continueront de diminuer permettant d'envisager à moyen terme une compétitivité réelle de cette filière face à toutes les installations neuves d'autres sources d'énergie que ce soit les nouvelles centrales nucléaires ou les installations à base de combustibles fossiles pour peu que l'on tienne compte des coûts externes actuellement non comptabilisés.

D'ici là, l'énergie éolienne a besoin de **tarifs** suffisants –30 à 50 centimes/kWh selon la qualité des sites- pour permettre de lever les capitaux nécessaires à son développement et de faire face à la concurrence d'installations déjà amorties ou dont les coûts externes ne sont pas encore internalisés.

M. Erik GUIGNARD a indiqué que des décrets sur **les prix de l'électricité** devaient paraître en principe à la fin de l'année 2000 ou courant 2001 et que le financement d'une réalisation du programme sur les énergies renouvelables ne coûterait pas plus d'un centime par kWh sur la facture des consommateurs qui financeraient ainsi sans coût excessif leur sécurité énergétique future.

Il a rappelé cependant que **l'énergie éolienne ne saurait être considérée comme une source pouvant remplacer, à terme, les autres** sources d'énergie ne serait-ce qu'en raison de l'intermittence des vents. On estime à l'heure actuelle qu'**un plafond de 30 % de l'ensemble de la puissance installée sur un réseau peut être assuré par l'énergie éolienne**.

L'éolien intervient donc toujours en parallèle avec d'autres sources, combustibles fossiles ou autres sources renouvelables (biomasse, géothermie), afin d'assurer la sécurité des approvisionnements.

**Les économies d'énergie** sont par ailleurs nécessaires dans le cadre d'une politique de développement des énergies renouvelables, des chauffe-eau solaires, de nouvelles techniques de chauffage ou de climatisation, pour diminuer, notamment, l'importance des pointes de consommation.

M. Erik GUIGNARD a ensuite insisté sur le caractère parfaitement adapté du **photovoltaï que** pour les sites isolés. Il a précisé que ce marché explosait littéralement malgré des prix atteignant 4 à 5 francs par Kwh : ces prix restent compétitifs dès que l'on s'éloigne de plus de 1 km d'un réseau. Cette source d'énergie, dont le gisement est infini, a, d'autre part le mérite de bien s'intégrer dans l'architecture des bâtiments. Des investissements importants sont consentis en faveur du photovoltaï que et les carnets de commande des entreprises sont saturés.

M. Erik GUIGNARD a ensuite traité de **l'énergie thermique** et notamment du **bois** dont l'utilisation massive bute sur un problème de rentabilité du fait du coût de la collecte et des transports. Dès lors, pourquoi ne pas créer, à l'occasion de la transposition de la directive gaz en préparation, un fonds de péréquation pour l'exploitation de la filière bois et le développement des réseaux de chaleur ?

Il a indiqué que la filière bois fonctionnait très bien en **Suède** et que les sociétés suédoises dressaient des écobilans annuels. Il a également ajouté que le rendement des inserts pour le chauffage au bois atteignait un taux de 90 %.

Il a aussi relevé que **la fiscalité** pourrait également encourager ou décourager certaines énergies ; par exemple, la TVA sur les réseaux de chaleur est actuellement de 20 % alors qu'elle n'est que de 5 % sur le gaz.

M. Erik GUIGNARD a également indiqué que, pour les transports, des **carburants renouvelables** pouvaient donner de bons résultats, en particulier le diester de colza et l'éthanol. Leur utilisation est encore confidentielle – certaines villes utilisent un mélange de 30% de diesters pour les transports urbains- et devrait être généralisée de manière à introduire un pourcentage plus élevée de carburant propre dans la consommation des voitures. Cet effort contribuera d'autre part à améliorer l'autonomie énergétique des pays de la communauté européenne.

En conclusion, M. Erik GUIGNARD a estimé qu'**une politique résolue en faveur des énergies renouvelables est indispensable pour tenir les engagements de Kyoto qui sont encore très modestes au regard de ce qui serait nécessaire pour limiter les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines.**

**FÉDÉRATION NATIONALE DES SYNDICATS  
D'EXPLOITANTS AGRICOLES**

**(F.N.S.E.A.)**

**M. JEAN SALMON**

**(24 novembre 1999)**

Monsieur Jean SALMON a relevé que **l'environnement est devenu un des trois dossiers politiques de la FNSEA** alors qu'il n'était antérieurement qu'un dossier technique.

Il a estimé que **le changement climatique aurait des conséquences particulièrement importantes sur l'agriculture : sur la production, à travers la localisation des cultures et, aussi, sur la capacité de la planète à nourrir ses habitants.**

En retour, **l'agriculture a également un impact sur le réchauffement.** Si cet impact est faible à côté de celui de l'industrie ou de celui des transports, il n'en demeure pas moins que **l'agriculture dégage du méthane, du NO<sub>2</sub> et du NO<sub>x</sub>, mais elle a aussi des effets positifs au titre de la consommation de CO<sub>2</sub> et de la production d'oxygène.** Au total, les transports et les villes auraient en quelque sorte des comptes à rendre à la société rurale. Même une production agricole accélérée aurait des effets positifs qui, par exemple, pour 1 hectare de blé, seraient équivalents à ceux de plusieurs hectares de forêts.

Il a noté qu'en **Espagne**, les saisons sont déjà de plus en plus marquées, d'où une importance plus grande accordée à la gestion des stocks alimentaires.

Le changement climatique rend encore plus nécessaire la mise en place d'**une gestion des stocks alimentaires** pour faire face à des mauvaises récoltes. Aux années de pénurie peuvent succéder les années d'abondance avec des conséquences encore plus marquées aujourd'hui qu'hier sur l'amplitude des prix des denrées. La

nécessité d'instances de régulation de marché, de dispositifs anti-spéculation, le renforcement des organisations communes de marché apparaissent nécessaires pour assurer une durabilité des exploitations agricoles et le maintien du plus grand nombre d'agriculteurs.

Le besoin de sécurité alimentaire serait renforcé. L'intensification de l'activité agricole apparaîtrait utile. **Il faudrait gérer à moyen terme et non plus par référence aux prix mondiaux à court terme.**

M. Jean SALMON a redouté qu'à l'avenir, **les accidents climatiques** soient davantage marqués et que le problème de **l'irrigation** ne se pose avec encore plus d'acuité. A la limite, il n'y aurait plus de contrats de culture sans irrigation. Il faudra donc gérer de mieux en mieux la ressource en eau. **L'eau deviendra un facteur de l'indépendance nationale.** Donc, il sera primordial d'en **améliorer le stockage dès à présent** même si peu de responsables politiques semblent prêts à entendre ce discours.

Ainsi, **l'accès quantitatif à l'eau constituerait probablement l'enjeu du prochain siècle.** Toutefois, la régulation par le prix pénalise l'agriculture qui est obligée d'utiliser l'eau qui se renchérit. Les agences de l'eau, en effet, augmentent systématiquement leur prix actuellement. Il serait d'ailleurs peut-être opportun de faire valoir en faveur de l'agriculture une «exception culturelle», les agriculteurs captant l'eau grâce aux surfaces agricoles au lieu, comme les urbains, de la renvoyer à la mer, ce qui leur donnerait peut-être, à ce titre, un droit spécifique d'accès à l'eau.

M. Jean SALMON a ensuite estimé que **la recherche** devrait se préoccuper du développement d'espèces moins consommatrices d'eau.

Pour lui, le recours aux **biocarburants** sera nécessaire car ils sont moins polluants et donc moins créateurs d'effet de serre.

D'une façon générale, la biomasse d'origine agricole et forestière peut jouer un grand rôle dans la lutte contre les gaz à effet de serre et pour l'indépendance énergétique de la France.

De plus, d'autres facteurs seraient également à prendre en compte comme la réduction substantielle des **surfaces agricoles** du fait du réchauffement climatique.

Enfin, pour la **reforestation**, la marge d'évolution est étroite en France puisque celle-ci a déjà entrepris une politique de reforestation qui a conduit les forêts à occuper un espace équivalent à celui qu'elles occupaient au Moyen-Age.

**M. Michel PETIT**

**Directeur Général Adjoint  
de la Recherche de l'École Polytechnique,  
membre du GIEC**

**(21 décembre 1999)**

D'un point de vue général, M. Michel PETIT a insisté sur **le grand nombre d'inconnues qui demeurent** quant à l'ampleur et à la distribution géographique du changement climatique tout en soulignant qu'encore davantage d'inconnues existaient à propos des changements de la faune et encore plus sur les réactions humaines.

En ce qui concerne **l'effet de serre**, il a rappelé que son mécanisme avait été décrit par Svante ARRHENIUS, vers 1890. Une quantification plus précise a été opérée vers les années 1970, les mesures de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère n'ayant été effectuées de manière régulière qu'à compter de 1958. Dès cette époque, l'idée d'un réchauffement de plusieurs degrés était avancée.

M. Michel PETIT a relevé qu'en général, lorsqu'un **effet de mode** rejoint ce genre de problème scientifique, cela n'aide pas à le résoudre. C'est ainsi que, par exemple, il existe un mouvement d'opinion publique américaine qui s'intéresse fortement à ce thème, notamment dans la région de New-York qui se sent concernée directement, tandis que face à cela, le lobby pétrolier critique le moindre article sur ce thème. Dans ce contexte, c'est peu à peu que le GIEC a étayé sa conviction que des **impacts du changement climatique** apparaissaient déjà. Le lien entre les hydrocarbures brûlés en grande quantité par la civilisation industrielle et l'augmentation de la concentration en gaz carbonique dans l'atmosphère est confirmé par l'analyse de la teneur isotopique de ce gaz carbonique, qui montre que le carbone additionnel est ancien et donc d'origine fossile.

Par ailleurs, dans le passé, des liens ont existé entre la variation du climat et celle de l'orbite terrestre. Toutefois, de tels changements climatiques correspondent à des évolutions lentes qui se datent en dizaines de milliers d'années, alors que les changements climatiques induits par l'homme sont datés en décennies.

Pour autant, **la prise de conscience internationale** connaît des degrés très divers, les économistes intéressés par le profit à court terme s'opposant aux écologistes davantage soucieux du long terme. Cependant a rappelé M. Michel PETIT, **l'homme n'a qu'un vaisseau spatial** à l'intérieur duquel il serait peut-être souhaitable de remplacer parfois l'énergie par du travail humain.

Evoquant des extrapolations menées pour voir ce qu'il adviendrait si les pays développés appliquaient les idées des Verts néerlandais, tandis que la Chine, l'Inde et les pays en voie de développement augmenteraient leurs émissions de carbone sans prendre de mesures particulières, M. Michel PETIT a indiqué que, dans un tel contexte, la température continuerait à augmenter, son accroissement n'étant réduit que d'environ 15 % par les politiques restrictives menées par les pays développés. Une telle projection montre que **le réchauffement climatique est inéluctable** et qu'**il est indispensable de s'y adapter, tout en cherchant à en limiter l'amplitude et le rythme**. Si on persiste à ne rien faire, une véritable prise de conscience pourrait survenir brutalement et conduire à prendre des mesures limitant sévèrement l'exploitation des réserves de combustibles fossiles dont le coût économique pourrait être considérable.

Pour M. Michel PETIT, il n'y a pas de solution miracle unique, mais de nombreuses possibilités d'action, de portée fort variable parmi lesquelles on peut citer :

- une campagne nationale en faveur **des lampes à basse consommation** ;
- une politique fiscale incitant à **habiter près de son lieu de travail** ;
- le développement du **télétravail** ;
- la réforme de la politique des **transports**, notamment en cessant de favoriser les transports routiers.

A l'inverse, il a noté que **l'urbanisation galopante contribue largement à l'effet de serre**.

En conclusion, M. Michel PETIT a rappelé la nécessité de garder à l'esprit que **l'eau deviendra de plus en plus un sujet de préoccupation dans le monde**.

**CONSERVATOIRE DU LITTORAL**

**M. FRANÇOIS LETOURNEUX,**

**PRÉSIDENT DE L'INSTITUT FRANÇAIS  
DE L'ENVIRONNEMENT**

**(IFEN)**

**(14 novembre 2000)**

Abordant la question des changements climatiques sous l'angle de leurs conséquences éventuelles sur **la biodiversité**, M. François LETOURNEUX a noté que les germes d'adaptation des écosystèmes aux changements sont d'autant plus efficaces que la biodiversité est grande. A cet égard, il est à relever que **la France et l'Espagne se trouvent en tête des pays européens pour la diversité biologique**.

Les efforts sur les programmes liés au maintien de la biodiversité devraient donc être accrus.

Ont une importance particulière à cet égard les milieux qui, par leurs caractéristiques géographiques, constituent des **refuges d'espèces** correspondant à des conditions climatiques passées (espèces reliques des époques glaciaires encore présentes sur certains sites, par exemple).

Selon M. François LETOURNEUX, **la préservation de réserves significatives de biodiversité, reliées par des « corridors naturels », et constituant une trame de diversité biologique suffisante devrait faciliter l'adaptation aux changements climatiques**. A cet égard, le maillage que constituent les 800 km de rivages maritimes et lacustres du Conservatoire du littoral, soit plus de 10 % du linéaire côtier français, s'étendant sur 60 000 hectares, (métropole et DOM, mais hors TOM), est d'un particulier intérêt.

La mission confiée au Conservatoire du littoral est en effet d'abord de protéger la richesse écologique et la beauté des paysages tout en restant très ouvert au

public, et en recherchant l'efficacité sans présupposé idéologique (ainsi, le maintien d'activités agricoles adaptées est souvent le meilleur outil de gestion de la diversité biologique).

Les inventaires de faune et de flore conduits par le Conservatoire sur **la frange littoral** montrent que la biodiversité y est encore élevée, et que la trame des milieux naturels peut encore être préservée. L'objectif est donc de valoriser le plus efficacement possible les potentialités de chacun de ces milieux, en sachant que **des variations climatiques de quelques degrés peuvent avoir des conséquences très visibles** : la grande aigrette nidifie, par exemple, de plus en plus haut en latitude.

Comme l'a montré le colloque tenu en Arles au mois d'octobre 2000<sup>(1)</sup>, ce n'est pas par la simple hausse en valeur absolue du **niveau de la mer**, risquant de submerger les parties les plus basses du littoral, que les changements climatiques auront des effets (un simple exhaussement des digues la pallierait) mais c'est par sa répercussion sur tout le bilan sédimentaire du littoral qui se trouvera affecté, et sur l'aspect des côtes qui pourrait s'en trouver sensiblement modifié.

Dans ce contexte, **les travaux de défense contre la mer** se révéleraient peu efficaces. Ils ont d'ailleurs déjà souvent des effets très discutables, car chaque construction défensive entraîne un creusement, de part et d'autre de celle-ci, donc au détriment des milieux naturels voisins.

Interrogé sur l'augmentation prévisible de la fréquence des **événements climatiques exceptionnels**, M. François LETOURNEUX s'est déclaré très préoccupé, car la population exige un niveau de sécurité de plus en plus élevé, et a perdu l'habitude de s'adapter et de réagir aux phénomènes naturels. Il lui semble donc important d'**adopter face aux forces de la nature une position mentale fondée sur une défense souple plutôt que rigide**. Les digues les plus solides élevées pour contenir la mer induisent, pour les occupants des espaces qu'elles sont censées protéger une fausse sécurité, en un phénomène comparable à celui de la ligne Maginot. Lorsque, à la suite d'une tempête exceptionnelle, la mer les franchit, elle recouvre des espaces qui ont été occupés, aménagés et cultivés comme si le risque n'existait plus, et c'est le reflux qui emporte les ouvrages, mal défendus de l'intérieur, comme l'ont illustré des exemple récents en **Charente-Maritime**, où une surcote (crue de tempête de plus de 4 mètres) dans l'estuaire de la Gironde a emporté en se retirant toutes les digues ou encore au nord de Rochefort, parce que le renforcement de la digue à la mer avait conduit les agriculteurs à négliger, voire à détruire les digues intermédiaires des casiers qui ralentissaient les crues en brisant l'énergie du flot ; la mer a tout envahi, allant jusqu'à affouiller le talus de la voie ferrée La Rochelle-Bordeaux.

---

(1) « *Le changement climatique et les espaces côtiers. L'élévation du niveau de la mer : risques et réponses* ». Colloque euro-méditerranéen proposé par la Mission interministérielle de l'effet de serre (MIES) – Arles les 12 et 13 octobre 2000.

Une solution, plus efficace et moins coûteuse, réside dans la gestion souple du littoral et des cultures. A titre de comparaison, en matière d'incendies de forêts, deux types de réaction sont possibles, soit celle de l'ingénieur qui tentera de planter une forêt qui ne brûle pas (et pourtant, malgré tous les efforts de prévention et de défense, aucune forêt ne résiste à un incendie survenant par vent très fort), soit celle du Conservatoire du littoral consistant plutôt à planter des forêts qui cicatrisent bien en cas d'incendie.

Il en va de même pour la mer : plutôt que d'essayer en vain d'éviter à tout prix des dommages irréparables, mieux vaut **admettre que la mer peut passer occasionnellement et implanter sur les zones susceptibles d'être temporairement submergées, une agriculture qui cicatrise bien, comme, par exemple, de la prairie.**

A ce sujet, M. François LETOURNEUX a évoqué, par exemple, la situation géologique particulière de la presqu'île de Giens à Hyères (Var) où l'attaque par la mer du tombolo<sup>(1)</sup> ouest va s'accélérer. Sa submersion occasionnelle est prévisible. La route et les réseaux qu'il supporte devraient donc être progressivement déplacés, et les anciens marais salants situés derrière le tombolo aménagés pour supporter des invasions marines occasionnelles.

Evoquant la situation des **Pays-Bas**, M. François LETOURNEUX a noté qu'après avoir développé au cours des siècles une stratégie de conquête des terres sur la mer, ils s'engagent aujourd'hui dans **de vastes programmes de dépoldérisation** en réouvrant certaines digues, ce qui étendra la superficie des espaces naturels en permettant de constituer des réservoirs de crues.

M. François LETOURNEUX a recommandé donc de se préparer à la survenue d'évènements accidentels plus fréquents, et de mener des études très approfondies sur les défenses souples, notamment contre la mer. Il serait particulièrement utile de **préparer la population à ces réalités en mettant en place une information scientifique avec des relais de communication et un comportement des acteurs publics en cohérence avec cette information.** Il faudrait se garder des déclarations d'opportunité, tout en menant un large débat apaisé.

M. François LETOURNEUX a estimé que l'expérience récente a montré que l'Office National des Forêts a très bien géré **l'après-tempête de décembre 1999**, et que **son regard sur la forêt a changé**. A l'inverse, beaucoup de digues ont été reconstruites très vite à l'identique, sans tirer les leçons de cette tempête sur l'occupation de l'espace. Ce n'est qu'exceptionnellement que, par exemple, le Conservatoire du littoral s'est vu proposer de racheter des terres agricoles inondées pour éviter d'avoir à y reconstituer des protections lourdes et aléatoires

---

(1) *Un tombolo est une flèche littorale simple, double ou triple formant un isthme à l'intérieur duquel subsistent des lagunes*

Abordant ensuite la question du **rythme d'acquisition des terres par le Conservatoire du littoral**, M. François LETOURNEUX a noté que cette vitesse lui semblait bonne, et à maintenir, ce qui était possible grâce aux crédits prévus dans la loi de finances pour 2002. En revanche, le véritable problème réside plutôt dans la capacité du Conservatoire du littoral à intervenir. En effet, une quarantaine d'emplois budgétaires sont affectés à cette mission pour la France entière, alors que le Conservatoire négocie et signe un acte d'acquisition par jour. Or, il serait souhaitable d'administrer les biens au-delà de leur achat, et donc de disposer d'environ 150 emplois, car si la gestion des terrains relève des collectivités locales, leur administration dépend du propriétaire, à savoir le Conservatoire du littoral.

L'avenir du Conservatoire du littoral fait actuellement l'objet d'**une mission de réflexion** confiée à M. Louis LE PENSEC.

Elle devrait permettre de refonder la mission confiée au Conservatoire du Littoral en étendant son intervention sur une partie du domaine public. Elle permettra également de mieux préciser les conditions d'usage agricole, cynégétique et de loisir, des espaces.

Interrogé sur **les DOM-TOM**, M. François LETOURNEUX a indiqué que la gestion régionale du littoral est de compétence territoriale dans les TOM, tandis qu'**en Guadeloupe et en Martinique** la situation était à peu près la même qu'en métropole, si ce n'est que les populations y sont plus habituées aux phénomènes naturels (cyclones) et que la mangrove est très adaptable.

En **Guyane**, les conséquences seraient moins perceptibles, car le littoral y est encore mobile. Une attention particulière doit être apportée à certains milieux très spécifiques, comme le site de ponte des **tortues marines**.

A **La Réunion** et à **Mayotte**, un problème pourrait naître en cas de montée des eaux plus rapide que la croissance des **coraux**.

M. François LETOURNEUX a relevé que le Conservatoire du Littoral est peu représenté dans les départements d'Outre-mer, que les collectivités territoriales concernées ne sont pas toujours très réactives et que le Conservatoire du littoral n'y détient qu'un faible pourcentage de linéaire côtier. En revanche, la zone encore naturelle des 50 pas géométriques va lui être confiée et il a estimé que 15 emplois seront nécessaires pour cette seule activité.

A titre de comparaison, dans **la Somme** plus de 15 % du littoral sur 70 km sont détenus par le Conservatoire, qui espère atteindre 25 % sans aucun conflit. Il possède 30 % dans **le Nord-Pas-de-Calais**, 25 % en **Corse**, rien dans **les Alpes-Maritimes**, et 7 % dans **le Var**.

**INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT (1)**  
**(IFEN)**

**M. BERNARD MOREL,**  
**DIRECTEUR DE L'IFEN**

**(7 décembre 1999)**

M. Bernard MOREL a présenté **les principales missions de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN) : rassembler, diffuser, analyser les informations scientifiques, statistiques, géographiques sur l'environnement.**

Cet institut est financé principalement par le Ministère de l'Environnement ; des compléments sont apportés par des conventions passées par exemple avec les Agences de l'eau, la Commission européenne (EUROSTAT), l'Agence européenne pour l'environnement dont l'IFEN est le correspondant officiel pour la France.

Dans d'autres pays, ces fonctions sont le plus souvent éclatées entre différents organismes : instituts nationaux de statistiques, organismes de recherche, agence pour l'environnement. **L'IFEN présente ainsi la particularité en Europe de pouvoir directement intégrer les dimensions physiques, sociales et économiques des questions environnementales.**

**Le rapport « L'environnement en France »** publié par l'IFEN fait le point sur les données et les faits concernant les principaux thèmes de l'environnement au cours des cinq dernières années. Cet ouvrage s'adresse à un public averti, à la presse spécialisée, aux enseignants et étudiants et sa périodicité est de l'ordre de trois ans.

---

(1) *Publications de l'IFEN :*

- « *L'environnement en France. Edition 1999* » *IFEN La Découverte*
- « *La sensibilité écologique des Français* » *Dossier de l'IFEN, 2000*
- « *Les pesticides dans les eaux* » *Etudes et travaux n° 34, IFEN, 2001*

L'IFEN diffuse gratuitement sur son site Internet une série de chiffres-clés de l'environnement et publie chaque mois une information de quatre pages sur un thème précis.

M. Bernard MOREL a ensuite indiqué que **l'IFEN n'avait pas travaillé sur la prospective ou la modélisation de l'impact des changements climatiques en France, mais qu'il rassemblait des informations sur ce sujet à partir de travaux réalisés par d'autres équipes.**

En revanche, l'IFEN mène **un programme pour améliorer les méthodes d'estimation des populations exposées aux risques d'inondation**, dans la perspective d'utiliser les résultats finement localisés du dernier recensement de population.

L'IFEN établit aussi régulièrement un bilan de **la présence des pesticides dans les eaux** superficielles et souterraines. Les résultats sont publiés même si leur interprétation en terme de risque encouru doit rester très prudente, faute de modèle d'exposition des populations et de relation dose-effet bien établie.

D'une façon générale, **la diffusion croissante de données sur la présence de polluants dans différents milieux (air, eau, sols...)** appelle un effort pour faire état dans le même temps des résultats de la recherche sur les relations entre environnement et santé.

En terminant, M. Bernard MOREL a indiqué que toutes les publications de l'IFEN étaient systématiquement adressées à l'OPECST, mais a souhaité que davantage d'échanges d'informations aient lieu entre les deux structures.

**INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE**  
**(IFP)**

**M. ANDRÉ DOUAUD, (1)**

**DIRECTEUR DE L'OBJECTIF MOTEURS ÉNERGIE**

**(14 mars 2000)**

M. André DOUAUD a commencé par resituer les missions et les moyens de **l'Institut Français du Pétrole (IFP)**. Institut de droit privé créé après la guerre, et soumis aux tutelles du Ministère de l'Industrie et de celui du Budget, cet Institut a pour vocation principale de mener **des recherches à finalité industrielle** sur les nouvelles technologies concernant les hydrocarbures (pétrole et gaz) et leurs substituts. Il emploie 1.800 personnes dont 1.500 pour la recherche, celle-ci s'intéressant à tous les aspects de la chaîne des hydrocarbures : exploration, production, raffinage, pétrochimie, moteurs et carburants.

Ses travaux de recherche et développement (R&D) s'inscrivent dans une **perspective affirmée de développement durable** (sécurité de l'approvisionnement énergétique, protection de l'environnement, etc.) et sont conduits en **partenariat étroit avec l'industrie**. Leur valorisation est internationale comme l'illustre, à titre d'exemple, sa position de second bailleur de licence de procédés de raffinage et pétrochimie dans le monde avec plus de 1500 unités vendues.

Sa deuxième mission concerne **la formation supérieure** à travers l'Ecole du pétrole et des moteurs qui accueille, à un niveau Bac+5, 350 élèves (dont plus de 50 % d'étrangers) pour une ou deux années et environ 150 étudiants en thèse ou post-doctorants.

---

(1) *M. André DOUAUD, Ingénieur de l'Ecole Centrale de Nantes (ECN), et de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs (ENSPM), est Président du groupe Véhicule propre et économe, qui est un des six grands thèmes du PREDIT 2002-2006 (Programme National de Recherche et d'Innovation sur les Transports Terrestres)*

Enfin, son **centre d'information scientifique et économique**, pôle associé à la Bibliothèque de France offre une gamme de prestations documentaires à l'ensemble des acteurs oeuvrant dans le domaine des hydrocarbures et de l'automobile : pouvoirs publics, industrie, universités, etc...

Ses ressources proviennent, pour les deux tiers de la taxe sur les produits pétroliers (par exemple, 1,92 centime par litre d'essence), et le reste provient de la vente de ses prestations de recherche et de ses licences.

L'IFP conduit une importante **action industrielle** en mettant sur le marché international ses technologies, procédés, équipements et produits. Une politique active de coopération avec les PME-PMI (à laquelle il consacre 40 MF/an) lui permet également de contribuer au renforcement technologique de ces entreprises et donc au développement de l'emploi en les faisant bénéficier de ses compétences et de son savoir faire. Enfin, le réseau d'entreprises parapétrolières du groupe ISIS dont l'IFP est actionnaire majoritaire constitue un relais important pour l'industrialisation des innovations technologiques de l'IFP.

L'innovation est au cœur des travaux de R&D de l'IFP. Ainsi, l'IFP occupe, selon les années, entre le troisième et le cinquième rang des preneurs de **brevets** en France et est le deuxième ou le troisième organisme français à déposer des brevets aux Etats-Unis d'Amérique. Son portefeuille actuel se compose de 15 000 brevets.

L'IFP est organisé en quatre domaines de R&D : exploration-gisements, forage-production, raffinage-pétrochimie, moteurs-énergie.

Le domaine Moteurs-Energie conçoit sur la base d'un fort acquis de connaissances scientifiques **les moteurs et les carburants** devant répondre aux objectifs de très basses consommation, émissions de CO<sub>2</sub> et polluants. Le domaine consacre environ 200 millions de francs par an à ces travaux dont l'aboutissement résulte de partenariats industriels tant nationaux qu'inter-nationaux.

Abordant ensuite la question du réchauffement climatique, M. André DOUAUD a noté que la civilisation actuelle était **une civilisation de la mobilité des personnes à travers les transports**. La croissance des transports privés étant un paramètre essentiel de cette situation.

**Deux enjeux dominant : la pollution locale, c'est-à-dire urbaine, et l'émission de gaz à effet de serre liée à la combustion.**

M. André DOUAUD a noté que, **jusqu'en 1990 environ, personne ne se préoccupait de l'émission de gaz à effet de serre** et il a d'ailleurs souligné que **seul l'emballage de l'effet de serre était à redouter**. Il a noté aussi que l'IFP fut le premier à parler du N<sub>2</sub>O dégagé par les pots catalytiques, car, à travers eux, l'oxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) se transformait en N<sub>2</sub>O, ce qui était catastrophique, et fut illustré par les premiers pots catalytiques aux Etats-Unis d'Amérique. Désormais le NO<sub>2</sub> est intégralement transformé en azote inoffensif.

La limitation du CO<sub>2</sub> revient à poser le problème du principe de précaution. Si le rendement des machines est amélioré, les émissions de CO<sub>2</sub> vont diminuer du fait des économies d'énergie à l'échéance de 10 ans, mais la pollution est globale, c'est-à-dire planétaire.

M. André DOUAUD a relevé que **le problème de la pollution urbaine est résolu à terme**. En effet, vers 1970, au début des préoccupations concernant les échappements automobiles, ceux-ci émettaient 100 g de polluants par kilomètre. En 2000, grâce à une diminution tous les quatre ans de 50 %, les échappements n'émettent plus que 1 gramme de polluant par kilomètre. En **2005**, les normes prévoient des limites de l'ordre d'une fraction de gramme et l'objectif de quelques dizaines de milligrammes par kilomètre semble possible à atteindre. On peut alors parler d'émission "quasi-zéro".

Aujourd'hui, les pics de pollution apparaissent surtout dans la mesure où le parc automobile a environ dix ans d'âge moyen. Au total, le décalage entre les résultats obtenus par les chercheurs et les produits utilisés par l'utilisateur étant d'environ une vingtaine d'années, cela revient à dire que, **même si dans dix ans, 10 % d'automobiles supplémentaires circulent, la pollution sera très inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui**. Ce point est confirmé par toutes les parties prenantes.

Compte tenu de ces éléments, M. André DOUAUD a estimé que **les énergies alternatives auront de moins en moins d'impact sur la pollution locale**.

En effet, ne serait-ce pas absurde de comparer un bus à gaz produit en 2005 avec un bus diesel conçu il y a vingt ans et en fonction aujourd'hui ?

Par ailleurs, au niveau de la recherche, il existe une compétition entre les ressources très importantes affectées aux technologies conventionnelles et celles destinées aux technologies alternatives beaucoup plus faibles car dépendantes du chiffre d'affaires de chaque filière.

De même, pour M. André DOUAUD, **il n'y a pas de réponse universelle au choix entre les énergies**. En effet, si l'on considère les réserves mondiales de gaz, elles sont supérieures à celle de pétrole, mais le pétrole a une valeur internationale supérieure au gaz. En considérant par exemple le cas de l'Iran qui possède les deux, son choix ne peut être que d'utiliser le gaz en interne et le pétrole pour l'exportation ; c'est aussi le choix de l'Argentine.

En revanche, pour les Etats-Unis d'Amérique, l'Europe et le Japon, il n'est pas évident de choisir entre les énergies.

De même encore, **il n'y a pas a priori de carburant propre et de carburant sale. C'est en réalité la performance antipollution du couple indissociable moteur-carburant qu'il faut considérer**.

C'est ainsi que, par exemple, des véhicules à essence transformés en seconde monte pour rouler au GPL sont souvent plus polluants que les véhicules à essence plus récents.

M. André DOUAUD a tenu à rappeler que **pour les constructeurs automobiles et les pétroliers, la première priorité des années à venir consiste à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.**

Cela est par exemple possible grâce à la révolution technologique consistant à injecter directement le carburant dans le cylindre des moteurs au moment de la combustion. Cela fait gagner de 30 à 40 % de consommation dans le diesel et environ 20 % dans le moteur à essence, d'où les énormes investissements consentis dans ces technologies et le fait que l'Europe se situe en tête pour le nouveau moteur diesel.

Si les Japonais ont été les premiers à utiliser l'injection directe de l'essence, Renault a été le premier constructeur à industrialiser en Europe une technologie originale.

Parallèlement, le soufre sera progressivement éliminé des carburants car il constituait une sorte de poison pour les pots catalytiques de réduction des NOx.

M. André DOUAUD a ensuite énuméré les caractéristiques respectives des différents types de carburants. Il a estimé que, concernant **le gaz naturel**, l'IFP s'est efforcé de développer les meilleurs moteurs pour cette énergie. **L'aquazole** a eu son mérite pour certains bus anciens, les gains de pollution ayant atteint 10 à 30 %, mais ce carburant n'est pas adapté aux moteurs récents.

Quant aux **esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV)**, issus de colza (diester), de tournesol ou autres plantes oléagineuses, il a noté qu'ils ne sont pas exempts de pollution. Cependant, cette filière biocarburant présente un potentiel de CO<sub>2</sub> évité de l'ordre de 50 % et le mélange avec les gazoles pétroliers jusqu'à 30 % ne présente pas de difficultés d'utilisation banalisée.

Il a ensuite rappelé que **le bioéthanol alcool** est impossible à utiliser pur dans les moteurs actuels. Le Brésil a dû recourir à des moteurs spéciaux pour le consommer. **M. André DOUAUD a estimé que la filière des moteurs dédiés à l'alcool pur était sans avenir.** Seule l'utilisation en mélange semble généralisable comme c'est désormais le cas au Brésil (essence + 22% éthanol) ou aux Etats Unis d'Amérique.

Quant aux **huiles dégommees de colza** expérimentées en Autriche, elles génèrent un surcoût pour transformer l'huile végétale en gas oil, même si le coût total reste peu élevé, mais il semble que ce carburant soit utilisé davantage pour des raisons sentimentales que techniques.

Evoquant **le véhicule à moteur électrique**, M. André DOUAUD l'a considéré comme une bonne solution à condition que le citoyen change son style de vie. Or, actuellement, ses utilisateurs éprouvent l'angoisse permanente de tomber en

panne d'énergie, d'où l'échec observé. Les ventes ne dépassent pas une centaine de véhicules par an en France et restent très modestes sur toute la planète.

En revanche, **le véhicule hybride** pourrait constituer **la solution du futur** car il offre le potentiel de diviser par deux la consommation et par cinq les émissions. Tous les constructeurs automobiles mènent des recherches sur ce thème.

Il est donc probable que se développeront une multitude de modèles toutes énergies.

A propos du **débat entre le gas oil et l'essence**, M. André DOUAUD a estimé que **le moteur diesel était imbattable pour minimiser les émissions de CO<sub>2</sub>**. C'est le développement du diesel qui permettra aux constructeurs européens d'atteindre l'engagement de 140 g CO<sub>2</sub>/km pris pour la production automobile de 2008.

Certes, des problèmes techniques demeurent à résoudre concernant l'oxyde d'azote et les particules. Le filtre à particules répond pleinement à cet objectif, mais la réduction des NOx pose encore question.

M. André DOUAUD a rappelé qu'en 1998 le « *Challenge Bibendum* » organisé par Michelin avait permis de montrer la faisabilité de véhicules à très bas niveau de pollution ne consommant pas plus de 3 litres /100km, à l'exception des **véhicules solaires** apparus sans utilité pratique.

Une autre solution consiste à faire fonctionner les moteurs à **l'hydrogène**, carburant en apparence idéal si ce n'est pour sa fabrication, car lorsqu'il est fabriqué à partir du charbon, les émissions de CO<sub>2</sub> du puits à la roue sont très importantes. En revanche, le bilan CO<sub>2</sub> est excellent si l'hydrogène est produit à partir d'énergie sans carbone : nucléaire, hydraulique, électricité.

Dans ce domaine de recherche, les pétroliers sont les plus avancés car l'hydrogène est une des matières premières du raffinage moderne.

Au-delà de la question du type de carburant, M. André DOUAUD a insisté sur **le poids des véhicules**, paramètre essentiel de la consommation. Ford et General Motors se sont associés pour imaginer un véhicule de la taille de la 406 ou de la Safrane, à savoir une Ford Taunus diesel à motorisation hybride ne pesant pas plus d'une tonne, soit un gain de 400 kilos environ par rapport au poids moyen actuel, ce qui autorise, avec l'hybridation une consommation de 3 litres aux 100 kilomètres.

De même, Volkswagen a mis au point un modèle Lupo consommant 3 litres au 100 et s'est fixé comme objectif ultime 1 litre aux 100 kilomètres. Mais les coûts des matériaux légers sont très élevés, surtout dans leur mise en œuvre.

A propos des **transports en commun**, M. André DOUAUD a noté que la RATP possédait 53 bus au gaz naturel, 57 au GPL et 400 utilisant l'aquazole. Il a

relevé aussi que **les moteurs électriques** coûtaient plus cher que les moteurs thermiques du fait du coût des matériaux de base, notamment du cuivre.

Il a aussi déploré que soit mis en œuvre implicitement la maxime « *Liberté Egalité Mobilité* », conduisant par exemple à tolérer **les deux roues** alors même qu'ils constituent une source de pollution majeure en dégageant 10 à 15 grammes de polluants par kilomètre soit 10 fois plus qu'une automobile récente.

**INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR  
L'EXPLOITATION DE LA MER  
(IFREMER)**

**M. JEAN-FRANÇOIS MINSTER,  
PRÉSIDENT DIRECTEUR GÉNÉRAL**

**(31 octobre 2000)**

M. Jean-François MINSTER a tout d'abord rappelé que l'**IFREMER**, établissement public industriel et commercial, accomplissait une **mission d'océanographie opérationnelle**, consistant notamment à utiliser des observations par satellites (satellites TOPEX-POSÉIDON, ERS-1 et JASON), à effectuer des modélisations numériques (opération MERCATOR dont les premières simulations pour l'Atlantique nord paraîtront en janvier 2001) et à accomplir des observations *in situ* grâce à des outils en grand nombre et avec une longue durée de vie (expérience CORIOLIS- ARGO).

**L'expérience CORIOLIS-ARGO** consiste à immerger dans l'**Atlantique nord** des bouées ou balises flottantes plongeant jusqu'à 2.000 m de profondeur et remontant tous les dix jours à la surface. Ce système conçu par l'IFREMER permet de programmer la profondeur d'immersion et de **comparer les mesures obtenues par satellite avec les mesures tirées de l'océan**. La phase opérationnelle déjà commencée a pour objectif d'atteindre **3 000 bouées dans l'océan en 2003** ; les Américains, c'est-à-dire la NOAA, se chargeant de la moitié, le Japon d'un quart et l'Europe d'un autre quart, la part française comptant 300 bouées. Les données sont transmises depuis les bouées en temps réel jusqu'à MERCATOR et à la météo ; un outil permettant le largage de ces bouées par avion est en cours de développement. Reste à régler la question d'un financement pérenne, chaque bouée coûtant 100 000 francs, et possédant une durée de vie de quatre ans. Il faut y ajouter une partie du coût de fonctionnement des navires de déploiement. A raison du lancement de 80 à 100 bouées par an, il s'agit de financer plus de 8 millions de francs chaque année. Une partie pourrait être prise en charge par le ministère des transports dans la mesure où il s'agit d'un système opérationnel et non d'une recherche, et un

complément pourrait provenir de financements privés (entreprises qui bénéficieraient du service).

Grâce à ce nouveau système, **des prévisions saisonnières des climats deviendraient possibles**. De même, pourraient être imaginés des usages pour la Défense, comme la détection acoustique des sous-marins. Une utilisation pour la détection des polluants en mer, ou pour l'aide à la pêche se fait jour.

Les équipes de l'IFREMER sont très motivées par ce programme qui se traduit par le **projet CORIOLIS**.

Evoquant ensuite les satellites, M. Jean-François MINSTER a souhaité que les satellites soient pris en compte par une agence opérationnelle - en Europe, par Eumetsat, aux Etats-Unis, par la NOAA -, qui recevrait ses financements des agences nationales. Le coût annuel pourrait être de 10 millions de francs qu'il ne faudrait pas retirer à la recherche mais plutôt obtenir de contributions de ministères techniques ou des instances européennes.

**Les sciences de la mer devraient être un lieu de la construction de l'effort européen de recherche .**

Pour lancer MERCATOR, un groupement d'intérêt public (GIP) a été créé, dont la mise en place est prévue début 2002. Sa suite serait prise par un « centre d'océanographie opérationnelle », dont l'ambition doit être européenne.

Revenant brièvement sur **les questions budgétaires**, M. Jean-François MINSTER a souhaité communiquer certains ordres de grandeur. En sciences de la mer, **le coût d'un chercheur** peut-être estimé à environ 800 000 francs de salaire, 1 million de francs d'infrastructure et 200 000 francs de laboratoire.

Parmi les infrastructures, un poste important de la recherche océanographique est constitué par **le coût d'investissement des navires**, qui atteint, pour 2001, 70 millions de francs.

Au début des années 1990, l'IFREMER possédait 8 navires contre 4 aujourd'hui, qui sont beaucoup plus performants qu'autrefois. La durée de vie de ceux-ci étant d'environ 25 années.

M. Jean-François MINSTER a ensuite relevé que, en matière de **recherche climatique, il est vraisemblable que dans les cinq prochaines années de grands progrès soient accomplis dans la description du climat et celle de l'océan**, de vraies données étant prochainement disponibles pour contraindre les modèles numériques, ce qui permettra une description réaliste et continue, par exemple pour retracer les changements de trajectoire du Gulf Stream.

Actuellement, les marées apparaissent comme bien séparées des courants océaniques. Or, il est apparu récemment qu'elles peuvent jouer un rôle essentiel pour

le climat, le total de l'énergie des marées qui se disperse dans l'océan Atlantique équivalant à la totalité de l'énergie introduite par les vents sur les courants.

Ainsi, de la compréhension des marées peut dépendre la compréhension des courants, ce qui pourrait conduire à modifier les modèles numériques en conséquence.

**En Méditerranée, un équivalent de Mercator devrait être installé,** permettant une prévision à 10 jours des courants, grâce à une coopération entre diverses équipes dont une française et une équipe italienne de Bologne, le suivi de cette installation étant à la charge des Italiens.

A ce propos, un comportement inattendu de la Méditerranée a été enregistré depuis 8 ans, avec une hausse de 1 cm par an en Méditerranée orientale, ce qui pourrait s'expliquer si elle stocke énormément de chaleur. Pour comparaison, d'après les marégraphes cette hausse ne serait en moyenne planétaire que de 1,8 mm par an (+ ou - 0,5 mm) .

Evoquant **les impacts régionaux des changements climatiques**, M. Jean-François MINSTER a jugé qu'ils étaient encore mal estimés et loin d'être négligeables et il a noté que les effets régionaux dépassaient les effets moyens.

Quant aux **effets sur la biosphère**, il faut s'attendre à une adaptation difficile, et il existe de nombreuses rétroactions internes des modifications de la biosphère, ainsi que des rétroactions sur le climat.

**Des modifications importantes pourraient résulter de la fonte accélérée des calottes glaciaires comme de l'arrêt du *Gulf Stream*.**

Interrogé ensuite sur les **phénomènes climatiques extrêmes** (cyclones, tempêtes, *El Niño*...), M. Jean-François MINSTER a considéré qu'on ne pouvait exclure un **passage à un état différent de l'état actuel, en terme de fréquence et d'intensité de ces phénomènes.**

Invité à donner son avis sur **les marges d'erreur des modèles**, M. Jean-François MINSTER a expliqué qu'une vingtaine de laboratoires dans le monde, travaillant à partir de données et d'outils de simulation différents, réalisaient fréquemment des intercomparaisons des modèles, une fois tous les trois ans environ.

Il a indiqué aussi que **les économistes s'intéressaient de plus en plus aux prévisions climatiques** : par exemple, les cours du cacao évoluent désormais aussi en fonction des spéculations sur l'apparition du phénomène *El Niño* l'année suivante. De même, *El Niño* affaiblissant la mousson, cela a une influence sur la récolte de riz de l'année suivante. Enfin, certains fermiers américains choisissent leur date de plantation du soja en fonction des prévisions liées à *El Niño*.

A propos de ces cultures, M. Jean-François MINSTER a souligné que **la Chine** possédait des laboratoires de recherche sur le climat très opérationnels. Sans être *leader* en ce domaine, sa recherche est assez avancée.

Interrogé sur **la portée des mesures gouvernementales prises au cours de l'année 2000**, M. Jean-François MINSTER a estimé important d'agir sur le plus gros composant d'émission de gaz à effet de serre. A cet égard, il a noté que, en 2000, il y a eu un blocage des stations d'essence et que les usagers ont alors modifié leur comportement pour économiser de l'essence. Cependant, cela n'a pas été utilisé pour renforcer le discours national sur les économies d'énergie.

D'où **la nécessité de jouer sur la marge principale d'action dans la durée, à savoir le comportement social**, ce qui n'est pas nocif pour l'économie. Pour l'administration américaine du président Clinton, il était déjà admis que l'environnement n'était pas l'ennemi de l'économie. Cependant cette pédagogie progresse peu.

**INSTITUT D'ÉVALUATION DES STRATÉGIES  
SUR L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT  
EN EUROPE  
(INESTENE)**

**M. Antoine BONDUELLE (1)**

**(25 novembre 1999)**

M. Antoine BONDUELLE a estimé tout d'abord que l'agriculture, comme certains milieux industriels, commençait à peine à **prendre conscience des conséquences de l'émission de gaz à effet de serre.**

Il lui a semblé très utile qu'un débat large et pluridisciplinaire s'ouvre sur ce thème, par exemple entre les diverses administrations concernées sans que celles-ci se limitent à un langage institutionnel.

Il a fortement insisté sur le rôle et les risques très importants **des forêts** dans le débat sur l'effet de serre, notamment dans la mesure où les choix affectant celles-ci étaient difficilement réversibles.

Il a ensuite souligné la place particulière du **transport aérien** dans la mesure où un litre de carburant brûlé en haute altitude équivaut à 2,7 litres de carburant pour les véhicules automobiles dans l'émission de gaz à effet de serre. Il a noté que **l'avion ne payait pas le prix de ses nuisances (pas de taxation du kérosène)**, d'autant que les chambres de commerce subventionnent largement les aéroports.

---

*(1) M. Antoine BONDUELLE est Ingénieur à l'INESTENE SA-SCOP (Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement en Europe) et fondateur du Réseau-Action Climats, qui regroupe les principales associations de défense de l'environnement dans la négociation sur les climats.*

Au sujet des relations entre les élus et la population en matière d'environnement, il a estimé qu'en général, **les citoyens** étaient davantage prêts à accepter des adaptations que les élus ne le croyaient. Toujours au sujet des transports, il a remarqué que les Contrats de Plan entre l'Etat et les Régions (CPER) signés en 1999 accordent encore majoritairement leurs faveurs aux routes. Il s'agit pourtant de l'un des actes politiques majeurs influençant l'effet de serre. Par exemple, dans la région d'élection du Premier ministre, le CPER accorde environ 80 % des crédits aux routes. Cela est trop souvent le cas et traduit **une absence de concurrence dans les choix de transports collectifs**. Cela est dû notamment aux moyens importants de l'Etat (DDE, DRE) dans la préparation des projets.

Dans l'activité de conseil de l'INESTENE, celui-ci s'est beaucoup intéressé aux **économies d'énergie** et a constaté qu'il existait une législation très restrictive en matière d'innovation touchant à la consommation électrique. La vérité des coûts de connexion, en particulier en zone rurale, reste insuffisante pour montrer les surcoûts des solutions les plus économes.

L'INESTENE a également étudié l'évolution de **la demande en électricité** pour le Commissariat Général du Plan lors de l'élaboration du rapport « *Energie 2010-2020 : les chemins d'une croissance sobre* », en septembre 1998. Il a ainsi établi des courbes de charges de puissances installées par usage. Il a relevé au passage la nécessité de multiplier les lieux de débat sur ces thèmes et a déploré que le travail sur la demande reste peu présent dans les services de l'Etat par rapport à l'offre.

M. Antoine BONDUELLE a beaucoup insisté sur la nécessité de recourir à **des experts indépendants** comme ceux de l'INESTENE pour les questions environnementales et a observé que, d'après son expérience, les paris liés aux **économies d'énergie** se révélaient toujours gagnants pour les politiques.

Revenant sur le rapport établi pour le Commissariat Général du Plan, il a précisé que ce document avait été affaibli par le refus de toute polémique entre les producteurs d'énergie, très présents dans ces forums. Or, selon lui, cette recherche de « consensus mou » n'est pas souhaitable lors d'un tel débat. Cela confirme aux yeux de M. Antoine BONDUELLE, qu'il est indispensable de recourir à **une pluralité de modèles** pour lancer un vrai débat. Cela a fini par être possible également aux Etats-Unis d'Amérique lorsque des modèles de consultants extérieurs ont enfin été retenus parmi les bases de discussions.

En matière de **transports**, il a relevé que les conséquences des choix des politiques étaient encore impossibles à chiffrer.

En revanche, en matière **d'énergie**, il a regretté qu'un seul modèle, oublieux de certains paramètres, celui de la Banque Mondiale, soit donné gratuitement aux

pays du Tiers monde pour déterminer le nombre de centrales électriques à créer(1). Cela accentue encore la tendance des organismes internationaux à favoriser les solutions moins respectueuses de l'environnement.

Après avoir estimé que la **Loi Barnier** sur l'environnement représentait un progrès certain pour un débat aussi lourd que le changement climatique, M. Antoine BONDUELLE a ensuite insisté sur l'importance des techniques de **recyclage**, sur l'intérêt d'étudier la fabrication des **bio-carburants** à partir des matériaux agricoles ; les spécialistes semblant davantage prêts à s'adapter à ces nouvelles techniques que les économistes. Il a mentionné l'existence d'un rapport américain réalisé par les principaux laboratoires publics des Etats-Unis sur l'énergie(2) qui, se référant à chaque branche de l'économie, préconise l'utilisation de l'éthanol et du méthanol. Par ailleurs, il a relevé qu'aujourd'hui, même si les taillis cultivés n'existent que dans le Pas-de-Calais, il pourrait être envisagé la création d'un service public de fourniture de plaquettes de bois déchiqueté pour développer le **chauffage au bois**.

En terminant, M. Antoine BONDUELLE a indiqué qu'un rapport de la Compagnie pétrolière SHELL indiquait que la **biomasse** pourrait devenir la première énergie en 2050. Puis, il a énuméré un certain nombre d'études, dont certaines menées par l'INESTENE propres à faciliter la rédaction du rapport de l'OPECST sur le changement climatique(3).

---

(1) « *The capability of two computer models to address key issues in electricity planning : a comparison of Elfin and Wasp* », Rosekrans et Kirshner, *Environmental Defense(ED)*, Marnay, Lawrence Berkeley Laboratory(LBL). Cet article démontre dans le cas des Philippines que l'utilisation du modèle WASP recommandé par la Banque Mondiale dans des pays du Sud induit des investissements excessifs dans le charbon. L'excès atteint 2000 MW sur un total de 14000 MW, contrairement à une modélisation plus optimale, tenant compte de façon plus détaillée des minima de fonctionnement et des effets de taille des centrales.

(2)« *Scenarios for a clean energy future* », interlaboratory working group 2000 (Oak Ridge, Lawrence Berkeley, National Renewable.  
[www.ornl.gov/ORNL/Energy-Eff/CEF.htm](http://www.ornl.gov/ORNL/Energy-Eff/CEF.htm)

(3) - « *Estimation de l'avantage économique de la possession des prévisions de vent* » - National Renewable Energy Laboratory (NREL) – A national laboratory of the U.S. Department of Energy– mai 1995 ;  
- « *La libéralisation du marché européen de l'électricité* » par M. Antoine BONDUELLE - LES ECHOS – novembre 1998 ;  
- « *Etude sur le chauffage bois et les émissions de chauffage électrique en France* » rapport élaboré par l'INESTENE pour la MIES – octobre 1999.

**INSTITUT NATIONAL D'AGRONOMIE DE  
PARIS-GRIGNON**

**(INA P-G)**

**M. Alain PERRIER (1)**

**(8 octobre 2001)**

Après avoir rappelé que **le cycle de l'eau et le changement climatique** étaient très liés, M. Alain PERRIER a noté que le premier facteur de l'effet de serre était la vapeur d'eau et que, dès 1860, FOURIER avait entrevu le problème que pourrait constituer l'intensification de l'effet de serre. Il a rappelé que le gaz carbonique, le méthane, le protoxyde d'azote, les chlorofluocarbones et la vapeur d'eau étaient tous des gaz à effet de serre.

Il a relevé qu'un changement climatique accompagné d'une augmentation de la température entraînait un changement du cycle de l'eau puisque la quantité d'eau en jeu variait.

**M Alain PERRIER a souligné que l'intensification de l'effet de serre et le réchauffement subséquent peuvent être pronostiqués pour cinquante à cent ans au moins compte tenu des gaz déjà présents dans l'atmosphère.** Certes, personne ne peut prouver que l'augmentation de la température ne vient pas de quelque chose d'inconnu autre que l'action anthropique, mais le rôle déterminant de l'homme dans ce processus de réchauffement est éminemment probable.

Au sujet de **la fonte des glaces**, M. Alain PERRIER a indiqué que se produisait actuellement la fonte des châteaux d'eau naturels alimentant beaucoup de pays nordiques et que le niveau de la mer pouvait en être modifié d'environ dix centimètres en cent ans, ce phénomène pouvant d'ailleurs s'accélérer jusqu'à atteindre 30 ou 40 cm avec des effets secondaires, ce qui est tout à fait considérable et propre à générer des risques beaucoup plus grands.

---

(1) *Professeur d'agronomie à l'Institut national agronomique PARIS-GRIGNON (INA P-G), ancien Directeur scientifique de l'environnement à l'INRA, enseigne la biosphère continentale à l'Université de Paris VI.*

Quoi qu'il en soit, il a estimé qu'il fallait **davantage redouter les événements accidentels que les moyennes d'évolution et à ce titre, la hausse du niveau de la mer peut être considérée comme le problème numéro un.**

Sur la question de **l'augmentation de la température** de deux à trois degrés, M. Alain PERRIER a jugé que cette amplitude n'était pas négligeable et qu'elle pouvait entraîner des remontées vers le nord des zones tempérées, sans exclure des risques d'accidents comme, par exemple, **des pullulations d'insectes**. De plus, même si les gelées devenaient plus rares, **des phénomènes de dessèchement** ou de mort physiologique -des échaudages- pourraient survenir, même en Beauce, et qu'il serait important de prévoir l'implantation de **variétés adaptables** et de mener **des recherches sur la désertification**.

M. Alain PERRIER a aussi estimé que **l'augmentation de la vapeur d'eau** modifiant le cycle de l'eau -une molécule d'eau dans l'atmosphère étant recyclée en douze jours après évaporation- de plus grandes quantités de vapeur d'eau seraient disponibles selon l'augmentation de température et donc plus d'eau à condenser, entraînant davantage de mouvements orageux, d'où l'apparition **d'un climat plus erratique et de pluies plutôt plus abondantes**.

De tels phénomènes ont déjà existé, par exemple, il y a 8 000 ans, pendant la période la plus chaude de l'interglaciaire, **le Sahara** était alors redevenu fertile quoique également très chaud, mais il recevait davantage de retours qu'aujourd'hui sous forme de pluies.

Au sein du GIEC, M. Alain PERRIER a relevé **deux périodes qui semblent déjà montrer l'accélération du cycle de l'eau** ; ces périodes particulièrement étudiées sont celles **de 1955 à 1975 et de 1975 à 1995**. L'augmentation de température s'est accompagnée d'un accroissement de 5 à 10 % des précipitations, ce qui n'est pas forcément une catastrophe ; de gros orages se forment sur les continents, les nappes phréatiques sont avantagées. Mais **la gestion de l'eau devrait être plus délicate** : contraste hiver-été, moins de stockage sous forme de neige ou glace, et surtout pluies plus erratiques : les rivières plus sèches en été et des écoulements très rapides à gérer, lors des orages plutôt plus abondants.

Dans un tel contexte, **il est possible que l'agriculture s'adapte sur un délai d'une dizaine d'années** tandis que les forestiers manifestent de l'inquiétude et attachent beaucoup d'attention au choix des variétés à planter aujourd'hui pour après demain (100 ans).

Quoi qu'il en soit, M. Alain PERRIER a noté que **la France** ne deviendrait pas un désert, même si l'augmentation du CO<sub>2</sub> et les impacts de son effet ne seront pas ralentis de sitôt.

En effet, **un doublement -voire un triplement- des seuils de concentration actuels de gaz carbonique risque de survenir** accompagné, le cas échéant, d'un phénomène positif, souvent signalé avec l'augmentation de la concentration de gaz

carbonique, à savoir **l'accélération de la croissance des plantes (photosynthèse)**. A ce sujet, M. Alain PERRIER a souligné que, depuis un siècle, la croissance de la forêt française avait augmenté de 20 % sous l'action de plusieurs facteurs : les pluies acides, plus bénéfiques que négatives dans la mesure où elles apportent des engrais, l'augmentation de la température et une gestion plus serrée de la forêt. De plus, de manière générale, l'apport d'engrais a constitué une révolution.

Quant à **l'augmentation probable de température**, elle **concernera davantage les températures minimales** que les températures maximales, ce qui est favorable à la croissance des plantes. L'intensification de l'effet de serre empêchera donc un refroidissement excessif la nuit, l'effet de serre étant plus évident la nuit que le jour. Or, cela n'est pas pour déplaire aux plantes qui n'aiment pas les refroidissements qui est ralentie par les refroidissements nocturnes.

La photosynthèse s'accélèrera. Des rétroactions apparaîtront. L'augmentation de la vapeur d'eau accentuera les pluies. Cependant, M. Alain PERRIER a insisté sur le fait que **l'accroissement du nombre de nuages peut très vite compenser l'effet de serre**, la rétroaction négative des nuages pouvant être forte ; heureusement, les modèles déduisent plutôt le contraire (rétroaction faible), ce qui est assez logique puisque généralement la rétroaction ne peut jamais dépasser l'action.

Quant à **la régulation climatique de la température**, assurée largement par les glaces et les océans, à raison de  $4/6^{\text{èmes}}$  pour les glaces et de  $2/6^{\text{ème}}$  pour les océans, les modèles couplés continent-océan montrent que des rétroactions de grande ampleur se développeraient en cas de changement climatique, qu'elles seraient beaucoup plus complexes et que des processus de transferts peu connus aujourd'hui pourraient même apparaître.

M. Alain PERRIER a aussi évoqué **les changements climatiques historiques** importants survenus à la fin du **Moyen-Age** (XI<sup>ème</sup> au XIII<sup>ème</sup> siècle) et durant **le petit âge glaciaire** (XVI<sup>ème</sup> et XVII<sup>ème</sup> siècle) en notant que **ceux-ci n'avaient affecté probablement qu'une partie de l'Europe contrairement au réchauffement actuel qui est global**.

Dans cette évolution, il a estimé que **la plasticité des espèces devrait permettre aux écosystèmes de trouver un équilibre** malgré l'évolution des bilans hydriques des sols et du climat.

Par ailleurs, il a noté qu'**une augmentation du gaz carbonique favoriserait la prolifération du plancton**, et surtout des algues près des continents du fait des apports de nutriments par les eaux continentales.

En outre, concernant **l'aridification**, tous les phénomènes physiques semblent aller dans le même sens : si la quantité d'eau qui s'évapore vient à diminuer sur de grandes surfaces, les pluies tendent à se raréfier d'où le début d'un cycle infernal, pour les plantes et donc pour le climat local qui s'aridifie.

A propos des **forêts**, M. Alain PERRIER a estimé que celles-ci constituaient **le meilleur régulateur**, notamment le meilleur évaporateur à travers l'existence d'un très grand système racinaire comme d'un très important stock d'eau végétal. Par comparaison, un champ de blé est un espace quasiment vide qui contient seulement dix à quinze kilos d'eau et qui en évapore cinq par mètre carré et par belle journée, alors qu'un arbre en milieu sec peut encore puiser dans son tronc une partie de l'eau qui s'y trouve. De plus, les racines des arbres sur pied peuvent descendre à plusieurs mètres de profondeur et parfois à plusieurs dizaines de mètres.

Avec **la déforestation** apparaît une diminution du retour en eau régional et une aridification. Le rayonnement du soleil associé à la sécheresse de l'air, d'autant plus grande que le manque d'eau -donc d'évaporation, ne le réhumidifie pas- constituent le moteur de l'évaporation. Aussi, si le climat demande trop d'eau, et que la plante ne peut fournir assez d'eau pour l'évaporation, **il y a dessèchement de la plante**. De fait, **au-dessus d'une température de 37° à 40°**, en cas de sécheresse et de chaleur associée, les plantes supportent très mal de telles conditions et le processus de désertification qui s'amorcerait serait, dans ces conditions, difficile à modifier. C'est ainsi que, dans le sud algérien, peuvent s'observer aujourd'hui encore des auréoles de désertification autour des anciens thermes romains présents il y a 2000 ans mais qui avaient trop sollicité leur environnement.

M. Alain PERRIER a aussi insisté sur **les accidents** risquant de survenir par exemple une sécheresse comme celle de 1976, qui produit de graves dégâts sur les forêts pendant plusieurs années (dépérissement). Si de telles années deviennent trop fréquentes, de même que des tempêtes ou même des excédents d'eau, de vraies difficultés apparaîtront, augmentées probablement par des phénomènes de pullulation d'insectes ou de diverses pathologies.

A propos de **la faune**, M. Alain PERRIER a indiqué que les ovins et les bovins supportaient bien le froid et même les fortes chaleurs (grâce à la transpiration, à l'accélération du rythme de la respiration) alors que **les oiseaux** ne transpirent pas du tout et ne disposent d'aucun mécanisme de régulation thermique en dehors du vol (accélération des échanges par la vitesse de vol et baisse de la température ambiante en altitude) ; en fait, au-delà de 41°, ils meurent ne pouvant assurer la dissipation de leur énergie. De leur côté, les porcs, les sangliers, les rhinocéros et les éléphants ne transpirent pas et sont donc amenés à s'humidifier pour se rafraîchir.

Au sujet de **la biodiversité, des atteintes irréversibles risquent d'y être portées si le climat change**, surtout dans la mesure où il y aurait davantage d'accidents et où le nombre d'espèces en interaction du système viendrait à diminuer. Cependant, pour M. Alain PERRIER, **la dynamique de l'évolution est tellement puissante qu'elle limitera probablement en partie ces atteintes**. Beaucoup de systèmes évoluent plus vite qu'on le pensait, par exemple, les pains de sucre de la Baie de Rio recréent leur sol tous les cinquante ans : les herbes, puis les arbres s'y insèrent grâce aux fissures, retiennent poussières, matières organiques, etc... et forment un sol et c'est leur poids qui entraîne leur chute et celle de la terre lentement accumulée où ils trouvaient de quoi se développer, ce qui n'empêche pas le

redémarrage de la formation du sol et le même phénomène de glissement de se reproduire quelques dizaines d'années plus tard. **Une préservation par les jardins botaniques, les banques de graines, des espaces écologiques riches sous protection, etc... est un point important pour le futur.**

En conclusion, M. Alain PERRIER a rappelé que l'homme avait détruit un grand nombre de milieux naturels entraînant une décroissance très sensible et rapide du nombre d'espèces mais qu'il se nourrit essentiellement (95 %) avec moins de 25 espèces végétales (2/3 du riz cultivé se fait avec une seule variété) d'où l'idée que **l'homme a peut-être davantage à redouter de lui-même que du changement climatique** dans sa progression vers le monde de demain qui peut devenir entièrement artificiel et désertique.

**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE  
AGRONOMIQUE**

**(I. N. R. A.)**

**M. GHISLAIN GOSSE  
DIRECTEUR DE RECHERCHE**

**(24 novembre 1999)**

M. Ghislain GOSSE a noté que l'évaluation des flux du monde agricole était plus difficile à effectuer que celle du monde industriel, d'où **une réalité agricole encore mal cernée.**

Il a attiré l'attention sur la culture du maïs qui, en 20 ans, est remontée du midi au nord de la France, ce qui illustre **les capacités d'adaptation à des différences de température, par la voie de la génétique, du monde agricole.** Il a indiqué qu'en général, **l'absence totale des périodes de froid pouvait être préjudiciable aux espèces** comme les céréales d'hiver qui ont besoin de froid pour la réalisation de leur cycle reproducteur.

Il a estimé qu'**une augmentation de 1° ou 2° ne devrait avoir que des effets mineurs sur les plantes,** mais **des effets plus importants** pourraient être constatés **sur les pathogènes.** qui effectueraient des cycles de développement plus nombreux.

Abordant la question de **l'eau,** facteur déterminant dans le secteur agricole, M. Ghislain GOSSE a noté que dans **de nombreuses régions, l'activité agricole ne sera pas prioritaire.** C'est ainsi que la canne à sucre risque de disparaître en Andalousie faute d'irrigation car celle-ci entre en concurrence avec l'exigence d'eau liées aux activités touristiques.

Il a observé aussi que si les prévisions de température étaient de plus en plus fiables et réalistes, ce n'était pas encore le cas pour **la pluviométrie.** En agriculture, la quantité d'eau reçue et sa distribution dans le temps sont deux éléments

indissociables tant pour l'élaboration du rendement que pour les impacts sur l'environnement (pollution des nappes). Il a aussi insisté sur le caractère transitoire que devrait prendre **l'irrigation en France** car cette habitude s'oppose au développement durable.

Il a insisté ensuite sur **l'effet négatif de certaines productions**. C'est ainsi que **le lisier de porc contenant de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>)** -qui ne contribue certes pas à l'effet de serre- risque de transformer certaines zones agricoles ou naturelles car après une période de meilleure croissance, la fertilité se réduit du fait de l'acidification des sols. En France, l'agriculture produit 95 % des émissions d'ammoniac.

**Pour évaluer l'impact de l'effet de serre, M. Ghislain GOSSE a jugé essentiel de le resituer dans un cadre général afin de ne pas provoquer des transferts de pollution.** C'est ainsi que, pour réduire les nitrates, il serait tentant de prévoir des zones de dénitrification mais celles-ci auraient pour effet de transformer de l'azote du sol en oxyde nitreux qui est un puissant gaz à effet de serre. **L'analyse du cycle de vie complet d'un produit est donc nécessaire**, particulièrement dans le cas de l'épandage de boues où il convient d'éviter le transfert de pollution de l'urbain vers le rural. En réalité, **les choix entre les diverses formes de pollution sont des choix politiques** comprenant des mesures différentes selon qu'il aura été choisi de raisonner à l'échéance d'application du protocole de Kyoto, ou de 2050 ou encore de 2100.

Par exemple, à l'échelle de l'échéance de Kyoto, une **reforestation** suivant une déforestation massive donnerait un bon taux de respect des accords qui auraient simplement été tournés, d'où l'importance de l'échelle de temps.

Selon M. Ghislain GOSSE, il est probable que les grandes **zones céréalières** ne bougeront pas, mais les zones marginales d'aujourd'hui ne sont peut être pas celles de demain.

En conclusion, M. Ghislain GOSSE a estimé nécessaire d'étudier l'importance du **carbone dans le sol** dans la mesure où le sol représente un mode de séquestration du carbone mais aussi parce qu'il a des impacts positifs sur la faune et la matière organique, ce que l'agriculture durable s'efforce de prendre en compte. Les États-Unis d'Amérique commencent à mettre cela en avant pour stocker le carbone dans la Grande Prairie en liaison avec les écosystèmes naturels.

**INSTITUT NATIONAL  
DE RECHERCHE AGRONOMIQUE  
(INRA)**

**M. BERTRAND HERVIEU,  
PRÉSIDENT,**

**M. JEAN BOIFFIN,  
DIRECTEUR SCIENTIFIQUE,  
ENVIRONNEMENT, FORÊT ET AGRICULTURE**

**M. PIERRE STENGEL,  
DIRECTEUR SCIENTIFIQUE ADJOINT  
ENVIRONNEMENT, FORÊT ET AGRICULTURE**

**M. GHISLAIN GOSSE,  
DIRECTEUR DE RECHERCHE EN BIOCLIMATOLOGIE,**

**M. BERNARD SEGUIN,  
CHEF DE DEPARTEMENT ADJOINT  
DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT ET AGRONOMIE**

**(20 décembre 2000)**

Pour l'Institut national de recherche agronomique (INRA), **les sciences de l'environnement figurent comme la première des cinq grandes orientations scientifiques à quatre ans** qui ont été choisies pour structurer cet Institut. Environ 25 % des forces de l'INRA sont consacrées à cet objectif.

Après une présentation des moyens de l'INRA par M. Bernard SEGUIN, celui-ci a esquissé une carte des gammes de potentialité des productions agricoles en cas de changement climatique. Il a indiqué que l'INRA travaillait sur les échanges

des gaz à effet de serre en relation avec l'agriculture et la forêt (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, oxyde nitreux, CH<sub>4</sub> méthane), puis a rappelé que **l'évaporation de l'eau du sol et l'évapotranspiration** constituaient des thèmes de compétences de l'INRA.

M. Ghislain Gosse a précisé que, même si la vapeur d'eau est le plus important gaz à effet de serre, les bandes d'absorption de celle-ci sont déjà saturées, et donc qu'une quantité supplémentaire ne changerait rien à la situation actuelle. En revanche, **la variation de la pluviométrie, notamment ses distributions spatiales et temporelles, au cours des années à venir doit être étudiée en priorité.**

M. Pierre STENGEL a insisté sur l'importance de **la prise en compte du rôle global de l'agriculture dans le cycle de l'eau**, qui agit sur la ressource disponible et le régime des eaux, bien au-delà des 5 milliards de mètres cubes prélevés pour l'irrigation. L'équilibre forêt-agriculture, la part des prairies, la durée des cycles végétatifs affectent les quantités drainées et le ruissellement. D'autre part, il convient de considérer non seulement les variations des hauteurs pluviométriques mais aussi l'évolution possible de l'intensité des événements pluvieux et de leur distribution temporelle. Les hypothèses d'accroissement de la fréquence d'événements extrêmes et de plus grande concentration des pluies dans la période hivernale impliquent des besoins pour l'irrigation et des risques de crues catastrophiques accrues. Les deux convergent pour inciter à la réflexion sur les aménagements préventifs souhaitables.

M. Jean BOIFFIN a noté que même si les changements actuels de pluviométrie ne sont pas causés par le climat, il est utile de s'en servir pour en tirer des conclusions.

M. Pierre STENGEL a rappelé l'intérêt de connaître et représenter avec précision **le cycle de l'eau**. Ainsi, le prélèvement domestique, qui représente, lui aussi, approximativement 5 milliards de mètres cubes, est-il à différencier du prélèvement pour l'irrigation. Le premier retourne pour une large part à l'hydrosystème, nappes et cours d'eau, le deuxième est majoritairement évaporé.

Il a ensuite évoqué un autre gaz à effet de serre, le **méthane**, dégagé notamment par les ruminants. Il a souligné, à ce sujet, un élargissement du débat sur l'intensification de l'élevage. Dans ce cas, une même quantité de lait totale produite par un nombre plus faible de vaches à haute productivité aboutit à une émission réduite de méthane.

Il a enfin relevé que peu de données sont disponibles sur les émissions de méthane par **les zones humides** sur notre territoire et que **l'évaluation des puits de carbone donne lieu à des estimations très incertaines**. Les acquisitions de nouvelles données et l'amélioration des modèles sont en cours sur ce point, en particulier grâce au soutien du programme GICC (Gestion et Impact du Changement Climatique) soutenu par le Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement.

M. Jean BOIFFIN a relevé **le retard de la France en observation de l'environnement**, notamment en ce qui concerne les données nationales, alors qu'aux Etats-Unis d'Amérique et dans les pays anglo-saxons ces éléments existent, notamment des cartes des sols très détaillées. En conséquence, **lors des négociations internationales, la France manque d'outils techniques** pour contrer les chiffres produits par les Américains.

M. Ghislain GOSSE a estimé nécessaire de disposer d'outils d'évaluation de **la dynamique de stockage du carbone dans les sols**.

Au sujet des **biocarburants**, M. Ghislain GOSSE a fait observer que leurs écobilans ont été réalisés. Tous les bilans de gaz à effet de serre sont en leur faveur : les filières ester d'huiles végétales (colza notamment) sont de ce point de vue les plus performantes alors que l'émission de gaz carbonique lors de la fermentation pénalise les filières éthanol (ex. blé ou betterave).

Il a noté ensuite que **l'utilisation traditionnelle du bois est restée d'une efficacité limitée**, et que **les techniques de cogénération** (chaleur + électricité) seraient bien plus efficaces. Toutefois, en l'absence de réseaux de chaleur, l'utilisation de la chaleur dégagée reste aujourd'hui problématique. Il a rappelé ensuite l'existence du **rapport du Commissariat général du plan sur les énergies renouvelables**.

M. Jean BOIFFIN a souligné que les retournements supplémentaires de prairie liés à l'évolution des quotas laitiers avaient abouti à un déstockage involontaire mais important de carbone du sol. Cet exemple illustre l'intérêt **d'étudier l'impact des évolutions économiques, et des mesures politiques qui les orientent, sur les émissions de gaz à effet de serre**. Cela n'est fait qu'exceptionnellement.

M. Bertrand HERVIEU a indiqué qu'un **comité stratégique de l'INRA** sera constitué, pour mener une réflexion à long terme sur l'agriculture.

Il a rappelé **les différentes préoccupations des principaux organismes de recherche liés à l'agriculture**. Il existe entre eux une véritable complémentarité et un partage des compétences clair dans la majorité des domaines. L'ingénierie des équipements et aménagements relève ainsi plus spécifiquement du CEMAGREF, l'étude des systèmes techniques de production agricole et forestière de l'INRA.

Leur coopération permet d'aborder de manière intégrée **les bilans environnementaux** en tenant compte des impacts directs des cultures, tels que ceux de la fertilisation azotée, des consommations énergétiques, et de la chaîne de recyclage des effluents (traitement, épandage, ...). Il a ensuite rappelé que **la consommation de carbone fossile par l'agriculture** est limitée. Son poste principal, la consommation de carburant par les véhicules, ne dégage qu'environ 1,5 million de tonnes de carbone.

En conclusion, M. Bertrand HERVIEU a souhaité que des débats soient ouverts sur **la reconfiguration des liens entre la recherche publique et les forces économiques et sociales.**

*Références :*

*Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 1999 – « Bilan et gestion des gaz à effet de serre dans l'espace rural ». Colloque Académie d'Agriculture, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, 18-19 mars 1999, 85-6, 392 p.*

*J. Boiffin, P. Stengel, 1999 – « Réapprendre le sol : nouvel enjeu pour l'agriculture et l'espace rural ». DEMETER 2000, Économie et stratégies agricoles, Armand Colin éd., p 72-147.*

*B. Seguin, P. Stengel, - « Effet de serre et changement climatique ». A paraître INRA Mensuel, Printemps 2002.*

*R. Delécolle, J.F. Soussana, J.P. Legros (1999). « Impacts attendus des changements climatiques sur l'agriculture française ». C.R. Acad. Agric. Fr., 85, n°4, pp.45-51*

*R. Delécolle, P.A. Jayet, J.F. Soussana (1998) « Agriculture française et effet de serre : quelques éléments de réflexion ». In « Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle », ouvrage collectif éd. par MIES, Imprimerie Nationale Paris, pp. 77-80*

*G. Aussenac, J.M. Guehl (1998) « Impact sur la forêt et la sylviculture ». Ibidem, pp. 81-87.*

**INSTITUT PASTEUR**

**PROFESSEUR FRANÇOIS RODHAIN**

**(10 octobre 2000)**

En préambule, le Professeur François RODHAIN a indiqué en réaction au libellé du sujet de l'étude de l'Office parlementaire qu'il lui semblait important de ne pas trop focaliser son attention seulement sur **la France** dans la mesure où celle-ci a **un rôle mondial à jouer dans le domaine des maladies à transmission vectorielle**.

Il a précisé ensuite que ces maladies infectieuses étaient son seul domaine de compétence.

Le Professeur François RODHAIN a souligné la très importante **recrudescence des maladies infectieuses** depuis une vingtaine d'années, ce qui s'explique à la fois par les importantes modifications économiques liées aux activités humaines, et par la croissance démographique.

La déforestation, la gestion des eaux, les nouvelles techniques d'agriculture et d'élevage, notamment l'agriculture irriguée, la multiplication des déplacements, le changement climatique, expliquent en partie cette recrudescence, liée aussi aux traitements médicaux modernes (transfusions, greffes) et au relâchement des politiques sanitaires, notamment celui des campagnes de vaccination.

Dans l'hypothèse où le réchauffement climatique serait réel, et seulement dans ce cas, **les médias** soulignant trop souvent les conclusions alarmistes d'une évolution climatique éventuelle, le Professeur François RODHAIN a regretté que les prévisions apocalyptiques reprises par les médias ne soient pas assez réfléchies. Il a rappelé que **les modèles climatiques** ne sont pas tout à fait au point dans la mesure, par exemple, où ils ne prennent pas en compte toutes les données, notamment celles qui ont trait aux comportements humains, et où ils n'ont pas vraiment la capacité de prévoir tous les changements.

Le Professeur François RODHAIN a indiqué aussi que **la répartition géographique des maladies à vecteur** était habituellement différente de celle des vecteurs eux-mêmes.

En effet, les vecteurs sont présents dans des zones plus étendues que celles des maladies qu'ils véhiculent. De plus, d'autres facteurs interviennent dans la propagation de la maladie, ce qui est illustré par le fait que l'intensité de propagation de la maladie n'est pas forcément proportionnelle à la densité du vecteur. De même, l'incidence de la maladie, comme celle du vecteur, ne sont pas proportionnelles, forcément, à l'intensité de la transmission. En outre, le nombre de morts n'est pas obligatoirement proportionnel au nombre de cas de maladie. C'est ainsi qu'en Afrique, concernant **le paludisme**, on trouve parfois cinquante fois plus de moustiques qu'il n'en faut pour assurer la transmission, ce qui incite à relativiser l'augmentation ou la diminution des vecteurs dans une région donnée.

**Actuellement en France, les maladies à vecteur sont peu répandues.** Le paludisme a même disparu. Le vecteur est pourtant toujours présent mais il peut y avoir anophélisme sans paludisme. De même, durant le petit âge glaciaire, au XVII<sup>ème</sup> siècle, le froid n'empêchait pas la présence du paludisme, ce qui montre que **la température n'est pas le seul facteur** lié à ce risque d'affection. On peut également supposer que si la température augmente, l'influence de cette hausse sera limitée.

A propos du **virus West-Nile en Camargue**, le Professeur François RODHAIN a souligné que des cas sont observés en automne mais non en hiver. Ce virus dont l'impact reste limité est apporté par des oiseaux migrateurs venus d'Afrique. Il ne s'agit pas d'un problème de santé publique. Il est probable qu'il n'y a d'ailleurs là aucune incidence du changement climatique.

Quant au **virus de l'encéphalite à tiques**, le climat seul n'est pas susceptible d'en modifier la propagation.

**En cas d'augmentation de la température, les leishmanioses (1) pourraient s'étendre** et remonter vers le nord de la France pour certaines variantes de la maladie.

Pour **les puces et les poux**, rien n'est modifié par le climat et **le typhus** continue de se manifester l'hiver.

Aux yeux du Professeur François RODHAIN, le problème actuel réside plutôt dans **l'introduction de vecteurs encore absents de France**. Tout est possible dans ce domaine puisqu'environ 5000 à 6000 cas de paludisme sont introduits par des voyageurs, ce qui provoque environ 25 morts par an, mais il s'agit de cas isolés et non de réservoirs alors qu'un phénomène plus important avait été observé au moment du retour des Français d'Algérie. Une réaction rapide et efficace avait eu lieu à cette époque.

---

(1) *Ces maladies frappent l'homme et les animaux. La leishmaniose viscérale, maladie essentiellement infantile peut évoluer vers la mort ; la leishmaniose cutanée est d'évolution bénigne.*

C'est maintenant **le risque de la dengue** qui pourrait devenir important. C'est **un problème de santé publique mondiale**. Avant la seconde guerre mondiale, il provoquait des épidémies dans le Bassin méditerranéen, véhiculées par l'*Aedes aegypti*. Maintenant la dengue, qui existe aux Antilles ou dans d'autres régions touristiques, est souvent rapportée par les voyageurs.

De plus, l'*Aedes Albopictus* est arrivé en Europe. Du fait du transport de vieux pneus, en partie à l'occasion d'un commerce parallèle, ce moustique d'origine asiatique a gagné les Etats-Unis d'Amérique et le Mexique, puis l'Albanie, l'Italie (Gênes), puis tout le nord de l'Italie. En octobre 1999, un foyer fut observé en Normandie et un dans le Poitou. Peu sensible au froid, ce vecteur a tendance à remonter vers le nord et a été observé notamment à Pékin.

Contre la dengue, il n'existe ni traitement, ni vaccin. L'issue en est la guérison ou la mort.

Dans ces conditions, l'apparition de cas hémorragiques en Asie, concernant notamment les enfants, montre la nécessité absolue de repérer les foyers d'infection afin d'élaborer une politique de prévention et de la mettre en œuvre en temps utile.

Les moustiques sont très faciles à identifier en France, mais il existe **une pénurie d'entomologistes médicaux** indépendamment de la simplicité de principe du problème.

Dans le Languedoc, il existe une entente interdépartementale pour la démoustication.

Abordant la situation dans **les DOM-TOM**, le Professeur François RODHAIN a rappelé qu'en **Guyane**, le paludisme est actuellement en recrudescence du fait de l'immigration clandestine avec des souches résistant au traitement. La dengue est déjà présente là-bas et également la fièvre jaune, mais assez faiblement. Au total, **même une augmentation de température de deux degrés ne changerait rien aux problèmes posés**. Il en serait de même en **Martinique** et en **Guadeloupe** où l'on trouve déjà la dengue, mais pas le paludisme, et à **La Réunion** où l'on rencontre également la dengue et des cas de paludisme importé.

Ces données ne devraient donc pas justifier une panique face à l'augmentation de la température.

En **Polynésie**, l'on rencontre la dengue et la filariose lymphatique. Des estimations locales des vecteurs sont possibles mais des phénomènes de colonisation peuvent toujours survenir, ce qui fait que les conclusions actuellement disponibles paraissent peu utilisables, mais au contraire justifient la poursuite des recherches en cours.

Le Professeur François RODHAIN a donc estimé que, plutôt que se focaliser sur la seule augmentation de la température, il conviendrait de **s'intéresser aux associations entre augmentation de la température et changement des**

**précipitations**, ou changement de la température et sécheresse, ce qui alors diminue la présence des vecteurs alors qu'au contraire, la hausse de la température alliée à l'accroissement de l'humidité renforce la présence des vecteurs et leur longévité.

Ainsi, en **Ouganda** où sévit le paludisme, des facteurs autres que le changement climatique sont à l'œuvre ; les mesures de lutte y perdent de leur efficacité et le paludisme est revenu dans les mêmes limites qu'autrefois. **Aucun lien ne semble observé aujourd'hui entre hautes températures et retour automatique du paludisme**. Quelquefois l'arrivée progressive de celui-ci n'est d'ailleurs qu'une arrivée provisoire.

De plus, **l'augmentation de la température doit elle-même être analysée. S'agit-il de la moyenne annuelle, de la moyenne journalière ou de la moyenne des températures minimales de la nuit** ? En fonction de l'un ou l'autre de ces critères, les zones de présence des vecteurs seront modifiées en conséquence. En outre, on peut supposer que, si le nombre de vecteurs augmente du fait d'un changement climatique, le nombre d'ennemis naturels des vecteurs augmentera parallèlement et rien n'exclut qu'un nouvel équilibre soit trouvé.

Face à de telles interrogations, le Professeur François RODHAIN a considéré qu'il est important de **raisonner en naturaliste, c'est-à-dire en prenant en compte l'ensemble du contexte**. Or, aujourd'hui, il n'y a plus de naturalistes, ce qui peut être considéré comme catastrophique, l'esprit naturaliste s'étant également perdu. Souvent, ces sciences ont été considérées comme désuètes ou inutiles. Ce manque de naturalistes est commun à l'ensemble des pays développés, même si un petit sursaut a été observé aux Etats-Unis d'Amérique.

D'une manière générale, le professeur François RODHAIN a observé que toutes les espèces s'adaptent à l'environnement, de même certains élevages, mais que l'homme a tendance à faire le contraire.

S'ajoute à cela **le rôle déformant de l'information** qui amplifie les moindres catastrophes et génère une angoisse collective. C'est ainsi qu'un article récent de l'hebdomadaire « *Le Point* », accompagné de deux photos, a donné l'alarme a propos du virus *West Nile* alors que seuls sept chevaux avaient été touchés. Il y a là un exemple de **confusion entre un problème de santé ponctuel et un problème de santé publique**. Or, les médecins ont précisément à s'interroger sur la différence entre ces deux concepts lorsque, par exemple, une campagne de vaccination est lancée et qu'elle risque de provoquer quelques cas victimes d'importantes complications. Que choisir alors ? Prendre le risque de ces quelques cas pour prévenir une maladie qui n'existe pas encore dans la zone considérée ou choisir de sauver davantage de personnes grâce à la campagne de vaccination dans l'éventualité où la maladie viendrait à se déclarer dans cette zone ?

Le Professeur François RODHAIN a déploré le nombre excessif de **publications** pas assez fouillées et aux conclusions trop peu nuancées, y compris parmi des publications scientifiques.

Il a aussi souligné **l'importance des modifications de saisonnalité dans les modifications des périodes de transmission des maladies.**

En conclusion, il a rappelé que **l'Institut Pasteur**, fondation privée, comportait deux services d'entomologie médicale regroupant environ quinze personnes et qu'une bonne liaison entre l'Institut Pasteur et l'Outre-Mer existait.

Il a insisté sur l'importance du financement de la recherche en précisant que les subventions de l'Etat à l'Institut Pasteur, qui représentent plus d'un tiers de ses ressources, étaient stagnantes, que les ressources tirées de son patrimoine comme des expertises et des redevances atteignaient environ 40 % et que les 25 % restants, provenant des dons et legs, étaient aléatoires. De plus, les revenus industriels diminuent. Enfin, la concurrence avec l'INSERM et le CNRS est réelle et aucune embauche n'est réalisée.

Sur la question particulière de **la recherche sur le climat et la santé**, même si la France n'est pas absente, peu de choses sont effectuées, par exemple, un festival international de géographie tenu récemment à Saint-Dié avait comme thème géographie et santé.

Par ailleurs, l'**IRD** (ex-ORSTOM) à Montpellier, associé avec le CIRAD, recueille beaucoup d'images satellites très utiles, mais l'Institut Pasteur est en dehors de ces observations.

Enfin, le Professeur François RODHAIN a regretté que les bourses de thèses ne soient pas développées et que des stages à l'étranger après la thèse ou traduisant un changement d'orientation ne soient pas facilités, les Français étant ainsi pénalisés par rapport aux **chercheurs** étrangers.

**INSTITUT PIERRE-SIMON LAPLACE  
(I. P. S. L.)**

**M. HERVÉ LE TREUT,**

**LABORATOIRE DE MÉTÉOROLOGIE**

**(24 avril 2001)**

M. Hervé LE TREUT a tout d'abord rappelé que les modèles de simulation numériques du climat actuels étaient l'aboutissement de **plus de trente années de recherche**, ce qui correspond à la période d'apparition des ordinateurs de forte puissance. Il existe en la matière un défi à relever : **peut-on, à partir des lois de la physique, « reconstruire » la planète ?** Cet exercice est évidemment d'une grande complexité, notamment du fait des interactions entre l'océan et l'atmosphère et des oscillations de type *El Niño*. Pour M. Hervé LE TREUT, la réponse à cette question est très largement positive, car **la planète numérique peut ressembler beaucoup à la planète réelle**. Pour autant, **les modèles ne sont pas des outils magiques permettant de déduire le futur du présent**. A la limite, les modèles font apparaître davantage de certitudes pour les années 2050 et 2100 que pour 2000. En effet, point n'est besoin de diagnostic fin de la période actuelle pour appuyer les prévisions futures si celles-ci sont caractérisées par une augmentation réellement massive des gaz à effet de serre.

Les modèles de simulation des climats présentent essentiellement **trois types d'imperfections**.

Tout d'abord techniques, du fait du **maillage de la sphère**, car il est nécessaire d'opérer un mélange physique de l'échelle continentale avec des petites échelles, cette difficulté provenant de la puissance limitée des ordinateurs. Cependant, ces appareils ne cessent d'être améliorés : jusqu'en 1980 le plus puissant ordinateur appartenait au CNES et il lui fallait quarante heures de calculs pour simuler un mois de climat. Actuellement, la même simulation prend une minute.

La seconde série d'imperfections provient des modèles physiques employés qui ne saisissent pas **les aspects chimiques et biochimiques de la réalité**. L'extrapolation des modèles est en cours pour permettre cela.

La troisième série d'imperfections résulte du fait que **le climat est un système chaotique, pas entièrement prévisible**. C'est pourquoi, même si la planète numérique ressemble à la terre, **plusieurs histoires climatiques sont à tout moment possibles, à partir d'une situation donnée**.

De plus, les modèles décrivent l'atmosphère grâce à de très grandes échelles horizontales, des milliers de kilomètres, et ils fonctionnent bien sur ce schéma. Mais les modèles **résolvent mal les échelles verticales, par exemple les nuages**. Il faudrait arriver à retracer des mouvements de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres. Peut-être que l'*Earth Simulator*, ordinateur japonais mettant en réseau plusieurs milliers de super ordinateurs et atteignant une puissance de 100 à 1000 fois supérieure à celle des ordinateurs actuels, parviendra-t-il à cela.

M. Hervé LE TREUT a insisté sur le fait que **la crédibilité de la recherche se joue en partie sur l'efficacité des modèles climatiques**, la recherche européenne devant être au même niveau que la recherche américaine ou japonaise.

Divers scénarii sont explorés. Le premier, très simple, est fondé sur **le doublement du gaz carbonique dans l'atmosphère**, seuil qui devrait être atteint vers **2050**. Cette hypothèse reste plausible. Elle implique que le gaz carbonique va augmenter de 1% par an dans l'atmosphère, étant admis pour simplifier que ce pourcentage comprend l'ensemble des gaz à effet de serre.

Quinze modèles ont tourné sur ce schéma, aboutissant tous à l'année 2050, avec des divergences quant à **l'augmentation de la température moyenne** qui pourrait être de 2° à 4° ; l'estimation basse de + 2° moyens correspondant en fait à + 4° sur les continents et à davantage de réchauffement vers les hautes latitudes. **Les précipitations**, quant à elles, devraient frapper davantage les régions équatoriales et nos latitudes. Elles seraient, à l'inverse, plus faibles dans les régions tropicales, mais les localisations précises de ces phénomènes demeurent difficiles à opérer. Une troisième conséquence se traduirait par **le ralentissement de la circulation atlantique**, du fait de la diminution de la salinité des eaux, même s'il n'est pas encore question du risque de l'arrêt du *Gulf Stream* à ce stade.

Après ces simulations idéalisées, une deuxième génération de simulations utilisant les mêmes modèles a été réalisée et servira de base au futur rapport du GIEC, mais cette deuxième génération n'est pas pleinement réalisée en France ; les laboratoires français ne sont pas formellement saisis de recherches sur ce thème. En fait, **il faudrait relier les incertitudes des scénarii économiques à celles des modèles climatiques en faisant coopérer économistes et climatologues**. Lorsque le GIEC évoque en **2100** une hausse moyenne des températures oscillant entre + 2° et + 6° , la moitié environ de cette hausse est due au scénario lui-même. Les mêmes causes d'incertitude affectent l'élévation prévue du niveau des océans de 20 à 80 cm en 2100.

**La question de l'impact des rétroactions entre la physique, la chimie et la biochimie demeure centrale**. Elle est étudiée dans les simulations de l'Institut

Pierre-Simon Laplace et celles du Hadley Center. Des émissions actuelles dans l'atmosphère, on peut estimer que 50 % du gaz carbonique restent dans l'atmosphère tandis que 50 % sont absorbés par les puits de carbone que sont les océans et la végétation. Mais ces deux pourcentages peuvent évoluer en cas de changement climatique. **Si le climat devient plus chaud, il est vraisemblable que les puits de carbone absorberont moins de gaz carbonique** du fait du *stress* hydrique et de la stratification de l'océan -apparition d'une couche chaude en surface. Sur ces points les modélisations ne sont pas encore très sûres. Au-delà du problème du carbone, s'ouvre un domaine de recherche très grand sur les problèmes de chimie (par exemple **interactions avec l'ozone** qui ne sont pas bien traduites dans les modèles).

**L'ensemble des modélisations réalisées à l'instigation du GIEC souffrent d'une faiblesse qui consiste à arrêter les simulations en 2100.** Or, les courbes, loin de s'infléchir, croissent toujours en arrivant à ce terme. Il n'est même pas exclu que les évolutions des océans comme de la calotte glaciaire puissent s'accélérer au delà de cette date. Cela renvoie aux **effets de seuils dans le climat**. C'est ainsi que dans le passé, pour l'océan, ont existé des oscillations très rapides. Si cela devait se reproduire, l'Atlantique pourrait être différent et ressembler davantage au Pacifique, donc être plus froid aux hautes latitudes. Par ailleurs **les glaciers et les calottes glaciaires sont encore mal pris en compte dans les modèles.**

Si le niveau des océans monte, il y aura d'abord une dilatation des océans et une fonte des glaciers de montagne dans un premier temps, mais par la suite, qu'advient-il de l'Antarctique dont une partie s'appuie sur un socle rocheux situé en dessous du niveau de la mer ? **Il n'est pas exclu qu'une hausse de plusieurs mètres du niveau des océans intervienne mais elle n'aura lieu qu'au-delà de 2100.** Il y a là un grand enjeu pour l'amélioration de la modélisation dans les années qui viennent.

**Une difficulté réside aussi dans le passage des échelles globales aux échelles locales.** Pour la vaincre, une première méthode consiste à imbriquer les modèles en forçant un modèle régional. Les Scandinaves et les Allemands essayent cette méthode. Une seconde, suivie par l'IPSL et METEO FRANCE, consiste à retenir des modèles avec des mailles variables (de 300 km pour l'ensemble de la planète et plus petites pour la France), mais à partir des mêmes équations. La troisième solution repose sur des statistiques qui sont affinées à partir de moyennes.

Aucune de ces méthodes n'est parfaite. De plus, **les simulations couplées ne sont utilisées que depuis cinq à dix ans et il n'y a pas encore assez de recul scientifique pour en tirer tous les profits.**

Pour la France, les modèles décrivent **davantage de sécheresse au sud et davantage de pluies au nord**, ce qui ne constitue qu'une tendance probable, déduite d'un système d'imbrications de probabilités. Il faudrait mener davantage d'expériences mais ce travail ne devient que très progressivement à portée des équipes actuelles.

Il est vraisemblable que **l'enneigement dans les stations de ski diminuera**. METEO FRANCE travaille sur ce thème, à partir d'une étude vallée par vallée.

Quant aux **événements extrêmes**, à petite échelle, les tempêtes, les inondations, leur occurrence serait modifiée et **ils seraient à redouter plus souvent qu'une fois par siècle**.

Pour prendre une comparaison parlante, M. Hervé LE TREUT a indiqué que **simuler le climat à venir revenait à jouer avec un dé pipé**. C'est ainsi que si, par exemple, le 6 revient plus souvent, il faudra disposer d'un recul énorme pour voir si le 6 est sorti par hasard ou si cette fréquence était liée au dé pipé (c'est-à-dire aux activités humaines). Quoi qu'il en soit, **des documents suffisants illustrant l'évolution climatique au cours du passé récent manquent**. Il est donc important de développer les recherches sur les données climatiques historiques.

Par ailleurs, **une très grande inconnue réside dans les nuages**, système très fin dont les effets énergétiques sont très difficiles à analyser. Parfois, des dispersions du simple au double dans l'élévation des températures sont presque uniquement dues aux effets des nuages ; les nuages expliquent la plus grande partie de la dispersion des résultats liée aux modèles dans les projections actuelles du GIEC. Ni les données paléoclimatiques, ni les évolutions observées au cours des dernières années, ne sont assez précises ou assez longues pour trancher ce problème. S'ajoute à l'augmentation des gaz à effet de serre, une augmentation des aérosols dont le rôle est très important : ces derniers ont sûrement contribué à un affaiblissement du réchauffement, mais **l'incertitude** demeure sur l'importance de cet affaiblissement.

C'est pourquoi, encore une fois, M. Hervé LE TREUT a souhaité insister sur le fait que **les modèles constituent des outils experts très étudiés mais seulement pour évaluer un risque et non pour fournir une prévision datée**.

Interrogé sur le niveau des **modélisateurs français** par rapport à leurs confrères internationaux, M. Hervé LE TREUT a estimé que **les Anglais** se trouvaient en tête de cette recherche, car, dès 1989, ils ont créé un centre dédié appuyé sur un système universitaire déjà performant en météorologie et différant en cela des chercheurs d'Europe continentale.

**La France** n'est cependant pas située très loin derrière et elle possède de bon atouts, du fait de sa large multidisciplinarité. C'est ainsi que dans les rapports du GIEC, la part de la France est importante. Mais il existe **un problème d'emploi dans les laboratoires de recherche** qui empêche de se mobiliser vite. Tel est le cas en particulier pour le travail technique périphérique.

Un atout majeur est constitué par les moyens informatiques du CNRS (IDRIS) bien à niveau.

Mais cette situation pourrait ne pas durer avec l'arrivée de super ordinateurs tel le *Earth Simulator* des Japonais.

De leur côté, **les Américains** refusent d'acheter les ordinateurs japonais et se tournent davantage vers un très gros projet américain : l'*Accelerated Climate Initiative*.

**Une réponse européenne est indispensable qui exigera la fédération des centres de calculs européens.** Un projet est en cours d'élaboration.

A propos des parts respectives du gaz carbonique et des autres gaz, M. Hervé LE TREUT a précisé que l'impact climatique était de nature qualitativement similaire pour les autres gaz dont la complexité de la chimie n'est pas bien prise en compte, mais l'IPSL, comme d'autres laboratoires, d'ici quelques années, devrait être en mesure de distinguer entre les différents gaz, notamment entre leurs durées de vie et impact radiatif variables. Cette différenciation est nécessaire pour établir des objectifs de réduction cohérents. Revenant sur les écarts existant entre les différents modèles de simulations climatiques, M. Hervé LE TREUT a estimé que la recherche scientifique était ouverte et coordonnée le plus souvent, ce qui produisait **des modèles tous cousins entre eux, certains modèles incorporant des parties d'autres modèles.** De plus, les programmes européens coordonnent leurs efforts.

Des rencontres fréquentes ont lieu entre l'IPSL et METEO FRANCE, mais aussi, par exemple, entre l'IPSL et l'Institut Max PLANCK. L'organisation mondiale de la Météorologie a aussi ses programmes et, de plus, un centre aux Etats-Unis d'Amérique s'attache à **évaluer tous les modèles** depuis une quinzaine d'années avec des résultats plutôt satisfaisants (le PCMDI).

Toutefois, pour valider et appliquer les modèles comme pour évaluer des dommages climatiques, **les pays en voie de développement devraient être associés à ces efforts.** C'est ainsi que, lors de la dernière réunion du groupe 1 du GIEC à Shanghai, rien n'a été formulé sur les risques de sécheresse en Europe du sud et en Afrique du nord, et ce du fait de l'absence de publications internationales sur ces thèmes, ce qui ne signifie pas que ces risques n'existent pas.

M. Hervé LE TREUT a ensuite souhaité que soit développée **une pédagogie des foules et des gouvernements**, grâce notamment à la distribution des résultats des modèles à des scientifiques autres que ceux qui les ont imaginés, ce qui permettrait des recoupements très instructifs.

A propos des **DOM-TOM**, il a précisé qu'il n'avait jamais reçu de demande d'études focalisées sur les DOM-TOM, mais qu'il serait possible de réaliser au moins une première étape qualitative en quelques mois, d'abord à partir de l'exploitation des modèles, simplement le temps nécessaire n'a pas encore été consacré à cette tâche, jusqu'à présent.

Revenant sur les équipes et les modèles français, M. Hervé LE TREUT a évoqué les moyens du **CNRS** et du **CEA** à Paris et de **Météo France** à Toulouse, ce qui représente un total d'environ **une centaine de personnes travaillant sur le climat**, bien distinctes de celles employées pour la météo. Ce niveau d'effectif est

loin d'être insignifiant à l'échelle de l'Europe, même si l'Allemagne et le Royaume-Uni comptent chacun environ 150 chercheurs spécialisés.

Jusqu'à présent, cette recherche est essentiellement financée par des **crédits publics** et cela ne pourrait évoluer que si la valorisation des résultats était développée. Peut-être la création **d'une fondation** permettrait-elle une telle valorisation, à partir des données inexploitées des centres informatiques ?

A propos de la connaissance des **climats du passé**, M. Hervé LE TREUT a estimé que les résultats des glaciologues comme des archéologues continentaux constituaient un tout, extrêmement précieux, dont l'étude doit être globale.

Enfin, à propos des analyses sur l'expertise scientifique développées par M. Philippe ROQUEPLO, M. Hervé LE TREUT s'est montré très favorable à **l'invention d'un lieu de débat scientifique nouveau.**

**INSTITUT DE RECHERCHE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
(IRD)**

**M. JACQUES MERLE,  
DIRECTEUR DE RECHERCHE  
DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT MILIEU ET  
ENVIRONNEMENT**

**M. RÉMY LOUAT,  
DIRECTEUR DE RECHERCHE  
CHARGÉ DE MISSION POUR LES GÉOSCIENCES**

**(20 décembre 2000)**

L'Institut de recherche pour le développement (IRD) mène des **recherches sur les pays de la zone tropicale et les départements et territoires d'outre-mer**. Il a pour ambition de conduire une recherche susceptible d'**aider les pays en voie de développement, notamment dans leurs difficultés face aux changements climatiques**, par exemple les oscillations du phénomène *El Niño*. Des interactions existent entre le changement climatique global et les manifestations récentes de ce phénomène. L'IRD étudie, depuis environ 40 ans, le phénomène *El Niño* dans l'océan Pacifique ainsi que d'autres oscillations climatiques affectant les régions tropicales en Afrique et en Amérique du Sud notamment.

Les axes de recherche principaux de l'IRD dans le domaine de l'environnement sont **l'océanographie** et la **paléoclimatologie** qui s'applique à la fois aux continents et aux océans. Cependant l'IRD compte peu d'atmosphériciens parmi ses chercheurs et est absent de certains domaines de recherche sur l'environnement tel que le trou d'ozone.

M. Jacques MERLE a rappelé que l'IRD compte environ 1.500 personnes, chercheurs, ingénieurs, techniciens, dont environ 200 travaillent sur **le climat**. Ces chercheurs et techniciens sont répartis dans des Unités de Recherche dont certaines sont associées étroitement aux universités et au CNRS dans des Unités Mixtes de Recherche à Paris, Toulouse, Brest et Montpellier. L'IRD est ainsi membre à Paris de l'Institut Pierre-Simon LAPLACE avec le CNRS, l'Université Paris VI, l'Ecole Normale Supérieure et l'Ecole Polytechnique.

L'IRD possède des **bases d'observation du climat** sur la ceinture tropicale : en Nouvelle-Calédonie, où il étudie depuis 40 ans les échanges entre l'océan et l'atmosphère et où il a contribué à l'explication du phénomène *El Niño*, en Guyane, dans l'île de La Réunion dans l'océan Indien, en Afrique. Deux **navires** lui permettent de réaliser des observations dans l'océan Pacifique (Nouméa), et dans l'océan Atlantique (Abidjan) où il est aidé par des chercheurs ivoiriens et sénégalais. En paléoclimatologie, l'IRD est surtout présent en Amérique du Sud (Brésil, Equateur, Bolivie, Pérou, Chili), en Afrique et dans le Pacifique.

Abordant la question des **forêts**, M. Jacques MERLE a rappelé l'importance du couvert végétal dans l'environnement climatique. **La lenteur du rythme d'adaptation des forêts** est compatible avec les échelles de temps de la variabilité du climat; ainsi, après un changement climatique important, il faut environ mille ans pour qu'un nouvel équilibre forestier s'instaure.

Il a indiqué que **des changements importants des grandes forêts de la planète s'étaient manifestés au cours des derniers millénaires**. La forêt amazonienne aurait brûlé à plusieurs reprises il y a environ quatre à cinq mille ans, probablement du fait d'une variation climatique qui aurait engendré un *stress* hydrique favorable aux incendies.

Grâce à l'étendue de la zone couverte par les observatoires de l'IRD, des comparaisons intéressantes peuvent être effectuées entre l'Afrique, l'Amérique et l'Océanie, ce qui explique en partie **la dimension planétaire et l'importance des résultats obtenus par l'IRD** qui, avec un effectif de chercheurs relativement faible par rapport au CNRS, par exemple, est un contributeurs scientifique majeur et reconnu internationalement dans l'étude du climat.

M. Jacques MERLE a souligné aussi **l'importance des études paléoclimatiques** pour comprendre l'évolution possible du climat des siècles à venir. Il est utile de remonter des dizaines de milliers, voire des centaines de milliers ou des millions d'années, en arrière pour éclairer le futur. Actuellement, l'IRD étudie particulièrement les impacts des changements climatiques passés sur les zones tropicales. L'un de ceux-ci : l'élévation du niveau moyen des océans, qui résulte davantage de la dilatation thermique liée au réchauffement que du changement de volume de celui-ci par la fonte des glaciers, est particulièrement important pour de nombreux pays insulaires de la zone tropicale.

Il a particulièrement insisté sur le fait que, **dans le Pacifique, certains Etats sont menacés de disparition totale en cas de montée des eaux** qui pourrait atteindre 50 cm ou 1 mètre au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle. A cet égard, il a observé que, si le GIEC a réduit le niveau de ses prévisions relatives à l'élévation du niveau des océans, les modifications de ses prévisions successives ont fortement inquiété une quarantaine de petits pays insulaires, qui ont créé une association, au sein de l'ONU, des « victimes non coupables » du réchauffement global. L'IRD a été choisi comme expert par ce groupe d'Etats, qui sont d'autant plus menacés que leurs côtes sont déjà dégradées par la concentrations naturelle des populations dans ces zones côtières.

Ainsi, plusieurs Etats dans le Pacifique composés d'atoll très bas sur l'eau sont menacés de disparition totale d'ici à un siècle, les îles Kiribati(1), Tokelau(2), et les îles Marshall(3). Ces Etats expriment avec force leurs réactions dans les grandes conférences internationales. Les Pays-Bas, le Danemark, la Suède et la France ont apporté leur soutien à ces Etats.

Certes, le phénomène de montée des océans doit être corrigé en fonction des mouvements tectoniques des îles, mais il est aussi amplifié lorsque l'oscillation *El Niño* amène des hausses supplémentaires du niveau des océans de 40 à 60 cm pendant quelques semaines. A ces phénomènes peuvent encore s'ajouter des cyclones qui apparaissent dès que l'eau dépasse des températures de 27-28°, ce qui peut entraîner de 1 à 3 mètres d'eau en plus pendant quelques heures.

Au total, **la conjonction de l'ensemble de ces phénomènes pourrait entraîner la disparition définitive de ces îles en quelques heures au cours d'un événement météorologique extrême tel qu'un cyclone.**

Au sujet des **impacts des changements climatiques sur l'agriculture**, M. Jacques Merle a indiqué que ceux-ci pourraient être importants, les cultures étant très dépendantes des précipitations et des températures. Quant aux **zones de pêche**, elles sont elles-mêmes très liées aux changements climatiques; ainsi il se produit déjà des déplacements des zones de prise du thon au gré des fluctuations d'*El Niño*. Or, 50 % du thon pêché au monde provient du Pacifique, et les petits Etats de cette région tirent d'importantes ressources de la vente de leur droit de pêche. Il est certain que **le changement climatique aura un grand impact sur la pêche et sur l'économie des Etats qui en vivent**, sans que l'on puisse encore préciser lequel. Des modélisations numériques sont effectuées dans ce sens par les équipes de l'IRD qui travaillent dans une Unité Mixte de Recherche à Paris VI - Jussieu au sein de l'Institut Pierre -Simon Laplace.

---

(1) Archipel de 33 îles dispersées sur une zone maritime de 3.500.000 km<sup>2</sup> et peuplé de plus de 80.000 habitants.

(2) Atolls Atafu, Nukunonu et Fakuofo, situés au nord-ouest des îles Samoa et peuplés d'environ 1.500 habitants.

(3) 31 atolls de corail, 5 îles et 1152 îlots peuplés d'environ 60.000 habitants.

M. Jacques MERLE a précisé ensuite que l'IRD était peu présent aux **Antilles**, sauf en agronomie et en hydrologie, davantage en raison de circonstances historiques que d'un choix véritable.

Il a ensuite noté qu'à **La Réunion**, où se trouve une importante université, un projet pourrait probablement être développé en liaison avec la proposition de loi du sénateur Paul VERGÈS sur le climat ; un **observatoire du climat de la ceinture tropicale** pourrait voir le jour répondant ainsi à l'initiative du Sénateur VERGES. Il a également été envisagé de coupler le projet de modèle sur l'Océan indien développé par l'IPSL, avec des recherches menées par l'université de La Réunion. Cela pourrait permettre **une meilleure connaissance de la mousson**.

M. Rémy LOUAT a insisté sur le fait qu'**outre-mer** beaucoup de phénomènes géologiques surviennent très vite. Par exemple, les îles Loyauté se rapprochent du Vanuatu à une vitesse de 12 cm par an, et les vitesses verticales de remontée des îles peuvent atteindre 2 à 3 mm par an en moyenne sur la longue durée ; il a même été observé la remontée d'une partie d'une île du Vanuatu d'un mètre en quelques heures.

Dans ces régions, sont menées également des analyses des **coraux fossiles**, qui donnent accès, entre autre, aux données des paléotempératures qui contraignent les modèles de reconstitution des climats passés ; des études sont menées par l'IRD en particulier au Vanuatu, en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française.

Par ailleurs, M. Rémy LOUAT a estimé qu'**une grande synthèse de l'évolution du climat de moins 30.000 ans à nos jours** était maintenant accessible ; les données collectées par les organismes français outre-mer donnent à la recherche françaises une visibilité internationale dans ce domaine d'étude.

Il a indiqué ensuite que **les glaciologues** de l'IRD travaillent sur les glaciers tropicaux des Andes, et ces glaciers révèlent l'existence du phénomène *El Niño* dans des périodes reculées. Pour l'instant, seulement deux équipes travaillent sur ces thèmes, l'une aux Etats-Unis d'Amérique, et l'autre à l'IRD.

M. Rémy LOUAT a insisté également sur le problème que pourrait poser **la fonte des glaciers continentaux** quant à la ressource en eau ; par exemple, du fait de la fonte très rapide des glaciers andins qui disparaîtraient au cours des cinquante prochaines années.

Il s'est plu à souligner que **les recherches françaises sur les tropiques** sont reconnues internationalement, car les équipes sont affectées à ces terrains de recherche dans la durée, et, de plus, la France est présente par ces équipes dans les trois océans.

Il a estimé que **les recherches internationales sur le climat** étaient bien organisées, les Etats-Unis d'Amérique se trouvant en tête de ce mouvement, et la France y jouant un rôle plus important que prévu, notamment à travers l'étude des coraux dans le Pacifique, ou encore le **programme d'observation de l'océan**

**Atlantique et de l'océan tropical** avec l'immersion de bouées fixes remontées périodiquement pour envoyer des données vers les satellites. Les instruments de mesure sont américains et la maintenance est française. Il y a là un bon exemple de coopération et de compétitivité.

Il a ensuite insisté sur l'importance des **observateurs** pour la collecte de données. Ces auxiliaires indispensables sont très respectés aux Etats-Unis d'Amérique, ce qui n'est pas encore le cas en France, même si le développement de cette activité semble redevenir à la mode.

A propos des **moyens de l'IRD**, M. Rémy LOUAT a noté qu'ils étaient à peu près égaux à ceux du CNRS pour le fonctionnement, mais qu'il se manifestait actuellement une pénurie d'ingénieurs et de techniciens. Quant aux recrutements locaux, ils ont été développés dans la mesure où des intégrations massives (plus d'une centaine) ont été obtenues à la suite de recours administratifs, même si les niveaux de qualification ont pu être jugés pas toujours adaptés aux programmes scientifiques.

Revenant au **changement climatique en cours**, M. Jacques MERLE a estimé que constituaient des certitudes, à la fois le réchauffement, l'intensification de l'effet de serre, et les perturbations liées à ces modifications. Il a relevé que **le réchauffement survenu depuis le début du siècle s'est infléchi au cours des années 1930-1960**, qui étaient pourtant des années de forte activité industrielle, ce qui laisserait supposer que le réchauffement provient d'une autre cause que de l'action de l'homme.

En ce sens, il a rappelé que vers l'an 1000 le Groenland était vert, et que les causes du petit âge glaciaire demeuraient mal connues. Il a insisté sur le caractère récent de beaucoup de données. Par exemple, **ce n'est que depuis 1970 que le rôle de l'océan dans le climat est reconnu**. Auparavant, même de grands océanographes refusaient d'admettre l'impact de l'océan sur l'atmosphère.

Il a insisté sur le refroidissement momentané des côtes, qui pourrait résulter de la fonte des glaciers, tout en observant que certaines variations se feraient ressentir en une dizaine d'années, tandis que d'autres ne seraient perçues qu'à l'échelle du millénaire.

Il a estimé que, même si aujourd'hui les modélisateurs ne prennent pas en compte toute la complexité océanique, il est vraisemblable que des progrès très rapides seront constatés dans la connaissance des océans.

M. Jacques MERLE a estimé qu'il n'incombait pas aux organismes de recherche eux-mêmes de financer, chacun dans son domaine, l'équivalent d'**un grand programme national d'études dynamique sur le climat**, car cela aboutirait à une politique excessive de chacun pour soi. En réalité, un financement national devrait être trouvé pour que la France soit à la hauteur des confrontations internationales sur ce thème.

En **Europe**, l'IRD escompte se fondre dans les activités européennes prévues, ce qui n'est pas tout à fait évident du fait des DOM-TOM, victimes de certains préjugés de la part d'autres pays européens.

Au sujet des relations éventuelles entre l'IRD et **les mouvements écologistes**, il a été précisé que l'IRD ne finançait pas ces organismes.

Enfin, il a été indiqué que l'IRD s'intéressait aussi au **lien entre climat et santé**.

**JEAN-MARC JANCOVICI (1)**  
**INGÉNIEUR CONSULTANT**

**(5 octobre 2001)**

Après avoir rappelé que **la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère** avait été bien supérieure au cours de l'ère tertiaire à ce qu'elle est aujourd'hui, M. Jean-Marc JANCOVICI a souligné que la différence entre les deux situations venait de ce que la période actuelle est caractérisée par l'existence d'une augmentation très brutale de la concentration à l'échelle des temps géologiques ou même historiques

Il a rappelé l'existence des courbes réalisées par le GIEC avec les constantes de temps des diverses **réponses à l'augmentation de l'effet de serre**. Il a rappelé aussi qu'il était nécessaire de réfléchir beaucoup plus largement à ce qu'il est envisageable de faire face à cette situation, et éventuellement à ce qu'il n'est pas possible de faire, la limite entre les deux n'ayant cependant pas de réponse dans l'absolu.

Il s'est demandé si les choix à opérer étaient bien du seul ressort des hommes politiques et s'il serait possible de stabiliser la concentration de gaz à effet de serre au double de ce qu'elle est aujourd'hui. Il a souligné que cet objectif serait particulièrement difficile à atteindre avec le schéma de pensée actuel.

Pour autant la difficulté provient aussi du fait qu'**aucun seuil de réchauffement ou de concentration de gaz à effet de serre n'a été vraiment identifié comme séparant le déclenchement d'une apocalypse d'une situation sans risques** : nul ne peut affirmer qu'une augmentation de tant de degrés en telle année constituerait le tournant décisif de l'évolution en cours.

---

(1) M. Jean-Marc JANCOVICI ([www.jancovici.com](http://www.jancovici.com)) est co-auteur de « L'Effet de serre » - Flammarion, coll. Dominos, 2001

M. Jean-Marc JANCOVICI a communiqué quelques ordres de grandeur. **Aujourd'hui, en moyenne, chaque habitant de la planète émet une tonne d'équivalent carbone par personne et par an tandis qu'un Américain en émet sept.** En se fixant un ordre de grandeur de 500 kilos de tonne d'équivalent carbone d'émission de gaz à effet de serre par habitant et par an (cette quantité correspond à la limite à ne pas dépasser pour que la concentration atmosphérique cesse d'augmenter), cela supposerait qu'un Français divise son taux d'émission par quatre et un Allemand par six tandis qu'un Chinois ou un Indien se trouverait déjà sensiblement à ce niveau.

A travers cet exemple, M. Jean-Marc JANCOVICI a insisté sur **la difficulté de la vulgarisation scientifique sur le problème de l'intensification de l'effet de serre**. D'une manière générale, il a estimé que la presse grand public était mal armée pour effectuer de la vulgarisation scientifique et qu'il reviendrait peut-être à la puissance publique d'effectuer un effort pour que chacun se sente concerné et agisse au quotidien.

A ses yeux, il ne s'agit pas d'imposer un comportement, mais de **sensibiliser aux côtés irréversibles des phénomènes climatiques**, de commencer à appréhender les ordres de grandeur et à **entrevoir qu'un changement radical du mode de vie pourrait être une solution**.

Peut-être faudrait-il valoriser la vulgarisation au sein des laboratoires scientifiques car si le GIEC est parvenu à faire passer une grande partie de ses idées dans un cercle restreint, ses rapports risquent de sembler indigestes au grand public et il reste à trouver une manière de traduire le discours scientifique pour le plus large public. Est-ce la mission du Palais de la Découverte, de la Cité des Sciences ? Faudrait-il aller jusqu'à organiser des conférences de chercheurs dans les collèges, dans les lycées, et auprès des étudiants ? Enseigner l'histoire de l'environnement ou créer au sein de la Fondation Nicolas HULOT des bourses de recherche pour des étudiants ?

Toujours est-il que M. Jean-Marc JANCOVICI a jugé impérieux de **trouver un langage commun, y compris à destination des politiques** qui sont trop peu nombreux à se sentir concernés et généralement trop mal informés.

Il a souhaité que la classe politique en général trouve le temps de s'interroger sur le long terme, peut-être au moyen de la réhabilitation du Commissariat Général du Plan. **Il a déploré que la plupart des hommes politiques croient que l'intensification de l'effet de serre est un problème à court terme auquel pourra être trouvée une solution le moment venu. Or, c'est le contraire. Il s'agit de très long terme et d'une problématique irréversible** -ce qui est à rapprocher des décisions prises à propos du troisième aéroport parisien et de l'autoroute Bordeaux-Clermont-Ferrand, la priorité accordée à la lutte contre l'intensification de l'effet de serre supposant logiquement, par exemple, de renoncer à ces deux projets.

Par ailleurs, la question des émissions de gaz à effet de serre concerne également le parc d'habitat comme les routes qui sont des infrastructures d'une durée de vie longue, donc influant durablement sur le niveau de ces émissions.

M. Jean-Marc JANCOVICI a ensuite particulièrement insisté sur le fait que **l'agriculture constitue la première source d'émission de gaz à effet de serre**, notamment du fait des émissions de carbone liées à la production d'un gramme de viande. En effet, la production végétale est elle-même en grande partie destinée à la production de viande, notamment de bœuf, et la consommation de viande rouge par habitant a été multipliée par deux depuis le début du siècle.

Pour apprécier les émissions provenant de l'agriculture, il faut prendre en compte, non seulement les émissions de méthane, mais celles de protoxyde d'azote et de CO<sub>2</sub> lié à l'utilisation d'énergie (engrais, tracteurs...). En fait, à un moment donné, il faut choisir entre diverses options plutôt incompatibles.

De plus, il est également à noter que, **dans la nomenclature de l'INSEE, l'agriculture et la sylviculture sont agrégées, ce qui n'est pas pertinent quant aux émissions de gaz à effet de serre car l'agriculture est une source d'émission et la sylviculture un puits d'absorption**. Agréger les deux revient à faire bénéficier les seules activités agricoles des absorptions des forêts, ce qui n'a pas de logique en soi mais masque une réalité.

Cependant, même les agronomes ne font pas vraiment apparaître ce phénomène et il serait souhaitable que des cours sur ces questions soient prévus, par exemple, à l'Institut National d'Agronomie.

M. Jean-Marc JANCOVICI a également souligné **l'incompatibilité entre la lutte contre l'effet de serre et l'extension de la péri-urbanisation**, qui entraîne la consommation de deux à trois fois plus d'énergie que les habitats situés en ville à surface égale ; à ce sujet, il a évoqué la nécessité de recourir à des compétences transversales pour étudier ce genre de phénomène. Or, d'après lui, aucun échelon opérationnel de synthèse n'existe en France actuellement.

Quant au **rapport entre les émissions de gaz à effet de serre et le niveau des populations**, M. Jean-Marc JANCOVICI s'est demandé s'il ne fallait pas poser le problème sous l'angle des ponctions opérées sur les ressources naturelles ; ce qui conduirait à constater que, contrairement aux apparences, ce sont les pays de l'OCDE et non ceux en voie de développement qui sont surpeuplés. Cet exemple montre d'ailleurs que l'économie ne peut pas être la clé des arbitrages dans la mesure où elle ne peut répondre aux questions politiques.

Abordant la question des **émissions par secteur**, il a souligné que le tiers des émissions concerne la consommation d'énergie tertiaire (le chauffage et les consommations d'éclairage, d'eau chaude... des logements et des locaux des entreprises), que les émissions directes des industries représentaient 20 % des émissions de gaz à effet de serre, et qu'il fallait faire attention à bien regarder les

émissions globales et non seulement l'émission unitaire par produit fabriqué. Toutefois, ce chiffre de 20 % est trompeur dans la mesure où les émissions induites par l'industrie, dont les transports des produits fabriqués comme des matières premières, le chauffage, les déplacements domicile-travail et les déplacements professionnels doivent être réintégrées, auquel cas **l'industrie apparaît comme étant à l'origine de 50 % de la consommation d'énergie, et vraisemblablement d'un pourcentage pas très éloigné des émissions de gaz à effet de serre.**

A cet égard, il a indiqué qu'un décret était en préparation sur **les indicateurs environnementaux des entreprises** et qu'il faudrait inciter à un dispositif pour comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre par les entreprises et peut-être inclure ce dispositif dans les obligations de moyens à respecter dans le cadre de la norme ISO 14000. Il a fait remarquer que cette norme ne porte pas sur le niveau de pollution du site certifié mais simplement sur l'existence d'un objectif le concernant..

M. Jean-Marc JANCOVICI a surtout insisté sur **les limites du modèle de développement actuel** qui est adapté à un monde infini mais pas au monde réel, cette remarque procédant d'un raisonnement d'ingénieur et non d'idéologue. La croissance matérielle ne peut être sans fin ; l'effort à accomplir consiste à gérer sa limite. Telle serait la prise de conscience à opérer et qui constituerait une première.

A ce sujet, il a rappelé qu'à l'encontre des idées reçues, en dépit d'informations circulant en sens contraire, **un Américain consomme quatre fois plus de charbon qu'un Chinois, et que les émissions des voitures particulières en France sont le triple des émissions des camions et des autobus.**

Abordant une question de terminologie et de méthodologie, M. Jean-Marc JANCOVICI a souhaité que **les prolongations tendanciennes cessent de se voir qualifiées de "prévisions"**, car lorsqu'on parle de prévision, l'avenir semble déjà inscrit dans le présent et échapper par là-même à l'action de l'homme. Ce qui n'est pas le cas.

Au cours des dernières années, l'industrie a presque stabilisé ses émissions, y compris celles des biens qu'elle produit, tandis que les transports continuent de se développer fortement. Il a souligné qu'il paraissait difficile de concevoir une lutte efficace contre le changement climatique en conservant la mobilité actuelle. Par ailleurs, M. Jean-Marc JANCOVICI a souhaité souligner que **le Danemark est le premier émetteur de gaz à effet de serre par habitant en Europe (et donc le plus gros pollueur d'Europe de l'environnement global)**, alors que la Suède, qui connaît des conditions climatiques voisines, est bien placée du point de vue des émissions de gaz à effet de serre grâce à son énergie hydraulique abondante et au nucléaire. Il faut donc se méfier des intentions affichées -les Danois sont réputés pour se déclarer soucieux de l'environnement- et regarder les faits et non les discours.

**La Suisse**, de son côté, est également très bien placée avec des centrales hydrauliques et nucléaires contribuant chacune pour moitié environ à la production d'électricité. De plus, elle offre un exemple de **conjonction entre PIB par habitant**

**élevé et émissions de gaz à effet de serre par habitant faibles.** Elle doit probablement cette caractéristique, aussi, à un taux important d'utilisation de modes alternatifs à la voiture et à une économie fortement tertiaisée. De surcroît, son système référendaire lui permet de consulter l'ensemble des citoyens sur des sujets pris isolément, ce qui limite les possibilités de vouloir tout et son contraire avec le même bulletin de vote.

Abordant ensuite la question des **alternatives énergétiques**, M. Jean-Marc JANCOVICI a indiqué que la première option consistait prioritairement à **consommer moins d'énergie**. Il a noté que la division par deux ou par trois de l'énergie consommée par Français n'imposait pas de revenir à l'âge de pierre, mais simplement au niveau de consommation énergétique, des années 60. De plus, il a estimé que **la sobriété énergétique** impose l'amélioration de la technologie, ce qui ne saurait être mauvais pour l'économie, même si cela n'est pas obligatoirement bénéfique pour les acteurs actuellement dominants dans le domaine économique. Il a reconnu que **les remises en cause sont d'autant plus difficiles à opérer que les acteurs raisonnent uniquement à partir de l'équilibre actuel alors que toute mutation entraîne des gagnants et des perdants**. Mais, à ses yeux, le but poursuivi, à savoir permettre à l'homme de continuer à vivre en tant qu'espèce dominante sur la planète vaut bien quelques changements dans "l'économie" de tel ou tel pays.

A ce propos, il a critiqué les évaluations présentées dans différents cercles concernant **le coût économique de la lutte contre l'effet de serre**, les calculs effectués étant souvent dénués de sens sans rappels des hypothèses et n'ayant, en tout état de cause, aucune valeur normative.

Interrogé par ailleurs sur les récentes difficultés du transport aérien, notamment celles de la Compagnie aérienne SWISSAIR dans la mesure où ce secteur n'est pas sans influence sur l'effet de serre, M. Jean-Marc JANCOVICI a estimé qu'il s'agissait là d'un épiphénomène dans la mesure où l'activité de cette compagnie serait reprise par d'autres et que ces difficultés ne traduisent en fait aucune remise en cause du bien absolu que semble constituer, aux yeux de la plupart des contemporains, **la croissance du transport aérien**.

Revenant sur les énergies alternatives, il a précisé qu'aucune solution ne se dégagerait si les Français ne changeaient rien à leurs habitudes et que **la solution ne consistait sûrement pas à voir l'ensemble de la planète vivre comme des Européens d'aujourd'hui** ; un tel scénario ne pouvant qu'engendrer des catastrophes bien supérieures à celles évoquées dans les plus sombres prévisions du GIEC. A l'inverse, il a estimé que **si les pays développés donnaient l'exemple des économies d'énergie, cela serait de nature à convaincre les autres pays de ne pas imiter l'exemple du gaspillage**. L'économie toute entière pourrait se mettre au service du « moins d'énergie », le nucléaire et le solaire devant être développés en priorité.

Au passage, M. Jean-Marc JANCOVICI a considéré que **l'énergie éolienne** n'offrait aucune marge de manœuvre significative, que le Danemark qui avait mis l'accent sur celle-ci n'en tirait que 2 % de sa consommation, que cette énergie

présentait le défaut majeur d'être irrégulière et donc ne constituait qu'une solution très limitée. De plus, **le développement de l'éolien oblige concomitamment à posséder davantage de centrales à combustibles fossiles** (ou des barrages, mais le potentiel est réduit pour ces derniers) pour régulariser le flux d'énergie intermittent provenant de l'éolien. En somme, l'installation de quelques éoliennes ici ou là donne bonne conscience à peu de frais aux pays concernés. Toutefois, ces éoliennes pourraient peut-être servir à fabriquer de l'hydrogène en des endroits reculés (Kerguelen...), sous réserve que les rendements de filière (non étudiés) soient acceptables.

A l'inverse, **l'énergie solaire pourrait être très intéressante** dans de nombreux pays car l'énergie solaire thermique est dès aujourd'hui rentable pour la collectivité ; elle a, de plus, le mérite de créer des emplois dans le pays où elle est utilisée alors que l'énergie tirée du pétrole ou du gaz crée des emplois en Arabie, en Algérie ou en Norvège mais peu en France. En outre, il serait possible de développer au plan individuel le recours à des panneaux solaires thermiques. Leur installation pourrait créer des emplois dans le secteur de la plomberie, même si cela doit se faire au détriment des emplois des grandes firmes pétrolières.

Pour l'instant, le solaire nécessite un gros investissement au départ avant de devenir un vrai projet industriel. Cette énergie solaire thermique intéressant aussi les pays nordiques est possible à stocker. Il faudrait encourager son développement par des incitations fiscales ou des primes à distribuer, ce qui serait justifié, M. Jean-Marc JANCOVICI estimant à 15 % les économies d'énergie qui pourraient en résulter pour la France.

Après avoir souligné une nouvelle fois que les économies d'énergie devraient constituer la première priorité d'action, M. Jean-Marc JANCOVICI a considéré que **le nucléaire est une énergie très intéressante** et supposant de passer dès que possible au stade de **la surgénération**. Il a noté au passage qu'il serait peut-être judicieux de stocker de l'uranium dès aujourd'hui avant un nouveau choc pétrolier et que l'extension du nucléaire à l'échelle mondiale demeure impossible sur le long terme en l'absence de surgénération.

A propos **des dangers de l'énergie nucléaire**, il a cité l'Organisation Mondiale de la Santé et les Nations Unies, qui établissent toutes deux le bilan de Tchernobyl à 50 morts environ tout en relevant que l'un des effets décelables de la catastrophe fut de causer environ 2.000 cancers de la thyroïde qui, heureusement, se soignent très bien.

Il a relevé que l'énergie nucléaire a été diabolisée ce qui se comprenait dans un certain contexte historique, mais aujourd'hui, alors que la diminution des émissions de gaz à effet de serre est recherchée, le nucléaire demeure une bonne solution pour la France.

Enfin, à propos de **la biomasse brute**, M. Jean-Marc JANCOVICI a jugé que celle-ci pouvait être utilisée utilement pour un chauffage local, mais moins pour une utilisation loin de son lieu de production, le bois étant fort coûteux à transporter.

En tant que source de carburant, la biomasse ne présente aucun intérêt puisque dans 1 litre de biocarburant, il y a environ 90 cl (voire plus d'un litre !) de pétrole.

Le rendement net des biocarburants est donc d'environ 10 % de l'énergie brute produite. Leurs sous-produits sont difficiles à valoriser et pour aider la réflexion, l'ordre de grandeur suivant peut être évoqué : si le pétrole était remplacé par de l'éthanol, il faudrait, pour obtenir la même quantité d'énergie que celle actuellement fournie par le pétrole, mettre en culture pour la production de biocarburants environ quatre fois le territoire métropolitain...

Quant à **l'urbanisme, concilier sobriété énergétique et mégapole apparaît impossible**. Il faudrait, certes, des villes nombreuses et denses, mais très réparties sur le territoire.

Au sujet de **l'automobile**, M. Jean-Marc JANCOVICI a jugé impossible de conserver un parc de 30 millions d'automobiles en France à l'échéance de quelques décennies. Il a ensuite critiqué le recours aux gaz fluorés dans **la climatisation des véhicules** car ce sont de très puissants gaz à effet de serre. De plus, la mise en marche de la climatisation entraîne la consommation de 20 à 30 % de carburant supplémentaire. Là aussi un ordre de grandeur est évocateur. La transformation de l'ensemble du parc automobile en **voitures électriques** supposerait de multiplier par deux, environ, la consommation électrique française (en fait il ne faudrait pas tout à fait doubler le parc de centrales, parce que celles-ci ne tournent pas à plein régime actuellement. Il y a donc une vraie marge de manœuvre à développer un peu le véhicule électrique pour récupérer l'électricité des heures creuses ou permettant de faire tourner les centrales nucléaires à plein régime).

Au sujet de **la filière hydrogène**, la question d'un procédé permettant d'en produire sans recourir aux combustibles fossiles demeure posée. En partant de combustibles fossiles, obtenir **une tonne d'équivalent pétrole d'hydrogène produit davantage de gaz à effet de serre que brûler directement une tonne de pétrole (ou d'essence)**. En conséquence, l'utilisation de l'hydrogène produit de cette manière serait pire pour les émissions de gaz à effet de serre que la consommation d'essence par les voitures, malgré les rendements un peu meilleurs des piles par rapport au moteur à explosion.

M. Jean-Marc JANCOVICI a considéré que **dans le monde de demain, l'énergie primaire devrait être très largement électrique**, que le nucléaire d'avenir utiliserait plutôt du thorium que de l'uranium et les techniques de surgénération. En effet, le nucléaire sans surgénération n'est pas une énergie durable mais bien une énergie fossile comme les autres alors que la surgénération permet de multiplier les ressources par plusieurs centaines.

A cet égard, il a rappelé les critiques souvent adressées **aux coûts de la recherche nucléaire**, en relevant qu'il importe de comparer ceux-ci au budget exploration des compagnies pétrolières qui représente deux fois le budget de recherche du nucléaire civil à consommation comparable. En fait, le nucléaire est une brique indispensable de l'approvisionnement énergétique de demain, ce qui n'est pas antagoniste avec le développement très significatif de certaines énergies renouvelables (mais toutes ne sont pas équivalentes) et surtout d'ambitieuses économies d'énergie. Une partie de la réponse qui a suivi le premier choc pétrolier (nucléaire et économies d'énergie) n'a pas cessé d'être d'actualité.

En fin d'entretien, M. Jean-Marc JANCOVICI a considéré que **la société de loisirs demeurerait une société de mobilité aussi longtemps que l'énergie serait abondante et les conséquences de son utilisation massive peu visibles**. Il a estimé que cette société vivait trop dans l'instant, dans l'impatience, chacun voulant obtenir tout, tout de suite, et que cela n'aide pas à préparer l'avenir.

**MME CORINNE LEPAGE**

**ANCIEN MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT**

**(11 octobre 2000)**

En préambule, Mme Corinne LEPAGE a évoqué **la prochaine Conférence internationale sur le climat, organisée à La Haye**, et a jugé très improbable l'émergence d'un compromis tant les positions de pays comme les Etats-Unis d'Amérique, l'Inde, ou encore la Russie, se trouvent en divergence.

C'est ainsi que les Etats-Unis d'Amérique arrivent à cette Conférence avec plusieurs points de blocage, que l'Inde refuse le mécanisme de développement propre, préférant généraliser la technique solaire ou le nucléaire, tandis que la Russie pourrait se retrouver avec beaucoup de permis d'émissions à vendre.

Mme Corinne LEPAGE a également indiqué que ces négociations se déroulant par groupe d'Etats, il en résultait une très grande rigidité pour les négociateurs.

Or, a-t-elle estimé, **cette situation n'est pas du tout favorable aux industriels** qui ont besoin de signaux clairs pour investir et ne peuvent se permettre d'attendre ces signaux plusieurs années. Pour l'instant, cette communauté est très favorable aux **permis négociables**, d'autant que la taxe générale sur les émissions de carbone approcherait un prix de base de 35 dollars la tonne alors que le prix actuel des échanges se situe plutôt autour de 20 dollars. Il est vrai que le taux de la taxe est fixé en fonction des besoins résultant de la législation sur les 35 heures hebdomadaires de travail et non issu de l'analyse du marché.

Mme Corinne LEPAGE a craint que l'échec de la Conférence de La Haye fasse prendre dix années de retard, ce qui risquerait de décourager les entreprises, d'autant que le chef d'entreprise moyen est déjà très ignorant sur ce sujet. Il souffre, comme la plupart de la population, y compris les politiques, d'une **mauvaise information sur le thème de l'effet de serre**. A l'inverse, les entreprises multinationales ont compris les enjeux et l'intérêt qu'elles peuvent tirer de ce nouveau système.

C'est pourquoi une mise en place graduelle a paru envisageable pour les seules entreprises privées. Déjà, BP-AMOCO a organisé un système interne d'échange de permis à l'intérieur de son groupe, ce système ayant été mis sur Internet. Les opérations « *Gas one* » puis « *Gas two* » ont permis à quatorze entreprises sur seize d'atteindre leurs objectifs grâce à des investissements et non par des recours aux permis.

Des marchés privés d'échanges négociant à la tonne de carbone autour de 10 dollars sont apparus à Londres comme à New-York, les pouvoirs publics n'étant pas associés à cette initiative.

Abordant les perspectives de la France, Mme Corinne LEPAGE a déploré que **le plan JOSPIN de février 2000** risque de pénaliser le pays vers 2004 ou **2005**. En effet, si les 8 % de réduction moyenne d'émission de gaz carbonique ne sont pas atteints pour l'Europe, chaque pays devra être à même de faire lui-même un effort de réduction de 8 %. Or, la France n'est tenue qu'à 0 % pour l'instant...

Mme Corinne LEPAGE a considéré que **des mesures sur les transports étaient indispensables**, mais difficiles à mettre en œuvre, d'où l'intérêt des permis. Elle a jugé également que **la Russie** pouvait être aidée sans passer par les permis négociables et qu'il fallait **éviter de parler de droits à polluer au lieu de permis négociable**, sous peine d'être incompris et de provoquer un problème de communication.

Elle a estimé aussi que **le protocole de Kyoto** avait été mal négocié et que l'impréparation de Kyoto avait privé la DG XI d'une position de repli en cas de rejet des permis négociables ; les Etats-Unis d'Amérique s'étaient contentés d'accepter quant à eux l'effort de réduction des émissions de gaz carbonique à la condition que des permis négociables soient mis en œuvre, et la Russie n'ayant accepté qu'à condition d'avoir son propre objectif de réduction fixé à 0. Dans la négociation, **l'Europe a dû accepter à la fois les permis et le taux 0, ce qui est contradictoire puisque la vente d'air chaud (« hot air ») est incompatible avec l'existence de permis négociables. Il aurait fallu pouvoir fixer des règles de comptabilité des émissions de carbone et des sanctions**, mais le vice-président américain AL GORE ne voulait pas négocier le niveau de vie américain.

A la suite de **la Conférence de Buenos Aires**, les Etats-Unis d'Amérique ont obtenu que certains pays du Sud, comme l'Argentine, entrent dans le jeu, et qu'il n'y ait pas de limitation au recours à des permis négociables. **L'Europe n'a rien obtenu.**

Aujourd'hui, les Etats-Unis d'Amérique ambitionnent de créer un vaste marché de permis, ce qui n'est pas incompatible avec une réglementation. Dans ce cadre, il serait possible d'organiser une baisse progressive des plafonds, puis de laisser jouer la concurrence.

Mme Corinne LEPAGE a rappelé que **le ministre de l'environnement, Mme Dominique VOYNET, n'était pas favorable aux permis négociables à l'origine**. C'est elle qui va négocier au nom de l'Europe à La Haye, mais le manque de spécialistes autour d'elle risque de handicaper la présentation de ces arguments, étant précisé que la définition d'une position commune dans une Conférence internationale demande au préalable une véritable tournée des capitales européennes pour harmoniser les points de vue.

Quant aux **changements climatiques**, même si les opinions scientifiques divergent parfois, il semble bien qu'ils soient véritablement en cours, ce qui induit un certain pessimisme par rapport à la situation d'il y a encore cinq ans, d'autant que **le protocole de Kyoto semble de plus en plus n'offrir aucune chance d'atteindre les engagements modestes qui y sont inscrits**.

Néanmoins, que se passera-t-il si les problèmes de l'Afrique remontent vers le Maghreb ? Qu'advient-il des épidémies de dengue ou de malaria ? Qu'advient-il de la culture de la vigne ?

Citant **le rapport de la mission interministérielle de l'effet de serre**<sup>1</sup>, qu'elle avait commandé à la fin de l'année 1995, Mme Corinne LEPAGE a déploré la sorte de fin de non-recevoir que le monde scientifique a opposé d'abord à cette idée, sur laquelle même le ministère de l'Environnement s'était montré réservé.

Au-delà d'une étude comparative menée sur ce sujet et sur les réactions des opinions publiques en Allemagne, en France et en Belgique, elle a noté qu'en **Allemagne** en 1990, une commission mi-publique, mi-privée a travaillé sur ce thème. Son travail a été largement diffusé auprès des chambres de commerce, des municipalités et a suscité **un immense débat national**, aboutissant à la première position nationale officielle en 1994. Un débat a également eu lieu en **Belgique**.

Mme Corinne LEPAGE a déploré qu'en **France, la question est apparue comme confisquée par les ingénieurs des mines** et il a été difficile pour le ministère de l'Environnement de s'emparer du sujet. Or, pour les ingénieurs des mines, le nucléaire ne dégageant pas de CO<sub>2</sub>, il n'y a pas véritablement d'effort de réduction de l'effet de serre à fournir pour la France. Mais, cette position est difficilement tenable sur le plan international, d'autant que même si la France émet moins de gaz à effet de serre qu'elle ne le ferait avec des combustibles fossiles brûlés en plus grande quantité, **le changement climatique ne peut manquer de concerner la France**.

Cette approche renvoie au problème de gestion des conflits d'intérêt dans la société française et amène à considérer qu'**il serait souhaitable d'écarter du débat tous ceux qui possèdent un intérêt dans les prises de décision**. Si l'Administration confisque le débat, les efforts à faire risquent de ne pas apparaître car tous les bouleversements considérables exigeant des actions de long terme supposent

---

(1) « *Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle* » (Décembre 1998).

**d'impliquer les Français individuellement dans la lutte contre le changement climatique.** Il serait souhaitable de créer des réflexes, quitte à les susciter par des incitations financières.

Dans cet esprit, Mme Corinne LEPAGE s'est donc déclarée tout à fait favorable à l'idée de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques de produire **un CD-rom sur le changement climatique.**

Elle a ensuite évoqué quelques **moyens de lutte contre l'effet de serre** en notant, par exemple, que si le transport et l'habitat représentent 50 % des émissions, **la collecte des déchets organiques** pourrait constituer un réservoir de biomasse producteur d'électricité.

Une autre piste consisterait à **inverser les priorités dans l'investissement rail-route.** La SNCF de son côté devrait faire autant d'effort pour le fret que pour les voyageurs.

Quant au transport fluvial, il reste à relancer, notamment à travers **le canal Seine -nord,** mais non le canal Rhin-Rhône.

Au travers de ces actions, il conviendrait d'agir, sans punir comme trop souvent c'est le cas, pour que le maintien de l'environnement devienne une sorte de tirelire fiscale. **Il s'agit de responsabiliser et de modifier les comportements.**

Interrogée ensuite sur l'écho recueilli par **le rapport de la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES),** Mme Corinne LEPAGE a regretté **que celui-ci soit resté trop confidentiel et que les schémas directeurs d'aménagement du territoire ne soient pas établis en liaison avec ce travail.**

Elle s'est interrogée sur l'utilité de dresser aujourd'hui **un atlas des zones inondables** à situation constante alors que c'est précisément l'évolution de cette situation qui motive l'élaboration de cet atlas. Elle a estimé souhaitable d'aller plus loin et de **préciser les conclusions du rapport de la MIES par région ou par secteur d'activité.** Il faudrait surtout **proposer une série de mesures simples montrant à chacun qu'il a une marge de manœuvre et ne pas sombrer dans le catastrophisme ou les mesures imposées.** Au contraire, l'information et l'explication doivent être développées inlassablement.

Mme Corinne LEPAGE a indiqué également que **de grandes différences dans la prise de conscience actuelle du changement climatique apparaissent.** Avant 1995, tout le nord de l'Europe se sentait très concerné et un rapport avait même paru au Royaume-Uni dès 1994. En Espagne, un conseil informel s'est tenu à Séville en 1995 afin d'étudier notamment les conséquences d'une sécheresse extrême. A cette époque, l'eau fut coupée à Séville deux à trois heures par jour. Malgré tout cela, il est regrettable de noter qu'**aucun article de presse n'est jamais totalement exact sur ces questions.**

A propos des **énergies renouvelables**, Mme Corinne LEPAGE a estimé qu'elles constituaient une solution d'avenir, résidant davantage dans **le solaire** que dans l'éolien, notamment dans **les DOM-TOM** où, par exemple en Guadeloupe, 25 % de l'électricité peuvent résulter de l'énergie solaire, donc d'une énergie renouvelable. Dans l'île de la Désirade, seules les énergies renouvelables sont utilisées ; de même à Camopi, en Guyane. Mais **EDF freine cette évolution alors que les entreprises françaises ont un vrai savoir-faire en énergie solaire**. Toujours est-il que l'objectif serait d'atteindre 10 % de la consommation d'énergie grâce aux énergies renouvelables ; il s'agit là d'un objectif très optimiste d'autant qu'il restera encore 90 % provenant d'autres sources d'énergie.

Mme Corinne LEPAGE a insisté ensuite sur l'intérêt du **plan présenté par M. Yves COCHET**, mais s'est interrogée sur les possibilités de financement de ce programme.

Abordant la question des **véhicules automobiles**, Mme Corinne LEPAGE a noté que **la voiture à hydrogène** semblait à certains un objectif réaliste dans une dizaine d'années, que **le moteur bi-mode** conçu par Volvo et qui avait suscité des réticences de Renault et de Peugeot a été finalement fabriqué par Toyota. Elle a insisté aussi sur l'intérêt de **la voiture électrique** agréable à conduire, apaisante, atteignant une vitesse d'environ 70 km/heure, mais nécessitant huit heures de recharge et atteignant un coût assez élevé et qui est d'ailleurs relativement dangereuse du fait de son silence. Pour l'ensemble de ces raisons, les constructeurs apparaissent assez réticents à développer la construction de tels modèles.

Quant à **l'énergie nucléaire**, Mme Corinne LEPAGE a jugé son utilisation encore **indispensable pour au moins une trentaine d'années**. Elle a noté par ailleurs que même s'il était **difficile de découpler la croissance économique de la croissance énergétique**, les Etats-Unis d'Amérique venaient d'y parvenir pour la première fois cette année. Des secteurs industriels ont aussi fait des efforts en ce sens. Par exemple, les verriers et les cimentiers français ont signé des accords de réduction de la consommation d'énergie qu'ils ont tenus.

Après avoir rappelé que **la récupération du méthane** offrait des gisements d'économie d'énergie, Mme Corinne LEPAGE a souligné que pour **l'habitat**, des incitations fiscales seraient à développer même si elles suscitent d'emblée l'hostilité du ministère des Finances.

Elle a déploré ensuite qu'une disposition de la loi sur l'air prévoyant d'indiquer **les consommations d'énergie d'un local** au moment de la prise de possession de celui-ci ne soit pas appliquée. Elle a aussi fait observer que **la climatisation** demeurerait un système très coûteux.

Quant à **l'urbanisme**, elle a noté que les villes étaient adaptées à la voiture, donc en général plutôt mal faites, et ne traduisant aucune expression politique. Elle a regretté qu'aucun ordre entre les schémas directeurs et les POS ne soit véritablement instauré.

Questionnée sur **le retour des taxes perçues sur l'environnement à l'environnement**, Mme Corinne LEPAGE a souhaité que ce retour soit systématique et noté que cela constituait d'ailleurs une des conditions de l'acceptabilité des nouvelles taxations.

Enfin, au sujet du **transport aérien**, Mme Corinne LEPAGE a préconisé **la taxation du kérosène** et déploré la multiplication des vols accompagnés de taux de remplissage des appareils en diminution. Elle a souligné que souvent les trains à grande vitesse étaient plus intéressants que l'avion et qu'**il faudrait admettre que le développement du transport aérien se devait d'être compatible avec le développement de l'ensemble de la société**, étant rappelé que chaque passager aérien entraîne la consommation de quatre à cinq litres de kérosène. Toute évolution de cette situation dépendrait d'une décision mondiale.

## METEO FRANCE

**M. Daniel CARIOLLE, Directeur de la recherche**

**(21 décembre 1999)**

M. Daniel CARIOLLE a indiqué que les **interactions santé-climat** constituaient des problèmes trop peu étudiés. C'est ainsi qu'en Afrique ou dans la zone équatoriale, le nombre des épidémies pourrait augmenter du fait du réchauffement climatique touchant ainsi les humains ou encore davantage les animaux. Il a donc insisté sur l'importance des maladies tropicales et leur étude dans le cadre de l'évolution des climats.

A propos des **changements climatiques** en général, il a estimé que les problèmes les plus difficiles concernaient l'évolution du cycle hydrologique, avec de possibles répercussions sur la gestion de l'eau qu'il faudrait étudier sur une base régionale. Aux latitudes moyennes une élévation de température de quelques degrés ne devrait pas s'accompagner de grands bouleversements mais que ceux-ci existaient tout de même, comme par exemple en Sibérie où le climat deviendrait plus clément. En revanche plus au sud de l'Europe, en Espagne, voire sur le sud de la France, l'impact pourrait être plus fort.

Quant aux **DOM-TOM**, l'élévation de température et l'évolution du régime des précipitations seront notables avec de possibles répercussions sur l'érosion des sols, mais les dernières études montrent qu'il n'est pas certain que le changement climatique y provoque davantage de cyclones.

Abordant la question des **modèles de changements climatiques**, M. Daniel CARIOLLE a rappelé l'existence en France de modèles couplés, océan-atmosphère-biosphère, qui reproduisent de manière satisfaisante les grands traits du climat, notamment les circulations générales de l'atmosphère et de l'océan. Il a estimé que ces modèles étaient d'ores et déjà aptes à fournir des scénarios climatiques valables, mais que les modules relatifs à la végétation, à l'hydrologie de surface et à la chimie de l'atmosphère incluant les aérosols étaient encore à perfectionner.

Il a signalé que Météo France travaillait ainsi, au sein du programme international GEWEX, sur **un modèle relatif aux débits du Rhône** qui permet une reconstitution de la variabilité de ces débits en fonction des fluctuations climatiques et de la pression anthropique comme l'irrigation et l'impact des barrages.

Bien que l'ensemble des modèles utilisés soient en constante amélioration, M. Daniel CARIOLLE a mis en garde sur la difficulté de reproduire l'ensemble des interactions qui existent dans la nature. Il pourrait notamment **exister des effets de seuils dans l'évolution climatique (fonte d'une partie des calottes polaires, des glaciers, instabilité dans la circulation océanique, ...)** qui ne seraient pas à l'heure actuelle complètement pris en compte par les modèles.

Il a ensuite signalé l'importance du **programme du GICC** financé par le Ministère de l'Environnement et la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES) pour l'étude des impacts liés aux changements climatiques, et a noté que certaines projets soutenus dans ce cadre avaient pour objet d'étudier le lien entre l'hydrologie et la température.

Au sujet de **la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre**, il a relevé que celle-ci effectuait la synthèse des travaux scientifiques menés en dehors d'elle et notamment ceux du GIEC (IPCC) au niveau international. En outre, cette mission anime les équipes de négociateurs français au niveau international. Ces équipes n'ont cependant pas un caractère pluridisciplinaire marqué, les juristes et les économistes étant bien représentés alors que la contribution des physiciens de l'atmosphère est encore trop faible. C'est pourquoi Météo-France a mis à disposition à la MIES deux ingénieurs de la météorologie.

Dans le débat sur l'effet de serre, il est souvent argué que le lobby dominant est celui des scientifiques, ce que M. Daniel CARIOLLE a contesté en notant que ceux-ci n'ont jusqu'à présent pas obtenu beaucoup de crédits ni de postes supplémentaires pour effectuer leurs recherches. Cet état de fait conduit plutôt à une faible représentation des scientifiques auprès de la MIES, à une difficulté pour mobiliser les scientifiques peu nombreux sur les travaux du GIEC, et en définitive à affaiblir la position française dans les négociations internationales.

Prenant position sur plusieurs autres points, M. Daniel CARIOLLE a indiqué que, pour lui, **les changements climatiques étaient inexorables**, notamment dans la mesure où 50 années au moins seraient nécessaires pour pouvoir commencer à diminuer le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère si un arrêt total des émissions était opéré dès à présent (scénario utopique), et que la même diminution ne pourrait être observée que dans plusieurs siècles pour les océans. En conséquence il faut donc d'une part prendre des mesures d'adaptation au changement climatique, et d'autre part réduire au maximum les émissions en lançant notamment de vigoureux programmes de R&D dans le domaine des énergies alternatives aux combustions fossiles. Toutefois, il a aussi ajouté que **le nucléaire dans sa forme actuelle ne pouvait constituer une solution généralisable au monde entier pour des questions évidentes de sécurité.**

A propos du **trafic aérien**, il a relevé son **impact direct sur la chimie de l'atmosphère** –même si son effet sur l'ozone est considéré comme faible et si des études sont en cours sur ce point-, et son **impact sur l'effet de serre** également, dans la mesure où en addition à la consommation directe de fuel des avions, des particules carbonées et de la vapeur d'eau sont rejetées à 10 ou 15 km d'altitude qui accroissent l'effet de serre.

M. Daniel CARIOLLE s'est demandé s'il convenait d'augmenter la taille des avions, ce qui pourrait entraîner certaines économies de fuel mais peut-être pas diminuer la fréquence des nuages d'altitude. Il s'est interrogé également sur la hausse du trafic aérien, sur les problèmes de gestion au sol de celui-ci et sur l'impact exact des supersoniques.

Au sujet des **aérosols**, il a indiqué qu'une campagne de mesures avait été menée au large de l'Inde (INDOEX), et dans l'Océan Pacifique et que **la pollution soufrée diminuait en Europe tandis que les suies augmentaient**. Il a insisté sur les effets directs et indirects des aérosols à travers leur rôle dans la formation des nuages et sur les incertitudes qui y sont associées. Il a estimé qu'au total les aérosols **étaient plutôt à l'origine d'un refroidissement qui masque donc une partie du réchauffement relatif au gaz carbonique, mais que l'on ne sait pas très bien si pour le futur l'effet des aérosols sera important vis à vis de celui du aux gaz à effet de serre**.

M. Daniel CARIOLLE a estimé très vraisemblable l'évaluation faite par le GIEC d'un réchauffement global de + 1° à + 4° en 70 ans. En particulier aucun modèle climatique ne prévoit de refroidissement général, même si certaines simulations montrent des refroidissements locaux, par exemple, en cas de ralentissement du **Gulf Stream**.

Certains modèles permettent également d'extrapoler les calculs globaux au niveau régional. Il a donc souligné **la difficulté de se limiter, dans une étude, aux impacts sur la France**, qui constitue une entité géographique de faible étendue par rapport aux échelles étudiées.

M. Daniel CARIOLLE a également évoqué l'influence que pourrait avoir le développement des épidémies sur **l'industrie pharmaceutique**, celle de **la Politique Agricole Commune** sur l'effet de serre (mise en friche ou reboisement) et celle du réchauffement sur un changement important du **bilan hydrique, des ressources et de la qualité des eaux**.

Il s'est interrogé sur les impacts des pratiques régionales ou locales, comme **la déforestation en Amazonie**, dont il n'est pas évident qu'elle perturbe le climat au delà de la zone concernée, puis a déploré **l'arrosage systématique** opéré pour l'agriculture dans le Midi de la France qui semble souvent dépasser les limites de la rationalité (arrosage lorsque l'évaporation est maximale). Il a aussi rappelé qu'il faudrait maintenant **toujours se demander quelle quantité d'eau était nécessaire à la production d'un kilo de matière sèche**.

Quelles que soient les évolutions climatiques, **la connaissance des rétroactions entre les différents éléments du système climatique demeure encore partielle**. Par exemple, quelle sera la réaction des plantes à un changement de climat ? (plus de carbone disponible, température plus élevée et selon les régions plus ou moins d'eau disponible). Si l'étude des climats anciens permet en partie de répondre à cette question, ce n'est pas parce que l'Afrique a été verte, à l'époque où y régnait un certain niveau de température qu'elle le redeviendra du fait du réchauffement. En l'espèce les sols ne peuvent pas être reconstitués sur des échéances aussi courtes que la centaine d'années.

Quoi qu'il en soit, il a souhaité que soient **améliorés tous les systèmes d'observation**, par exemple grâce à la cohérence des programmes spatiaux entre les pays. Ce point est vital si l'on veut pouvoir détecter le plus tôt possible les changements climatiques. L'observation du climat nécessite en particulier une très bonne stabilité des mesures qui ne peut être obtenue que par des séries récurrentes et concomitantes de satellites, et par le maintien de réseaux in-situ de qualité pour la météorologie et les autres variables du climat.

Puis, M. Daniel CARIOLLE a indiqué que pour les données relatives aux profondeurs des **océans**, les principaux organismes en charge de l'observation de l'océan (CNES, CNRS/INSU, IFREMER, IRD, Météo-France, SHOM) poursuivent la mise en place du projet MERCATOR en liaison avec le satellite TOPEX qui mesure la hauteur de l'océan et étudie les courants. Il s'agit là des premiers pas vers la constitution d'une météorologie pour l'océan qui nécessitera des moyens importants : satellites ; modèles numériques et moyens à la mer permettant de déployer bouées et sondes pour l'acquisition des données in-situ.

Aux Etats-Unis d'Amérique, **la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA)** mène également des projets sur ces thèmes qui dépassent le strict cadre de l'observation du climat. Les militaires sont en particulier, comme en France, très intéressés par les résultats relatifs aux courants marins.

**MISSION INTERMINISTERIELLE DE L'EFFET DE SERRE  
(M.I.E.S.) (1)**

**M. MICHEL MOUSEL, PRÉSIDENT**

**M. MARC GILLET, CONSEILLER**

**(21 décembre 1999)**

M. Michel MOUSEL a annoncé que **le rapport de la MIES sur « les Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle »** paraîtrait sous la forme d'une seconde édition, actualisée, au cours de l'année 2000. Il a précisé que la mission travaillait en aval des milieux scientifiques pour **dégager des actions** à mettre en œuvre et pour **développer des contacts internationaux**. Il a noté qu'il était difficile de passer de l'information scientifique à l'information du public et a précisé que la MIES s'intéressait par priorité à la France métropolitaine, aux DOM-TOM et aux zones de coopération.

La MIES est également chargée d'organiser des manifestations sur le territoire en liaison avec des comités scientifiques pour **attirer l'attention du public sur le changement climatique**. Deux manifestations se dérouleront, l'une dans les Alpes, dans la Vallée blanche, en juillet 2000, et l'autre en Camargue pour étudier les zones d'estuaire, en liaison avec les Hollandais et les Egyptiens, en octobre 2000.

---

(1) *Ouvrages publiés par la MIES :*

- « *Programme national de lutte contre le changement climatique* »
- « *Memento des décideurs* »
- « *Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle* »
- « *Les changements climatiques et leurs incidences sur le milieu montagnard* »
- « *Le changement climatique et les espaces côtiers* »

Interrogé sur l'idée de **la parution du rapport de l'Office sur CD-rom**, M. Michel MOUSEL l'a jugée excellente et propre à favoriser la prise de conscience de l'opinion publique.

Il a ensuite indiqué que **le programme d'action 2000-2010** allait être adopté par le Gouvernement au cours du mois de janvier 2000 et qu'il servirait de base à la ratification du protocole de Kyoto.

Il a aussi attiré l'attention sur l'existence d'**un mémento des décideurs** élaboré par la MIES qui se présente sous la forme de fiches d'actions mises à la disposition des collectivités territoriales qui doivent disposer d'un tel instrument pour expliquer l'effet de serre à leurs concitoyens. A cet égard, il a précisé que les futurs contrats d'agglomération constitueraient un bon cadre pour prendre en compte les actions anti-effet de serre sur lesquelles l'Etat s'est engagé au niveau international.

Il a également rappelé qu'il existait sur ce thème un programme du Ministère de l'Environnement, **le G.I.C.C. (1)**, présidé par M. Jean-Claude ANDRÉ.

Evoquant ensuite **l'avenir des pays insulaires**, M. Michel MOUSEL a insisté sur le fait que des problèmes apparaissent maintenant dans la réalité et non plus seulement dans des études diverses. C'est ainsi qu'une recrudescence du paludisme a pu être observée dans certains d'entre eux.

Il a aussi rappelé que de nombreux organismes menaient des **recherches sur les changements climatiques**. Parmi ceux-ci, il a particulièrement cité Météo France associé au Laboratoire de Météorologie Dynamique de l'Ecole Polytechnique, le Max Planck Institut en Allemagne, et le Met Office au Royaume-Uni.

M. Michel MOUSEL est ensuite revenu sur l'importance de **la fonction de communication remplie par la MIES** qui répond à un vrai besoin puisque le protocole de Kyoto demeure une décision unique en son genre en s'opposant aux émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial, mais la question de rendre contraignants les objectifs de ce protocole reste encore en suspens jusqu'à la conférence de La Haye qui doit se tenir à la fin de l'année 2000.

En fait, pour faire passer les véritables signaux d'alarme dans l'opinion, il serait nécessaire de **préparer de véritables émissions de télévision**.

De leur côté, **les industriels** commencent à envisager des actions, même s'ils ne sont pas encore d'accord sur les moyens à employer. Cette évolution, pas encore évidente il y a encore cinq ans, s'est poursuivie avec les pétroliers eux-mêmes qui ont évolué en activant des recherches sur les énergies renouvelables.

Une telle évolution des mentalités s'accomplit encore plus difficilement aux Etats-Unis d'Amérique.

---

(1) *Programme Gestion et Impacts du Changement Climatique.*

Après avoir évoqué la bonne **collaboration nouée entre la MIES et les divers cabinets ministériels ou ministères** dans leur ensemble, qu'il s'agisse de l'Economie et des finances, de l'Equipeement et des transports, et naturellement de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, M. Michel MOUSEL a insisté sur l'articulation essentielle qui devait exister avec **l'Europe**. Il a noté aussitôt la difficulté pour réunir l'indispensable unanimité sur un thème. A cette fin, pour préparer les réunions du Conseil de l'environnement, un groupe ad hoc climat se réunit tous les quinze jours, M. Michel MOUSEL étant le chef de la délégation française.

Dans le même but, **à l'étranger**, des structures analogues à celles de la France existent ou sont en voie de création. Parfois, des cellules chargées du climat sont présentes dans plusieurs ministères –c'est le cas en Allemagne- et, dans quelques pays, les ministères des Affaires étrangères pilotent ces structures. Aux Etats-Unis d'Amérique, l'information part du Ministère de l'Environnement, va au Sous-secrétariat d'Etat chargé du commerce extérieur, puis au niveau en-dessous, à l'interlocuteur de la Cellule climat de la Maison blanche puis au Département de l'énergie et, enfin, à l'Agence de l'environnement.

M. Michel MOUSEL a ensuite mentionné l'existence d'**opposants aux instructions découlant du protocole de Kyoto** avec, en tout premier lieu, les sidérurgistes et les cimentiers. Toutefois, comme ces industriels savent qu'ils devront se plier aux règles adoptées, certains comme Lafarge commencent à investir à l'étranger dans des équipements moins polluants, même si, en l'occurrence, c'est toujours le même exemple de réalisation, en République Tchèque, qui est cité.

Les évolutions seront sans doute encore plus difficiles dans la moyenne et la petite industrie. A cet égard, M. Michel MOUSEL a rappelé l'importance du rôle joué par **l'ADEME** qui peut aider les petites et moyennes entreprises à gérer des plans qui leur rapporteront.

Pour ces actions, il sera important de **mobiliser le secteur bancaire**, les assureurs s'étant déjà intéressés à la question, notamment les grands réassureurs suisses et hollandais, parfois français, encouragés par la MIES.

Evoquant pour terminer les particularités des **DOM-TOM**, M. Michel MOUSEL a estimé que le principal problème des Antilles résidait dans l'importance de sa population, que la région Guadeloupe serait représentée en tant que telle à la Conférence de Bonn sur le changement climatique et que la Charte de développement durable de Basse-Terre pouvait s'inscrire dans la perspective d'un tel changement climatique.

**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
DIRECTION DE L'ESPACE RURAL ET DE LA  
FORÊT**

**M. CHRISTIAN BARTHOD(1),  
SOUS-DIRECTEUR DE LA FORÊT**

**(5 avril 2000)**

M. Christian BARTHOD, sous-directeur de la forêt, s'est plus particulièrement intéressé aux **interactions entre les changements climatiques escomptés et la politique forestière** à partir de 1991, dans le cadre de la négociation du projet de convention sur les changements climatiques. Son implication précédente dans la gestion du dossier des « pluies acides en forêt » l'a conduit à insister sur la nécessité de **bien distinguer le « certain », le « probable »**, les hypothèses scientifiques encore soumises à révision et débat scientifique, et les incertitudes dans les modélisations et calculs afférents, en soulignant le besoin de **bien préciser l'échelle géographique** pertinente pour raisonner dans chaque cas de figure. Il a rappelé à quel point il est facile et dangereux de procéder à des amalgames et de tenir alors des discours irresponsables en mélangeant ces différents niveaux de connaissance et d'analyse.

Il a rappelé que les arbres doivent pouvoir supporter une grande gamme d'événements climatiques durant leur longue vie, et que la forte variabilité génétique des populations d'arbres indigènes permet une assez bonne capacité d'adaptation aux évolutions climatiques, dès lors qu'elles se font à une vitesse compatible avec leur cycle de reproduction. Néanmoins, compte tenu de l'ampleur des changements climatiques envisagés par les experts, un certain nombre de peuplements forestiers aux limites de leur aire naturelle de répartition pourrait connaître des processus de dépérissement. Par ailleurs, **la rapidité des changements climatiques envisagés n'est pas compatible avec la vitesse naturelle de migration géographique des**

---

(1) *M. Christian BARTHOD est ingénieur en chef du G.R.E.F.*

**espèces forestières.** C'est pourquoi il est de la responsabilité de la politique forestière d'intégrer ces hypothèses dans le choix des essences à privilégier lors des plantations ou des régénérations naturelles.

Pour lui, **trois nécessités** se dégagent aujourd'hui : celle de veiller avec une grande rigueur à **l'adaptation des essences à leur environnement**, celle de **détecter** le plus précocement possible **les dysfonctionnements** éventuels des écosystèmes forestiers, et celle de **dynamiser la sylviculture**, pour limiter notamment les *stress* hydriques.

Il a ensuite relevé les interrogations des météorologues sur l'accroissement ou non du **risque de tempête en Europe occidentale**, compte tenu de séries chronologiques limitées à 150 ans environ, des difficultés à mesurer les vitesses extrêmes du vent, et de l'ensemble des facteurs qui peuvent expliquer l'existence de grands cycles sur près d'un siècle. Il a fait état des séries statistiques disponibles, montrant, depuis 1868, une fréquence relativement plus forte en Europe centrale qu'en Europe occidentale des très grandes tempêtes et des grands dégâts forestiers afférents.

Il a rappelé que l'intensité des dégâts causés en France par **les deux tempêtes de décembre 1999** n'a pas de précédent dans la mémoire forestière, ce qui ne permet pas néanmoins de trancher la question de la récurrence de tels événements météorologiques extrêmes. En effet, il y a quelques siècles, l'importance des dégâts était probablement limitée par la moindre surface forestière, par l'importance des taillis et taillis sous-futaies, et par une hauteur moyenne des arbres inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

Depuis le premier plan de lutte contre l'effet de serre adopté en 1993, **le boisement des terres agricoles** est identifié comme un outil possible de cette lutte, même s'il ne faut pas considérer qu'il pourrait neutraliser plus de quelques pour-cent des émissions nationales de gaz carbonique. Néanmoins les importantes réserves des organisations professionnelles agricoles vis-à-vis de cette option, ainsi que plus généralement les conflits locaux sur l'occupation du sol, ont conduit à ce que cette politique n'a jamais atteint en France le niveau constaté en Irlande ou au Royaume-Uni, pays en moyenne faiblement boisés. Par ailleurs, les situations sont assez différentes d'une région à l'autre, et en règle générale **les zones faiblement boisées continuent à se déboiser** lentement alors que **les zones déjà fortement boisées continuent à se reboiser**, posant ainsi d'importants problèmes d'aménagement du territoire. **La zone privilégiée pour une politique de boisement serait le grand Ouest de la France**, où un taux de boisement plus élevé serait compatible avec la recherche d'une plus grande qualité environnementale et avec une maîtrise plus forte de la qualité de l'eau.

**Les rédactions restrictives du protocole de KYOTO, ainsi que la lecture encore plus restrictive qui en est faite, posent un réel problème pour la prise en compte de toutes les contributions possibles du secteur forestier à la lutte contre l'accroissement de l'effet de serre.** En effet, une approche limitée à la seule prise en

compte du carbone des très jeunes plantations peut être comprise comme **une volonté implicite de refuser la prise en compte globale des stocks de carbone en forêt** (1), alors même que le rythme de croissance des arbres est déjà fortement stimulé sur toute l'Europe par l'augmentation de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère, sans doute en synergie avec l'impact des dépôts atmosphériques azotés et l'augmentation de température.

**Dans le cas particulier de la France, une telle option prive de la possibilité de valoriser pleinement l'effort important de boisement, de reboisement et de conversion des anciens taillis sous-futaies, mené depuis 1946,** notamment grâce au compte spécial du Trésor «Fonds forestier national ». Il est exact que les plantations des cinquante dernières années ont privilégié les essences résineuses, mais il faut parallèlement constater la tendance lourde, durant la même période, à la réduction des marchés des bois feuillus de qualité moyenne et l'augmentation constante du marché des bois résineux. Par ailleurs, les résineux font souvent partie des peuplements pionniers naturels lors de la colonisation par la forêt de nouveaux terrains.

Revenant à la question du cycle du carbone, M. Christian BARTHOD a indiqué que **la forêt européenne** présente l'originalité, à l'échelle mondiale, d'être en pleine expansion, avec **un stock de carbone en forte augmentation**. Dans le débat sur les stratégies de lutte contre l'effet de serre, il est par ailleurs trop souvent oublié **que l'emploi du bois dans la construction constitue un stockage de carbone**, et que **l'utilisation énergétique du bois** (à la condition d'avoir une chaudière bien réglée) n'augmente pas la quantité de carbone en circulation, et permet d'éviter de relâcher dans l'atmosphère du carbone fossile actuellement séquestré (2).

Du point de vue environnemental, il a insisté sur la nécessité de **comparer méthodiquement les différents matériaux entre eux**, en prenant en compte toutes les énergies fossiles nécessaires à leur mobilisation et à leur mise en œuvre, et cela sur l'intégralité de leur cycle de vie. Dans ce domaine les débats sont passionnés, et les données présentées ne sont pas toujours indemnes de restrictions mentales, compte tenu de l'enjeu d'un positionnement de tous les matériaux sous l'angle environnemental.

---

(1) *Total du stock de carbone en forêt : 1 820 millions de tonnes en France, selon une estimation de l'Inventaire forestier national de 1999. La capitalisation annuelle moyenne de la biomasse aérienne et souterraine des arbres forestiers est estimée à 10 millions de tonnes de carbone.*

(2) *Stock de carbone dans le bois d'œuvre en France : environ 60 millions de tonnes de carbone (Source : Serge Lochu, étude pour la MIES) ; économies annuelles françaises d'énergies fossiles par l'utilisation énergétique actuelle du bois : environ 4,5 millions de tonnes de carbone par an (Source : calcul à partir d'une estimation de MM. G.A. Morin et P. Laufer, de 1992).*

Interrogé sur la situation dans **les D.O.M. et les T.O.M.**, M. Christian BARTHOD a rappelé le très faible niveau de la récolte de bois en Guadeloupe et en Martinique, et l'existence d'une ressource potentielle de bois commercialisable à la Réunion, avec les plantations anciennes de *Cryptomeria japonica*. En Guyane, la récolte de bois est significativement plus importante, mais le développement de la filière bois est confronté aux handicaps liés à la relativement faible fertilité de la plupart des sols forestiers guyanais et aux coûts de la main d'œuvre, par rapport à des pays tropicaux voisins. Enfin, il a déclaré ne pas disposer d'informations sur la Nouvelle Calédonie.

Monsieur Christian BARTHOD a ensuite mis en perspective les atouts de **la forêt tempérée** européenne par rapport à la forêt boréale et à la forêt tropicale et intertropicale. Néanmoins, des zones de plus en plus importantes de **forêts boréales**, jusqu'à présent très peu exploitées, pourraient devenir de plus en plus attractives pour la récolte de bois, notamment au Canada et en Sibérie, dans la mesure où l'augmentation des températures pourrait permettre des cycles plus intensifs.

**La forêt tropicale et intertropicale est en régression constante depuis près de cinquante ans.** En Afrique, les zones très forestières se sont fortement rétrécies et sont désormais concentrées autour du bassin du Congo et de l'Ogoué. En Asie du Sud-Est, des stratégies délibérées d'exploitation intensive pour financer le développement économique du pays ont été suivies, notamment en Malaisie et Indonésie. En Amazonie, l'implantation de nouvelles populations et de grandes exploitations agricoles a eu un impact sévère sur la réduction des surfaces forestières. De façon globale, sans exclure des cas particuliers choquants, la réduction des surfaces forestières provient davantage des besoins énergétiques locaux, du besoin de terres agricoles et des plantations industrielles que d'une exploitation commerciale motivée par la seule exportation.

**Le suivi de la déforestation n'est pas facile à mener au niveau mondial,** car les outils statistiques manquent souvent dans les pays les plus concernés. Les inventaires de la F.A.O. restent la principale référence. Le suivi satellitaire n'est pas une panacée, comme l'ont montré les discussions du début des années 1990 sur le suivi de la déforestation en Amazonie. Par ailleurs, le ralentissement du rythme de déforestation peut n'être que temporaire, comme l'a également montré le cas amazonien.

Au sujet des puits de carbone et des **plantations effectuées par le groupe P.S.A. au Brésil**, M. Christian BARTHOD estime que dans le contexte actuellement encore mouvant d'un éventuel marché des «droits à polluer», il existe un intérêt certain à expérimenter la faisabilité des cahiers des charges et le poids des contraintes rencontrées lors de grands projets de boisement réalisés dans la zone tropicale ou intertropicale par des entreprises européennes ou nord-américaines. Les problèmes rencontrés par l'O.N.F. sur ce dossier illustrent les difficultés que peuvent rencontrer des opérateurs très qualifiés dans un environnement social et politique qu'ils ne maîtrisent pas parfaitement. Par ailleurs, il se pose la question difficile de savoir s'il n'est pas possible de proposer aux entreprises susceptibles d'être concernées par un

marché des « droits à polluer » des mécanismes permettant à la forêt européenne de profiter d'une telle opportunité.

A propos de la rédaction du **protocole de KYOTO**, M. Christian BARTHOD évoque les craintes répandues dans certains milieux environnementaux vis à vis de la contribution que la forêt et le bois pourraient apporter à la lutte contre l'effet de serre. En effet, **les contributions forestières sont parfois présentées, bien à tort, comme une alternative au besoin de réduire les émissions polluantes**. Une telle présentation ne sert pas les intérêts forestiers et conduit certains négociateurs à vouloir limiter la contribution forestière en fixant des conditions extrêmement limitatives à une telle prise en compte. Il est un fait que **les experts forestiers n'ont pu que très peu contribuer à la rédaction du compromis final de la conférence de KYOTO, et que la délégation française ne comptait pas d'experts dans ce domaine**. Par ailleurs, **les pays tropicaux n'ont pas non plus intérêt à donner un avantage compétitif aux pays européens en prenant vraiment en compte les forêts**.

Il ressort de toutes ces considérations que **les grilles d'analyse proposées par les différentes parties prenantes ne sont pas neutres, et qu'il peut s'opérer autour des négociations sur les changements climatiques des alliances a priori surprenantes, par exemple entre des défenseurs de l'environnement légitimement attachés aux réductions d'émissions polluantes et des pays tropicaux tolérant ou favorisant la déforestation à grande échelle**.

**Le projet de loi d'orientation sur la forêt** fait référence à la contribution du secteur de la forêt et du bois à la lutte contre l'effet de serre. Néanmoins il n'a pas été identifié de mesures législatives particulières nécessaires pour remédier à des blocages actuellement constatés en matière de boisement d'anciennes terres abandonnées par l'agriculture.

Interrogé sur **l'insuffisante association de spécialistes français au sein du G.I.E.C.**, M. Christian BARTHOD a observé que les conditions de travail au sein de ce réseau d'experts n'étaient pas très favorables à la participation de scientifiques forestiers francophones, par ailleurs très peu nombreux à investir dans cette thématique de recherche. Au nom de la M.I.E.S., M. Arthur RIEDACKER, mis à disposition par le ministère de l'agriculture et de la pêche, participe à ces négociations. Il est à noter que beaucoup de pays mobilisent des scientifiques en fin de carrière, alors que la plupart des scientifiques français ne sont pas attirés par ce type de valorisation de leur expérience. Or, **pour compter, il faut être partout, marteler le même discours, posséder une certaine capacité de nuisance pour prétendre pouvoir bloquer un compromis, et enfin être à même d'accéder aux comités de rédaction où se fait le vrai travail**.

Ayant été en charge des **négociations internationales touchant à la forêt** de 1989 à 1995, M. Christian BARTHOD a signalé que son expérience le conduisait à souligner l'originalité de ce genre de négociations qui mêlent inextricablement une dimension scientifique dans un secteur où les connaissances ne sont pas stabilisées, à

des aspects diplomatiques plus classiques. Dès lors, l'enjeu est de **savoir mêler les genres, tout en instaurant des procédures d'arbitrage qui garantissent le respect des intérêts nationaux**. Il s'agit d'un défi particulièrement difficile à relever.

Au sein du **Comité permanent forestier de l'Union européenne**, à l'initiative conjointe de la France et de la Finlande, un groupe d'experts animé par ces deux pays a été mis en place. De fait, l'expertise finlandaise s'est révélée particulièrement dynamique et seule à même d'animer un groupe d'experts. Cela s'explique probablement par les enjeux économiques et politiques de la forêt en Finlande.

Enfin, à propos de **l'écotaxe**, M. Christian BARTHOD a rappelé qu'en 1991 la France était parmi les pays qui avaient lancé ce débat, dans un contexte où son bilan d'émissions de gaz carbonique lui laissait penser qu'elle pouvait en retirer un avantage compétitif. Les discussions ultérieures, reposant sur les émissions de carbone mais aussi sur la consommation d'énergie, ont modifié beaucoup d'analyses. **Le secteur de la forêt et du bois**, dans la plupart des pays vraiment forestiers, **estime qu'un tel mécanisme fiscal et financier pourrait lui bénéficier en partie**, compte tenu des contributions qu'il peut apporter à la lutte contre l'accroissement de l'effet de serre.

**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE**

**M. Guy LANDMANN, (1)**

**CHEF DU DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ DES FORÊTS**

**DIRECTION DE L'ESPACE RURAL ET DE LA FORÊT**

**(16 mars 2000)**

Après avoir indiqué que **le département de la santé des forêts** était en premier lieu chargé de la **surveillance phytosanitaire** (champignons pathogènes, insectes ravageurs,...), il a précisé que les effets de la pollution atmosphérique diffuse et du réchauffement climatique étaient également pris en compte indirectement par le biais des réseaux d'observation. Le chef du département est aussi chargé du **suivi des conventions internationales**.

Au sujet de la question des **pluies acides**, M. Guy LANDMANN a souligné le fait que **20 % des sols forestiers du territoire français sont très acides**. Ce problème concerne les Vosges et les Ardennes, ainsi qu'une partie du Massif central et de l'ensemble Bretagne-Normandie. D'où l'octroi, à partir de l'année 2000, de subventions du Ministère de l'Agriculture pour que les forestiers restaurent les sols grâce à des engrais calco-magnésiens.

Les Allemands, confrontés à un problème de même nature mais plus étendu en surface, ont restauré 1,5 million d'hectares en dix ans. On estime qu'**il serait souhaitable de restaurer 1 million d'hectares en France**, les sols acides y ayant atteint une acidité très marquée (pH compris entre 3 et 4) et étant très faiblement pourvus en cations basiques. Ainsi, sur les sols les plus appauvris les épicéas jaunissent du fait d'une carence en magnésium.

L'origine de cette acidification résulte tant d'une utilisation historique de type minier des sols forestiers que des pluies acides, mais **la restauration est mise**

---

(1) *M. Guy LANDMANN est ingénieur du génie rural, des eaux et des forêts.*

**en œuvre par le Ministère de l'Agriculture** et non par les pollueurs, qui sont nombreux et ne peuvent être aisément localisés en raison des transports à longue distance des polluants.

M. Guy LANDMANN a rappelé que la restauration ne devait pas être effectuée de manière brutale, pour ne pas bouleverser les écosystèmes. Ainsi, deux tonnes d'engrais par hectare peuvent produire des effets étalés sur une vingtaine d'années. Le bilan de tous les dispositifs mis en œuvre depuis quinze ans a donc été établi précisément.

Elargissant son propos, M. Guy LANDMANN a signalé qu'**il serait important de développer la vulgarisation des connaissances**. L'Office National des Forêts (ONF) et le Ministère de l'Agriculture ont ainsi décidé le financement d'une étude en vue d'élaborer un outil de vulgarisation. En effet, les données demeurent aujourd'hui trop abstraites, même si les chiffres sont connus et s'il existe des ruisseaux chargés de quantités d'aluminium telles qu'ils ne permettent plus la vie.

Face au problème de la pollution atmosphérique, **un règlement européen de protection des forêts** a été élaboré en **1987**. Il bénéficie de 6 à 7 millions d'euros par an, ce qui est relativement modeste mais indispensable pour maintenir la recherche dans ce secteur.

**Des dispositifs de surveillance permanents ont été mis en place dans la forêt française**. Ainsi, depuis 1987-1990 des observations sont réalisées sur 540 points fixes d'observation (20 arbres par site) à l'échelle de la métropole. Des observatoires plus intensifs, au nombre d'une centaine, ont en outre été installés pour les grandes essences : il s'agit du réseau RENECOFOR.

Cet outil polyvalent doit prendre en compte aussi bien les pluies acides que l'équilibre des écosystèmes, et M. Guy LANDMANN a jugé souhaitable d'**étendre sa fonction aux changements climatiques**, afin de pouvoir observer les liens entre ceux-ci et la pollution. Pour l'instant, il n'est cependant pas certain que les instances bruxelloises aient pris la mesure de l'intérêt de cette observation.

Abordant ensuite la question du **réchauffement climatique**, M. Guy LANDMANN a indiqué que dans un premier temps, il était possible d'estimer que le réchauffement serait favorable pour le cycle de végétation des arbres. Ainsi **en France, sur dix ans, une hausse de 0,9 degré de température en été et de 1 degré en hiver a entraîné l'apparition de 12 jours de végétation supplémentaires sur la période avril-septembre**.

En revanche, il a noté que **l'action du réchauffement sur les insectes et les champignons** n'était pas très bien connue pour l'instant. Quelques données existent cependant. Ainsi **la chenille processionnaire du pin** est remontée d'environ la moitié d'un département le long d'une ligne allant de Bordeaux à Lyon, tandis que le

**chancre du châtaignier**, en provenance du sud et présent depuis une quarantaine d'années en France, a gagné la Bretagne, l'Alsace et la Région Parisienne.

M. Guy LANDMANN a rappelé l'intéressant **colloque qui s'est tenu à Nancy en 1999** sur les causes et les conséquences de l'accélération de **la croissance des arbres en Europe**. L'une des conclusions en a été que **la pollution pouvait être « bonne » pour la forêt**. C'est ainsi que le CO<sub>2</sub> ou les dépôts azotés, ou l'augmentation de la température, peuvent conduire à une amélioration de la croissance des arbres. Mais ils peuvent aussi **entraîner une rupture d'équilibre, notamment de la nutrition minérale**.

**En l'état actuel des connaissances, M. Guy LANDMANN a estimé qu'il demeurait difficile de mener une réflexion intégrant toutes les variables, et situant les enjeux économiques et écologiques du réchauffement climatique sur la forêt**. Même si l'INRA, la MIES ou le GICC ont pris de bonnes initiatives sur ces questions, ils n'en sont encore qu'au stade préliminaire.

Abordant la question de **la forêt tropicale**, M. Guy LANDMANN a précisé que **peu d'études** existaient, car les changements importants se produisent surtout aux latitudes élevées.

Quant au développement des **modèles numériques**, M. Guy LANDMANN a déploré que leur incertitude reste trop grande tant que des études sur le terrain ne sont pas menées.

Par ailleurs, il a rappelé que le **programme Gestion et Impact des Changements Climatiques (GICC)** géré par le Ministère de l'Environnement concerne tous les milieux, mais que la forêt n'a pas encore trouvé sa place dans cet appel d'offres, peut-être du fait de la difficulté des forestiers à présenter un discours suffisamment compréhensible ou à dégager des axes de réflexion. Il a souhaité que le Groupement d'Intérêt Public (GIP) ECOFOR, parvienne à mener à bien six ou huit programmes, dont un concerne la forêt et les modifications de l'environnement, et qu'il prenne donc en compte les changements climatiques, la pollution atmosphérique, etc....

Evoquant **les journées scientifiques et techniques qui se sont tenues en juin 1999 à Nancy** et qui étaient organisées par l'INRA, M. Guy LANDMANN a rappelé qu'elles avaient trait à l'impact de l'effet de serre sur la forêt.

Il a estimé que l'évolution de l'aire des forêts en altitude et dans certaines zones géographiques suite aux changements climatiques, le dépérissement de massifs composés de certaines essences du fait de la sécheresse, et la modification de l'aire de répartition et des niveaux de population des insectes ravageurs et des champignons pathogènes (certains étant amenés à se développer et d'autres à régresser sans que l'on puisse dire à l'avance lesquels) montraient la nécessité d'un renforcement du suivi de ces modifications.

De ces études pourraient naître des réponses sur la nécessité de planter certaines essences dans certaines zones pour tenir compte des changements observés. C'est ainsi que le rapport de la MIES a noté qu'il serait intéressant de planter des pins plus résistants, ou de coupler le chêne et le hêtre par exemple en Normandie, le hêtre étant davantage menacé par la sécheresse, mais le chêne étant plus cher et poussant moins vite. La réponse à certaines questions permettrait de pouvoir **décider si l'anticipation du changement climatique doit être lancée dès maintenant, et de motiver en ce cas des replantations en conséquence.**

Concernant **la recherche sur les évolutions de la forêt par rapport au climat**, M. Guy LANDMANN a indiqué que les Anglo-saxons disposaient de modélisations rustiques mais utilisables, tandis que les Français travaillaient sur des modélisations plus ambitieuses mais encore inutilisables. Un équilibre reste à trouver entre ces deux approches, de même qu'une enceinte appropriée pour les débats sur ce thème.

**M. YVES COCHET**  
**MINISTRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET**  
**DE L'ENVIRONNEMENT**

**(6 décembre 2001)**

M. Yves COCHET a rappelé que, depuis sa nomination au Gouvernement, il avait participé à deux **conférences internationales** relatives au climat, à **Bonn** et à **Marrakech**, et qu'il considérait que ces deux conférences avaient constitué **des succès**. En effet, elles avaient permis de préciser les méthodes pour la mise en œuvre du protocole de Kyoto dans quatre domaines : les puits de carbone, l'aide aux pays du Sud, l'observance et les mécanismes de flexibilité. Il s'est donc réjoui du texte adopté à Marrakech.

Il a rappelé que tous les pays participants, à l'exception des États-Unis d'Amérique, s'étaient engagés à **ratifier, le plus vite possible, le protocole de Kyoto** afin de pouvoir présenter des avancées substantielles pour la conférence de Johannesburg prévue pour septembre 2002.

M. Yves COCHET a rappelé que **les objectifs 2008-2012** risquaient de ne pas être atteints par certains pays, même si la Russie et le Japon ont été beaucoup aidés pour y parvenir. Il a estimé que la France réussirait, et même dépasserait ses objectifs, de même que l'Europe.

Interrogé sur la représentation technique de la France parmi les experts climatiques et économiques au sein du **GIEC** ou des négociations internationales, M. Yves COCHET a considéré que la qualité des rapports du GIEC et l'augmentation de leur fréquence, comme de leur précision, constituaient autant de signes encourageants.

Quant à la tenue même des **négociations internationales**, il a jugé que les intérêts de la France y étaient techniquement bien pris en charge, et, encore une fois, que la France pouvait faire mieux que stabiliser ses émissions à 0 %, surtout si les

préconisations du rapport COCHET sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables étaient suivies.

Le ministre a aussi évoqué le récent rapport du sénateur Serge LEPELTIER relatif aux nuisances de **l'automobile**(1); il l'a estimé très intéressant quoique traduisant une fascination un peu excessive pour les progrès des techniques automobiles dont, selon le ministre, il faudrait plutôt réduire l'usage, en donnant, par exemple, davantage de moyens aux transports collectifs, comme le préconise le plan national de lutte contre le changement climatique.

A propos des **transports en commun à Paris**, M. Yves COCHET a considéré que la priorité consistait à promouvoir une offre attractive de transports en commun, c'est-à-dire des transports qui soient rapides, confortables, sûrs et fréquents. En effet, seule une bonne alternative aux transports individuels pourrait faire évoluer de manière sensible la situation.

Par ailleurs, il a souhaité qu'une lutte contre les nuisances résultant de la croissance des transports routiers soit menée afin de développer **le fret ferroviaire**. Un immense effort devrait être, selon lui, accompli dans ce domaine, afin de parvenir à doubler en dix ans ce mode de transport, étant observé que ce doublement reviendrait seulement à maintenir la part actuelle du fret et non à l'augmenter. Il a aussi relevé le rôle néfaste des **embouteillages**, qui constituent d'immenses gaspillages, et a souhaité que les usagers fassent davantage preuve d'autodiscipline.

M. Yves COCHET a ensuite rappelé l'intérêt du **rapport Zedillo-Delors**, publié en juin 2001, qui prône l'instauration d'**une taxe mondiale sur le carbone**, et s'est demandé aussi si les périodes électorales étaient bien propres à favoriser de nouvelles mesures restrictives sur l'énergie. Il a souhaité que des campagnes de publicité enseignant **les gestes qui économisent l'énergie** soient développées.

A propos de **la forêt**, il a noté que beaucoup d'incertitudes existent quant aux émissions de certaines forêts du monde, et a rappelé que les pays du « groupe de l'ombrelle » ont obtenu au cours des récentes négociations internationales une prise en compte bien plus importante de leurs puits de carbone, même si ces puits peuvent être considérés comme davantage politiques que scientifiques. Pour la France, de bonnes bases scientifiques existent pour estimer son puits de carbone, mais elle n'a obtenu que peu de quota de puits. Dans le même temps, le Canada, qui est plutôt émetteur de carbone, obtenait une prise en compte plus importante de ses forêts.

Ce rapprochement montre que **les pays de l'Union européenne ont plutôt misé sur la stratégie consistant à montrer l'exemple en s'imposant des efforts domestiques réels.**

---

(1) « Nuisances environnementales de l'automobile : quels vrais enjeux ? » par M. Serge LEPELTIER, Délégation pour la planification, Collection « Les rapports du Sénat » n° 113, 2001-2002, 219 pages.

Interrogé sur la réalité de **la priorité nationale constituée par la lutte contre l'intensification de l'effet de serre** résultant de la loi votée au printemps 2000, M. Yves COCHET a précisé que le décret d'application nécessaire à la création de l'Observatoire de l'effet de serre était en cours de rédaction et devrait conduire à la création de cet Observatoire vers le printemps 2002, et qu'il veillait personnellement à l'application de toutes les dispositions de la loi votée.

Quant au rapport entre **le ministère de l'Environnement et la MIES**, le ministre a précisé que le ministère de l'environnement se comportait comme un chef de file face à la MIES et à l'ADEME, et qu'il ne serait pas absurde d'intégrer la MIES au ministère, qui ne possède pas pour l'instant de direction de l'énergie.

Par ailleurs, est à l'étude **la création d'un corps de fonctionnaires de catégorie A, et même A+**, dont la compétence transversale trouverait particulièrement son emploi **au ministère de l'environnement**. Une spécialisation environnement à la sortie des **grandes écoles** pourrait être envisagée, et bien avant cela, dans **l'enseignement secondaire**, une sensibilisation à l'environnement et même un corpus d'enseignement axé sur le développement durable ou l'effet de serre pourrait être envisagé. Le ministre de l'Education nationale est assez favorable à une telle approche initiée par le ministère de l'Environnement.

A un autre échelon, le ministère s'interroge sur la place et l'organisation de l'activité environnement des **Directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE)**. Il se demande s'il faudrait créer des directions départementales de l'environnement. Toute une réflexion sans *a priori* est lancée sur ces thèmes.

Questionné sur **la mise en œuvre des permis d'émissions négociables**, M. Yves COCHET a rappelé que les industriels étaient prêts à conclure des engagements volontaires, mais que le ministère était réservé face à ces généralisations. Il a souligné qu'une directive était actuellement en préparation à Bruxelles sur les échanges de permis négociables.

Cependant, pour M. Yves COCHET, le vrai problème demeure de réduire les émissions de l'industrie, et il considère qu'il faut **commencer par réduire de manière substantielle les émissions de gaz à effet de serre dans son propre pays** avant de conclure des accords internationaux sur les permis négociables.

Quant au **transport aérien**, qui bénéficie d'une absence de taxation du kérosène, il a estimé évident que cette situation fiscale ne peut perdurer même s'il est plus facile de réaliser cette évolution, dans un premier temps, par les vols intraeuropéens.

Il a souhaité que le transport aérien soit inclus dans les secteurs du protocole de Kyoto émettant du gaz à effet de serre, même si les émissions sont difficiles à imputer à tel ou tel pays dans la mesure où la plupart des vols sont internationaux, mais, quels que soient les moyens techniques envisagés, **une meilleure prise en compte des émissions des transports aériens demeure indispensable**.

Au sujet des **véhicules à deux roues**, qui ne représentent qu'un faible pourcentage des gaz à effet de serre (environ 2 %), le ministre a reconnu que leur coût par kilomètre et par passager était très élevé, d'autant que ces engins sont souvent surdimensionnés en puissance. Au sujet de leur pollution sonore, le ministre a souligné avec force que celle-ci atteignait un niveau excessif, et que si la réglementation sur le niveau sonore des dispositifs d'échappement interdisait déjà les plus bruyants de ceux-ci, ces accessoires demeuraient en vente libre permettant la transformation ultérieure de l'engin. Il a trouvé anormal que la législation puisse être ainsi tournée et a souhaité que, au-delà de la verbalisation, ce problème soit traité à la source chez les vendeurs d'accessoires. Il a prôné une grande vigilance à ce sujet.

Abordant ensuite la question de **l'habitat**, M. Yves COCHET a souhaité que soit d'abord réhabilité l'habitat ancien, comme le prône d'ailleurs M. Jean-Yves LE DÉAUT, dans son rapport sur les énergies renouvelables<sup>(1)</sup> présenté récemment à l'OPECST. M. Yves COCHET a souhaité que l'État donne l'exemple en matière de réhabilitation.

Le ministre a ensuite rappelé que s'étaient tenues récemment **les Assises de la haute qualité environnementale**, qui devrait être promue d'abord dans l'habitat social, mais il a déploré l'absence assez répandue de formation et d'information chez les professionnels de la construction, qu'il s'agisse des architectes, ou encore des plombiers...

Il a estimé qu'une forte aide de l'ADEME serait nécessaire pour faire évoluer les choses, et que **la nécessité de former de bons thermiciens** constituait une évidence. Il a relevé que, là encore, une modification des programmes d'enseignement semblait s'imposer.

Abordant le point particulier des **ventilations mécaniques**, M. Yves COCHET a jugé que le renouvellement d'un volume par heure de l'air d'un local était excessif, et que ce procédé pourrait souvent être considéré comme non indispensable.

Par ailleurs, il a souhaité que soit abandonnée l'installation d'**ascenseurs** sans contrepoids.

Enfin, il a estimé facile à gagner le combat pour **l'économie d'éclairage et de chauffage**, grâce auquel il serait possible d'épargner assez aisément environ 40 % de l'énergie actuellement utilisée.

---

(1) « L'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables » par MM. Claude BIRRAUX et Jean-Yves LE DEAUT, députés, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), n° 3415 - Assemblée nationale, n° 94 - Sénat - Novembre 2001, 347 pages.

**MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET  
DE L'ENVIRONNEMENT**

**DIRECTION DE L'EAU**

**M. Noël GODARD**

**SOUS-DIRECTEUR DE LA PROTECTION ET DE LA GESTION DES EAUX**

**(14 décembre 2000)**

A la suite de la présentation des attributions de la Direction de l'Eau qui recouvrent aussi bien la prévention des **inondations** que la lutte contre les **pollutions** ou la **sécheresse**, M. Noël GODARD a rappelé que la lutte contre les inondations est conduite en partenariat avec le ministère de l'Intérieur qui se charge de l'organisation des secours et de l'instruction des dossiers relatifs à l'indemnisation des victimes, tandis que l'aspect prévention qui concerne notamment l'occupation des sols et l'élaboration des plans de prévention des risques créés en 1995 (loi Barnier), et dont les moyens viennent d'être augmentés, relève du ministère chargé de l'environnement.

Il a indiqué que le cadre géographique de base de la Direction de l'Eau est constituée par de grands tronçons de rivières et qu'**un atlas des zones inondables** par les rivières était actuellement en cours de réalisation (50 %). L'objectif est d'améliorer la diffusion de ces atlas, notamment par Internet, l'Ile-de-France constitue une région pionnière en la matière.

M. Noël GODARD a insisté sur la réalité du **risque d'inondations en France** puisqu'il concerne **une commune sur trois**. La priorité de l'action est donnée aux grandes vallées alluviales, où les Directions départementales de l'Équipement sont chargées de l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation.

**L'annonce des crues** constitue un second volet de la politique de prévention de l'Etat. Cette mission s'est développée au siècle dernier, donnant l'alerte par télégraphe ; aujourd'hui, des stations automatiques de mesures existent, et également des réseaux de radars (Ar amis, de Météo France).

Le troisième type d'actions, est constitué par **les travaux de protection** et l'octroi d'aides financières pour les mener à bien.

La construction de **grands réservoirs** compte parmi les travaux possibles ; c'est ainsi que la Seine bénéficie de quatre grands réservoirs à l'amont de Paris.

Même si le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle a connu de très grandes crues, **la multiplication des phénomènes extrêmes** au cours de ces dix dernières années fait apparaître une évolution qui **pourrait rendre nécessaire le renforcement des mesures de prévention vis-à-vis des risques liés aux inondations.**

C'est à l'échelle mondiale que la multiplication des risques apparaît plus évidente, qu'il s'agisse de la Pologne, de l'Allemagne, de la République tchèque, de l'Italie avec la plaine du Pô, ou encore, pour la France, de l'Aude et du Finistère en décembre 2000.

M. Noël GODARD a noté que **d'avantage de recherche et d'observations seraient nécessaires** et qu'il faudrait peut-être renforcer les liens de Météo France avec le ministère chargé de l'environnement, multiplier les surveillances localisées, les mailles du réseau de Météo France apparaissant trop lâches. Certaines zones, comme le sud est, sont bien couvertes par les radars, mais en Haute-Normandie, où trop d'écoulements boueux surviennent, des améliorations devraient être apportées.

Il reste à **améliorer la sécurité des grands ouvrages**, comme les barrages hydrauliques, dans la mesure où l'importance des crues et leur fréquence risquent d'augmenter.

Cette difficulté est bien apparue lors des inondations qui ont atteint la centrale nucléaire du Blayet en décembre 1999 (1), la révision à la hausse de certaines normes de sécurité devrait en découler.

Bien entendu, les services de la recherche du ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement travaillent sur ces risques d'inondations.

Abordant ensuite la question de **la ressource en eau**, dans l'hypothèse où les sécheresses viendraient à augmenter, M. Noël GODARD a noté que les phénomènes actuellement observés dans le sud de l'Europe, notamment en Espagne et en Afrique subsaharienne, pourraient peut-être apparaître dans le sud de la France dans quelques

---

(1) *L'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques a élaboré un rapport sur les incidents résultant de la tempête du 27 décembre 1999, afin d'en tirer des enseignements sur les risques des installations nucléaires (Rapport de M. Claude BIRRAUX, député, n° 2331 Assemblée nationale, et n° 316 Sénat, avril 2000).*

dizaines d'années. Il a rappelé toutefois l'importance du stockage dans les aquifères souterrains, qui représente 2.000 milliards de mètres cubes pour les aquifères naturels. Il a insisté sur les prévisions alarmistes concernant les glaciers, dans les Alpes, et le stock neigeux dans les Pyrénées. Il a indiqué qu'il était **difficile de stocker davantage d'eau qu'actuellement**, d'autant qu'un mètre cube d'eau stocké artificiellement coûte environ un franc par mètre cube et par an, ce qui apparaît cher pour l'usage agricole.

Une **gestion plus économe de la ressource en eau** doit être recherchée. Par exemple dans le bassin de Adour-Garonne, des plans de gestion des étiages sont élaborés et une meilleure utilisation des réservoirs existants a pu être mise en œuvre en liaison avec EdF pour les barrages alimentant la Garonne.

Des efforts ont été accomplis concernant le **comptage de l'eau** pour les usages de l'agriculture. Les 2/3 de la consommation nette d'eau sont utilisés par l'agriculture, l'eau consommée par la plante représentant d'ailleurs 90 % de l'eau fournie.

A propos du comptage de l'eau, M. Noël GODARD a rappelé que les agences de l'eau subventionnaient les installations de comptage. L'obligation de comptage ne peut toutefois s'appliquer à l'irrigation gravitaire à fonction agricole, comme dans le sud-est avec la Durance, ou encore à une irrigation environnementale et paysagère, comme pour la nappe de la Crau.

Si la consommation d'eau dans le secteur agricole a beaucoup cru depuis 20 ans, il peut être relevé que l'industrie prélève en revanche moins d'eau.

Cette meilleure gestion de la ressource peut être organisée à travers **les plans de gestion des étiages**, et d'une façon plus générale dans le cadre **des schémas d'aménagement et de gestion des eaux**. Elle passe par la nécessité de mener **une concertation avec les agriculteurs** pour être moins désarmé lorsqu'une année sèche survient, comme en 1990 par exemple.

Ces préoccupations renvoient à **une meilleure estimation des coûts comme celui du stockage**, ou celui de l'eau à usage agricole. Des redevances qui retournent au cycle de l'eau favorisent des estimations exactes.

M. Noël GODARD a souligné **l'avance de la France** grâce aux agences de bassins en matière de gestion de l'eau par bassin versant. Il a indiqué également que plusieurs coopérations internationales par bassin versant fonctionnaient bien, notamment sur le Rhin, avec la commission des eaux du Rhin, sur la Meuse et sur l'Escaut, sur le Rhône avec la Suisse, et sur la Garonne et la Bidassoa, avec l'Espagne.

A propos de **la déviation de l'eau du Rhône vers l'Espagne** pour alimenter celle-ci en eau potable, il a indiqué que le client catalan apparaît un peu en pointillé, dans la mesure où le pouvoir central espagnol est circonspect. Le plan national hydrologique espagnol qui vient de paraître préconise plutôt une meilleure gestion

des eaux. Le prix du mètre cube d'eau est actuellement d'environ 4 francs à Barcelone, et serait beaucoup plus onéreux si l'eau du Rhône était acheminée jusqu'en Catalogne.

A propos des **concessions hydroélectriques** gérées aujourd'hui par **EdF** et l'environnement, M. Noël GODARD a précisé que la très grande durée des concessions (75 ans) constituait un facteur de rigidité de la gestion de la ressource en eau rendant difficile l'adaptation de l'exploitation de ces ouvrages à l'évolution des besoins des autres usagers et des exigences environnementales de ces trente dernières années.

En général, en cas de modification des règles de police de l'eau, EdF souhaite être indemnisée du manque à gagner qu'elle peut subir. De plus, la juxtaposition de concessions au long du même fleuve, même si les parties sont toujours l'Etat et EdF, complique les choses, en particulier si, comme c'est le cas pour le Rhône, le milieu naturel n'a pas été pris en compte lors de l'octroi de la concession.

Abordant ensuite la question des **DOM-TOM**, M. Noël GODARD a noté que, depuis 1992, ceux-ci étaient dotés de comités de bassins, mais pas d'agences de l'eau, d'où un certain retard dans le domaine de la gestion de celle-ci.

Dans les DOM-TOM, **l'ensemble des eaux est domanial**. En Guadeloupe, on a vu apparaître certaines zones de pénurie et des problèmes relatifs à l'eau potable, envahie par les pesticides des périodes passées. A La Réunion, un fort contraste existe entre l'est et l'ouest de l'île.

**Le fonds national de solidarité sur l'eau** créé en 2000 permettra d'améliorer la solidarité dans le domaine de l'eau entre les DOM-TOM et la métropole.

Interrogé sur **les bassins miniers**, M. Noël GODARD a répondu que les problèmes d'instabilité du sous-sol qui s'y posent sont encore mal maîtrisés, par exemple pour les mines de charbon, il est observé un tassement du sol et des effondrements réguliers, qui peuvent générer des problèmes d'inondation. Les carrières de calcaire, dans Paris, ont été, elles, à l'origine d'effondrements brutaux. Pour les mines de fer, les difficultés proviennent du fait que le code minier n'avait pas prévu toutes les conséquences de la fermeture des mines. Pour les potasses d'Alsace, se posent les problèmes des rejets de sel dans les eaux du Rhin, ce qui rend difficile pour les Hollandais l'obtention d'eau potable, un problème identique se posant sur la Moselle.

Mais il existe des zones où les problèmes sont encore plus aigus, comme d'abord **le Finistère**, où les grandes crues se multiplient, l'avant-dernière s'étant produite en 1995, et la dernière en 2000, ce qui reflète la multiplication de celles-ci depuis les années 1950, et pose la question de la responsabilité partielle du remembrement dans ces événements.

Une autre zone difficile est constituée par la **vallée de la Seine** et de ses affluents en région parisienne où une crue importante risquerait d'entraîner un coût d'environ 50 milliards de francs. Peu de parades existent face à cela, surtout pour la protection des dernières constructions édifiées, ce qui explique la hausse de la prime d'assurance « catastrophes naturelles » passée rapidement de 8 % à 12 %.

Dans d'autres régions de France, des crues produiraient également des conséquences lourdes. Ainsi les cours d'eau méditerranéens pourraient menacer des sites urbains.

La rationalisation provenant des **schémas d'aménagement de gestion des eaux** a beaucoup de mal à voir le jour. Par ailleurs, comme la création des commissions locales de l'eau ne s'est pas accompagnée de moyens réels, en hommes ou en crédits, celles-ci ne fonctionnent bien que si elles sont soutenues par un syndicat intercommunal.

Dans chaque grand bassin, un préfet coordonnateur, assisté par l'agence de l'eau et la direction régionale de l'environnement, placé auprès de lui (structure créée seulement en 1992), a la responsabilité des schémas directeurs.

En conclusion, M. Noël GODARD a évoqué **le projet de loi sur l'eau**, qui devrait venir bientôt en discussion devant le Parlement. Il tendrait notamment à améliorer les délégations de services publics en rendant possible la renégociation plus fréquente des contrats, le maintien des réserves financières consacrées à l'eau par les grandes sociétés travaillant dans ce domaine. Il a noté aussi que les régies étaient moins coûteuses que la gestion déléguée.

Il a regretté que le secteur public n'effectue pas suffisamment de **recherches**, et que ses techniciens soient dispersés dans trop d'organismes.

**MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
ET DE L'ENVIRONNEMENT**

**M. JEAN-CLAUDE ANDRÉ,**

**PRÉSIDENT DU COMITÉ SCIENTIFIQUE DU PROGRAMME SUR  
LA « GESTION ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE » (GICC)**

**(2 mai 2001)**

M. Jean-Claude ANDRÉ a tout d'abord présenté le programme GICC dont il préside le Comité scientifique, programme, doté de 6 à 7 millions de francs par an de crédits de recherche, hors salaires. Il a indiqué que c'est au début de l'année **1999** que furent lancés les **appels à proposition de recherches** et que les premiers travaux ont débuté vers la fin de l'année 1999. Des appels ultérieurs ont été lancés au cours de l'année 2000, dont les propositions sont attendues en 2001. Le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement a obtenu que ces crédits soient imputés sur le budget civil de recherche et de développement (BCRD).

Il a insisté sur le fait que, **jusqu'à une date récente, les recherches sur les impacts du changement climatique étaient embryonnaires en France**. Elles se limitaient à la régionalisation du changement climatique et à l'étude, par des macro-économistes, de la naissance du marché des permis d'émissions négociables liés à la Convention de Kyoto.

En réalité, d'autres recherches restent nécessaires, notamment sur les températures, les précipitations, les événements extrêmes et surtout sur des approches conjointes entre les questions climatiques, leurs impacts et l'économie, qui constituent le cœur du problème. Or, non seulement **économistes, juristes et physiciens sont peu habitués à travailler ensemble, mais beaucoup d'incertitudes scientifiques subsistent. Toutes ces recherches n'en sont qu'à leur début et leurs résultats demeurent encore très fragmentaires.**

Abordant **les aspects climatiques**, M. Jean-Claude ANDRE a précisé que la plupart des recherches portaient sur l'horizon où la concentration de gaz carbonique dans l'air aurait doublé, quelle que soit la date de cet événement. Dans cette

perspective, la variation de la pluviométrie est particulièrement étudiée ; en général il y a accord sur le constat suivant : **le nord de l'Europe recevrait davantage de pluies tandis que le sud serait moins arrosé**. Tous les modèles climatiques font apparaître dans chacun de ces cas une variation d'une amplitude de 10 %, sans être à même de quantifier plus précisément l'évolution. Ces simulations posent la question de **savoir si la France(1) est ou non traversée par la ligne de partage entre le nord et le sud de l'Europe**. Malgré les travaux de grande qualité de Météo France et du CNRS, personne n'est en mesure de répondre à cette question, d'où une recherche active sur ce thème. Il est toutefois possible de noter que Météo France a relevé davantage de précipitations au cours des trente dernières années, mais que cette variation reste de faible amplitude.

M. Jean-Claude ANDRÉ a noté, à propos de **la végétation** et de **l'agriculture**, que **l'accélération de la croissance** due à l'augmentation de gaz carbonique dépendait aussi d'autres nutriments que ce gaz, à savoir ceux présents dans les sols, et l'eau. Il est admis qu'un ou deux degrés de plus augmenteraient la productivité, mais que cela dépendait des pratiques elles-mêmes. Dans certains domaines, comme celui de **l'exploitation forestière**, il existe déjà des choix opérés à des horizons de trente ou de cinquante ans, ainsi en est-il du choix des essences à planter. Il est attendu une amélioration de la croissance des forêts avec le changement climatique. Toutefois, **passé un certain seuil des difficultés seraient à attendre pour la végétation aux alentours de 2100**, ce qui se traduirait par une décroissance des rendements.

Une fois constaté que le changement climatique est en marche, l'année **2100** constituerait au mieux le paroxysme de la courbe de concentration du CO<sub>2</sub>, voire même simplement un point sur une courbe en croissance continue au-delà de 2100. Ce n'est que vers **2025** que les éléments du changement climatique deviendraient réellement tangibles ; la température moyenne de la France ayant peut-être augmenté de 1°, et si le gaz carbonique doublait vers **2070**, la température moyenne augmenterait alors approximativement de 2° degrés en France. Une grande question demeure : aura-t-on anticipé ces changements ? Les économies se seront-elles adaptées aux alentours de **2050** ?

Pour l'agriculture, il peut être retenu de façon simplifiée qu'en descendant par étape de 150 km vers le sud de la France actuellement, cela revient à rencontrer une température moyenne s'élevant de 1° à chaque étape. Cette grille de lecture simple permet d'imaginer les changements climatiques qui pourraient survenir : une augmentation de 2° reviendrait à un déplacement des cultures possibles de 300 km, entraînant d'assez forts bouleversements et posant la question de la disponibilité en

---

(1) *L'ouvrage collectif publié en 2000 par la MIES et le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement « Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle » dresse un état des connaissances concernant la France.*

eau. S'il est admis que le sud de l'Europe devrait faire face à une situation de sécheresse, qu'en sera-t-il du sud de la France ?

D'autres conséquences du changement climatique apparaîtraient en **montagne**, notamment avec la diminution de l'enneigement en moyenne montagne (1 500 mètres), les Pyrénées étant d'abord touchées, puis les Alpes.

Quant à la question la plus délicate concernant **les rétroactions entre l'économie et les changements climatiques**, notamment les mesures de régulation à adopter, la Convention de Kyoto devrait-elle déboucher sur des taxes ou sur des permis d'émissions de gaz à effet de serre ? Peu d'économistes travaillent sur ce sujet. Même si les travaux de MM. Jean-Charles HOURCADE et Patrick CRIQUI ont esquissé des pistes, ils ont du mal à prendre en compte les incertitudes climatiques, notamment du fait de la difficulté à identifier des seuils au-delà desquels les conséquences de tel ou tel phénomène seraient bouleversées.

A propos de **la montée des eaux**, qui ne se produirait sans doute pas de façon trop importante avant 2100, et qui surviendra même si l'accélération de la concentration de CO<sub>2</sub> devait s'arrêter, compte tenu de l'inertie des masses en cause, il est probable que **le niveau des océans augmentera de 50 cm à 1 m à l'horizon 2100**. Rien n'est indiqué au-delà dans la mesure où aucun modèle de simulation ne dépasse cette période. Toutefois, la répartition de la hausse du niveau des océans n'étant pas uniforme, **l'évolution du trait de côte, selon les régions françaises, est impossible à déterminer**. Il peut seulement être indiqué qu'il y aura sans doute **davantage de tempêtes** et que la conjonction entre les tempêtes et la montée des eaux ne pourra manquer de générer plus souvent des problèmes.

Interrogé sur la situation des **îlots** dont la submersion peut être redoutée, M. Jean-Claude ANDRÉ a évoqué le sérieux de ce risque pour les **Iles Maldives**, ainsi que pour **les atolls polynésiens français** les moins peuplés.

Evoquant l'exposé de M. Jean-Charles HOURCADE devant l'Académie des Sciences le 23 avril 2001, M. Jean-Claude ANDRÉ a rappelé que souvent il ne servait à rien d'agir trop tôt, sous peine de gaspillage mais qu'il fallait être en mesure d'agir à bon escient, donc d'arriver à déterminer le moment auquel débiter l'action. Cela implique de ne pas attendre le dernier moment pour freiner. Une action de prévention est efficace si elle se garde de tout excès et prend en compte tous les secteurs économiques.

M. Jean-Claude ANDRÉ s'est plu à souligner la qualité des travaux du chercheur cité.

A propos du **niveau relatif des recherches sur les impacts du changement climatique dans les différents pays d'Europe**, il a été précisé que la France était en retard sur **le Royaume-Uni** car, depuis longtemps, des mécanismes y ont été mis en place pour associer des spécialistes d'origines diverses. C'est ainsi qu'une

publication britannique datant déjà de quelques années a décrit de manière très précise ce que serait la situation de la Grande-Bretagne au milieu du XXI<sup>ème</sup> siècle.

Quant aux **Allemands**, ils sont très avancés dans les travaux de modélisation physique du climat, mais significativement moins dans ceux relatifs aux impacts des changements climatiques.

**La France** est peut-être un peu en retard dans les recherches climatologiques par rapport à l'Allemagne et au Royaume-Uni, mais elle se situe bien dans ses travaux sur les impacts, sauf par rapport à la Grande-Bretagne.

Quant aux **pays du sud**, ils ont peu mobilisé leurs chercheurs sur ces thèmes. Pour autant, des échanges sont poursuivis avec les pays du pourtour méditerranéen, guidés notamment par le souci de l'érosion et de la sécheresse.

M. Jean-Claude ANDRÉ a ensuite évoqué l'existence d'un ouvrage émanant du ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, publié en 1995, sur **la régionalisation des changements climatiques**. Limitée à l'Europe de l'ouest et à la Méditerranée, cette publication, rééditée en 2000, donne une bonne photographie de la recherche vers 1995. Peu de choses seraient à changer aujourd'hui par rapport à cet ouvrage. Il y est notamment indiqué que **les modèles distinguent entre le nord et le sud de la France, mais pas plus**, et qu'il est, pour l'instant, impossible d'aller au-delà de ce degré de précision.

**Le degré de résolution des modèles ne semble pas pouvoir excéder celui des modèles météorologiques opérationnels actuels**, c'est-à-dire la distinction au mieux d'une demi-douzaine de zones pour la France, en notant l'impossibilité d'aller au-delà, **le climat n'étant que la juxtaposition de l'état météorologique jour après jour**. Or, la météo ne raisonne encore que sur **des zones de taille de l'ordre de 100 à 200 km**. Il est probable que d'ici 5 à 10 ans les puissances de calcul et d'analyse se seront améliorées, permettant de prévoir le climat pour des inter-régions (Sud-ouest, Midi, Nord - Pas-de-Calais - Somme).

S'agissant des **événements extrêmes**, les moyens de calcul ne peuvent suffire à les décrire, les analyses sont à approfondir et ce thème de recherche à accélérer de façon très volontariste. Une seule certitude émerge : **ces événements vont se multiplier**, comme l'affirmait déjà la note de la communauté scientifique française rédigée à la suite des tempêtes du 26 décembre 1999 qui énonçait qu'il était **impossible d'affirmer l'existence d'un lien entre les changements climatiques et un de ces événements extrêmes particulier, mais que ceux-ci seraient plus nombreux en climat modifié**.

Là encore, il serait souhaitable de faire travailler ensemble, par exemple, des forestiers, des agronomes et des modélisateurs du climat. Tout en rendant hommage aux travaux menés par MM. Jean-Charles HOURCADE et Patrick CRIQUI, M. Jean-Claude ANDRÉ a reconnu qu'il serait difficile de faire travailler ensemble des macroéconomistes et des modélisateurs.

Interrogé sur l'**impact des changements climatiques sur la santé**, M. Jean-Claude ANDRÉ a estimé que ces impacts seraient **faibles en France**, la surmortalité en été étant compensée par une mortalité moindre en hiver. Il a évoqué une étude en cours sur deux régions tests. Il a signalé l'existence possible de deux effets majeurs, à savoir la multiplication des **maladies à vecteurs** qui remonteraient vers le nord, de même que des risques d'augmentation des phénomènes de **malnutrition** dans le sud de l'Europe, qui s'en inquiète. Il a rappelé l'existence auprès de l'Académie des Sciences d'un Comité de l'environnement, présidé par le Professeur Maurice TUBIANA, tout en notant qu'à l'heure actuelle, ce comité n'avait pas encore abordé le thème « Changement climatique et santé ».

S'agissant du **partage des ressources en eau** M. Jean-Claude ANDRÉ a regretté le nombre limité des travaux sur ce thème, alors même qu'en **Espagne** la ressource est déjà sollicitée au-delà de son renouvellement annuel. Des problèmes récents sont apparus à propos de l'Ebre. Il a aussi noté qu'un transfert d'eau vers l'Espagne était envisagé, mais sans pouvoir apporter une grande précision sur l'état d'avancée de ce projet.

Par ailleurs, une étude sur le **Bassin du Rhône** est en cours, examinant son évolution en fonction du changement climatique, le Rhône ayant été choisi comme un bon exemple du fait de son lien avec des montagnes et l'existence de son estuaire. La méthodologie mise en œuvre dans cette étude pourrait par la suite être étendue à d'autres fleuves.

Interrogé ensuite sur le recours à telle ou telle forme d'**énergie**, M. Jean-Claude ANDRÉ a indiqué qu'en Europe il était envisagé que **12 % de l'énergie proviendraient des énergies renouvelables vers 2010** et que les prévisions les plus optimistes font état d'un seuil de **20 % vers 2050**. Dans les conditions économiques actuelles, **les énergies renouvelables ne constituent donc pas une solution alternative**, d'autant que les citoyens n'ont pas intégré ce problème. Le recours à l'énergie nucléaire constitue actuellement encore un tabou. Le stockage des déchets ne semble pourtant pas constituer un problème insurmontable, dans la mesure où la loi dite BATAILLE a prévu un entreposage et que des solutions sur le siècle semblent fiables, avec de possibles reconfigurations des colis au-delà, jusqu'à ce que la radioactivité ait baissé suffisamment. Toutefois, sur ce thème, même EDF ne communique plus. En fait, il faudra prendre des décisions vers 2010, ce qui correspondra à la fois au moment de renouvellement du parc des centrales nucléaires et suivra de près les décisions prévues dans la loi dite BATAILLE et à la prise de conscience par l'opinion publique.

M. Jean-Claude ANDRÉ a rappelé que **le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) était affirmatif depuis l'an dernier, après avoir été plus nuancé, et qu'il considérait maintenant le changement climatique comme étant en marche et inéluctable**. Dans cette perspective, les années 2005 et **2006** seront des années clés, après encore deux ou trois années d'un univers décisionnel un peu mou. Alors, l'activité économique sera peut être fondée sur **l'énergie nucléaire augmentée de l'énergie éolienne**, qui constitue la première

énergie renouvelable crédible, même si elle n'est pas exempte de problèmes. En Europe du nord et au Danemark, des exemples d'implantation d'éoliennes off-shore ont été réalisés, ce qui confirme d'ailleurs l'existence d'un problème de bruit pour de telles installations.

S'agissant des **transports**, M. Jean-Claude ANDRÉ a estimé que le discours des **constructeurs d'automobiles** manquait de clarté dans la mesure où, s'il souligne bien que les émissions unitaires par véhicule diminuent, il néglige d'insister sur l'augmentation des ventes et les évolutions de véhicules mis en service, par exemple des monospaces ou des véhicules tout terrain 4 x 4 plus lourds. Le raisonnement de ces constructeurs revenant un peu à affirmer : « *On augmentera moins que si on avait augmenté plus* ». Sur ce thème, les **solutions semblent à attendre du côté du public, grâce à la limitation du transport individuel et du transport aérien**. A ce sujet, il a été noté que la hausse du **prix de l'essence** était tout à la fois difficile à mettre en œuvre politiquement et que, d'un point de vue économique, son efficacité était incertaine. Une étude est actuellement menée sur la crise de l'essence en France en septembre 2000. En revanche, aucune étude particulière n'est en cours sur le transport aérien.

Revenant sur les caractéristiques du **programme « Gestion et Impacts du Changement Climatique » (GICC)**, M. Jean-Claude ANDRÉ a noté qu'après l'éparpillement du début, une dynamique commençait à prendre, l'effet de levier généré par cette action étant encore difficile à estimer.

Dix projets sont financés chaque année, impliquant chacun au moins 5 à 10 personnes, soit un total **dépassant 100 personnes**, tous ministères et organismes de recherche confondus.

**Les projets sont menés pour des périodes de deux à trois ans au minimum**, cette durée constituant parfois seulement une étape du projet. Il a rappelé que ceux-ci n'ayant débuté qu'à la fin de 1999, **peu de résultats étaient encore obtenus**. L'étude la plus avancée concerne la régionalisation des impacts des changements climatiques et le cheminement pour les prises de décision, réalisée par des économistes.

Il s'est étonné que le parti politique des **Verts** soit très peu mobilisé sur le changement climatique, alors qu'il l'est tellement sur l'antinucléaire.

Interrogé sur les relations entre le GICC et la **Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES)**, M. Jean-Claude ANDRÉ a pu indiquer que les modèles établis par M. Patrick CRIQUI étaient transmis aux négociateurs de la MIES pour qu'ils les utilisent eux-mêmes, après avoir reçu une formation au cours de séminaires d'appropriation de ces outils, suivis de séminaires de restitution, ce qui permet une bonne articulation entre négociateurs et chercheurs.

Concernant les **négociations internationales**, il a été indiqué que la MIES essayait de remédier au peu de présence de chercheurs français à ce niveau, mais que

ces négociations étaient de toute façon menées au niveau européen et non français. A titre d'exemple, M. Jean-Charles HOURCADE était présent lors de la Conférence de La Haye.

Interrogé enfin sur **la date optimale de sortie du rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques**, par rapport à l'actualité des recherches sur les changements climatiques, M. Jean-Claude ANDRÉ a précisé que, après l'importante journée organisée par le ministère de la recherche en mai, le colloque à Sophia Antipolis et les journées au Palais de la Découverte qui constitueraient des temps forts, les gens informés n'attendraient pas grand chose du rapport du GIEC qui devrait paraître à la fin du mois de septembre 2001. En revanche, **le grand public pourrait apprécier une présentation plus lisible de ce rapport du GIEC paraissant peu de temps après celui-ci et s'intéressant davantage aux aspects français et quotidiens des changements climatiques.**

Il a conclu en indiquant qu'en février ou mars **2002**, aurait lieu un **premier colloque de restitution des travaux du GICC.**

**MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU  
TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT**

**M. BENOÎT LESAFFRE** (1),  
**CHEF DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES**

**M. JEAN-MARC SALMON**

**M. MAURICE MULLER**

**(30 mars 2000)**

M. Benoît LESAFFRE a décrit les principales activités du service de la recherche et des affaires économiques, dont les travaux viennent en appui de la politique de l'environnement.

Il a attiré l'attention sur l'existence, au niveau international, du **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)** qui a pour but d'établir des synthèses scientifiques sur la planète Terre, la variabilité du climat, les effets du changement climatique sur les milieux et les activités, et les stratégies de réponse possibles.

Il a rappelé l'intéressant **rapport KOURILSKY** relatif au principe de précaution ; ce principe doit permettre de conduire à une décision même lorsqu'il y a doute, mais à condition que cette décision demeure réversible.

Il a indiqué que, dès 1997, la **Grande-Bretagne** se préoccupait déjà des impacts supposés des changements climatiques alors que rien n'existait en France sur

---

(1) M. Benoît LESAFFRE est ingénieur en chef du GREF

ce sujet, d'où l'idée de l'élaboration du **rapport de la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES) et du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)** (1), qui se devait d'être compréhensible même pour les non scientifiques. Il s'agissait de dresser un état des lieux des connaissances existantes et de celles qui manquaient.

Le MATE finance le **programme de recherche GICC (Gestion et impacts du changement climatique)**, dont le conseil scientifique est présidé par M. Jean-Claude ANDRÉ. Dans le cadre de ce programme, un premier appel à propositions de recherche (APR) a été lancé en 1999 selon quatre grands axes :

- quels instruments utiliser sur la scène internationale ?
- quelle stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre faudrait-il mettre en œuvre dans un contexte européen ?
- comment évaluer les impacts et élaborer des stratégies d'adaptation, à la fois dans les domaines physique, biologique et économique ?
- comment diffuser les résultats de manière compréhensible ? (2)

M. Benoît LESAFFRE a aussi déploré **la faiblesse de la science économique appliquée en France, et le nombre excessivement restreint d'experts européens face aux américains.**

Il a estimé essentiel d'identifier **des observatoires de l'environnement** qui permettraient de surmonter les problèmes liés aux difficultés des comparaisons internationales.

Une autre action importante pourrait consister à **valoriser les programmes antérieurs**, comme l'important colloque de l'Académie d'Agriculture de France(3),

---

(1) « Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle » - MIES – MATE (seconde édition 2000)

(2) Un deuxième appel d'offres, lancé en 2001, a repris les mêmes axes de recherche en y introduisant des préoccupations nouvelles liées surtout à l'échec de la Conférence de La Haye (novembre 2000). Les instances du programme GICC préparent actuellement un nouvel APR (lancement prévu en 2002) ciblé sur les conséquences possibles de l'accord de Bonn (juillet 2001) en ce qui concerne la première période d'engagement du protocole de Kyoto (2008-2012) et les périodes suivantes.

(3) Colloque « **Bilan et gestion des gaz à effet de serre dans l'espace rural** », Actes du colloque AGRIGES – MATE – Académie d'Agriculture de France, 18 et 19 mai 1999, Paris (Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France – Volume 85 n° 6 – 1999).

qui montrait que les émissions rurales de gaz à effet de serre atteignaient environ 15 % du total des émissions de ces gaz, et qui tentait de déterminer les fonctions des divers puits de carbone.

M. Benoît LESAFFRE a ensuite indiqué le rôle important joué par **la Commission européenne** dans ce domaine, en particulier par la direction de la recherche, et par la direction de l'environnement, et il a souhaité que les résultats des programmes-cadres de recherche et développement soient valorisés.

M. Jean-Marc SALMON a rappelé que six **gaz à effet de serre** avaient été retenus dans le protocole de Kyoto et que le CO<sub>2</sub> représentait environ les trois quarts des émissions, contre un quart pour les autres.

Il a souligné que, d'après des chercheurs hollandais, **l'agriculture** pouvait, à moindre coût, réduire les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O.

Il a relevé que dans le 5<sup>ème</sup> programme-cadre, l'action clé sur les changements climatiques avait mis les autres gaz sur le même plan que le carbone ; il a aussi rappelé que les Etats-Unis d'Amérique insistaient beaucoup sur le rôle des rizières dans les émissions de méthane.

Il a noté qu'en matière d'élevage, le recours à moins de protéines était à la fois meilleur pour les animaux et pour l'environnement.

Il a également indiqué que le ministère de l'environnement et celui de la recherche souhaitaient que soient développées dans les universités des **filiales d'économie de l'environnement**, dans la mesure où, à l'occasion des appels d'offres, trop peu de réponses de scientifiques, voire de sociologues, étaient recueillies.

Il a noté aussi que la part du ministère en charge de l'environnement dans le budget civil de recherche et de développement s'élevait à 70 millions de francs, et qu'une nouvelle direction allait être créée très prochainement au ministère, pour y jouer le rôle de pôle d'expertise (1).

M. Jean-Marc SALMON a enfin regretté que l'IRD, ex ORSTOM, soit peu présent dans le débat, car il possède des compétences relatives aux DOM-TOM, et dispose d'un milliard de francs du budget civil de recherche et de développement. Il serait donc souhaitable que celui-ci puisse participer largement au programme du GICC lancé en janvier 1999.

M. Benoît LESAFFRE a alors dressé un tableau des différents organismes compétents dans **le domaine de l'eau**, non sans regretter qu'après la disparition d'HYDROSYSTEME en février 2000, rien ne fédère plus ce secteur aujourd'hui.

---

(1) Cette direction appelée *Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale*, dite « D4E », a été créée en mai 2001.

Si le CNRS est très présent dans ce secteur, le CEMAGREF y étudie les eaux de surface, le BRGM les eaux souterraines, et l'IFREMER les eaux maritimes, à travers notamment le programme national de recherche hydraulique (PNRH).

Actuellement, le MATE pilote un programme de recherche sur la gestion du littoral (LITEAU) portant notamment sur **l'étude des estuaires et des littoraux sensibles**.

Deux grands projets sur **les hydrosystèmes continentaux** existent aussi dans le cadre du GICC, au travers desquels sont étudiées les perturbations possibles sur l'hydrologie du bassin versant du Rhône, et sur les biocénoses aquatiques.

M. Benoît LESAFFRE a également insisté sur l'immense gisement d'économies d'eau que recèlent les pratiques actuelles d'**irrigation**. Il a relevé la nécessité de mieux connaître les aléas climatiques, notamment les tempêtes, et a salué l'efficacité des systèmes d'alerte existant à La Réunion.

D'un point de vue plus général, M. Benoît LESAFFRE a noté qu'**une culture du risque était sans doute à retrouver**. Il a signalé l'existence d'un programme de recherche du MATE intitulé « *Evaluation et prise en compte du risque* » et des travaux menés avec le Palais de la découverte, concernant les moyens de **mieux toucher le public**, notamment grâce à une exposition itinérante.

A propos des **relations entre climat et santé**, M. Maurice MULLER a signalé l'existence des travaux du Professeur Jean-Pierre BESANCENOT, qui a approfondi pour le programme GICC l'état des connaissances qu'il a dressé dans le rapport MIES-MATE.

Il a en particulier évoqué **le cas de la dengue** qui sévit notamment au Sri Lanka, où un programme national sur la dengue a été lancé, cette maladie étant généralement trop méconnue, alors qu'elle peut avoir des conséquences sur les politiques de développement et de migrations.

Au sujet des transports individuels, M. Maurice MULLER a souligné la difficulté d'en mesurer les émissions de gaz à effet de serre. Ce sont les émissions les moins maîtrisées, mais toute intervention dans ce secteur est difficile à faire admettre par les intéressés. Il a rappelé que l'article 19 de la loi sur l'air avait insisté sur le rôle des politiques locales dans le domaine de la santé publique. Il a estimé qu'il serait souhaitable de mettre en place **une politique de transport intégrée à une politique générale**, par exemple bien articulée avec celle de l'urbanisme.

M. Jean-Marc SALMON a noté que le prix de l'essence incluait déjà 75 % de taxes, et que cela n'était pas sans influence sur les transports urbains. Il a estimé que si l'exemple des tramways à Strasbourg avait paru si convaincant, c'est en partie grâce à la proximité de l'exemple allemand.

Il a ensuite estimé que les coûts indirects générés par les transports à Paris étaient deux à trois fois supérieurs à ceux des autres grandes villes d'Europe.

Interrogé sur **l'irrigation en Israël**, M. Benoît LESAFFRE a relevé que celle-ci était en avance même sur les autres pays développés, et reposait sur une gestion collective de l'eau.

A propos de l'exemple turc, spécialement en Anatolie, il a rappelé que le Pakistan et l'Inde gèrent en commun l'Indus depuis 1947, en dépit des guerres qui ont souvent opposé ces Etats.

Il a indiqué que lors de la conférence internationale sur l'eau tenue à La Haye au début de l'année 2000, il avait été dressé **une carte des pays insuffisants en eau à l'horizon 2050**.

Pour la **sensibilisation du public**, il a estimé que des expositions comme celle qui avait actuellement lieu à la Cité des Sciences de la Villette sur l'eau (Aquaexpo) avaient un rôle essentiel à jouer.

En amont de cette sensibilisation, il a souhaité que **des observatoires des sols** regroupant par exemple l'INRA avec l'IFEN et le ministère de l'environnement soient mis en place, afin d'observer les dégradations invisibles mais irréversibles qui surviennent et qui sont à considérer au cœur de l'ensemble comprenant aussi l'état de l'air ou de l'eau (1).

---

(1) Cet observatoire des sols a été mis en place en 2001.

**MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DES  
TRANSPORTS ET DU LOGEMENT**  
**DIRECTION DES AFFAIRES ECONOMIQUES ET  
INTERNATIONALES**

**M. THIERRY VEXIAU,**  
**CHARGÉ DE MISSION ENVIRONNEMENT**

**(5 octobre 2000)**

Débutant sur une note optimiste, M. Thierry VEXIAU a estimé que, en matière de **pollution**, il était encore possible, d'ici à 2010, de gagner un facteur de l'ordre de 2 à 30 par rapport à 1990 pour améliorer la situation, comme cela a déjà été fait dans le passé.

Mais il a aussi noté immédiatement que le problème posé par l'intensification de l'effet de serre était d'un ordre tout différent. En effet, en matière de consommation des véhicules, il n'y aurait au mieux qu'un facteur 2 à gagner d'ici quelques décennies et d'autres objectifs pèsent sur cette évolution, comme par exemple celui de la sécurité.

Dès le début de l'année 2000, le Ministère des Transports a entrepris la première étape de la partie « transports » du **programme national de lutte contre le changement climatique** ; il s'agit pour l'instant de mettre en place ce programme qui devrait parvenir, entre les années 2010-2020, à stabiliser les émissions incriminées. Bien entendu, d'importants facteurs exogènes, comme la croissance économique ou le prix du pétrole, peuvent aussi intervenir dans cette évolution.

Un des outils à mettre en place concerne le suivi du programme pour aboutir à une analyse fine, année par année ; à cette fin, les variables exogènes -comme les résultats des mesures prises- doivent être isolées pour permettre de poursuivre efficacement au-delà la politique entreprise au-delà du terme prévu.

Pour l'heure, il apparaît que **les mesures déjà décidées pourraient être insuffisantes pour respecter le protocole de Kyoto**. Si la croissance augmentait de 3 % par an au cours des années à venir, il y aurait une explosion des émissions de gaz à effet de serre en 2010. Cela rappelle la nécessité de comparer, à chaque instant, les mesures prises aux effets attendus. Les mesures de renforcement du fret ferroviaire conduiront-elles à une baisse substantielle du fret routier ?

M. Thierry VEXIAU a ensuite estimé, à propos de **l'amélioration technologique des véhicules**, qu'il était probablement possible de pouvoir faire mieux que l'accord européen à l'horizon 2010. Il a noté que, pour l'instant, le parc automobile français était plus économe que le parc européen, d'environ 5 %, car les véhicules achetés étaient plus petits que la moyenne européenne et qu'il convenait de maintenir cet avantage.

M. Thierry VEXIAU a indiqué quelques pistes de progrès comme l'ouverture d'un dialogue plus poussé au niveau international, l'élaboration d'une synthèse des plans de déplacements urbains, des actions tarifaires, comme l'inclusion de la taxe carbone dans la TIPP, même si l'effet de cette mesure est généralement surévalué. L'impact de la variation des prix du carburant sur les trafics n'étant sans doute pas si évident, surtout dans un contexte d'activité économique dynamique.

Il a rappelé que l'objectif du Ministère est d'atteindre, en 2010, 100 millions de tonnes/kilomètre pour **le fret ferroviaire** au lieu de 52 millions de tonnes en 1999, que le cabotage maritime intra-européen qui représente 40 % des tonnes échangées soit également développé et que des actions concrètes d'amélioration des déplacements urbains soient définies à la suite de la loi Gaysot.

M. Thierry VEXIAU a rappelé qu'il y aura d'autres **échéances après 2012**. Il faudrait sans doute des réductions de plus en plus importantes des niveaux d'émission pour parvenir, en quelque sorte, à « tordre la branche par petits coups pour ne pas la casser ».

Un autre domaine exige la même approche : **le transport fluvial** où peu de substitutions route-fluvial sont à attendre même si le niveau de tonnage est très bas à l'heure actuelle.

M. Thierry VEXIAU a ensuite insisté sur les améliorations à apporter au **transport de marchandises en ville** et sur la consommation unitaire disproportionnée des petits poids lourds dits utilitaires légers. Mais il a rappelé que toute amélioration dans ce domaine se heurte à un obstacle : la mauvaise connaissance, même statistique, de ce secteur. De nombreuses études sur ce thème ont été engagées dans le PREDIT et il convient d'en faire le bilan.

Quant aux **gros poids lourds**, peu de marges de manœuvre existent, même s'il est encore possible d'améliorer un peu leur taux de remplissage afin de diminuer les taux de transport à vide. De plus, un certain nombre de poids lourds sont pleins sans avoir atteint leur gabarit en tonnes du fait du volume des marchandises

transportées. Certaines données statistiques existent dans ce domaine qui montrent que le taux de remplissage est déjà relativement bon.

Dans le domaine du **transport aérien**, la Convention Climat a élaboré un rapport sur l'aviation et l'effet de serre. Ce document montre que les avions émettent des gaz à effet de serre, mais également que les traces produites sont elles-mêmes à l'origine d'un effet de serre considérable du fait des cristaux de glace qu'elles forment et qui peuvent disparaître aussitôt. Or, **le trafic aérien français augmente**, notamment à travers les échanges avec les DOM, tandis que le trafic métropolitain ne se développe plus vraiment en terme de consommation, même si, de 1990 à 1994, la tendance a été celle du remplacement d'un gros porteur par deux petits.

Revenant à des données générales sur les émissions de gaz à effet de serre, M. Thierry VEXIAU a noté qu'il n'existait pas de grande différence entre les divers carburants utilisés par les transports routiers. Par ailleurs, il signale qu'une pollution très locale imputable au **transport ferroviaire** était liée à l'emploi de moteurs diesel autour des gares du Nord et de l'Est à Paris (1).

A cet égard, il faut noter aussi que tout développement du fret ferroviaire risque d'entraîner un accroissement de la sollicitation de l'électricité thermique, donc, de l'émission de gaz à effet de serre, mais moindre que celle du trafic routier équivalent.

Un autre secteur est encore plus émetteur de gaz à effet de serre que les transports : il s'agit de **l'habitat et du tertiaire** dont il faudrait soutenir le renouvellement et l'amélioration. Mais l'évolution en ce domaine ne pourra être que très lente. Des efforts importants devraient être engagés pour améliorer le parc existant. En ce domaine, le chauffage au bois, qui constitue une énergie renouvelable, neutre en terme d'effet de serre, devrait être accru pour respecter le programme de lutte contre l'effet de serre. Il rappelle que les consommations d'énergie du chauffage au bois sont du même ordre de grandeur que celles du gaz.

Pour **les transports urbains**, au-delà de l'élaboration des plans de déplacement urbain, de grands investissements pourraient être réalisés dans les transports collectifs sans obtenir toujours des résultats à la hauteur des espérances.

---

(1) Postérieurement à l'audition de M. Thierry VEXIAU, deux propositions de résolution tendant à la création d'une commission d'enquête sur « **la pollution atmosphérique générée en zone urbaine par les motrices diesels de la SNCF** » ont été déposées à l'Assemblée nationale (n° 2820, 29 décembre 2000 par M. Laurent Dominati et n° 2852, 18 janvier 2001 par M. Yves Cochet).

La commission de la production, sur le rapport de M. Jean-Jacques FILLEUL, n° 2988, 25 avril 2001, a rejeté ces deux propositions de résolution dans la mesure où les données du problème sont connues et où « un débat démocratique doit s'instaurer entre pouvoirs publics, SNCF, riverains et usagers, mais qu'une commission d'enquête n'est pas l'enceinte la plus appropriée ».

Cela rouvre la controverse sur le péri-urbain et sur la multiplicité des petits déplacements qui consomment peu, mais là également, le manque d'outils statistiques fait craindre une surestimation de l'intérêt d'une action.

M. Thierry VEXIAU a ensuite observé que **le télétravail** incitant à s'installer en très grande périphérie pouvait avoir pour conséquence d'augmenter tous les trajets à effectuer, sauf celui domicile-travail qui ne représente déjà plus qu'un tiers des trajets. Par ailleurs, **les transports de week-end** en automobile ou autre augmentent, ainsi que **les transports de tourisme**.

De même, **les loisirs nouveaux** entraînent de nouveaux usages de l'automobile, comme c'est le cas avec les multiplex de cinéma situés à proximité des rocades routières.

Pour avoir une vue d'ensemble de la situation et mettre en œuvre une politique, M. Thierry VEXIAU a estimé souhaitable de **développer les liens entre le Ministère de l'Aménagement du territoire et le Ministère des Transports**, ne serait-ce que pour se mettre d'accord sur la situation existante. Cela devrait être complété par des **études prospectives** et des **contacts avec les autres pays**. Or, au niveau européen, une certaine déception ne peut que se manifester dans la mesure où ce débat intéresse peu. Pourtant, **de 1990 à 2000, le trafic des poids lourds étrangers a augmenté deux fois plus vite que celui des poids lourds français**.

A propos des réformes envisageables, M. Thierry VEXIAU a relevé que toute modification de **la fiscalité**, par exemple, la TIPP applicable aux transports routiers, appelle un très gros travail de communication sur la politique des transports ainsi que sur le programme de lutte contre l'effet de serre, le tout étant compliqué d'abord par le fait que les prix actuels moyens de l'essence en France sont déjà supérieurs aux prévisions qui avaient été faites dans le cadre du PNLCC(1), ensuite par la constatation que l'effet dissuasif que jouait **la vignette** sur l'achat de véhicules puissants pourrait avoir été gommé, enfin que **le véhicule électrique** à batterie apparaît déjà périmé, **le véhicule hybride** -par exemple le « *Toyota Prius* »- ou **le véhicule à pile à combustible** supplantant probablement le véhicule à batterie électrique.

Par ailleurs, **le bus hybride** semble promis à un bel avenir alors qu'au départ, les recherches sur ce nouveau véhicule sont nées de la recherche d'un plancher situé à un niveau bas afin de faciliter l'accès des voyageurs.

**Dans les autres pays d'Europe, on s'interroge sur l'intérêt du développement du véhicule électrique à batterie, dans la mesure où l'énergie électrique y est souvent d'origine thermique.**

Ces exemples montrent qu'une bonne **veille technologique** est indispensable de la part des principaux ministères concernés (transports, recherche) et qu'elle leur incombe beaucoup plus qu'au Ministère de l'Industrie.

---

(1) Programme National de Lutte contre le Changement Climatique.

M. Thierry VEXIAU s'est déclaré sceptique quant à la prise de nouvelles mesures dans l'année qui vient . En revanche, il a souligné que des études menées au niveau européen avaient montré qu'**une conduite économique des véhicules automobiles** pouvait dégager 15 % d'économie de carburant par rapport à une conduite classique. Enfin, il a rappelé que **la climatisation** utilisait des gaz frigorigènes à effet de serre et que le gaz carbonique était étudié comme substitut à ceux-ci.

A la question de savoir si la climatisation provoque une surconsommation de carburant par les véhicules, il a noté que cette question était controversée. En effet, rouler sans climatisation, mais avec les vitres ouvertes, entraîne également une augmentation de la consommation.

Quant aux **transports en commun**, des efforts importants sont opérés, mais les résultats sont timides, l'essentiel demeurant d'attirer la clientèle. **Dans tous les domaines du transport, il reste à inventer des actions concrètes** à mettre en place avec des effets garantis.

**M. PATRICE MIRAN** (1)

**(30 novembre 2000)**

M. Patrice MIRAN a rappelé l'intérêt de l'étude **des perspectives de l'utilisation de l'eau par le secteur agricole autour de la Méditerranée** afin de mieux cerner la disponibilité de la ressource en eau dans les milieux semi-arides ou méditerranéens, ce qui est un problème plus préoccupant que le niveau même des océans.

Dans ce cadre, la question de **l'évapotranspiration à l'échelle locale** doit être étudiée par priorité sur celle de la pluviométrie, par exemple en Tunisie et en Catalogne.

M. Patrice MIRAN a aussi observé que si la température moyenne augmentait de 1,5°, l'évapotranspiration croissait de 15 %, d'où la nécessité d'augmenter l'approvisionnement en eau. Il s'agit là de vrais problèmes concrets, dont les termes du débat ont en partie été évoqués lors d'un colloque récent tenu en Arles.

Face à **la montée des eaux**, M. Patrice MIRAN a indiqué que des solutions légères étaient envisageables, mais qu'il fallait les poser en termes de choix politiques. C'est ainsi que, dans la **baie de Somme**, 4 000 hectares sont protégés par **une digue** reconstruite récemment, ce qui a supposé d'y consacrer huit cent millions de francs de travaux inscrits à cet effet dans le contrat de plan.

**En Camargue, les scientifiques prônent plutôt l'adaptation**, c'est-à-dire le recul, car des ouvrages lourds ont déjà montré qu'ils pouvaient aggraver le mal qu'ils comptaient combattre. Cependant, face à cela, **les hommes politiques prônent la résistance**.

---

(1) *Ancien expert sur les changements climatiques auprès de l'OCDE, ex-membre des groupes du GIEC sur l'impact des changements climatiques.*

**L'attitude des pays méditerranéens** face à la montée du niveau des eaux est diverse : tandis que Chypre et Malte tentent d'obtenir de gros crédits internationaux tout en acceptant de beaucoup financer par eux-mêmes, d'autres pays comptent seulement sur des aides éventuelles pour résister à la mer.

Pour l'avenir, M. Patrice MIRAN a rappelé que les récifs coralliens étaient menacés, et que **beaucoup de transferts d'eau de pays à pays seront nécessaires à l'avenir** pour éviter les pompages dans les nappes phréatiques, là où les ressources sont faibles, même si, en complément, il est également envisagé de dessaler l'eau de mer en grande quantité.

Interrogé sur l'ampleur des dégâts causés en France par des **événements climatiques violents**, M. Patrice MIRAN a noté que **les outils législatifs existent**, mais qu'ils sont **peu appliqués**. Il est certes possible d'établir des plans de prévention des risques et d'élaborer des outils de prévision pour les crues centennales, mais il est évident que lorsque le prix du mètre carré constructible atteint, par exemple, 29 000 Francs, comme sur certains emplacements de la Côte d'Azur, **la priorité n'est pas toujours donnée à une implantation de constructions ou d'équipements raisonnable par rapport aux aléas climatiques**.

C'est ainsi qu'au bord de l'aéroport de Nice le fleuve Var a constitué une zone de limon très riche. Jusqu'en 1950 cette zone, protégée par la ville de Nice, servait à la culture des fleurs, et jusqu'en 1960 il s'agissait d'une zone agricole déclarée, mais, petit à petit, les familles agricoles ont voulu vendre **le terrain pour bâtir** et au même prix que sur les collines avoisinantes. En 1994, une importante crue du fleuve, dont le débit fut subitement multiplié par 9, a causé 600 millions de francs de dégâts, et il reste étonnant de constater que la préfecture elle-même a été construite dans la zone inondable.

Dans la vallée du Var, le plan de protection contre les risques (PPR) a été élaboré à la fin de 1999. Malgré cela, **la RN 202 bis** va être doublée en pleine zone inondable, ce que le ministère chargé de l'environnement lui-même a d'ailleurs approuvé.

Dernier exemple dans la même région : le maire de Nice a autorisé l'implantation d'**une salle de spectacle** de 4 000 places dans une zone inondable. Cette salle pourra même accueillir environ 8 000 personnes dans certaines conditions alors même qu'elle est difficile d'accès, et que les petites navettes utilisées pour s'y rendre ne pourraient permettre d'évacuer 8 000 personnes en une heure.

Concevoir la possibilité d'implanter une telle construction ne fut rendu possible que grâce à **la sous-estimation volontaire de la crue centennale** et à la recommandation de surélever la construction sur des pilotis. Il aurait fallu faire de ce projet un projet d'intérêt général.

En conclusion, M. Patrice MIRAN a considéré que l'arsenal législatif existant était suffisant mais qu'**une recommandation novatrice consisterait à recommander d'appliquer les textes en vigueur.**

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

**M. DENIS COUVET<sup>(1)</sup>,  
CENTRE DE RECHERCHES  
SUR LA BIOLOGIE DES POPULATIONS D'OISEAUX  
(CRBPO)**

**(24 novembre 1999)**

M. Denis COUVET a relevé que les prédictions sur l'évolution constituaient un exercice classique, mais que, dans le cadre de l'étude du changement climatique, il s'agissait de travailler en grandeur réelle avec peu de données sur ce qui allait se passer, les faits recueillis étant très épars.

Il a noté que pour **l'étude des papillons et des oiseaux migrants** -qui passent l'hiver en Afrique ou en Amérique du sud- les Anglo-saxons (Grande-Bretagne, Etats-Unis d'Amérique) étaient très en avance et qu'il avait été observé que **sur 20 ans, les périodes de migrations avaient varié de 10 jours environ.**

Ces phénomènes de variation des périodes migratoires doivent intégrer trois échelles de temps :

1) Certaines migrations s'effectuent en fonction de la durée du jour ou de la température ; l'étude de leur variation suppose des années de vérification difficile.

---

*(1)M. Denis COUVET enseigne l'écologie et la génétique des populations au Museum national d'histoire naturelle et à l'Ecole polytechnique.*

*Références :*

- BRADLEY N.L. et al. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. PNAS 96, pp. 9701-9704
- McCLEERY R.H. and PERRINS C.M. 1998. Temperature and egg-laying trends. Nature 391, pp. 30-31
- HARRINGTON R. et al. 1999. Climate change and trophic interactions. TREE 14, pp. 146-150.

2) Les ajustements des périodes de migrations fluctuent en fonction des espèces avec interactions des espèces les unes sur les autres.

3) A l'échelle évolutive, **l'adaptation des espèces au changement de milieu requièrent un effectif des populations suffisant** -une étude américaine récente fait état de variations expérimentales. Des variations entre les espèces peuvent exister et les données disponibles sont limitées.

Le CRBPO a mis en place un programme sur la distribution des espèces faisant apparaître de brusques changements dans l'implantation de celles-ci, exigeant parfois 10 à 20 années de réadaptation.

Abordant quelques considérations générales concernant la biodiversité, M. Denis COUVET a indiqué que **c'est dans les départements et territoires d'Outre-mer que de nombreuses espèces disparaissent** du fait en partie de l'inapplication des lois en vigueur comme le montre l'étude de M. Philippe BOUCHET.

Des invasions biologiques peuvent aussi se produire et entraîner l'extinction d'espèces locales. A **Tahiti** et à **Hawaï**, les mêmes problèmes se sont manifestés. Mais les Américains ont réagi à Hawaï bien avant que les Français ne le fassent à Tahiti.

**La pluviométrie** peut avoir une grande influence sur ces phénomènes, mais il est difficile de l'évaluer.

De son côté, **la pollution** pourrait exercer des effets positifs comme cela s'est vu en **Autriche** où elle aurait apporté un surcroît d'insectes bénéfiques pour certains oiseaux insectivores.

Par ailleurs, si la biodiversité est généralement bonne, ce n'est pas toujours le cas. C'est ainsi que le virus de la variole n'est pas nécessairement une espèce à sauvegarder.

Du point de vue de la biologie de la conservation des espèces, M. Denis COUVET s'est demandé ce qu'il adviendrait si une espèce devenait très peu fréquente. Ce genre de phénomène induit généralement des réactions en chaîne, voire des extinctions. En effet, une espèce se nourrissant d'une espèce en voie de disparition est à son tour menacée. **En eux-mêmes, les changements climatiques ne sont pas nécessairement une cause d'extinction d'espèce, mais le changement climatique peut constituer la dernière atteinte portée à l'espèce.**

Dans l'inventaire des espèces disparues, M. Denis COUVET a cité le pigeon ramier américain éteint vers 1925, la petite baleine du Golfe de Gascogne et l'auroch. La cause d'une disparition reste difficile à isoler. Est-ce seulement le dernier phénomène d'agression qui peut être dénoncé comme la cause ? Depuis 1920, le baguage des oiseaux a permis d'obtenir davantage d'informations sur ces espèces plutôt que sur d'autres, les pays anglo-saxons étant plus performants dans ces observations.

A propos de **la propagation des maladies à vecteurs par les moustiques**, M. Denis COUVET a noté que des traitements de destruction des moustiques avaient déjà été effectués et qu'un laboratoire du CNRS à Montpellier étudiait la résistance des moustiques aux insecticides.

M. Denis COUVET a décrit ensuite les méthodes actuellement employées pour étudier **les réponses des espèces aux changements climatiques**. Elles consistent à :

1) répertorier ce que l'on sait -ce qui est évidemment fragmentaire,

2) se demander ce que l'on peut prédire, en définissant un cadre de réflexion plutôt qu'en annonçant tel ou tel événement, tout en s'interrogeant également sur la nature de l'information à diffuser. En effet, **la biodiversité est une notion floue dont on ne sait pas encore exactement comment mesurer le devenir, ni même si elle est souhaitable et jusqu'à quel point.**

M. Denis COUVET a insisté sur la nécessaire mise en valeur de **la dépendance de l'homme par rapport aux autres espèces**. C'est ainsi que beaucoup d'espèces sont nécessaires pour qu'un hectare de blé pousse. **La nécessaire conservation de la biodiversité malgré le changement climatique est plus importante que le changement climatique en tant que tel.**

Au sujet des **zones humides**, M. Denis COUVET a relevé leur **très grande importance en matière de biodiversité** et la nécessité de ne pas construire sur des zones qui promettaient de devenir humides.

A l'inverse, on pourrait spéculer que **les faces nord des zones montagneuses risquent d'être des lieux de disparition d'espèces**, tandis que les faces sud enregistreront un appauvrissement et une invasion. Il sera nécessaire de créer des observatoires de ces phénomènes qui pourraient être reliés au réseau Natura 2000.

M. Denis COUVET a rappelé l'existence de **l'Agence européenne de l'environnement** qui comprend des centres thématiques sur le sol, l'eau et la nature - au Museum National d'Histoire Naturelle qui recense des données sur **la biodiversité** depuis 1994. La France est du reste en avance sur l'informatisation de ces questions. Il est dommage que la communauté scientifique ne soit pas encore vraiment parvenue à **obtenir que les jeunes soient sensibilisés à ces thèmes dans leur parcours scolaire.**

**OFFICE NATIONAL DES FORÊTS  
(O.N.F.)**

**M. BERNARD GOURY,  
DIRECTEUR GÉNÉRAL**

**M. CYRIL LOISEL,  
CHARGÉ DE MISSION « EFFET DE SERRE »**

**(5 octobre 2001)**

Face à une idée courante selon laquelle la forêt rejette autant de carbone qu'elle en absorbe, **l'Office National des Forêts (ONF) rappelle que la forêt absorbe davantage de carbone qu'elle n'en rejette au niveau français, européen et mondial.** De plus, on n'a pas suffisamment osé dire que la reforestation pouvait contribuer à compenser la pollution et ce point fut même longtemps évacué des négociations internationales sur le changement climatique.

Tout en ne souhaitant pas apparaître en première ligne, l'ONF a mené des recherches sur la fixation de carbone par la forêt. Certes, une forêt à maturité et à l'état de nature n'absorbe pas ou peu de carbone, mais **une forêt entretenue et en période de croissance fixe du carbone.** M. Bernard GOURY a signalé que l'ONF menait actuellement une expérience de reforestation avec PSA Peugeot-Citroën en forêt amazonienne.

M. Bernard GOURY a estimé qu'à l'occasion des conférences des Parties tenues à **Kyoto comme à Bonn, des résultats assez satisfaisants, quoique tardifs, avaient été obtenus dans le sens d'une reconnaissance du rôle de la forêt.**

Il a rappelé que **la France est le troisième pays forestier d'Europe** avec une gestion forestière datant de plusieurs siècles, ce qui confère à notre pays **une reconnaissance internationale** en la matière.

L'activité internationale de l'ONF s'étend d'ailleurs aussi bien au Brésil, en Afrique, en Amérique centrale et latine, que bientôt en Asie.

Evoquant **les tempêtes de décembre 1999** qui ont touché tout le territoire, sauf la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et une petite partie du Nord, M. Bernard GOURY a estimé qu'il s'agissait d'**événements d'ampleur jamais vue**, même si le lien avec l'effet de serre de ces tempêtes ne peut être prouvé et si des tempêtes antérieures ont laissé des traces importantes.

M. Bernard GOURY a souligné que ces tempêtes posaient **un problème financier** à l'ONF qui perd de ce fait 300 millions de francs par an sur un chiffre d'affaires de 3,5 milliards de francs, d'où la difficulté d'équilibrer les résultats prévus dans le contrat de plan entre l'État et l'ONF.

Le gouvernement s'est engagé dans le cadre du Plan National de Lutte contre le Changement Climatique à développer **des actions de reforestation**. Au départ, cette opération devait concerner 30.000 hectares par an, mais cet objectif a été ramené à 20.000 hectares par an suite aux tempêtes, les moyens financiers étant redirigés sur la réhabilitation des forêts existantes après les tempêtes. Cet objectif de 20.000 hectares reste lui-même très ambitieux, quand on sait que la tendance actuelle est inférieure à **10.000 hectares par an**. Le problème du financement se pose donc avec acuité, ce qui conduit à s'interroger sur la mise en place d'**un levier de financement associant le secteur public et le secteur privé** comme par exemple dans l'opération menée avec PSA Peugeot-Citroën en Amazonie. Peut-être faudrait-il axer cela sur l'idée du développement durable et obtenir un relais des élus pour que ce ne soit pas toujours l'État qui soit sollicité.

M. Bernard GOURY a insisté sur **l'importance de la filière bois** comme source d'indépendance nationale. Outre le fait qu'elle représente 500.000 emplois, cette filière pourrait trouver de nouveaux débouchés dans **le bâtiment** à travers l'utilisation de davantage de bois, comme dans les autres grands pays forestiers d'Europe du Nord et d'Amérique du Nord.

Il a ensuite insisté sur le fait que **la gestion forestière** était un secteur peu rentable avec des rendements de l'ordre de 1,5 à 2 % par an. Une certaine compétitivité de ce secteur d'activité pourrait être retrouvée avec la création de **bons de dépollution**, ce qui inciterait à utiliser le bois pour la construction et l'ameublement et à avoir recours à la biomasse en tant qu'énergie renouvelable. Cela permettrait d'investir dans la forêt.

M. Bernard GOURY a indiqué que **l'ONF gérait 2.200.000 hectares de forêts domaniales et 2.300.000 hectares de forêts communales**. En France, les deux tiers des forêts sont des forêts privées, le tiers restant des forêts publiques. Il a précisé qu'à la suite des tempêtes de 1999, certaines forêts avaient été pour ainsi dire rasées.

Il a regretté que les communes forestières ne soient pas davantage structurées en dépit de l'action efficace du sénateur Jacques-Richard DELONG. En effet, sur 11.000 communes forestières, peu adhèrent à la Fédération française des communes forestières.

Par ailleurs, de très bonnes liaisons existent entre les communes forestières et l'ONF qui met à leur disposition 12.000 personnes, dont 7.000 fonctionnaires (600 cadres supérieurs, comprenant 150 ingénieurs issus de l'Ecole polytechnique, de l'Institut National d'Agronomie et de l'ENGREF) et 5.000 ouvriers forestiers.

En fait, les communes attendent surtout une aide administrative, notamment les centaines de communes qui ont été très touchées par les tempêtes, mais pour lesquelles un mécanisme intercommunal d'intervention reste à trouver. Il faudrait plutôt raisonner en termes de bassin forestier plutôt qu'en termes de parcelle communale.

M. Bernard GOURY a insisté sur le fait que **la forêt est d'une certaine manière le monument le plus visité de France**. Ainsi, le nombre de visiteurs de la forêt de Fontainebleau est estimé à 17 millions par an. Çà et là, quelques produits touristiques commencent à être mis en place en faisant payer les visiteurs de la forêt. C'est le cas pour les campings en bordure de forêt lorsqu'ils offrent des services écotouristiques.

M. Bernard GOURY a rappelé que la forêt française bénéficiait de plus de trois siècles de gestion et que des règles précises d'intervention avaient été mises au point à travers le code forestier depuis 1827.

D'une manière générale, le territoire agricole recule, permettant **un regain de la forêt**, et à 50.000 hectares de déprise par an répondent 10.000 hectares de replantation, parfois limité à 6.000 ou 7.000 hectares selon les années, ce qui donne une progression pour les buissons d'au moins 30.000 hectares par an, d'où l'objectif gouvernemental de replanter 20.000 hectares supplémentaires de forêt chaque année.

Quoiqu'il en soit, la superficie forestière française est actuellement supérieure à ce qu'elle était sous Louis XI.

Dans ces conditions, M. Bernard GOURY a insisté vigoureusement sur **la nécessité de replanter plus vite la forêt afin de parvenir réellement à un rythme de 30.000 hectares de reboisement par an** alors que seul le tiers est réalisé actuellement. Et, même si l'argent public manque pour atteindre un tel objectif, il n'est pas exclu que soient imaginées, derrière la fiscalité ou la création d'un marché du carbone, des pistes pour trouver de l'argent privé.

Peut-être **un système à l'australienne** comme le «landcare» pourrait-il inspirer une nouvelle politique ? En effet, en Australie, sur un pays de 22 millions d'habitants, 2 millions adhèrent à l'Association Landcare financée à hauteur de 10 % par la Région, les 90 restants provenant des adhérents. Cet outil de gestion remarquable reçoit un financement abondant des grandes sociétés. **Un marché du**

**carbone** est déjà créé, le recours aux bons de dépollution étant chose courante actuellement.

En France, l'enjeu d'une telle politique forestière ne semble pas encore avoir été compris.

Citant un autre exemple, celui du Costa Rica, M. Bernard GOURY a indiqué que ce pays finance sa forêt au moyen d'une écotaxe depuis trois ou quatre ans.

Dans la mesure où **le coût du reboisement d'un hectare en France** oscille entre 15.000 F et 20.000 F, le développement d'une politique de reboisement semble accessible, même si la République délaisse un peu ses domaines, ce que ne faisait pas la Royauté, et alors même que le public souhaiterait une politique plus active.

Par **comparaison avec les pays étrangers**, notamment d'après les descriptions figurant dans le rapport de M. Jean-Louis BIANCO, et dans le rapport du sénateur Philippe FRANCOIS fait au nom de la Commission des Affaires économiques et du plan, la France serait le dernier pays d'Europe à se préoccuper de ses forêts, **l'Allemagne** dépensant bien davantage, les Allemands ayant reçu, par exemple, six fois plus de crédits que les Français pour replanter leurs forêts après les tempêtes de 1999, **les Suisses** et **les Autrichiens**, quant à eux, étant toujours demeurés très attentifs à leurs forêts.

M. Bernard GOURY a estimé que **le bois** était **un matériau moderne** et que le Centre Technique du Bois et de l'Ameublement avait mené des analyses très poussées pour développer l'usage de ce matériau qui, de plus, est moins cher que le béton, mais il a regretté que les architectes semblent souvent excessivement influencés, voire soutenus, par le groupe de pression du béton.

A ce propos, M. Bernard GOURY a indiqué que pour 2001, l'industrie de la transformation du bois effectuait très peu d'achat de bois, dans la mesure où elle dispose d'un an de stock suite aux tempêtes. Par ailleurs, souvent, c'est le bois exotique qui est utilisé de préférence, comme le bois africain pour la reconstruction de la passerelle d'Orsay sur la Seine à Paris.

En outre, il serait nécessaire de moderniser **le système de vente de bois**, aujourd'hui incompréhensible pour les étrangers ; le bois devrait être commercialisé déjà coupé pour en favoriser l'exportation.

M. Bernard GOURY a souhaité que **l'action de l'ONF** à l'étranger soit mieux acceptée afin de **la comptabiliser dans les réductions de pollution**. Il a noté à cet égard que **la forêt amazonienne ne peut être considérée comme le poumon de la planète** car elle est à maturité et non entretenue, ce qui devrait inciter à mieux entretenir la forêt de Guyane.

Abordant la question du **bois énergie**, et après avoir rappelé que **la Suède** possédait une forêt très homogène permettant une exploitation très mécanisée à travers de grandes étendues plates, M. Bernard GOURY a noté que ces conditions

favorables s'accompagnaient d'une fiscalité et de l'existence de subventions très intéressantes, ce qui produit une bonne rentabilité permettant au total de produire des plaquettes forestières à un coût deux fois moins élevé que le coût français et, en plus, de mener beaucoup de recherches sur cette source d'énergie qui démarre à peine en France.

De plus, **en France**, du fait du caractère plus ou moins inaccessible de certains secteurs, **30 % du bois restent en forêt où il finissent par se décomposer, dégageant du gaz carbonique** .

Interrogé sur **la collaboration entre l'ONF et la MIES ou encore l'ONF et l'ADEME**, M. Bernard GOURY a précisé que M. Cyril LOISEL, chargé de mission effet de serre à l'ONF accompagne toujours M. Michel MOUSEL, président de la MIES, lors des négociations internationales et que, par ailleurs, une très bonne collaboration existe entre l'ADEME et l'ONF.

Abordant ensuite diverses questions intéressant la forêt, il a rappelé que **les haies** étaient de plus en plus replantées en France, et que **la prise en compte de l'eau** était un travail important pour le forestier. Il a précisé que **l'épisode des pluies acides** avait mis en évidence que les problèmes survenus en Allemagne provenaient plutôt de sols inadaptés aux sapins de Bohême et que, par conséquent, ces arbres n'avaient pas été détruits par les pluies acides, mais par la conjugaison d'un sol inadapté, avec le gel et la sécheresse. Le lien entre l'acidité des sols et l'acidité des pluies a, du reste, été bien analysé par l'étude RENECOFOR.

Enfin, il a indiqué que d'autres problèmes avaient atteint la forêt, comme **la maladie du hêtre** qui vient de Belgique, qui desséché le hêtre et s'étend selon des modes de transmission inconnus à ce jour. Il a également mentionné le problème causé par **les insectes xylophages**, qui pullulent à la suite des tempêtes de 1999, tout traitement étant impossible à part l'isolement des massifs, car le phénomène se répand extrêmement rapidement, notamment dans le nord-est, l'Alsace et les Vosges.

**PALAIS DE LA DÉCOUVERTE**

**M. Jean AUDOUZE, Directeur**

**(25 avril 2001)**

Pour M. Jean AUDOUZE, **le changement climatique semble, hélas, inéluctable** et seules demeurent des interrogations sur l'étendue et les conséquences de celui-ci.

L'intensification de l'effet de serre, à l'origine du changement climatique, a été provoquée par l'ère industrielle et, notamment, par les émissions de gaz à effet de serre dues aux transports.

M. Jean AUDOUZE a précisé qu'il s'est intéressé à ces problèmes à l'échelle internationale dans le cadre de l'UNESCO et du point de vue des préoccupations à caractère éthique qu'ils suscitent. C'est ainsi que l'on est amené à constater que **chaque forme d'énergie (énergies fossiles, nucléaires et « renouvelables ») présente à la fois des avantages et des inconvénients.**

En effet, les énergies fossiles, qui sont les plus faciles à mettre en œuvre, dégagent des gaz à effet de serre. Par ailleurs, leurs gisements viendront à se raréfier, voire se tarir, à l'horizon de 40-50 ans. Le nucléaire ne dégage pas de dioxyde de carbone mais pose le problème de son acceptabilité et du sort des déchets ultimes. Quant aux énergies renouvelables, elles ne dégagent pas non plus de dioxyde de carbone, mais elles sont coûteuses et dégradent souvent, elles aussi, l'environnement (par exemple le bruit des éoliennes ou les atteintes portées aux paysages par celles-ci ou les barrages hydro-électriques).

Dès lors, la question consiste à se demander comment l'homme doit faire face à cette situation.

On peut tenter d'y répondre de quatre façons. La première consiste à exploiter **les économies d'énergie** en cherchant, par exemple, à diminuer la consommation des véhicules automobiles ou en isolant les bâtiments. La seconde revient à faire davantage référence au concept d'**efficacité énergétique** (c'est-à-dire

la recherche et la promotion des techniques à meilleur rendement) que pour l'instant les États-Unis d'Amérique et l'Europe envisagent de façon très insuffisante. La troisième piste impose de **porter l'effort de recherche scientifique à la hauteur du problème posé** et la quatrième revient à s'interroger sur **les échelles de temps et les évolutions nécessaires**. Par exemple, les réserves de pétrole seront épuisées d'ici une quarantaine d'années. Il faut prendre conscience dès maintenant du caractère très proche de cette échéance.

Evoquant **les phénomènes extrêmes et les catastrophes**, M. Jean AUDOUZE a relevé que, depuis quelques années, les inondations se multiplient, ce qui n'est pas sans lien avec les changements climatiques. Cela conduit à se demander si la situation n'est pas déjà devenue irréversible. A ce propos, il s'est interrogé sur **la perturbation éventuelle du Gulf Stream** qui aurait comme effet paradoxal d'entraîner un refroidissement du climat en France alors que l'ensemble du globe subirait un réchauffement général. Il estime, de plus, qu'il convient de réaliser que c'est la stabilité du climat actuel qui est remise en cause et que, selon l'expression de M. Claude ALLEGRE, **l'homme est devenu un agent géologique**.

Dans ce contexte, le parti politique des Verts demeure paradoxalement très silencieux sur **les économies d'énergie** alors que des outils pour les promouvoir sont à la disposition de notre pays, comme l'existence et les activités de l'ADEME. Par ailleurs, des mesures fiscales et de tarification peuvent créer les conditions d'une évolution favorable. D'autant que, même si de nouvelles découvertes permettent de poursuivre l'exploitation de combustibles fossiles pendant 300 ans au lieu de 40, l'arrêt de leur exploitation posera un problème aussi grave quelle que soit l'échéance.

D'un point de vue général, M. Jean AUDOUZE a donc regretté que le principe de précaution puisse parfois servir d'alibi à l'inaction. Il a noté par ailleurs qu'il était difficile d'inciter à la généralisation des transports en commun dont la continuité est régulièrement mise à mal par les grèves à répétition, et que la société d'aujourd'hui subissait encore le coût colossal des erreurs d'urbanisation commises dans les années 1960.

M. Jean AUDOUZE a estimé que beaucoup de recherches doivent être entreprises concernant **les énergies renouvelables** et que des incitations seraient bienvenues pour y parvenir, même si, pour l'instant les promoteurs des énergies renouvelables avaient du mal à se faire entendre.

A propos du véhicule électrique, il a déploré que trop peu d'innovations soient déployées quant aux **moyens de transport**. La plupart des véhicules ne sont-ils pas immobilisés après n'avoir roulé qu'une demi-heure par jour ou effectué des trajets très modestes ?

Questionné sur le succès des **expositions présentées au Palais de la Découverte**, M. Jean AUDOUZE a rappelé que celles-ci accueilleraient environ 600.000 visiteurs par an, dont un quart est constitué par des écoles et le reste par des visites en famille. Il a noté qu'une bonne exposition attirait près de 200.000 visiteurs

sur Paris et qu'au Palais de la Découverte, l'âge de 40 % des visiteurs oscillait entre 8 et 15 ans. En conclusion, il souhaite une augmentation substantielle des **moyens du Palais de la Découverte** qui demeurent en deçà de ses très grands besoins.

<p style="text-align: center;"><b>CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES</b></p>
--

**M. JEAN-PIERRE GIBLIN, (1)**

**PRÉSIDENT DE LA TROISIÈME SECTION  
(AFFAIRES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES)**

**(5 octobre 2001)**

Après avoir fait observer que depuis les chocs pétroliers l'attention portée au thème des **économies d'énergie** s'était relâchée ainsi que les programmes de l'ADEME, M. Jean-Pierre GIBLIN a noté que l'épuisement des ressources fossiles est déjà évoqué depuis longtemps, et qu'une action dans la durée pour promouvoir les autres sources d'énergie est indispensable. C'est ainsi que l'eau sanitaire pourrait provenir davantage du **chauffage solaire**. Sur ce point la France est en retard, notamment du fait de l'absence d'homogénéité des compétences au niveau des artisans.

A propos des secteurs dont le Ministère de l'équipement, des transports et du logement (MELT) a la charge, M. Jean-Pierre GIBLIN a présenté une observation d'ordre statistique : **la segmentation traditionnelle des consommations d'énergie entre industrie, bâtiments et transport est de moins en moins pertinente** avec l'évolution économique ; le secteur tertiaire croît au détriment du secteur secondaire et une part importante de l'énergie consommée dans les transports résulte directement de l'évolution des méthodes de production et de distribution. S'agissant des **transports, gros consommateurs d'énergie fossile**, il a ensuite relevé que **la croissance de la mobilité** concernait pour le tiers des trajets de distance inférieure à 25 km et parcourus en automobile (étude du CREDOC sur la période 1982-1994) et que un tiers des trajets nouveaux était supérieur à 500 km. Ces données reflètent bien

---

(1) *Polytechnicien, ingénieur général des ponts-et-chaussées, ancien directeur de la recherche et des affaires scientifiques et techniques au ministère de l'Équipement, des transports et du logement. Il préside le comité des directeurs pour l'énergie créé par le ministre en novembre 2000.*

à la fois la civilisation des loisirs et les déplacements d'affaires liés à la mondialisation et à la multiplication des échanges.

En fait, la plus grande rapidité des véhicules individuels motive le recours à leur usage, de préférence à celui du transport collectif. Par ailleurs, l'usage du TGV ne consommant pas d'énergie fossile et pour un coût de kwh marginal, est souvent compensé par le transport aérien dont l'usage s'accroît.

M. Jean-Pierre GIBLIN s'est demandé comment **agir sur les causes de la mobilité**. Il a relevé **l'impact limité des plans de déplacements urbains (PDU), la nécessité de modifier les formes urbaines** et le fait que les personnes possédant les plus faibles revenus habitent de plus en plus loin de leur lieu de travail et deviennent les plus captifs de la voiture et de leur budget énergie, d'où une certaine ségrégation sociale (comme les études de M. Orfeuil sur ce sujet le montrent).

A l'avenir, il a souhaité qu'une plus grande attention soit portée à la localisation des activités, tout en notant que **le nombre croissant de personnes inactives s'accompagne d'une mobilité accélérée de celles-ci**.

Il s'est ensuite inquiété de **la localisation des centres commerciaux**, trop souvent éloignés des moyens de transport collectifs. En **Allemagne**, les surfaces commerciales sont en général plus réduites que les surfaces françaises. Evoquant l'exemple des **Pays-Bas**, il a signalé que trois zones (A, B, C) avaient été définies, et qu'il y avait obligation de situer les activités dans les zones les plus accessibles.

Il a rappelé que **la taxe professionnelle communale** pouvait jouer un rôle néfaste, chaque commune ne voyant que son propre intérêt, alors qu'une mutualisation de cette taxe à l'intérieur des communautés de communes prévue par la loi Chevènement permettrait de concevoir des aménagements mieux coordonnés.

M. Jean-Pierre GIBLIN a aussi évoqué les souhaits des Français en matière de **localisation de l'habitat**, qui aujourd'hui préfèrent habiter soit le centre ville, soit la lointaine périphérie, mais pas la banlieue qui souffre d'un discrédit.

M. Jean-Pierre GIBLIN a rappelé que la reconquête des premières couronnes des villes était entamée, qu'elle avait déjà touché d'anciens grands ensembles, mais que ce genre d'évolution ne pouvait qu'être très lente, de l'ordre du demi-siècle.

Abordant ensuite **les caractéristiques des différents moyens de transport**, M. Jean-Pierre GIBLIN a indiqué qu'**à court terme une action sur les véhicules était envisageable et très efficace**. C'est ainsi que, pour les automobiles, un accord européen des constructeurs a fixé des objectifs pour 2008, et qu'il est sans doute possible de faire encore mieux, en atteignant par exemple 75 grammes par kilomètre pour des petits véhicules. Il a souhaité que cette contrainte puisse être étendue aux véhicules utilitaires et a indiqué qu'un petit moteur thermique alimentant les batteries d'un moteur électrique complémentaire (véhicule hybride) pourrait constituer une solution technique intéressante à moyen terme (cas de la Toyota Prius). D'autres pistes d'amélioration pourraient résulter de la meilleure utilisation de l'alternateur et

du démarreur. **La piste des véhicules hybrides, et à plus long terme, celle du recours à la pile à combustible, paraissent plus prometteuses que celle du véhicule électrique.**

Quant à la **vitesse des véhicules**, M. Jean-Pierre GIBLIN a relevé que le bridage des moteurs risque d'être difficile à obtenir à court terme mais qu'il serait tout de même essentiel de respecter et d'abaisser la limitation de vitesse. Sur ce point, la déléguée à la sécurité routière, Mme Isabelle MASSIN, est favorable au **contrôle automatique de la vitesse**, qui pourrait être positif en termes de sécurité et de consommation d'énergie. En ville, sur les voies rapides, ce contrôle automatique semble particulièrement praticable.

Par ailleurs, la généralisation des **boîtes automatiques** permettrait une conduite apaisée, d'autant que la consommation est plutôt liée aux arrêts et démarrages qu'à la vitesse elle-même.

Quant aux **avions**, M. Jean-Pierre GIBLIN a noté qu'on ne pouvait s'attendre à des ruptures technologiques. Pour **le train**, il lui a semblé difficile de mener le TGV au-delà de 320 km/h, la consommation d'énergie croissant très vite au-delà de cette vitesse.

Pour le transport de marchandises, il a estimé que la solution du **ferroutage** se heurte à l'absence de qualité de l'offre du ferroviaire, cette situation étant d'ailleurs encore moins bonne à l'étranger, les problèmes de coopération entre réseaux aggravant encore les choses -certaines incompatibilités techniques se trouvant peut-être entretenues volontairement.

Au sujet de **l'habitat**, M. Jean-Pierre GIBLIN a insisté sur l'effort à mener dans la construction neuve, mais qui ne représente annuellement que 1 % du parc existant, à travers le respect d'une **nouvelle réglementation thermique**. Pour l'instant, la consommation énergétique de l'habitat s'accroît malgré les économies d'énergie réalisées. En effet, le nombre de foyers augmente, avec des surfaces d'habitation plus étendues, et les résidences secondaires se multiplient. Le problème de l'action sur l'existant plus complexe que l'action sur le neuf est donc un enjeu important.

M. Jean-Pierre GIBLIN a ensuite mentionné l'existence d'une discussion sur une directive européenne concernant l'énergie dans l'habitat, pour informer les acquéreurs d'un bien immobilier lors d'une mutation. **Mieux faire apparaître le coût des dépenses énergétiques** grâce, par exemple, à des compteurs individuels et à une action sur les gestionnaires d'immeubles.

Il a constaté que dans le contexte actuel, même si les dépenses de chauffage sont stabilisées, celles d'eau chaude augmentent –alors qu'un effort pourrait être fait vers le solaire ou le bois– tandis que la consommation des appareillages électriques connaît elle aussi une très forte hausse.

Compte tenu de ces éléments, il serait nécessaire de mener **des études sur les réactions du public face aux variations des prix de l'énergie (élasticité)**.

M. Jean-Pierre GIBLIN a souhaité également la mise en place **d'un dispositif de suivi précis du programme national de lutte contre le changement climatique et la responsabilisation des acteurs** à tous les niveaux sur ce thème car il s'agit d'un programme global, c'est-à-dire à la fois relatif à la planète et touchant tous les secteurs.

Dans la mesure où il a estimé ensuite que l'intensification de l'effet de serre était inévitable, M. Jean-Pierre GIBLIN a jugé indispensable **un examen plus strict des permis de construire** dans les zones inconstructibles ou inondables. De plus, si les tempêtes devenaient plus fréquentes, certaines **règles de construction** devraient être modifiées, comme celles relatives aux toitures ou celles touchant les calculs de résistance au vent. A cet égard, M. Jean-Pierre GIBLIN a signalé l'intéressante initiative de **Météo France** qui, depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2001, met à disposition, sur son site, **une carte de vigilance**.

Evoquant pour terminer la question de l'implantation du **troisième aéroport en Ile-de-France**, M. Jean-Pierre GIBLIN a comparé ce problème à celui des tunnels sous les Alpes, et a reconnu qu'il s'agissait pour beaucoup de partager les nuisances de Roissy, qui pourrait sans cela accueillir davantage de passagers. Il a relevé que **la consommation de combustible fossile par le transport aérien** était peu maîtrisable, et a noté qu'un voyage aux Antilles consommait autant de carburant par passager que l'essence d'une Clio sur 20.000 km.

Evoquant brièvement **les deux-roues**, M. Jean-Pierre GIBLIN a déploré que leur sécurité soit insuffisante, même si l'usage du vélo est bon pour la santé et si les scooters électriques peuvent être intéressants. Cependant, le recours plus important aux deux-roues dépend aussi du caractère distendu, ou non, des agglomérations.

**PSA PEUGEOT-CITROËN**

**M. BRUNO COSTES,  
DÉLÉGUÉ AUX AFFAIRES TECHNIQUES  
À LA DIRECTION DE LA STRATÉGIE**

**M. HERVÉ PICHON,  
DÉLÉGUÉ POUR LES RELATIONS AVEC LE PARLEMENT FRANÇAIS  
ET LE PARLEMENT EUROPÉEN**

**(16 mars 2000)**

Après avoir réaffirmé que **la limitation de l'effet de serre constitue une des priorités de PSA Peugeot Citroën**, M. Bruno COSTES a précisé que l'effet de serre distinct de la pollution devait être plus particulièrement pris en compte par les fabricants d'automobiles.

Il a rappelé que les émissions de polluants étaient réglementées mais que celles de CO<sub>2</sub> ne l'étaient point. De cette réglementation a résulté une diminution des émissions de polluants qui devrait encore permettre de diminuer de 70 % ceux-ci d'ici 2005. Quant aux **émissions de CO<sub>2</sub> par l'automobile**, elles sont proportionnelles à la circulation et à la consommation des véhicules.

M. Bruno COSTES a souligné qu'il s'agit avant tout de faire des efforts techniques car il paraît difficile de diminuer la mobilité.

Pour les fabricants automobiles, le souci de réduction de la consommation de carburant correspond à l'attente des clients. En revanche, **le client est assez indifférent à l'objectif de réduction de l'émission de polluants**. Il n'est, en particulier, pas prêt à payer davantage, même au profit d'une préoccupation générale.

Le groupe PSA produit beaucoup de véhicules **diesels** qui consomment environ 15 à 25 % de moins que les véhicules à essence, et beaucoup de petits véhicules, un peu comme Volkswagen. PSA est le *leader* mondial dans le secteur des diesels et son objectif est d'en produire davantage encore. **La traditionnelle image du diesel engendrant des fumées noires et des particules est révolue**. Les fumées

noires ont disparu et l'objectif d'annulation de l'émission de particules peut être atteint grâce au filtre à particules. Avec la production de la 607 en mai 2000, la possibilité de cette suppression a été démontrée à condition d'avoir recours à l'injection directe. Par la suite, tous les véhicules seront progressivement équipés d'un tel filtre.

M. Bruno COSTES a rappelé que deux indicateurs donnent une idée de la pollution urbaine: en hiver, le NOx et, en été, l'ozone.

Des solutions techniques existent comme **le moteur HDI** diesel qui, grâce à une injection à haute pression, pollue moins. Ce moteur HDI, qui produit 20 % de moins de CO<sub>2</sub> que le diesel, va voir ses particules éliminées, étant noté que le diesel est meilleur en émission de monoxyde de carbone.

Dans un tel contexte, M. Bruno COSTES a estimé que **tous les constructeurs évoluent vers une offre diesel**. BMW commence et, en Espagne, le diesel représente 60 % des ventes.

Analysé sous l'angle du coût du carburant en Europe, le diesel a un avantage moyen de 90 centimes et il n'y a qu'en Grande-Bretagne où il est plus coûteux.

Par ailleurs, des carburants sans soufre pourraient être produits ; des améliorations très ambitieuses étant attendues dans ce secteur.

Pour les moteurs à essence, la technique actuelle d'injection directe en mélange pauvre devrait être encore améliorée. Un gain de 15 % pourrait être obtenu.

Au total, l'écart actuel de 30 % existant entre l'essence et le diesel devrait pouvoir se réduire à 20 % à l'avenir.

A propos de la boîte automatique, M. Bruno COSTES a observé que cette technique attirait peu de consommateurs, même si celle-ci consommait de moins en moins et si aucun problème technique n'en bloque l'évolution. PSA poursuit un projet commun avec Renault, mais pour l'instant, il n'y a que **5 % de boîtes automatiques en Europe**.

Quant à la **climatisation des véhicules**, qui concerne 50 % du parc et ne cesse de progresser, elle entraîne **une surconsommation d'environ 10 %**, mais ce chiffre doit être relativisé dans la mesure où une voiture sans climatisation qui roulerait toutes vitres ouvertes consommerait encore davantage.

De plus, a estimé M. Bruno COSTES, des améliorations peuvent encore être attendues dans ce domaine où il serait possible de produire directement de l'air à la température souhaitée au lieu de mélanger, comme actuellement, de l'air froid à de l'air chaud. Les équipementiers ont de nombreux programmes de développement en cours sur ce sujet.

Les gaz employés pour la climatisation ne sont plus des HFC, mais des **CHFC** qui, du fait d'inévitables petites fuites sur les circuits, sont libérés dans l'atmosphère. Il faudrait en consommer moins et les remplacer par du CO<sub>2</sub>. Les améliorations à court terme sont en place : les fuites sont de plus en plus faibles. A long terme, il s'agit de remplacer les produits actuels par du CO<sub>2</sub>.

M. Bruno COSTES a ensuite déploré que dans le contexte politique actuel, les Etats-Unis d'Amérique ne jouent aucun rôle moteur dans la mesure où ils ne s'intéressent pas au niveau de la consommation de carburants par les automobiles.

Pour le consommateur, le raisonnement s'effectue à budget constant ; ainsi, une hausse du prix du carburant ou un enrichissement de la technologie peut entraîner un ralentissement du renouvellement du parc automobile. Or, **les véhicules de plus de dix ans sont à l'origine de 60 % de la pollution**, même si les véhicules anciens roulent moins.

**Au cours des dernières années, la pollution d'origine automobile a été réduite d'environ 70 %, malgré l'augmentation du nombre de voitures et l'augmentation de la distance parcourue par chacune d'elle.**

Pour **les poids lourds**, il a été noté que le filtre à particules et les catalyseurs deviendront plus fréquents vers 2005 et que le carburant représente le deuxième coût du transport routier après les salaires.

A propos de **la circulation automobile à Paris et dans sa banlieue**, M. Bruno COSTES a indiqué que ce problème était plus important en dehors de Paris qu'à Paris où le nombre de véhicules particuliers y circulant diminuait, mais qu'un problème réel existait de banlieue à banlieue et entre les banlieues et Paris.

Il a ensuite rappelé, au sujet **du véhicule électrique**, que la question des batteries et donc de leur autonomie demeure, le client n'acceptant pas une autonomie restreinte à environ 150 kilomètres. Ce sont donc plutôt les flottes commerciales qui sont concernées par ce type de véhicules, avec le garage de recharge qui peut accompagner ces flottes, les véhicules utilitaires étant les premiers visés. Mais globalement, le marché est faible.

Un marché n'apparaît pas non plus pour **les véhicules roulant au GPL** qui possèdent un niveau de pollution analogue aux véhicules à essence ou aux véhicules diesel, mais qui présentent un danger supplémentaire. Actuellement, une gamme complète de véhicules est offerte par PSA avec ce carburant.

Quant au **GNV** (méthane, CH<sub>4</sub>), il doit être utilisé à une pression de 200 atmosphères, donc dans des réservoirs blindés, lourds et qui occupent tout un coffre, ce qui est bien essentiellement pour **les autobus** ou **les véhicules utilitaires**.

De plus, la distribution de ce carburant est dangereuse, ce qui exclut une utilisation grand public.

Un marché existe en Argentine où circulent 100.000 véhicules de ce type, ainsi qu'en Russie. Mais, en France, il est probable que le parc existant actuellement ne sera pas sensiblement modifié au cours des années à venir.

Au sujet des **véhicules hybrides**, M. Bruno COSTES a rappelé que le moteur thermique plus petit pourrait être utilisé, combiné à des moteurs électriques lorsque le véhicule est davantage sollicité. Cette technique pourrait être développée mais présente un coût important.

Concernant **les piles à combustible**, un projet a été développé par PSA en liaison avec Renault, le CEA et l'Air liquide ; toutefois, **il demeure dangereux de stocker de l'hydrogène et coûteux d'en fabriquer**. De plus, à partir de carburants liquides très propres avec un réformeur, il est possible de fabriquer de l'hydrogène directement dans le véhicule. L'objectif devrait être de réduire les coûts et les volumes par 10, ce qui n'a rien d'évident. En fait, **ce moteur est aujourd'hui plus adapté aux sous-marins et aux bateaux qu'aux véhicules automobiles**. Les progrès en cours diront si son avenir est aussi dans l'automobile

Evoquant **les ressources naturelles de pétrole**, M. Bruno COSTES a noté que celles-ci étaient plus importantes qu'en 1970.

Quant aux **bio-carburants**, en particulier le diester de colza, des réductions de 20 à 40 % des particules ont été obtenus dans le diesel. Des flottes internes de PSA ont été équipées avec ce carburant. Ce carburant peut être considéré comme intéressant.

M. Bruno COSTES a ensuite présenté quelques **objectifs de l'industrie automobile européenne** et notamment l'engagement pris par celle-ci de ne pas excéder **140 grammes de CO<sub>2</sub> au kilomètre en 2008** (ce taux était de 182 grammes par kilomètre en 1995). Il s'agit là d'un accord conclu au sein de l'ACEA qui regroupe tous les constructeurs européens.

Evoquant le développement du marché du véhicule automobile à l'étranger, M. Bruno COSTES a relevé que le développement de l'activité économique et des transports dans des pays tels que **la Chine** ou **l'Inde** va poser des problèmes d'émissions de CO<sub>2</sub> et de pollution urbaine qui ont déjà conduit les autorités chinoises à s'intéresser à la réglementation européenne.

Aux **Etats-Unis d'Amérique**, le budget de recherche alloué à la conception d'un petit véhicule est égal à cent fois le budget de la recherche européenne.

En **Europe**, la position technologique est très favorable et tant le diesel que l'injection directe devraient constituer de très bonnes armes face à la concurrence.

En **Allemagne**, le Ministère de l'Environnement allemand constate que le diesel muni du filtre à particules est le meilleur moyen de lutte contre l'effet de serre.

Evoquant pour terminer **le développement des véhicules monospace ou des breaks**, c'est-à-dire des véhicules plus lourds que la moyenne, M. Bruno COSTES a indiqué que cela allait à contre-courant des économies de consommation souhaitables, mais que, heureusement, ce marché comprenait 80 % de véhicules diesels, ce qui en réduisait la consommation et donc les émissions de CO<sub>2</sub>.

**MME FLORENCE MEHL,  
SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DU PRIX EPIDAURE DE LA  
RECHERCHE EN MÉDECINE ET ÉCOLOGIE**

**(31 octobre 2000)**

Mme Florence MEHL a rappelé que le **prix EPIDAURE** (1) a été créé par le Quotidien du Médecin pour encourager la recherche en médecine et en écologie. Ce prix, parrainé par la Fondation pour la Recherche Médicale, a pour objet de promouvoir des travaux sur **les liens entre altérations du milieu et les pathologies ou menaces pour la santé**.

Ce prix ambitionne de **faire émerger des données solides scientifiquement établies, susceptibles d'être diffusées auprès de l'opinion publique et des pouvoirs politiques** pour que ceux-ci puissent s'y référer dans l'exercice de leurs responsabilités. Chaque année, ce prix récompense quatre catégories de recherches :

- la recherche en médecine pratique (observations de terrain en matière de **relations entre l'environnement et la santé**),
- la recherche fondamentale clinique et épidémiologique (mises en évidence des relations entre facteurs d'environnement et santé),
- la recherche technologique et/ou industrielle (réalisation permettant de minimiser les facteurs environnementaux néfastes à la santé),
- la recherche en communication et en promotion (mise en valeur des liens existant entre environnement et santé à travers un article, un reportage, un film ou une campagne de communication destinée au grand public)

A titre d'illustration des liens entre ces recherches et le changement climatique, Mme Florence MEHL a rappelé que le prix EPIDAURE 1998 a été accordé à des chercheurs appartenant souvent à l'INSERM, au CNRS ou à d'autres grands organismes de recherche pour des travaux sur « *Connaissances et Pratiques*

---

(1) *C'est à Epidaure que se trouve le temple d'Esculape, dieu de la médecine.*

*des médecins face à la pollution atmosphérique* » et à « *Dans l'ombre du tiroir : Echo-épidémiologie de la maladie de Chagas* » et que, en 1999, il a couronné l'étude « *Relations entre pollution atmosphérique et symptômes cliniques* » et, en 2000, « *Analyse et la modélisation des risques environnementaux* ».

C'est dire que les préoccupations du prix EPIDAURE rejoignent en partie celles de l'OPECST.

**RAC-FRANCE**  
**(RÉSEAU ACTION CLIMAT - FRANCE)**

**M. PHILIPPE QUIRION (1), PRÉSIDENT,**  
**ET MLE RAPHAËLLE GAUTHIER (2), CHARGÉE DE MISSION**

**(24 avril 2001)**

Après avoir rappelé que RAC-France est un collectif rassemblant toutes les associations impliquées dans le changement climatique, M. Philippe QUIRION, président du Réseau, s'est déclaré déçu du **grand décalage existant en ce domaine entre les déclarations gouvernementales et les actions**. C'est ainsi que, malgré les grandes déclarations du Président de la République à la Conférence de La Haye ou celles du Premier ministre au Parlement, ou encore du vote d'une proposition de loi relative à l'effet de serre, il n'est pas paru de lois, de règlements ou de décrets directement liés à cet objectif. De même, très peu de mesures du programme national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) de janvier 2000 sont entrées en vigueur. En revanche, la mesure centrale de ce programme, à savoir la taxation de l'énergie, serait à remettre à l'ordre du jour après les péripéties de l'automne 2000.

M. Philippe QUIRION a également déclaré que RAC-France ne faisait pas confiance **aux accords volontaires conclus entre industriels et relatifs aux émissions de carbone** car ce système avait déjà été tenté dans le passé et ne s'était traduit que par des effets très faibles. De plus, les gains passés avaient d'autres objectifs que la réduction de l'effet de serre.

---

(1) M. Philippe QUIRION, docteur en économie, est chercheur au Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED).

(2) Melle Raphaëlle GAUTHIER est juriste (droit international et européen de l'environnement).

Il a souhaité ensuite que **les tarifs de reprise de l'énergie éolienne** soient fixés à 55 centimes malgré un actuel blocage du ministère de l'Industrie ; faute de cela, il n'y aura pas de lancement de cette filière énergétique.

Mlle Raphaëlle GAUTHIER a insisté sur l'importance de mesures françaises en la matière pour que notre pays possède une crédibilité au niveau international.

M. Philippe QUIRION a rappelé que de nombreux **effets d'annonces** étaient utilisés à répétition. C'est ainsi que les normes d'isolation thermique des bâtiments nouveaux ont été annoncées pour la première fois par M. Michel BARNIER en 1995. Plusieurs fois réannoncées depuis, et, enfin, en vigueur depuis peu de temps.

Il a également évoqué une autre difficulté résidant dans **les prises de position contradictoires des différents acteurs**. Ainsi, à propos de la taxation générale des activités polluantes, il a noté que les personnes mêmes qui ont demandé des exemptions ont critiqué ensuite un texte devenu trop complexe. Puis, la saisine du Conseil constitutionnel par l'opposition a également fait perdre du temps à la France dans ce combat. De même, les blocages existant au niveau du ministère de l'Economie et des finances face à l'action des Verts au Gouvernement ne facilite pas les choses. D'une manière générale, il a estimé que le problème de perte de compétitivité de l'économie française du fait de cette taxation a été surévalué.

A cet égard, Mlle Raphaëlle GAUTHIER a insisté sur **l'importance des campagnes de sensibilisation du public menées par RAC-France** (telles que le « *Pari contre l'effet de serre* », ou « *SOS climat* »), qui a constaté que les problèmes de l'effet de serre étaient mal connus, et souvent confondus avec celui du trou dans la couche d'ozone. La vulgarisation des enjeux et des effets du changement climatique est primordiale pour permettre au public de comprendre l'importance et les aboutissants des mesures nationales qui seraient prises par les pouvoirs publics en la matière.

M. Philippe QUIRION s'est déclaré satisfait de **l'absence de réactions négatives du public face aux mesures préconisées par RAC-France** et a estimé que le niveau de la taxe générale sur les activités polluantes pourrait inciter à changer les comportements des industriels mais pas ceux des particuliers, qui payent déjà de facto une taxation de cet ordre et qui ne manifesteront donc aucun rejet face à la nouvelle taxe.

Il a déclaré mettre beaucoup d'espoir dans **le logo « Energie Plus »** apposé sur les appareils ménagers économes en énergie, dans le développement **d'une politique de transport en commun**, dans la multiplication de l'usage du vélo, dans **le rééquilibrage des financements du fret entre le rail et la route** -annoncé mais dénué de réalité, les routes demeurant trop subventionnées.

A propos du **transport aérien**, M. Philippe QUIRION a vivement déploré que le kérosène soit exempté de toute taxe, et il a rappelé qu'un rapport spécial du GIEC sur l'aviation avait relevé que **l'avion était le mode de transport le plus**

**émetteur de gaz à effet de serre.** Il lui apparaîtrait donc important de revoir l'ensemble des conditions de transport aérien ; toutefois, si une seule mesure devait être prise, il faudrait qu'elle porte sur la taxation de l'énergie.

Il a ensuite rappelé que **les coûts pour l'économie de l'atteinte des objectifs fixés à Kyoto** étaient estimés entre 0,2 % et 2 % du PIB, et il a relevé que l'écobénéfice devait être aussi pris en compte, par exemple la réduction de la pollution locale, qui améliorera la qualité de la vie.

Il a souhaité aussi que **des techniques plus intensives en main d'œuvre et plus économes en énergie** soient préférées. Par exemple, par kilomètre/voyageur, les transports individuels nécessitent deux fois plus d'énergie et requièrent deux fois moins d'emplois que les transports en commun.

M. Philippe QUIRION et Mlle Raphaëlle GAUTHIER ont également souligné que **les pays pauvres seraient les principales victimes du réchauffement.** Par ailleurs, en Europe, l'**étude Acacia** menée pour la Commission européenne a montré que **l'Espagne** allait particulièrement souffrir du changement climatique et que les stations de ski de basse altitude seraient vulnérables.

A n'en pas douter, si un tel changement survient, **les assureurs** réajusteront les primes affectées par exemple à l'assurance habitation. Ils ont commencé à anticiper cette démarche.

En fait, M. Philippe QUIRION souhaiterait que soient préconisées **des économies d'énergie**, notamment en évitant des gaspillages, en donnant par exemple la priorité à l'équipement au moyen de lampes fluo compactes à basse consommation remplaçant les ampoules à filament et les halogènes, notamment dans les bâtiments publics, suivant en cela l'exemple de la mairie de Grenoble. Les pouvoirs publics devraient également montrer l'exemple en évitant d'installer des lampes à halogène.

Abordant ensuite le thème des accidents de la route, qui causent 8 000 morts par an, M. Philippe QUIRION a souhaité que **la puissance des véhicules automobiles** soit bridée. Il a insisté sur la désinformation provenant du message relatif à la diminution de **la consommation unitaire des véhicules** (une récente annonce de Volkswagen fait état d'un véhicule futur consommant 1 litre aux 100 km), alors que parallèlement les constructeurs développent des véhicules tout terrain dits « 4 x 4 » et des monospaces. Il a souhaité que soit imposé à chaque constructeur automobile un seuil maximal d'émission unitaire de gaz polluants, à défaut de quoi le constructeur devrait acheter des droits à d'autres constructeurs plus performants.

M. Philippe QUIRION a proposé d'autres solutions, comme la limitation de l'accès à certains quartiers en ville pour les transports individuels, à condition que soient développés **les transports en commun**, et qu'une vraie réflexion soit menée sur **les véhicules hybrides.**

Il a souligné qu'en l'état actuel d'absence de solution au problème des déchets nucléaires, la filière nucléaire ne pouvait être considérée comme une

« technologie d'avenir ». En revanche, il a souhaité que soient vraiment favorisée l'émergence et le développement des **énergies renouvelables**. Cela pourrait passer par un tarif de rachat garanti qui favoriserait les agriculteurs, par une sélection entre les divers biocarburants en prenant garde au fait que leur écobilan actuellement discutable prenne bien en compte l'énergie ayant servi à produire leurs intrants et également les rejets dans la nappe phréatique. Il s'est déclaré favorable aux chaufferies à bois, à condition que les arbres brûlés soient replantés, étant entendu que cette filière ne dégage pas de CO<sub>2</sub> si l'on raisonne dans le seul cadre de celle-ci.

Mlle Raphaëlle GAUTHIER a insisté sur le fait que le charbon et le nucléaire étaient actuellement directement ou indirectement subventionnés, et le fuel lourd peu taxé. En conséquence, ce type de subventions fausse la donne, et ne permet pas de rendre compte du réel prix de l'énergie.

Abordant ensuite la question du « **mécanisme pour un développement propre** » prévu par le protocole de Kyoto, les personnes entendues ont estimé que l'effet pourrait être positif pour les pays en voie de développement et incitatif pour les pays industrialisés, même si ce mécanisme ne suscitera sans doute pas autant d'intérêt que prévu, mais se ramènera davantage à des transferts de technologies, les pays en voie de développement ayant un droit à accomplir celui-ci.

Il a ensuite été rappelé par M. Philippe QUIRION, à propos de l'attitude des **Etats-Unis d'Amérique**, que si le président BUSH père avait signé la convention de Rio, en 1992, le Président BUSH fils était revenu sur les engagements américains contractés à Kyoto.

Contrairement à ce que prétend G.W. BUSH, il a été relevé que les émissions de CO<sub>2</sub> des **pays du Sud** dans l'excédent d'émissions constaté demeuraient stables de 1995 à 1999, que celles de la Chine ont baissé, même si le risque d'une forte augmentation demeure du fait de son fort potentiel charbonnier.

Il semblerait donc souhaitable de découpler les pays qui payent de ceux qui accueillent le développement, par exemple en améliorant les normes thermiques des bâtiments.

**Pour RAC-France, les pays en voie de développement ont raison de ne pas s'engager, pour l'instant, dans la lutte contre l'effet de serre** mais d'attendre que, en **2005**, les pays développés soient à même de montrer des résultats probants dans ce domaine. En effet, les pays en développement n'ont pas de responsabilité historique dans la progression de l'émission de gaz à effet de serre.

Mlle Raphaëlle GAUTHIER a indiqué que les pays en développement seront très dépendants de leurs besoins énergétiques et qu'il serait essentiel de leur fournir les meilleures technologies dans ce domaine.

Des progrès restent à faire sur ce point, à en juger par le parallèle avec l'actuel cas d'un dirigeant de centrale nucléaire au Japon, jugé pour irradiation d'employés par l'énergie nucléaire, ce qui illustre encore une fois, que dans le débat

nucléaire, il faut bien distinguer **le recours au nucléaire en France** du recours au nucléaire étendu à l'ensemble du monde.

Une étude de l'INESTENE (1), intitulée «*Sortir du nucléaire en 25 ans*» apporte des éclairages sur ce thème. M. Philippe QUIRION a précisé qu'actuellement la consommation de l'ensemble des appareils en veille à l'échelle de la France représentait l'équivalent de la production électrique d'un réacteur nucléaire. Le Comité de Liaison des Energies Renouvelables (CLER) et de l'ADEME ont mis en valeur d'autres comparaisons de cet ordre.

A propos de cette agence, M. Philippe QUIRION a noté qu'elle se trouvait en sous-effectif par rapport aux moyens qui lui sont alloués, ce qui l'empêche de se consacrer suffisamment au soutien et au suivi des dossiers, d'où une insatisfaction des particuliers malgré le fait que l'ADEME est en général peu connue.

Il s'est réjoui de noter le soutien de l'ADEME au chauffe-eau solaire, mais a regretté que beaucoup d'argent de l'ADEME soit allé à des incinérateurs de déchets néfastes pour l'environnement.

D'une manière générale, il serait souhaitable que l'ADEME puisse également financer les frais de fonctionnement des installations qu'elle subventionne au-delà des crédits d'investissement. Cela lui permettrait, par exemple, d'être moins favorable aux incinérateurs par rapport aux centres de tri. Cela profiterait également à l'environnement et à l'emploi.

Enfin, M. Philippe QUIRION a noté qu'il y aurait avantage à augmenter le nombre d'**inspecteurs des installations classées**.

Apportant ensuite un éclairage sur **la mission interministérielle de l'effet de serre** (M.I.E.S.), M. Philippe QUIRION a estimé que sa création était nécessaire, d'autant que, dans la pratique, l'environnement n'intéresse que le ministère de l'Environnement, d'où une difficulté pour attirer dans ce type de structure interministérielle des personnels qui ne peuvent en attendre des gratifications de carrière. Cela se traduit par des effectifs insuffisants à la MIES et par le fait qu'il y faudrait parfois des personnes ayant une compétence technique supérieure.

Quoiqu'il en soit, les travaux effectués par la MIES commencent à être pris en considération, mais seulement en fonction de **la prise de conscience du public**, qui ne date que d'il y a six mois, voire une année. De plus, le memento établi à l'usage des décideurs locaux est sous-utilisé.

M. Philippe QUIRION a regretté que le programme national de lutte contre l'effet de serre soit un peu insuffisant quant à **l'agriculture**. Il aurait souhaité une prise de position beaucoup plus nette en faveur de la réduction des engrais azotés.

---

(1) *Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement en Europe.*

Il a ensuite estimé que **les négociations internationales** ne nécessitent pas forcément la présence de climatologues, mais plutôt celle de juristes et d'économistes connaissant cette problématique, ce qui devrait permettre au ministère des finances de réagir plus efficacement sur les options présentées.

En conclusion, M. Philippe QUIRION a estimé que la **création du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (G.I.E.C.)** avait été la meilleure idée, jusqu'à présent, sur le changement climatique, car ses travaux de recherche sont très lisibles. L'existence de cet organisme dans lequel collaborent des chercheurs de toutes nationalités, permet d'éviter le syndrome, courant dans d'autres secteurs, où ce qui n'est pas inventé sur place est l'objet de défiance. Il a enfin loué l'efficacité du résumé établi à l'intention des décideurs, présenté en début de chaque rapport.

**M. PHILIPPE ROQUEPLO (1)**

**(14 novembre 2000)**

M. Philippe ROQUEPLO a exposé le résultat de ses recherches et réflexions concernant **la possibilité et les limites de l'expertise scientifique sur une question d'ordre international.**

Dans le domaine du climat, la première question à se poser concerne, selon lui, **le degré de confiance qu'il convient d'accorder ici aux scientifiques.** Cette question est souvent mise en avant, car l'expertise officielle est effectuée par un ensemble de scientifiques ("*International Panel on Climate Change*" ou G.I.E.C.) qui se sont regroupés par cooptation, certaines personnes s'en étant trouvées écartées. Une autre question concerne **les modèles numériques** utilisés par les scientifiques pour effectuer leurs recherches: la convergence des résultats de ces modèles n'est pas (ou plutôt n'était pas) si évidente qu'elle puisse entraîner une conviction absolue. Enfin et surtout **le sujet est d'une fantastique complexité.** Tout cela conduit certains (de moins en moins nombreux) à émettre des doutes sur la fiabilité de l'expertise en un tel domaine.

Certes, tout le monde s'accorde sur le fait que la présence de certains gaz -en particulier le CO<sub>2</sub>- dans l'atmosphère perturbe son équilibre thermique et, de prime abord, provoque un réchauffement ; mais le problème se complique aussitôt : ainsi ce réchauffement provoque l'évaporation de l'eau ; or la vapeur d'eau constitue elle-même un gaz à effet de serre très puissant ; son évaporation, en accroissant sa présence dans l'atmosphère, devrait donc accélérer l'échauffement et la "machine climatique" devrait s'emballer. S'il n'en est pas ainsi, c'est que le phénomène engendre des effets qui le contrarient - ce que l'on appelle des rétroactions négatives dont le bilan thermique est très difficile à effectuer. Ainsi en va-t-il, par exemple, des conséquences thermiques de la formation des nuages : leurs faces supérieures constituent un miroir qui renvoie l'énergie vers le haut (donc rafraîchit l'atmosphère), mais toute la machinerie turbulente qui s'y développe doit être prise en compte (que l'on pense aux orages!). Or, si les nuages réchauffent et refroidissent simultanément

---

(1) *Ancien Directeur de Recherche au CNRS.*  
*Auteur de « Climats sous surveillance : limites et conditions de l'expertise scientifique » - Economica- 1993 et de « Entre savoir et décision : l'expertise scientifique – INRA Editions - 1997*

l'atmosphère, il y a là - parmi bien d'autres - un défi considérable lancé à la recherche scientifique.

Pour M. Philippe ROQUEPLO, un événement étonnant et fort heureux s'est produit depuis une trentaine d'années : le surgissement, au sein même du monde scientifique, d'une communauté capable de se saisir de ces problèmes et de relever de tels défis : celle des **météorologues**.

Ce surgissement résulte de trois causes principales :

1/ les besoins de l'aviation en matière de prévision météorologique ont donné naissance à une communauté internationale quotidiennement opérationnelle ;

2/ les progrès des l'informatique ont mis à la disposition de ce réseau météorologique des outils de calcul d'une puissance fantastique en sorte que les prévisions sont devenues de plus en plus crédibles et que la communauté des météorologues a, en quelque sorte, manifesté aux yeux de tous (dont les siens!) la confiance qu'il est raisonnable de lui faire ;

3/ à partir de là, les météorologues se sont sentis en mesure de "simuler" le climat.

La prévision météorologique exige **une simulation de l'évolution atmosphérique** (de 10 minutes en 10 minutes) sur une portée d'environ quinze jours (ce qui exige de l'ordre de 2000 "itérations" pour chaque prévision) ; tandis que la recherche climatique, exige, d'une part, qu'une telle "expérience numérique" soit effectuée sur un horizon de 20 à 100 ans (soit de l'ordre de 2 à 10 millions d'itérations!) et, d'autre part, que pour chaque instant simulé soient intégrées, en une seule et même "simulation climatique", les "simulations météo" de milliers de points de la Terre. Même avec les plus grosses machines du monde, cela exige des jours et des jours de calcul ininterrompu. C'est pourquoi la recherche a d'abord commencé en faisant des simplifications considérables, et elle se complexifie elle-même chaque jour au fur et à mesure que son travail avance.

Sans s'étendre davantage sur la description du travail des scientifiques, M. Philippe ROQUEPLO a souligné que, lorsqu'il a entrepris d'en étudier les modalités, il a été effrayé de toutes les simplifications qu'elles comportaient et a eu de sérieux doutes sur **la fiabilité des résultats** qu'elles obtenaient. Il s'est d'ailleurs aperçu que les chercheurs eux-mêmes se posaient maintes questions à ce sujet. Mais c'était au tout début des années 90. Les années passant, les résultats se sont accumulés, les chercheurs sont devenus à la fois plus modestes et plus confiants dans la valeur de leurs résultats ; c'est pourquoi M. Philippe ROQUEPLO a estimé que ce serait aujourd'hui une témérité irresponsable que de ne pas leur faire confiance et, quoiqu'il en soit des doutes que, dans un tel domaine, on peut toujours se plaire à susciter et à entretenir, **il est évident que les modèles climatiques actuels sont devenus crédibles** et qu'aucune voix ne se fait entendre à leur encontre, si ce n'est quelques rares exceptions visiblement liées à certains groupes de pression, en particulier aux

lobbies du pétrole ; c'est manifestement actuellement le cas aux Etats-Unis d'Amérique.

Au sujet de **l'analyse des carottes glaciaires**, M. Philippe ROQUEPLO a rappelé qu'elle a montré, depuis les années 1993-95, que de très importants changements climatiques pouvaient survenir dans des temps très courts, de l'ordre de 50 ans ; cette fragilité climatique provient d'ailleurs plutôt des océans que de l'atmosphère. En effet, un réchauffement de la calotte glaciaire peut faire fondre d'énormes quantités de glace et produire une masse d'eau non salée qui modifie la densité de masses considérables d'eau de mer, ce qui peut entraîner une modification brutale des trajets de certains courants marins ; ainsi le Gulf Stream pourrait être détourné de son cours actuel et ne plus venir réchauffer l'Europe. D'aucuns parlent même d'un éventuel refroidissement de celle-ci.

Interrogé sur la possibilité de parvenir à **des prévisions régionales**, M. Philippe ROQUEPLO a répondu qu'on ne pouvait pas actuellement faire des prévisions climatiques fiables sur des zones précises. On sait néanmoins que **certains lieux sont moins menacés que d'autres**. Si, par exemple, le climat de Paris devenait analogue au climat actuel d'une région située à 100 km au nord ou au sud, cela ne constituerait pas une grande menace parce que Paris est au milieu d'une large zone climatique. Il n'en irait pas de même pour Alger pour qui le climat se rapprocherait alors de celui du Sahara.

Quant au fameux "déplacement des forêts" il faut bien s'entendre sur ce que l'on veut dire en utilisant une telle expression, car les arbres ne se déplacent pas : ce qui se déplace, ce sont les conditions qui déterminent leur existence. Or, le climat constitue ici une condition primordiale. **Des scénarios et des études d'impact s'imposent donc, dans toutes les régions du monde**, pour déterminer ce qui risque de s'y passer (pour la végétation, pour le tourisme, ou, tout simplement, pour la possibilité de vivre) si tel ou tel scénario climatique se produisait. Mais, M. Philippe ROQUEPLO a insisté sur la nécessité d'envisager, pour une région donnée, l'ensemble des scénarios climatiques considérés comme possibles et d'esquisser les diverses "politiques adaptatives" correspondantes. Quoi qu'il en soit des difficultés à prévoir ce qui se produira, ce travail devrait être d'ores et déjà entrepris de façon concrète en tenant compte de la vulnérabilité spécifique de chaque région ainsi que de l'ensemble des ressources potentielles et du "gisement d'économies d'énergie" dont elle dispose. Il est d'ailleurs possible de trouver des informations riches d'enseignement en analysant maintes situations climatiques ayant été déjà historiquement rencontrées, ici ou là.

A propos des prévisions régionales, M. Philippe ROQUEPLO dit avoir observé (du moins lorsqu'il était engagé dans sa propre recherche) une sorte de refus général à s'engager dans ce genre de recherches. En effet, de telles recherches peuvent mettre en évidence le fait que, dans cette affaire de climat, **il peut y avoir des pays perdants mais aussi des pays gagnants** : ainsi **la Sibérie**, comme d'autres régions du monde, pourrait-elle devenir une zone fertile. Il est dès lors évident que ces éventuels gagnants ne seraient guère enthousiastes pour prendre les mesures

onéreuses nécessaires afin de lutter contre l'intensification globale de l'effet de serre et une élévation correspondante de la température moyenne de la Terre.

Il est d'ailleurs **très difficile de déterminer cette "température moyenne" de la Terre** car les points où les données sont recueillies sont très inégalement répartis et beaucoup des mesures effectuées sont biaisées par des phénomènes locaux comme, par exemple, la proximité des villes, en quel cas ces mesures ne peuvent être prises en compte qu'après de subtiles corrections. **Il n'est donc pas certain que la "signature" d'un changement climatique dû à l'accroissement de l'effet de serre puisse être l'élévation de la température moyenne de la Terre.** Dès lors quelle sera cette "signature" rendant le phénomène évident et faisant de la mobilisation de tous une urgence indiscutable? Certes les scientifiques disent aujourd'hui que la température moyenne de la Terre s'est élevée d'environ 0,6°C depuis le début de l'ère industrielle. Mais, pour M. Philippe ROQUEPLO, il s'agit là d'un "pseudo-événement" tellement cette notion de température moyenne de la Terre semble une notion éloignée de toute perception directe.

Il a ensuite insisté sur cette notion de "signature" à travers **l'affaire des pluies acides en Europe** en rappelant qu'aux environs de 1985, une bourrasque politique a secoué l'Allemagne parce que, à la suite d'une campagne médiatique, **les Allemands ont vu de leurs propres yeux que leurs arbres étaient malades** et parce que les scientifiques attribuaient cette maladie à l'oxyde de soufre contenu dans les fumées émises par d'innombrables usines. La mobilisation de la population allemande a été telle qu'elle a contraint le gouvernement de la RFA à prendre des mesures énergiques.

M. Philippe ROQUEPLO a estimé peu envisageable qu'il puisse en aller de même en matière climatique, et cela pour deux raisons majeures :

1) Il faudrait pour cela une "signature" claire susceptible de **mobiliser les populations**, comme ce fut le cas en Allemagne à propos des forêts. Certes, les scientifiques sont unanimes pour déclarer que si les émissions de gaz à effet de serre ne diminuent pas drastiquement, un changement climatique grave se produira ; mais ce changement ne se produira pas en un jour et sa "signature" n'aura pas l'évidence qu'elle eut en Allemagne dans le cas du "Waldsterben" dans les années 80. Il est donc très peu vraisemblable qu'une mobilisation populaire se produise jamais, susceptible de contraindre les gouvernements à agir.

2) D'ailleurs, même **si, ici ou là, un gouvernement était véritablement convaincu de la nécessité d'agir, il est probable que, nulle part, il ne parviendrait à imposer aux populations les décisions que la situation exigerait.** C'est ainsi que le directeur adjoint de *l'Environment Protection Agency*, interrogé un jour sur cette question, déclarait considérer comme totalement inenvisageable que les Américains acceptent jamais de restreindre leur consommation d'essence pour cause de protection du climat. Or, M. Philippe ROQUEPLO juge qu'il faudra bien en arriver là et pour cela **augmenter probablement de façon importante le coût des**

**carburants et, plus généralement, celui de l'énergie afin d'en diminuer la consommation.**

Il a noté que la hausse des prix de l'énergie ne déclencherait pas de catastrophe mondiale, mais qu'en provoquant une moindre consommation, elle permettrait de **protéger le long terme**, c'est-à-dire en l'occurrence **les conditions de vie de nos enfants et petits-enfants**, ce qui ne signifie d'ailleurs nullement que le changement climatique constitue la seule menace écologique qui mette en péril leurs conditions de vie. Avant que ne se produisent de graves changements climatiques avec leurs conséquences, il est - par exemple- probable qu'en maints endroits de la Terre **le manque d'eau et sa détérioration** irréversible auront provoqué des désastres.

Néanmoins, sur la question de l'effet de serre, M. Philippe ROQUEPLO estime que la première priorité est de parvenir par tous les moyens à **économiser l'énergie**, le gisement primordial d'économie consistant peut être dans l'innovation technologique : des ampoules électriques plus économes, des frigidaires mieux isolés, des voitures consommant moins de 4 litres/100 km, des machines industrielles mieux conçues... tout cela n'étant évidemment réalisable que si l'énergie elle-même est considérablement plus chère.

Bien entendu, il a posé à ce stade **la question du nucléaire** qui ne produit pas de gaz à effet de serre et paraît donc la solution miracle tant attendue. Le malheur est qu'il comporte d'autres risques qui interdisent son utilisation généralisée à la planète entière et limitent la part d'énergie nucléaire par rapport à l'ensemble des énergies produites sur la planète à un maximum de l'ordre de 15 %. Ce serait être fort peu responsable que de proposer le nucléaire comme "la solution" pour stopper l'évolution prévisible du climat du fait des émissions de CO<sub>2</sub>. Au yeux de M. Philippe ROQUEPLO, ceux qui formulent de telles propositions le font sur la base d'une sorte d'idéologie techniciste qui leur permet d'évacuer mythiquement les énormes difficultés économiques, sociales et politiques que profile devant nous la question climatique. D'ailleurs, il est très significatif de constater que ceux qui proposent un recours mondial massif au nucléaire sont essentiellement les fabricants de centrales, ce qui a pour conséquences que le problème du nucléaire n'est jamais pensé dans sa globalité, incluant la prise en compte de tous ses aspects, y compris les conditions d'une gestion suffisamment sûre mondialement pour exclure, par exemple, la répétition de nouveaux Tchernobyl, etc...

Vient alors **la question des négociations internationales** sur les décisions à prendre face au défi climatique mondial.

A propos du recours aux **permis négociables**, étudié par de nombreux économistes, M. Philippe ROQUEPLO a relevé qu'il s'agit là d'un concept adapté à la gestion de problèmes régionaux (comme c'est le cas actuel aux Etats-Unis d'Amérique) : cela peut marcher au niveau d'un marché local pour négocier des contraintes imposées par une autorité politique supérieure. Cependant il est aberrant d'étendre cela au niveau mondial : cela reviendrait, en effet, par l'intermédiaire du

"marché des permis négociables" à créer cette **nouvelle marchandise** qui serait le permis de polluer jusqu'à un certain niveau, et cela alors qu'aucune autorité mondiale (surtout pas l'OMC!) n'est en mesure de déterminer les contraintes globales susceptibles de fixer le niveau d'émission mondialement tolérable, pas plus que la "valeur négative" des flux globaux de CO<sub>2</sub> d'ores et déjà accumulés dans l'atmosphère.

Il a estimé qu'il ne suffit pas, en effet, dans une telle perspective de "négoce généralisé", de parler d'un permis de contribuer au flux des pollutions qui viennent jour après jour encrasser l'atmosphère. Il faut aussi **prendre en compte l'encrassement de l'atmosphère d'ores et déjà effectué** et qui constitue la cause principale des modifications climatiques pendant les années à venir et qui rendra le changement climatique quasi-irréversible.

Quant au problème des "**puits**" **qui absorbent le gaz carbonique**, principal gaz à effet de serre ; en gros, sur trois tonnes de CO<sub>2</sub> émises, deux demeurent dans l'atmosphère et une se trouve rapidement absorbée, en particulier par **les océans**. Ne raisonner que sur la partie qui s'accumule dans l'atmosphère sans tenir compte de celle qui est absorbée par les océans est-il juste ? Car enfin, le pouvoir d'absorption est proportionnel à la surface absorbante. Or, à qui appartient la surface des océans du point de vue de sa capacité d'absorption ? Pour M. Philippe ROQUEPLO, ne pas tenir compte de ce point dans les négociations internationales revient à dire que celui qui émet 300 000 tonnes de CO<sub>2</sub> s'approprie par le fait même une surface absorbante de l'océan mille fois plus grande que celui qui n'en émet que 300 tonnes. Le fait d'émettre des émissions constitue donc ainsi un véritable droit de propriété sur l'océan au profit des pays industrialisés ! Ce qui est difficile à admettre et devrait être pris en compte à propos de la dette des pays en voie de développement.

En conclusion, M. Philippe ROQUEPLO a estimé peu probable qu'on assiste jamais à **une mobilisation de toutes les populations du monde pour combattre le changement climatique** qui menace ce monde. Il serait donc à la fois urgent et politiquement (voire moralement) juste que les principaux pays industrialisés ne tirent pas un trait sur le passé qui se trouve (en ce domaine comme en bien d'autres) être la cause du présent qui menace l'ensemble des hommes ; il serait urgent et juste que les pays industrialisés enclenchent eux-mêmes -en prenant les décisions qui leur incombent- un vigoureux mouvement susceptible à la fois de pallier la menace et d'entraîner progressivement les autres à participer à cette lutte.

**DÉLÉGATION À LA SÉCURITÉ  
ROUTIÈRE**

**M. YVES ROBICHON,  
DIRECTEUR-ADJOINT DE LA SÉCURITÉ  
ET DE LA CIRCULATION ROUTIÈRES**

**M. BERNARD GAUVIN,  
SOUS-DIRECTEUR DE LA RÉGLEMENTATION TECHNIQUE  
DES VÉHICULES,**

**(31 octobre 2000)**

M. Bernard GAUVIN a considéré qu'il n'existait pas de prévisions précises sur **l'évolution des climats** pour les proches années à venir, mais que la combustion très rapide des combustibles fossiles pouvait cependant interférer sur les climats. Il a rappelé que les périodes glaciaires n'avaient pas été provoquées par l'homme, et que celui-ci n'avait sans doute pas la capacité de modifier les climats, mais possédait tout de même le pouvoir d'influer sur ceux-ci.

Evoquant **les transports**, M. Bernard GAUVIN a souhaité qu'ils s'insèrent à la fois dans un objectif de développement durable et de satisfaction des usagers, tout en économisant de l'énergie, et en limitant les émissions de CO<sub>2</sub>, un tel objectif étant particulièrement difficile à atteindre, puisque seule une toute petite partie de la circulation terrestre pourrait être basculée sur un autre mode de transport.

M. Yves ROBICHON a souligné que la diminution du parc d'automobiles ferait baisser les émissions de CO<sub>2</sub> tout en augmentant **la sécurité routière**. Il a rappelé que les plans de prévention des risques routiers dans les entreprises avaient montré que 50 % des accidents du travail étaient des accidents de trajet, et spécialement des accidents de la route.

Améliorer la sécurité routière constitue donc un enjeu humain et économique exigeant de réfléchir à la manière de déplacer les personnes tout autant que les marchandises. Des simplifications obtenues résulteront des baisses de pollution, étant

précisé que **la réduction de trafic peut s'effectuer sans diminuer l'activité économique.**

De même, **les plans de déplacement urbains** prévus par la loi sur l'air devraient permettre des améliorations et de nouvelles réflexions sur l'optimisation des transports.

M. Bernard GAUVIN a noté une corrélation entre l'augmentation de **la vitesse** et celle du nombre des accidents. Il a observé qu'au-delà de 70 km/heure, **la consommation de carburant** augmentait vite et qu'en-dessous d'environ 70 km/h la consommation n'était plus liée à la vitesse du fait de l'usage non optimal des boîtes de vitesse, tandis que les boîtes de vitesse automatiques assurent une gestion optimale des régimes intermédiaires. Cependant, il n'existe que 3,5 % de véhicules équipés de boîtes automatiques en France et aucune étude n'est menée sur la généralisation de celles-ci malgré l'intérêt d'un comportement plus apaisé des conducteurs avec ce type de boîte.

Il a ensuite relevé que la vitesse avait baissé de 20 % sur les autoroutes françaises lors de la récente pénurie de carburant à l'automne et que cette période avait également suscité des articles de presse sur la réduction de la consommation.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1993, des économies de carburant ont été réalisées grâce à la généralisation de l'injection pilotée, conséquence des réglementations européennes sur la pollution automobile dont la conséquence la plus médiatisée a été la généralisation du catalyseur sur les voitures à essence.

Cependant, le remplacement du parc est progressif et même si tout le monde a le droit de circuler, **il serait souhaitable, du point de vue de la pollution, de supprimer les voitures les plus anciennes.**

Il a rappelé que l'analyse du parc automobile français montre que celui-ci est économe en carburant par rapport à ceux de nos voisins européens et des principaux pays économiquement développés (Etats-Unis d'Amérique et Japon notamment), ce qui provient largement d'une fiscalité élevée frappant les carburants et d'une vignette chère, liée à la puissance fiscale (1). De même, la taxation de véhicules de sociétés, au-delà d'une certaine puissance, joue dans le même sens.

M. Bernard GAUVIN a rappelé que la loi du 4 juillet 1998 prévoyant le calcul d'une nouvelle **puissance fiscale** comme élément majeur de choix d'une nouvelle automobile n'avait soulevé aucune critique, deux paramètres seulement permettant le calcul de cette taxe : la puissance du moteur et les émissions de CO<sub>2</sub>. Les critiques ont porté sur les sauts brutaux de passage d'une tranche à l'autre.

Abordant ensuite la question des **poids-lourds**, il a été noté par M. Bernard GAUVIN que le poste carburant était très important pour ceux-ci. Il s'agit en effet du second poste après les salaires. Sur ce point, M. Yves ROBICHON a insisté sur **les**

---

(1) ce second caractère ayant disparu à la fin de l'année 2000

**limites de l'intermodalité, la route assurant actuellement 70 % à 80 % des transports de marchandises contre 12 % pour le rail.** De plus, en cas de développement des transports, le chemin de fer n'aurait pas la capacité d'absorber le surcroît d'activité. Pourtant, des situations absurdes existent (exemple : Volvo adresse des pièces d'automobiles de Suède au Portugal par la route surchargeant ainsi l'un des corridors sensibles, les Pyrénées, l'autre étant les Alpes). Il a également relevé que **50 % des poids lourds roulent sur des distances inférieures à 50 km.** Or, ce seuil est non rentable pour le rail, d'où l'idée de trains de camions rassemblant une dizaine de camions mis bout à bout en vue d'économie d'énergie et de place.

Il a regretté que **le « tout camion » ne résulte pas d'une volonté politique mais d'un arbitrage du marché.**

M. Bernard GAUVIN a aussi noté des modifications des **poids autorisés à l'essieu** résultant des normes européennes (13 T pour les vieux véhicules auparavant et maintenant 11,5 T sur l'essieu moteur et 10 T sur l'autre). Il a relevé le caractère réel mais limité des **économies réalisables** : par exemple celles résultant des **pneumatiques** (le pneu Michelin « énergie » économise jusqu'à 5 % de carburant) ou de certains **revêtements**, grâce à l'amélioration de l'adhérence ou à l'emploi d'enrobé drainant, ce qui diminue donc la consommation, améliore le confort, mais pas forcément la sécurité, car ce qui est gagné en visibilité est perdu en adhérence.

Il a souligné que les revêtements français sont considérés comme les meilleurs du monde du fait d'une recherche poussée, y compris dans les entreprises, notamment chez Shell et Esso France ; de plus, il existe une large gamme de produits français comparés à ceux existant dans les autres Etats membres de la Communauté européenne.

M. Yves ROBICHON a aussi souligné que **les modifications des véhicules ou des infrastructures pouvaient induire des effets pervers sur les conducteurs.** Ainsi, la bande blanche latérale provoque une sorte d'effet d'hypnose, le conducteur ayant tendance à se fixer sur le niveau le plus basique, par exemple le paysage, plutôt que les signaux.

Il a insisté sur l'importance de la communication à développer concernant la faiblesse des gains de temps réalisés en roulant vite tandis que le surcoût en carburant est garanti. Il a relevé aussi le caractère trompeur des messages publicitaires relatifs à la sécurité, les véhicules étant conçus pour assurer une bonne protection aux alentours de 60 km/heure en cas de choc, mais au-delà, l'efficacité de la protection est loin d'être évidente. Du bon résultat de ce message, devrait résulter **une auto-limitation de vitesse** bien plus crédible qu'une mesure coercitive.

M. Yves ROBICHON a rappelé qu'un accord existait entre les industriels et le Gouvernement allemands pour qu'aucun véhicule ne dépasse 250 km/heure alors que les voitures italiennes et japonaises peuvent aller au-delà et que plus de 80 types de pneus sont fabriqués pour des véhicules dépassant les 250 km/heure.

D'où la question du **bridage des véhicules fabriqués en Europe**, cette mesure n'étant actuellement appliquée dans aucun pays. Une progression en ce sens pourrait résulter dans un premier temps de la limitation de la vitesse sur les autoroutes allemandes accompagnée d'**une limitation de la vitesse dans la Communauté européenne**. A un second stade, les véhicules pourraient être bridés à la vitesse limite adoptée. Cela n'est pas inenvisageable, d'autant que cela existe déjà pour les camions (90 km/heure pour les plus de 12 tonnes).

Le consensus européen fut d'ailleurs assez facile à obtenir pour les camions, mais nombre de *leaders* d'opinions possédant des voitures puissantes, il est à craindre que de nouvelles mesures tardent à être adoptées.

Par ailleurs, des signaux spéciaux pourraient être prévus pour **les véhicules lents** comme pour les véhicules prioritaires (feux bleus).

Au total, M. Yves ROBICHON a estimé important d'obtenir **un consensus relatif à la sécurité** concernant aussi bien l'absorption d'alcool que la vitesse ou le port de la ceinture ; le point de désaccord subsistant actuellement demeurant la vitesse. A cet égard, un bon apprentissage pourrait peut-être résulter d'un limiteur de vitesse monté en série sur les véhicules neufs et piloté par le conducteur.

**SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER  
FRANÇAIS (S.N.C.F.)**

**M. FRANCIS ROL-TANGUY, DIRECTEUR DU FRET**

**ET**

**T.L.F. (FÉDÉRATION DES ENTREPRISES DE  
TRANSPORT & LOGISTIQUE DE FRANCE)**

**M. ALEXIS BORDET, DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL ADJOINT**

**CHARGÉ DES ACTIVITÉS ROUTIÈRES**

**(15 novembre 2000)**

**AUDITION-DÉBAT**

M. Francis ROL-TANGUY a d'abord évoqué **les perspectives de la SNCF pour les années 2002 à 2010**. Il a comparé les transports ferroviaires européens à leurs homologues américains en notant qu'aux Etats-Unis d'Amérique, le fret ferroviaire Diesel est plus développé qu'en Europe, avec des trains très longs et très lourds. Il a relevé qu'entre la France et la Belgique existaient de très bons échanges ferroviaires, que le marché italien constituait le premier marché international de la SNCF, mais qu'au-delà les échanges européens étaient assez faibles, la juxtaposition de différentes échelles nationales n'ayant pas permis de s'inspirer du modèle américain même si **l'extension des activités à l'échelle européenne repose toujours la question de l'organisation des transports ferroviaires**.

Il a estimé qu'une amélioration de celle-ci reposerait d'abord sur **l'interopérabilité** - indispensable dans la mesure où il n'existe pas de normes européennes, par exemple pour les panneaux de signalisation, ou même pour les voies, comme c'est le cas entre la France et l'Espagne. Malgré cela, un projet de TGV allant de Perpignan jusqu'au cœur du port de Barcelone est à l'étude, des problèmes concernant l'écartement des voies, les voltages et les fréquences restant à résoudre.

Déjà en France, il existe deux courants possibles : le 25 000 Volts et le 15 000 Volts. Cette différence entre le nord et le midi impose des motrices bi-courant ; pour aller en Italie, il faut même des motrices tri-courant ; ce qui a une incidence sur les coûts, puisqu'une locomotive coûte environ douze millions de francs, mais la moitié en plus si elle est bi-courant.

En conséquence, **l'interopérabilité totale ne semble pas envisageable avant plusieurs dizaines d'années.**

Si l'on estime que le réseau européen s'étendra sur 30 000 km à l'horizon 2100, il serait envisageable de **dédier un réseau aux transports de fret**. Des débats renaissent à ce sujet, d'autant que le Gouvernement a annoncé comme objectif le doublement du fret ferroviaire d'ici à 2010. **Actuellement, la part du marché de la SNCF oscille entre 20 et 22 % et devrait s'établir en 2010 entre 22 et 25 %** ; en tout cas, elle devrait cesser de décroître.

M. Francis ROL-TANGUY a estimé que si la croissance SNCF était de 3 %, la croissance du fret pourrait être, elle, de 6 %, et contrairement à ce qui est souvent avancé, **la Net économie ne va pas diminuer les déplacements, bien au contraire**. Il est probable qu'il y aura des livraisons multipliées entre les lieux d'achat et les domiciles des particuliers.

Un grand projet est régulièrement annoncé, à savoir la mise des camions sur des trains, appelé souvent « **route roulante** ».

A l'avenir, **le système Modalhor** serait développé, chaque wagon se chargeant et non plus le train, ce qui est beaucoup plus rapide, et permet par exemple d'isoler un wagon défectueux. De plus, ce système ne reviendrait pas plus cher à la collectivité, bien moins que les routes roulantes suisses.

La mise en œuvre de ces innovations exigera d'améliorer les gabarits dans les tunnels existants; par exemple, le tunnel sous Fréjus est adapté aujourd'hui aux seuls wagons-citernes, mais l'agrandissement prévu de son gabarit d'ici 4 à 5 ans permettra d'y faire passer d'autres types de véhicules routiers sur wagons.

Partout **le problème majeur réside dans le contournement des grandes agglomérations.**

Une comparaison entre les pays européens montre que la Suisse et l'Autriche sont en avance, que l'Allemagne évolue vite, et que le Royaume-Uni dispose de lignes fermées à récupérer pour le fret, par exemple à la sortie du tunnel sous la Manche, jusqu'à Manchester, surtout dans la mesure où les camions sont déjà sur le train dans le tunnel.

Si l'on resitue le programme de développement ferroviaire par rapport aux autres modes de transport, on constate d'abord que **le programme autoroutier français** de la période 1960-2000 est un peu épuisé.

Quant au **transport aérien**, son essor peut être illustré par le cas de l'aéroport d'Atlanta. Il est actuellement envisagé d'y raser 30 000 pavillons pour construire 8 pistes, ce qui en ferait le premier aéroport du monde.

A propos du choix entre les différents modes de transports, M. Francis ROL-TANGUY a estimé que pour que le train complète la route, il faut que le trajet dure un certain temps.

En fait, il lui est apparu souhaitable de **développer le réseau fret comme le réseau TGV** en s'assurant de la cohérence de chaque tronçon sans attendre la fin du programme ; mais il reste difficile de réfléchir à l'avenir tant que le quotidien ne fonctionne pas bien, ce qui est le cas.

Par exemple , il n'y a pas eu de locomotive Diesel neuve acquise par la SNCF depuis 1975. Il s'agit donc d'un parc polluant. Récemment, la décision de réinvestir dans le Diesel a été prise, le tout électrique étant jugé un peu dépassé. Toutefois, **même équipé en Diesel, le rail demeure moins polluant que la route** ; c'est pourquoi le choix Diesel a été relancé pour le transport de voyageurs dans les régions. En réalité, le coût de l'électrification étant très important il faut, comme en matière de choix énergétique, **diversifier et développer des itinéraires alternatifs**.

En conclusion, M. Francis ROL-TANGUY a observé que le démantèlement de l'opérateur national historique n'était plus à l'ordre du jour, notamment du fait des problèmes de sécurité rencontrés au Royaume-Uni. Il a exclu que le système implose et a noté que le débat sur ce thème était en réalité très idéologique.

M. Alexis BORDET, de TLF, a tout d'abord insisté sur le fait que les professionnels du transport avaient du mal à se projeter à l'horizon 2100, qui est celui du rapport sur les changements climatiques.

Citant Saint-Exupéry, il a affirmé *« qu'on n'hérite pas de la terre de nos parents, mais qu'on l'emprunte à nos enfants »*.

Il a insisté sur le fait qu'**en matière de transport tous les modes pouvaient être utilisés, y compris le cabotage**, ce qui a conduit TLF à regrouper tous les professionnels, quel que soit le mode de leur activité ; le point de vue à adopter pour optimiser leurs activités devant être celui de l'utilisateur. Il a renvoyé aux comptes de la Nation relatifs aux transports en ce qui concerne les climats et le transport terrestre. Il a ensuite insisté sur la conscience professionnelle forte des transporteurs routiers, en déplorant que souvent le ministre de l'Environnement soit en quelque sorte joué contre le ministre des Transports.

Evoquant le prix du carburant, il a souhaité **une nouvelle répartition de la fiscalité**, mais sans augmentation de celle-ci, et a souligné que le moteur à explosion produit des effets, même s'il n'est pas mis au service des transports routiers.

En écho aux remarques de M. Francis ROL-TANGUY sur la Net économie, il a estimé que mieux vaut un camion de livraison que 50 véhicules particuliers pour accomplir les mêmes achats.

Actuellement, **le rapport entre la route et le rail s'établit selon un rapport 80-20**, soit 80 camions par tonnes/kilomètre, pour 20 trains par tonnes/kilomètre, car il y a des contraintes d'évolution lourdes, et **80 % des transports routiers s'effectuent sur des distances inférieures à 150 km**. Changer ce système aboutirait à des ruptures de charge trop fortes. Des investissements très lourds seraient nécessaires, pour opérer sur de faibles pourcentages une substitution. Malgré cela, **les limites semblent atteintes à tous égards aujourd'hui dans le transport routier**. Des modes alternatifs seraient à promouvoir, mais en considérant que le parc de wagons appartenant en propre à la SNCF a diminué de 72 % entre 1980 et 1999, le lancement d'une campagne de promotion serait difficile. Pour le **fret ferroviaire**, cette diminution a atteint 55 % en 20 ans, et **la saturation actuelle interdit toute publicité**.

Les transporteurs raisonnant en rapport qualité-prix, **les déplacements de fret d'un mode à l'autre ne peuvent survenir que sur des longues distances**. Or, les voies ferrées françaises n'ont pas été développées en même temps que les autoroutes, de 1960 à 2000.

Dans le même temps, le budget de fret ferroviaire en **Suisse** et en **Autriche** était considérable. Aujourd'hui, ce fret représente 40 à 45 % de l'ensemble du fret. Il est vrai que **des taxes très fortes ont été appliquées aux transports routiers pour favoriser l'investissement dans le ferroviaire**. Malgré cela, les tunnels ferroviaires ne sont pas encore suffisants.

Pour favoriser le transport ferroviaire, il serait aussi **indispensable d'améliorer l'identification à chaque instant des wagons et des trains en circulation**.

Par ailleurs, **l'opacité des coûts** ne favorise pas une action sur la répartition modale à l'échelle européenne, qui nécessiterait l'internalisation des coûts externes. C'est ainsi que 320 milliards de francs sont produits par la fiscalité autoroutière, tandis que le rail reçoit 70 milliards de francs de subventions...

M. Alexis BORDET a estimé plus que jamais nécessaire **de donner les vrais chiffres plutôt que d'opposer les modes de transport entre eux**.

Depuis 5 ans, il y a eu au moins **10 rapports sur le transport**, dont « *le transport face à l'environnement* », « *le transport de marchandises* », « *effet de serre et transports* », dans Faits et Chiffres, de l'Union routière de France, qui montrent que **sur la période des 5 à 10 prochaines années, il est impossible de déplacer plus de 5 % de marchandises d'un mode de transport à l'autre. De plus, aucun choix de société n'a été effectué en France sur ce point**.

M. Francis ROL-TANGUY a noté que parvenir à 25 % de la part de l'ensemble de transport pour le ferroviaire en 2010 constituerait un bel exploit.

Il est revenu sur **la réforme de la SNCF** intervenue en 1997 qui a permis de bien distinguer le financement des infrastructures des autres aides, ce qui a permis de monter que **la SNCF ne reçoit pas davantage de subventions que le transport privé** – diverses concessions de transport privé étant subventionnées en province. De plus, le rapport actifs-retraités s'améliore à la SNCF. En outre, les 500 millions de francs liés aux transports combinés sont à comparer aux 40 milliards de francs de recettes commerciales provenant du fret et du trafic voyageurs grandes lignes.

Quant au **prix des transports** facturé aux clients, il a augmenté de 5 à 6 % en 2000 pour la route, et de 0 % pour la SNCF, malgré un prix à la pompe au carburant équivalent, en francs constants, à celui des années 1974-75.

Le rapport qualité-salaire des transports routiers s'étant amélioré, la hausse des prix aux clients ne peut que continuer.

D'un point de vue général, **il n'y a plus de combat entre la route et le rail**, d'autant que la SNCF a comme filiale la première entreprise de logistique française (GEODIS) et que, depuis une directive européenne de 1991, augmentée du compromis de décembre 1999, la libéralisation du réseau transeuropéen de transport ferroviaire s'est ajoutée à la **possibilité, pour les routiers, d'investir dans le transport ferroviaire**.

M. Alexis BORDET a estimé ensuite que la mobilité des marchandises allait encore prendre davantage de valeur. Si les 100 premières entreprises de transport routier ont décidé, il y a 5 ans, de ne pas augmenter leur parc, à l'inverse, **le cabotage maritime devrait apparaître comme une véritable solution** sur des segments particuliers (« *Short sea shipping* »), par exemple au Sud de l'Angleterre, de la France ou de l'Espagne, ou encore entre Toulon et Gênes, entre Sète et Palma de Majorque, ce qui évite 620 km d'autoroute, entre Toulon, Savone, et Libourne, qui va rouvrir. Mais il est difficile d'innover en la matière, comme l'exemple de la ligne Sète-Palma l'a montré, en dépit de la publicité de TLF, de l'intérêt indéniable des transporteurs et des promesses d'investissements de la Chambre de commerce et d'industrie de Sète ; les subventions ayant tardé, la ligne a dû fermer.

M. Francis ROL-TANGUY a insisté, lui aussi, sur la place que le cabotage maritime pourrait retrouver en France.

A propos du **transport fluvial**, il a observé que les péniches de grand gabarit étaient limitées par le réseau, qu'actuellement les voies d'eau étaient proches de la saturation des moyens existants, qu'une augmentation du trafic avait été notée depuis deux ans. En fait, **un nouvel élan de ce mode de transport ne pourrait résulter que d'une connexion au réseau européen (grâce à Seine-Nord et à Seine-Est)**.

Interrogé sur **les conséquences pour la S.N.C.F. des tempêtes de vent de décembre 1999**, M. Francis ROL-TANGUY a indiqué qu'il avait fallu trois semaines à la SNCF pour repartir, ce qui était beaucoup même si un événement de cette importance ne survenait que tous les dix ans, mais que cela ne constituait pas une remise en cause

fondamentale des moyens actuels, d'autant que, depuis 15 ans, les matériels avaient été peu renouvelés.

M. Alexis BORDET a rappelé que le transport routier avait connu un pic d'activité en janvier 2000, notamment du fait du transport des bois, mais aussi de celui d'autres pondéreux, la SNCF étant inactivée du fait des tempêtes.

Encore à ce jour, des dérogations existent pour les transports des bois, notamment concernant le samedi et le dimanche, et même les horaires, pour éviter que les bois ne pourrissent en forêt.

Il a enfin souligné l'intérêt des expérimentations menées en Suisse sur les **tunnels à palettes**, et a conclu en notant qu'en 2001 **Euro 3** entrerait en application, ce qui devrait permettre de diminuer la pollution.

**M. LE PROFESSEUR PIERRE ROGNON (1)**

**(8 octobre 2001)**

Le Professeur Pierre ROGNON a axé son intervention sur **l'impact de la désertification du Nord de l'Afrique sur l'avenir de l'Europe au XXIème siècle et sur les moyens d'y remédier.**

En préambule, le Professeur Pierre ROGNON a estimé **qu'une réflexion sur l'avenir de l'Europe au XXIème siècle ne peut pas faire abstraction de l'existence d'un des foyers de désertification les plus importants de la Planète au Sud de la Méditerranée.** Beaucoup de régions autour du **Sahara (Maghreb, Sahel)**, semi-arides à l'origine, se transforment progressivement en paysages analogues à ceux d'un désert : dénudation, puis érosion des sols, salinisation, ensablement etc ...

Pour le Professeur Pierre Rognon, toutes les causes de désertification y sont aujourd'hui réunies et même portées à leur paroxysme.

1) **L'évolution du climat y est particulièrement préoccupante** avec la sécheresse persistante qui a duré près de vingt ans au Sahel (1968-1988) et entraîné une véritable catastrophe écologique , tandis qu'au Maghreb les sécheresses brèves (3-4 ans) et espacées (vers 1914 , puis vers 1945) jusque vers 1980, sont devenues plus fréquentes et plus longues depuis. Or les prévisions du GIEC (rapport 2001) **pour 2050**, indiquent que **les sécheresses vont s'accroître**, comme dans toutes les régions sub-tropicales du Globe, avec une diminution des précipitations de l'ordre de 180 mm/an. Comme, parallèlement, les températures devraient s'élever de près de 4° sur le Nord de l'Afrique, l'évaporation au Maghreb devrait entraîner une perte d'eau supplémentaire au sol qui pourrait être de près de 250 mm/an, entraînant une extension importante du désert.

2) **La mauvaise gestion d'un environnement fragile** est la cause d'un **déboisement intensif**, du **surpâturage** et d'une **érosion** accélérée de sols dénudés sous l'effet des pluies torrentielles qui caractérisent le climat du Maghreb ; étant

---

*(1)Professeur de Géodynamique des milieux continentaux à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI.*

donné la lenteur de la régénération des végétaux et des sols, leur disparition risque de devenir un phénomène irréversible.

3) Surtout, **la croissance de la population**, passée au Maghreb, de 50 millions d'habitants en 1984 à **75 millions en 2000** devrait atteindre entre 110 et **120 millions en 2025** (dans les années 1960-1970, la population de l'Algérie doublait en 20 ans), ce qui provoque **un déséquilibre considérable entre ressources et consommation** et accélère la dégradation des milieux. Même si les taux d'accroissement annuel diminuent aujourd'hui, cette forte croissance au Maghreb va se poursuivre encore sur plusieurs décennies. Elle sera relayée au XXIème siècle par celle du Sahel (passée de 25 millions en 1950 à 70 millions en 1990) qui, d'après les prévisions, suit celle du Maghreb avec un décalage d'une trentaine d'années et va donc encore s'accroître au cours du présent siècle. Comme le Sahel renferme moins de ressources que le Maghreb, la croissance de sa population alimente déjà un courant d'émigration vers l'Europe qui va se renforcer.

4) Enfin, **la croissance de la population urbaine** au Maghreb est beaucoup plus rapide qu'en Europe méditerranéenne et passera de 20 à **78 millions** entre 1984 et **2025**. Casablanca compte aujourd'hui 3 millions d'habitants, Alger entre 3 et 4 millions selon les limites administratives retenues et Dakar 2 millions. Même en régions désertiques où les ressources en eau sont rares et surtout d'origine fossile, on constate **un fort accroissement de la population citadine** avec quelques villes de 100.000 à 225.000 habitants. Pour leur consommation en eau, **des villes comme Alger, Oran ou Casablanca détournent de plus en plus d'eau des barrages et des nappes phréatiques** dans un rayon de 100 à 150 km **au détriment des cultures irriguées** et, malgré les efforts déployés, des villes comme Alger connaissent de fréquentes coupures d'eau (actuellement 2 jours sur 3 durant l'été 2001). Par ailleurs, l'extension de ces villes englobe aussi de nombreuses terres cultivées au détriment de l'agriculture.

D'où une question : **comment satisfaire à la fois la soif et la faim de ces populations ?**

Le Professeur Pierre Rognon a souligné combien est dramatique ce problème des **pénuries d'eau** pour l'ensemble des pays de la Méditerranée méridionale et aussi orientale. Si l'on considère **les seuils de consommation** admis officiellement (en tenant compte des seules ressources renouvelables), ils se situent au dessus de 1700 m<sup>3</sup>/an/habitant en situation d'abondance. Au-dessous de 1700 m<sup>3</sup> surviennent des crises périodiques ; au-dessous de 1000 m<sup>3</sup>, les pénuries deviennent chroniques et, au dessous de 500m<sup>3</sup>, il s'agit de pénurie absolue. Or, **en 2025, cinq Etats au Sud et à l'Est de la Méditerranée devraient connaître une telle pénurie et ce nombre devrait atteindre huit Etats en 2050**. Il faudra donc, d'ici là, trouver d'autres ressources en eau : dessalinisation, traitement des eaux usées etc...

Dans ces conditions, le Professeur Pierre ROGNON a estimé que **le déséquilibre préoccupant entre ressources et population ne permet pas d'espérer un développement durable au XXIème siècle au Sud de la Méditerranée** mais

plutôt de prévoir une crise économique (avec une forte émigration, plus ou moins clandestine, vers l'Europe faute de perspectives industrielles) et écologique (déboisement très important, ruine des sols, etc..) sans parler de l'augmentation de la dette, en particulier dans les pays du Sahel.

En définitive, **l'écart va se creuser avec les pays du Nord de la Méditerranée**, aboutissant à l'une des plus grandes fractures, économique, démographique et politique à l'échelle du Globe. Cette coupure serait bien plus grave que celle que l'on trouve, aux mêmes latitudes, en Amérique où il existe également des régions fortement concernées par la désertification (Mexique, Caraïbes, Andes) et par une très forte croissance démographique. Mais, ces régions occupent des superficies moindres et, surtout, elles sont entourées par l'Amazonie ou par l'océan, ce qui limite les effets de la désertification, alors que le Maghreb et le Sahel sont en bordure du plus grand désert de la Planète, qui est un obstacle majeur au développement et à l'unification économique. Enfin, l'intégration du Mexique dans l'ALENA apporte un début de solution, tandis que, pour l'instant, en Europe, la priorité est accordée à l'intégration de l'Europe centrale et orientale et peu d'attention est prêtée au Sud de la Méditerranée.

Le Professeur Pierre Rognon a passé ensuite en revue **les organismes qui pourraient contribuer à résoudre les problèmes posés par une telle situation.**

**Sur le plan français**, les organismes de recherches/développement (IRD, CIRAD, etc...) sont surtout orientés vers le développement de pays plus humides et plus productifs. L'IRD, longtemps engagé au Sahel, s'en est progressivement détourné et ne soutient plus que quelques actions éparpillées et sans réelle coordination. Le CNRS, organisme de recherches fondamentales, n'a aucun programme concernant les régions sèches.

**A l'échelle européenne**, le programme MEDA a pour rôle principal de préparer une zone de libre-échange en Méditerranée et n'intervient pas dans des actions concrètes de lutte contre la désertification. Celles-ci ont été financées, pendant quelques années, par la DG XII pour la partie nord de la Méditerranée.

**Au niveau de la Convention internationale sur la désertification**, le Comité de la Science et de la Technologie préconise, depuis sa création, d'observer les effets de la désertification (télétection ou stations au sol) ou de recenser les « savoirs traditionnels » (difficiles à transposer hors de leur cadre d'origine) mais il n'a jamais mis sur pied de programmes recourant à l'innovation et à la recherche scientifique.

Or dans les pays tropicaux humides, des recherches importantes en agronomie ont permis, par exemple, le succès peu contesté de la « révolution verte ». Des solutions tout aussi efficaces pourraient être mises au point pour les régions sèches à partir des acquis récents de la science dans de nombreuses disciplines, mais il faudrait **créer un organisme efficace pour coordonner la réflexion et définir des programmes de recherches adaptés à ces pays** (à la

différence des techniques très coûteuses, comme la dessalinisation, mises au point pour les pays riches). Ces solutions seraient ensuite diffusées à l'ensemble des pays concernés, ce qui n'est pas possible dans le cas des savoirs traditionnels.

Le Professeur Pierre Rognon s'est interrogé sur **les solutions** à envisager, dans l'avenir, pour faire face à cette situation ; la plupart des solutions ayant été envisagées jusqu'alors dans le cadre de l'aide au développement. Par exemple, pour diminuer les pénuries d'eau, les organismes officiels préconisent soit **la modernisation des canaux d'irrigation ou des conduites urbaines** (les pertes peuvent y atteindre plus de 40 % de l'eau distribuée) soit **la construction d'usines de dessalinisation** (comme dans les pays du Golfe) **ou de traitement des eaux usées** (qui impliquent de gros investissements pour l'installation de réseaux d'égouts dans des villes en croissance très rapide).

Pour le Professeur Pierre Rognon ces dépenses relèveraient plutôt de la responsabilité des Etats ou de sociétés privées que de l'aide internationale qui devrait, de préférence, être utilisée pour la mise au point de **solutions innovantes**, incorporant les acquis récents de la recherche scientifique et profitables à l'ensemble des pays concernés.

Ainsi, en ce qui concerne **l'accroissement des volumes d'eau disponibles, objectif prioritaire pour accroître les ressources sur place et éviter l'émigration vers l'Europe, il pourrait être envisagé quatre types de solutions.**

*1) diminuer l'évaporation sur les lacs des barrages-réservoirs ou sur les lacs collinaires*

L'évaporation est, en effet, responsable de pertes de l'ordre de 20 % de l'eau stockée dans le Sud-marocain ou d'environ le 1/10ème du débit du Nil sur le lac Nasser en Egypte ( dont la superficie est égale à quinze fois celle du lac Léman). Dans les années 1950 et 1960, lors de la construction des premiers grands barrages, les Américains et les Australiens ont eu l'idée d'utiliser **les surfactants**, famille de molécules capables de s'étaler à la surface de l'eau jusqu'à ce que leur épaisseur soit réduite à une molécule (environ 20 Angströms) de sorte que ces « films monomoléculaires » s'opposent à l'évaporation, sans modifier cependant les autres échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère. Etant donné le faible volume nécessaire (2 à 3 grammes pour 10 000 m<sup>2</sup>), ils apparaissaient comme une solution adaptée même aux très grands lacs. Pendant près de quinze ans, les nombreuses variétés de surfactants connues à l'époque ont été testées en laboratoire, puis en vraie grandeur sur des lacs, mais il apparut très vite que le film était déchiré par le vent ou les vagues, et les recherches furent abandonnées.

Or, depuis les années 1960, les conditions ont bien changé et de **nouvelles molécules** ont été mises au point avec des liaisons renforcées entre elles (covalence, réticulation, double polymérisation). Ces nouvelles molécules semblent avoir une meilleure efficacité vis-à-vis de l'évaporation et une plus grande résistance aux déchirures qu'il serait possible de tester en leur appliquant les tests déjà mis au point

antérieurement ; il faudrait aussi préciser le coût réel d'utilisation de cette technique. Cette recherche permettrait d'éviter d'importants gaspillages sur les lacs réservoirs existants, mais aussi en projet ou en construction, notamment sur le Tigre et l'Euphrate.

*2) accroître le rendement en eau précipitée à partir des nuages*

Il s'agit de reprendre les techniques de la « **pluie provoquée** », expérimentées, elles aussi, dans les années 1950 à 1970. Le principe consiste à ensemercer la base des nuages avec de l'iodure d'argent ou de la neige carbonique pour accroître le nombre de noyaux de glace agissant sur la formation des gouttes de pluie. Mais, là aussi, cette technique a été progressivement abandonnée car, en régions tempérées, elle provoquait souvent la formation de grêle plutôt que de pluie.

Aujourd'hui, on utilise **de nouvelles molécules, dites « hygroscopiques »**, qui absorbent beaucoup d'humidité au cours de leur ascension dans les nuages convectifs (les plus fréquents en régions tropicales) et retombent sous forme de pluie, souvent à proximité de la zone d'ensemencement. Entre temps, d'autres recherches ont permis de **perfectionner les techniques de transport de ces molécules vers les nuages** (à l'aide de petits avions ou, bientôt, de drones, à la place des fusées tirées du sol), de leur diffusion (grâce à des torches pyrotechniques) mais aussi de détection des parties du nuage les plus favorables, grâce au perfectionnement continu des radars météorologiques et au recours à la modélisation.

Aujourd'hui, ces techniques pour accroître la production de pluie à partir des nuages pourraient encore être perfectionnées. Or jusqu'ici, les seules recherches innovantes sur ce thème sont dues à des initiatives de pays du Sud avec l'appui technique des Etats-Unis d'Amérique :

- au **Mexique** et en **Afrique du Sud**, l'utilisation de molécules hygroscopiques a permis d'améliorer la technique et de constater un accroissement notable de la pluie, de l'ordre, de 20 à 30 % ;

- au **Maroc**, la méthode à l'iodure d'argent est utilisée dans le Moyen-Atlas pour augmenter le débit des oueds qui alimentent les barrages en arrière de Casablanca et de Rabat. En montagne, il est permis d'espérer de favoriser davantage la production de neige en vue de permettre la régénération de la forêt et une plus grande régularité du débit des oueds.

Le Professeur Pierre Rognon a conclu qu'étant donné l'importance de ces recherches pour résoudre les problèmes de pénurie d'eau, en particulier dans les grandes villes du Maghreb, mais aussi du Sahel, **il serait nécessaire de démarrer rapidement un programme international**, sous le contrôle de l'Organisation Météorologique Mondiale, et avec le soutien efficace de l'Europe.

*3) adapter aux régions du Sud les techniques de recharge artificielle des nappes aquifères mises au point en régions tempérées*

Ces techniques consistent à **stocker dans des nappes phréatiques, l'eau des rivières en hiver** lorsque la pollution est minime, pour l'utiliser en été, par pompage, pour l'irrigation ou la consommation urbaine. Ces techniques sont parfaitement au point, par exemple en **Hollande**, en **Californie** ou en **Floride**. Un transfert de technologie permettrait de les appliquer dans les régions sèches où un tel stockage à l'abri de l'évaporation pourrait être une solution alternative au stockage derrière des barrages, une réponse à la demande croissante des villes (consommation continue sur l'année alors que les ressources sont saisonnières ou aléatoires) et enfin, **un complément indispensable à la technique de la pluie provoquée** : en effet, celle-ci risque d'engendrer des écoulements considérables au moment où les nuages sont présents et il faut immédiatement mettre cette eau en réserve pour une consommation différée.

Or, pour appliquer cette méthode dans les régions sèches, le Professeur **Pierre ROGNON** a observé qu'il faut faire un certain nombre de recherches pour l'adapter à :

- des cours d'eau saisonniers ou intermittents dont il faut stocker les crues rapidement dans des alluvions proches ou des cônes alluviaux,
- des réservoirs spécifiques, comme les massifs dunaires, qui présentent jusqu'à plus de 40 % de vides et constituent d'excellents réservoirs,
- des contraintes spécifiques, comme la siltation (les eaux de crue, très chargées en limons, imperméabilisent les alluvions en bouchant les vides entre les sables ou les galets) ou la salinisation (les eaux de ces régions sont toujours plus ou moins chargées en sels).

L'un des pays du Sud les plus avancés dans ce domaine est **le Maroc** où différents types d'ouvrages ( pour freiner les crues ou pour les dériver ) ont été expérimentés .Mais beaucoup de recherches seront encore nécessaires pour adapter cette méthode aux régions sèches .

*4) favoriser les transports maritimes d'eau douce pour assurer une alimentation permanente en eau potable des villes du Sud de la Méditerranée*

En 2000, la consommation en eau des grandes villes du Maghreb a atteint près de 3 milliards de m<sup>3</sup> et les pénuries d'eau, déjà sensibles, vont s'aggraver d'ici 2025, nécessitant de faire appel, puisque toutes ces villes se trouvent sur le littoral, soit à la dessalinisation (qui reste très coûteuse), soit à l'importation. Or, les techniques de transport d'eau douce commencent à peine à se développer en Mer du Nord ou aux Etats-Unis d'Amérique et s'orientent vers la conception d'**engins strictement adaptés au transport d'eau**, sous la forme d'énormes boudruches cylindriques, qu'on appelle des **hydroliers** qui seraient tractées par de puissants remorqueurs.

Pour desservir les villes du Maghreb, il faudrait prévoir des engins de 150 000 m<sup>3</sup> ou plus qui traverseraient la Méditerranée à partir du Rhône qui, avec son

débit assez régulier et abondant (de l'ordre de 1700 m<sup>3</sup>/seconde) serait la seule source possible pour alimenter ces villes. **Un tel projet pourrait contribuer à rapprocher les Etats du Nord et du Sud de la Méditerranée** par la mise en place d'échanges réguliers, un peu comme le charbon et l'acier ont été l'élément originel de la CECA en Europe. Mais il implique d'entreprendre des recherches pour la conception de ces grands hydroliers et des terminaux de chargement et de déchargement et aussi de prévoir des accords entre les différents Etats. Comme ce projet nécessitera plus de vingt années de recherches et d'expérimentation, le Professeur Pierre Rognon pense qu'il faudrait dès maintenant en envisager la phase préparatoire.

Le Professeur Pierre Rognon a indiqué ensuite que **d'autres recherches pourraient contribuer aussi au développement de ces pays, comme, par exemple :**

*1) Le recours aux hydrorétenteurs fertilisants pour accroître les rendements agricoles*

Puisque l'eau devra de plus en plus être réservée aux citadins et aux touristes, il faut concevoir **une agriculture encore plus adaptée à l'extrême pénurie en eau**. Les techniques successives d'aspersion, de goutte à goutte etc... ont permis de restreindre les quantités d'eau nécessaires aux plantes, en apportant directement l'eau au niveau des racines et en supprimant les gaspillages. On peut aller plus loin dans cette voie en utilisant comme hydrorétenteurs **des polymères à très fort pouvoir absorbant** (utilisés pour les couches pour bébés) que l'on place directement au niveau des racines. Ils absorbent l'eau disponible, la retiennent dans leurs tissus et la restituent très lentement à la plante, sans perte par évaporation ou par infiltration. Cette méthode permet une économie d'eau maxima ; elle maintient en permanence de l'humidité autour des racines (évitant les *stress* hydriques) et assure ainsi un cycle végétatif régulier, donc de meilleurs rendements ; enfin, elle ne nécessite **pas d'installations coûteuses** (à la différence des autres méthodes). Ainsi, elle convient aussi bien pour des cultures intensives (maraîchage) qu'à la culture non mécanisée avec arrosage manuel, qui est encore pratiquée dans beaucoup de régions en particulier au Sahel.

Comme les sols sont, en général, très pauvres, on ajoute **des fertilisants, encapsulés dans le polymère**, qui sont restitués progressivement à la plante, permettant de donner un élan décisif pour son démarrage. Enfin, ces polymères, à l'état humide, forment un enduit collant autour des racines et s'allongent avec elles en les protégeant contre les parasites du sol.

**Les hydrorétenteurs fertilisants pourraient transformer les conditions de mise en valeur des régions en voie de désertification, à condition d'y consacrer les moyens de recherches nécessaires** (un peu comme pour la révolution verte dans les pays tropicaux humides). Or, actuellement, seules quelques sociétés privées, souvent peu scrupuleuses, s'intéressent à cette technique.

Le Professeur Pierre Rognon a suggéré que ces recherches soient prises en charge par un organisme officiel pour définir, parmi tous les hydrométeurs, celui qui présente le plus d'avantages pour le moindre coût. Cette technique pourrait ensuite être proposée aussi bien pour développer les cultures maraîchères autour des villes en rapide expansion que pour améliorer le rendement des cultures « pluviales » (sans irrigation), encore pratiquées dans la plupart des régions sahéliennes (en allongeant la période où le sol reste humide après la décrue ou la fin des ruissellements locaux). Or, c'est dans ces zones de culture pluviale que se situent les principaux îlots de grande pauvreté.

*2) La mise au point d'une stratégie de **lutte contre l'ensablement** en tenant compte des acquis récents de la recherche*

La plupart des pays soumis à la désertification sont concernés par l'ensablement et de plus en plus par la progression des dunes qui menacent toutes les installations humaines, en particulier en **Mauritanie**. Jusqu'ici, les organismes des Nations Unies ou de coopération bilatérale ont utilisé et perfectionné des techniques existant depuis des siècles (haies de branchages disposées en ligne, en casiers etc...), bien adaptées à des mouvements de sables peu importants (chasse-sables), mais inopérantes vis-à-vis des dunes mobiles qui submergent tous ces dispositifs. Or, avec les progrès de la désertification et l'impact des longues sécheresses, **les risques d'ensablement par les dunes se multiplient autour des zones d'activités humaines** et concernent même la ville de Nouakchott, capitale de la Mauritanie.

Pour briser la progression des dunes, il faut s'adresser à de nouvelles techniques en cours d'expérimentation par l'ONG Bofix en Mauritanie. Elles font appel à différentes sortes de toiles plastiques, utilisées comme brise-vents pour modifier à volonté les effets du vent. Là où l'on veut obliger le vent à enlever le sable déposé, on utilise des toiles opaques qui provoquent des turbulences et détruisent certaines parties de la dune. Là où l'on veut accumuler le sable et le fixer, on utilise des toiles plus ou moins perméables au vent qui le contraignent à déposer sa charge. On parvient ainsi à maîtriser parfaitement l'action du vent pour **créer des dunes artificielles**, bien plus volumineuses que les dunes naturelles et parfaitement fixées, **dans lesquelles peut se constituer une réserve d'humidité**, grâce à l'extrême perméabilité des sables dunaires. Il devient alors possible de planter des arbres (en lignes espacées), même avec moins de 100 mm de pluie par an. Ces arbres protégeront ensuite ces dunes artificielles.

En conclusion, le Professeur Pierre Rognon a reconnu que d'autres propositions de recherche pourraient être citées, en particulier dans les domaines de la mise en valeur des sols salés (si fréquents dans ces régions) ou des biotechnologies. Mais, à travers les exemples cités par lui, il a souhaité montrer qu'**il existe une alternative au pessimisme si répandu au sujet de l'avenir des régions de l'Afrique de l'Ouest. Elle consiste à favoriser l'innovation scientifique**, rendue possible grâce aux progrès très importants de la recherche au cours des trente ou quarante dernières années.

La mise en œuvre de ces projets permettrait de lutter plus efficacement contre la désertification et ses conséquences prévisibles :

- le flux migratoire vers l'Europe de populations provenant du Maghreb, relayées progressivement par celles du Sahel ;
- l'endettement persistant d'Etats de plus en plus dépendants de l'étranger, peut être même pour leurs ressources en eau ;
- la ruine écologique résultant d'une exploitation excessive de ressources naturelles rendues fragiles par les dégradations humaines et par l'évolution prévisible du climat au XXIème siècle.

Pour le Professeur Pierre ROGNON, toutes ces conséquences doivent être prises en compte dans les prévisions sur l'avenir de l'Europe dès **2025**. Mais il est très difficile d'envisager l'évolution vers **2050**, étant donné le grand nombre de facteurs intervenant sur la désertification et, pour **2100**, aucune prévision sérieuse ne peut être avancée.

**M. PAUL VERGÈS,**  
**SÉNATEUR DE LA RÉUNION**<sup>(1)</sup>  
**PRÉSIDENT DU CONSEIL RÉGIONAL**

**(5 avril 2000)**

M. Paul VERGÈS a rappelé que **l'île de la Réunion** se trouvait en zone cyclonique, et risquait d'être exposée à davantage de **cyclones**, et d'une violence et d'une fréquence plus grande si le réchauffement climatique intervenait. Il s'est plu à rappeler l'unanimité du constat scientifique concernant ce point et l'intérêt que l'opinion portait à cette question.

Il a relevé que jusqu'à présent, l'IFREMER, l'INRA, Météo France s'occupaient de ces questions à la Réunion, mais chacun d'une manière séparée.

Il a évoqué **la mort des coraux** et l'inquiétude concernant la barrière de corail qui protège les plages de la Réunion, qui se trouveraient donc directement menacées de disparition si la barrière venait à se dégrader.

Il a noté que la veille même de son audition était intervenu, à Madagascar, le cyclone le plus violent du siècle, et qu'un autre y avait déjà sévi un mois plus tôt.

Ce rappel de phénomènes observés a donc conduit M. Paul VERGÈS à souhaiter que **les relations entre les différentes disciplines scientifiques** soient mieux étudiées et qu'une meilleure coordination intervienne. Il a observé que les tempêtes intervenues en métropole soulignaient le risque d'événements de même type à la Réunion, mais, là, avec une fréquence annuelle. Or, jusqu'à présent, la Réunion n'était touchée par un cyclone que tous les quatre ans.

---

(1) *M. Paul Vergès a été entendu en sa qualité de sénateur de la Réunion et en tant qu'auteur de la proposition de loi qui a fait de la lutte contre l'intensification de l'effet de serre **une priorité nationale**. Cette proposition a été adoptée par le Sénat le 6 avril 2000, la majorité des groupes politiques ayant voté pour, tandis que le groupe centriste s'est abstenu (loi n° 2001-380 du 3 mai 2001 – J.O. Lois et Décrets n° 104 du 5 mai 2001).*

Pour lui, en faisant de la lutte contre l'effet de serre une priorité nationale, l'opinion devrait davantage s'intéresser à ce problème majeur, d'autant que **la croissance démographique** intervient en même temps que les changements climatiques. A Madagascar par exemple, le nombre d'habitants s'élevait à quatre millions en 1947, il atteint seize millions aujourd'hui, et devrait approcher trente millions en 2025.

Au service de cette nouvelle priorité nationale, M. Paul VERGÈS a imaginé qu'**un observatoire** rassemblerait toutes les données climatiques pour les confronter, sans toutefois créer une structure de plus à côté des structures actuelles.

En fait, **il a estimé souhaitable de disposer d'observatoires dans l'océan Indien, dans les Caraïbes, et dans le Pacifique**. Ces observatoires, postes avancés de l'observation, pourraient de par leur situation jouer un rôle de vigies de la planète et permettraient le rayonnement planétaire de la recherche française dans ce domaine. La Réunion étant située à l'est des Comores, des Seychelles, de la Tanzanie, de l'Afrique du sud, du Mozambique et de Madagascar, elle pourrait développer son observatoire en coopération avec ces Etats.

M. Paul VERGÈS a indiqué qu'avant de déposer sa proposition de loi, il avait rencontré la mission interministérielle de l'effet de serre, le cabinet du Premier ministre, le cabinet du ministre de l'environnement ainsi que diverses institutions, et qu'il avait obtenu l'accord du Gouvernement à condition de ne pas faire concurrence à la MIES, **les observatoires prévus dans la proposition de loi devant se limiter à la collecte de données et à la diffusion de travaux et d'études**.

M. Paul VERGÈS a ensuite évoqué divers problèmes liés aux changements climatiques, les cyclones menaçant, par exemple les constructions situées sur le littoral et accueillant le tourisme en cas de montée des eaux. Par ailleurs, l'accélération des ruissellements compromettrait, elle, l'état des routes en montagne, et l'adaptation exigerait la modification des normes de construction, non plus pour faire face à des vents de 200 à 250 km/heure, mais même à des vents atteignant 300 km/heure, comme lors du dernier cyclone survenu à Madagascar. La protection des lagons ne serait pas sans poser aussi des problèmes.

Bien plus, **les îles des environs risqueraient toutes d'être, en partie ou en totalité, submergées**, qu'il s'agisse des 92 îles des Seychelles ou des îles françaises éparses dans cette région.

M. Paul VERGÈS a également évoqué les difficultés créées par **le calcul des zones économiques** si les territoires eux-mêmes venaient à disparaître, ce qui est à craindre aussi pour les Maldives et pour Tuvalu, qui a obtenu de la Nouvelle-Zélande une concession pour que, le cas échéant, sa population vienne y chercher refuge.

D'autres difficultés seraient liées à la **modification des ressources halieutiques**, en particulier aux Seychelles, où les ressources en thon migreraient en fonction de la chaleur, rendant inutiles les investissements opérés, de même que la

pérennité des crevettes ou des langoustes à Madagascar pourrait être remise en cause, en cas de disparition de la mangrove.

M. Paul VERGÈS a rappelé que pour mener des recherches dans ce domaine, la France était en position favorable et qu'il y avait là un champ considérable de coopération avec les pays situés dans l'environnement géographique de la Réunion.

Il a également rappelé les difficultés que pourraient connaître **les terres australes françaises** (îles Kerguelen, Saint-Paul et Amsterdam), dont l'administration est assurée depuis la Réunion.

Il s'est aussi inquiété du braconnage qui pourrait se développer autour des poissons des grandes profondeurs.

Par ailleurs, il a particulièrement insisté sur **les dangers causés par l'érosion**, qui connaît déjà un niveau alarmant puisque, à chaque cyclone, la terre végétale part à la mer, les constructions comme les voies de communication accentuant ce phénomène.

En conclusion, il est revenu sur le fait que **la démographie pourrait aggraver la situation**, notamment si la population de la Réunion, qui était de 600 000 habitants en 1990, passait à un million en 2025. Pour mieux ressentir l'impact d'un tel phénomène, il l'a comparé à ce que serait la croissance de la population française, si elle passait de 60 millions à 100 millions d'habitants, entre 1990 et 2025.

**VIVENDI ENVIRONNEMENT**

**M. JEAN-PIERRE TARDIEU,**

**CONSEILLER DU PRÉSIDENT**

**M. MICHEL DUTANG,**

**DIRECTEUR DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT,**

**MME MARIE-THÉRÈSE SUART-FIORAVANTE,**

**CONSEILLER AUPRÈS DE LA DIRECTION GÉNÉRALE,**

**RESPONSABLE DES RELATIONS INSTITUTIONNELLES**

**(24 avril 2001)**

Après avoir rappelé que Vivendi compte environ 250.000 salariés, dont 40 % en France, et ce dans plusieurs domaines d'activité, M. Jean-Pierre TARDIEU a noté que le changement climatique semblait être établi, et il s'est demandé l'étendue que pourrait avoir l'action de Vivendi sur les impacts de ce changement, qui est souvent décrit comme devant produire davantage de pluies sur le nord de la France et davantage de sécheresse au sud, entraînant donc la raréfaction des ressources en eau au sud du pays. Un tel scénario rendrait d'autant plus nécessaire la mise en œuvre de procédures visant à **assurer le meilleur usage de l'eau entre ses différentes formes d'utilisation**. Actuellement, celle-ci est utilisée pour l'alimentation humaine, pour l'agriculture et pour l'industrie, à raison d'environ un tiers du volume global pour chaque usage.

Pour Vivendi, il s'agira d'améliorer le rendement des réseaux, de perfectionner les techniques de dessalement dont l'intérêt va croître, notamment au

Moyen-Orient, où il existe déjà des techniques assez compétitives, réaliser de grandes adductions, par exemple au bénéfice de la Catalogne et de nouvelles rétentions d'eau, et lutter contre les inondations pour édifier davantage d'ouvrages de régulation, des chaussées poreuses pour limiter les effets de l'imperméabilisation des sols dans les zones urbaines, même si ce procédé technique est coûteux en entretien.

A propos du **dessalement**, l'abaissement rapide du coût des procédés offre à de nombreuses régions, insuffisamment pourvues en ressource d'eau douce, une perspective pour résoudre leurs problèmes d'approvisionnement en eau. Sur le plan énergétique, les techniques d'évaporation ont vu leur rendement s'améliorer fortement, mais demeurent encore assez fortes consommatrices d'énergie (donc potentiellement génératrices de gaz à effet de serre, en fonction des sources de génération utilisées), à la différence des techniques d'osmose inverse.

Enfin dans le domaine de l'eau usée, la préoccupation la plus notable par rapport au changement climatique concerne **les boues produites dans les usines d'épuration**, dont la quantité s'accroît à mesure de l'amélioration de la dépollution des eaux. Les difficultés croissantes vis-à-vis de l'épandage agricole de ces boues conduisent en effet à privilégier de plus en plus des solutions comme l'incinération.

Evoquant d'autres aspects, M. Jean-Pierre TARDIEU a indiqué que **la cogénération** constituait une bonne piste, et que **les réseaux de chaleur** étaient à développer, notamment en Europe centrale où Vivendi Environnement réhabilite des réseaux à l'origine souvent en mauvais état, assurant ainsi une forte amélioration des rendements énergétiques et une diminution corrélative de la production de gaz à effet de serre.

Au sujet des **carburants**, M. Michel DUTANG a indiqué que de fortes taxations peuvent entraîner des progrès. La comparaison entre la France et les Etats-Unis d'Amérique illustre ce fait. Les biocarburants seront à développer, d'autant qu'une couverture végétale d'hiver protège le sol, mais les coûts de main d'œuvre rendent ces cultures peu rentables et devraient confiner l'usage de ces carburants à un rôle marginal, du moins tant que le prix du pétrole demeure proche de son niveau actuel.

En revanche, **l'aquazole** (procédé consistant à ajouter une certaine quantité d'eau au gazole), coexpérimenté avec Elf, procure un gain de 2 à 3 % de la consommation pour un coût négligeable, et une température de moteur plus basse émettant moins de Nox, ce carburant étant aussi utilisable pour la flotte ancienne de véhicules.

L'ensemble des innovations dans le domaine des carburants serait aidé par une harmonisation de **la fiscalité**, notamment de la TVA, concernant le gaz, l'électricité et les réseaux de chaleur.

Abordant la question des **transports collectifs**, M. Jean Pierre TARDIEU a présenté les activités de Vivendi Environnement dans ce secteur qui consistent en

particulier à améliorer la qualité des services proposés à la clientèle. Ainsi, dans les réseaux ferroviaires qu'il gère hors de France, Vivendi Environnement obtient souvent, après quelques années, une hausse de fréquentation de l'ordre de 30 % de ses trains ou métros, réduisant ainsi de manière notable, le recours aux déplacements individuels davantage générateurs de gaz à effet de serre.

Il a évoqué également l'opération engagée par Vivendi Environnement en matière de **transport combiné de marchandises** entre Paris et Milan.

Quant à l'activité **déchets** de Vivendi, M. Michel DUTANG a indiqué qu'elle a permis d'**améliorer la valorisation de l'énergie liée à ceux-ci**, soit pour produire de l'électricité, soit pour alimenter des réseaux de chaleur.

Il a regretté que **les législateurs européens** aient tendance à **valoriser davantage la matière que l'énergie**, alors pourtant que le bilan de la valorisation de la matière n'est pas évident ; par exemple, le transport de bouteilles en plastique pour fabriquer des pulls dits « polaires » est très coûteux. Parallèlement, **l'incinération est trop souvent présentée de manière caricaturale**.

**La mise en décharge peut constituer souvent une solution acceptable, à condition que ces décharges soient étanches et bien conçues, ce qui permet de récupérer du méthane de manière peu coûteuse, et de limiter ainsi l'émission d'un gaz à effet de serre 21 fois plus actif que le CO<sub>2</sub>.** Il est d'ailleurs facile de contrôler l'étanchéité des décharges en repérant les fuites de méthane grâce à des photos infra-rouges.

Ainsi, dans la région parisienne, deux décharges ont été complètement équipées par Vivendi Environnement pour, non seulement la récupération du méthane, mais aussi l'utilisation de celui-ci pour produire de l'électricité (11 mégawatts). De telles opérations sont prévues à l'étranger, à Caracas au Venezuela notamment : elles devraient être éligibles à un des mécanismes d'échange prévus par le protocole de Kyoto..

M. Jean-Pierre TARDIEU a évoqué **les principaux instruments économiques de politique environnementale** – fiscalité, réglementation, engagements volontaires des entreprises et mécanismes de flexibilité (échange de permis). Il est très probable que les dispositions qui seront adoptées combineront plusieurs de ces instruments. Il a exprimé le souhait que d'éventuelles mesures fiscales ou réglementaires soient plutôt prises à l'échelon international (au moins européen) que national pour éviter des distorsions de concurrence et des risques de délocalisations industrielles

Puis M. Michel DUTANG a insisté sur le dynamisme de **la recherche de Vivendi Environnement** dont il a présenté les grands axes.

Il a évoqué la question d'actualité que constitue l'énergie qui pourrait être produite à partir de **l'incinération des farines animales** à condition de mettre au point des farines facilement incinérables.

De même, les lisiers et les huiles usagées de restauration pourraient être récupérés et brûlés.

M. Jean-Pierre TARDIEU a souligné l'intérêt des partenariats établis par Vivendi Environnement avec d'autres pays, notamment pour les réseaux de chaleur en République tchèque, en Slovaquie, en Hongrie, en Pologne et en Roumanie, **les mécanismes de Kyoto rendant particulièrement intéressantes de telles actions.**

## VOIES NAVIGABLES DE FRANCE

**M. FRANÇOIS BORDRY, PRÉSIDENT**

**(9 mai 2000)**

M. François BORDRY a tout d'abord noté l'impact que ne manquerait pas d'avoir une sécheresse accrue sur les voies navigables. Il a cité le cas du canal du Midi, surtout utilisé pour le tourisme, le poids du fret y étant inexistant. Les rivières navigables, comme la Seine, en revanche, sont régulées par des barrages : même avec peu d'eau, le niveau est constant et le trafic y est toujours possible en été. Seul le Rhin, de la frontière allemande jusqu'à son embouchure, est un fleuve à courant libre, où le niveau est donc variable, avec des risques pour la navigation, à l'étiage.

Bien plus que la sécheresse, c'est le problème des crues qui doit être pris en compte, car leur impact sur la navigation est très fort.

Des études récentes mettent en évidence le fait qu'un convoi de 4.400 tonnes sur la Seine bénéficie d'une **efficacité énergétique** de plus de 5 fois supérieure à celle d'un camion sur l'autoroute. Ce dernier, en effet, produit 50,7 Tkm (tonne kilomètre) pour un Kep (kilo équivalent pétrole) consommé contre 275 pour le convoi.

A titre d'information complémentaire, un automoteur de 2.000 tonnes autorise un rendement de 175 Tkm pour un kep et un train complet 128 Tkm par kep.

Une autre étude, émanant de la SNCF, a mis en valeur le fait que les coûts externes du fluvial étaient certes un peu supérieurs à ceux du train, mais, de très loin inférieurs à ceux de la route. Il serait donc souhaitable que les coûts externes soient comptabilisés dans le calcul du taux de rentabilité des nouvelles infrastructures.

M. François BORDRY a fait observer que **le transport fluvial pouvait être multiplié par 4 ou 5 sur la Seine**, sans qu'il y ait besoin de doubler les écluses existantes. Quand la liaison Seine-Nord sera réalisée, la gestion de la Seine sera grandement facilitée : en effet, la flotte adaptée au gabarit de la Seine est actuellement prisonnière de son bassin ; l'ouverture de la liaison Seine-Nord permettra notamment aux matériels de venir sur la Seine ou de quitter le bassin selon

la conjoncture locale du marché du transport. Cela permettra donc une meilleure gestion du bassin. En outre, les tarifs pratiqués sur la Seine, actuellement trois fois supérieurs à ceux du Rhin, auront tendance à baisser. **Le port du Havre** semble ne pas avoir encore complètement adhéré à cette logique, contrairement aux ports du Nord de l'Europe, qui ont compris que, pour se développer, ils devaient offrir à la marchandise le plus de services possibles et tous les choix possibles d'acheminement jusqu'à destination. Loin de craindre la concurrence, pourtant très vive entre eux, **les ports d'Anvers et de Rotterdam** sont allés jusqu'à creuser entre eux un canal, ce qui a bénéficié aux deux ports.

A l'inverse, Le Havre voit 85% de son trafic emprunter la route et a du mal à comprendre que son intérêt serait d'étendre le recours à la voie d'eau. Enfin, comme sur l'ensemble des ports maritimes, les bateaux fluviaux (assimilés à des navires maritimes) sont obligés d'avoir recours à la main d'œuvre des dockers, ce qui entraîne, au détriment du fleuve, un traitement discriminant par rapport aux wagons et aux camions.

M. François BORDRY a insisté sur **la part croissante des crédits contractualisés dans le cadre des contrats de plan**: de 800 millions de francs contractualisés au XIème Plan, les budgets consacrés aux voies d'eau, dans le cadre du XIIème Plan, dépassent 4 milliards de francs. Grâce à cette augmentation, les parties les plus actives du réseau, tant pour le tourisme que pour le transport, pourront ainsi être modernisées, en 7, 10 ou 15 ans. **La Seine**, à l'aval de Paris, verra, quant à elle, sa modernisation achevée à la fin du XIIème Plan.

Des travaux importants seront aussi entrepris sur **les canaux du Nord** et sur **la Moselle**, par exemple.

**Grâce à l'augmentation des crédits consacrés à la modernisation du réseau, il faut s'attendre à la fin du déclin du transport fluvial, ce qui constitue une véritable inversion de tendance.**

En ce qui concerne **le transport combiné**, les comparaisons entre le combiné fluvial et le combiné ferroviaire ne sont pas faciles à faire : en effet, le transport sur voie d'eau est effectué par des artisans ou des armateurs privés, qui ne peuvent pas se permettre un déficit durable, ce qui n'est pas le cas du transport ferroviaire de marchandises assuré par la SNCF. Cela entraîne parfois une concurrence difficile entre le fer et la voie d'eau, le fer étant parfois accusé de *dumping* quand il est en concurrence directe avec une voie d'eau.

**Le canal Rhin-Rhône** a été abandonné notamment à cause du déclin, à l'époque, du transport fluvial sur le Rhône. **Depuis que VNF a réalisé, en 1994, le « Plan Rhône », le trafic sur ce fleuve a augmenté de plus de 80 %** et un nouveau doublement de ce trafic est prévu à échéance de quelques années seulement. Les ports de Châlon, Mâcon et Lyon sont par ailleurs accessibles aux navires fluvio-maritimes, leur ouvrant l'accès direct, sans escale à Marseille, à tous les ports de la Méditerranée.

Depuis l'arrêt du projet Rhin-Rhône, l'intérêt de nombreux partisans de ce canal s'est reporté sur le **projet Saône-Moselle**, sous l'influence notamment de M. André ROSSINOT, Maire de Nancy. En effet, sur **la Moselle**, les 10 millions de tonnes transportées chaque année pourraient être doublées, sans qu'il soit nécessaire de doubler les écluses sur la partie française de la rivière (le doublement des écluses, en Allemagne, va bientôt commencer).

Cependant, le mode de calcul des nouvelles infrastructures n'est pas favorable à la voie d'eau puisque ces taux ont été fixés surtout pour les infrastructures concernant les transports de voyageurs. **Il serait utile de corriger le mode de calcul des taux de rentabilité utilisés en France, en donnant une priorité aux transports de marchandises.** C'est en effet en diminuant les transports de marchandises sur la route que l'on évitera la saturation des principaux axes pour les voitures particulières... Evoquant les **prévisions à long terme** élaborées par le ministère, M. François BORDRY a souhaité qu'elles soient revues dans le cadre de la préparation des schémas collectifs de transport de marchandises. En effet, alors que certaines prévisions tablaient sur une augmentation de 10% seulement à l'horizon 2010, la réalité a montré que **le transport fluvial a augmenté de 21% en deux ans (1998 et 1999), ce qui illustre l'importance de la volonté dans ce domaine.**

Pour terminer, M. François BORDRY a souhaité que se développe **la prise de conscience des atouts de la voie d'eau.** Il a rappelé en particulier que le déclin du transport fluvial entre 1970 et 1994 avait essentiellement touché **le petit gabarit**, sur lequel le tourisme fluvial a pris largement le relais du transport. En revanche, sur **le grand gabarit**, les évolutions n'ont pas été du tout de même nature et **la création de VNF**, mais aussi **la modernisation des professions** (avec la suppression du tour de rôle prévue pour le 31 décembre 2000), sont des éléments porteurs de développement.

Enfin, il a fait savoir que, selon les informations à sa disposition, le ministre de l'équipement avait l'intention de continuer à faire avancer le dossier du projet de **canal Seine-Nord**, notamment en annonçant le choix du tracé retenu.

## FONDS MONDIAL POUR LA NATURE

(W.W.F.) (1)

**M. JEAN-STÉPHANE DEVISSE**

**(24 novembre 1999)**

La mission du Fonds mondial pour la nature (W.W.F.) consistant notamment à donner l'alerte face à certaines menaces concernant la nature, **le changement climatique préoccupe W.W.F.**

M. Jean-Stéphane DEVISSE a indiqué que W.W.F travaillait en **partenariat avec la MIES**, notamment à travers les contrats de plan Etat-Régions et qu'il était apparu que la nature subissait un lent réchauffement au rythme de + 0,6° en un siècle avec, dans le même temps, une montée de 25 cm du niveau des océans. Météo France a confirmé cette tendance dans un rapport remis au Premier ministre qui évoque une augmentation de la température de + 3,5° vers 2060-2100, et une élévation moyenne du niveau des océans de 46 cm en 2100.

Dans la mesure où les modèles du GIEC prévoient une augmentation de la température, et où certains estiment que la durée de vie du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est d'environ 150 ans, un infléchissement de la tendance n'est pas près d'être observé.

Par ailleurs, il n'est pas évident de mesurer l'impact réel des changements climatiques, notamment sur les courants marins, du fait des **limites de la**

---

(1) *Le Fonds Mondial pour la Nature, créé en 1966, est une association de la loi 1901 qui comprend 28 millions d'adhérents dans le monde, 100.000 adhérents donateurs en France, 13.000 adhérents actifs. Il compte 50 permanents en France et 250 aux Etats-Unis d'Amérique. Son budget atteint 25 milliards de dollars consacrés à des projets locaux d'environnement.*

*Cette association s'adresse aussi aux entreprises et compte, par exemple, dans ses adhérents « Nature et Découvertes », « les 3 Suisses » « Séphora » ... A l'heure actuelle, une certaine stagnation des adhérents est constatée.*

**connaissance scientifique**. Toutefois, en cas de réchauffement brusque, une modification de la circulation thermohaline des océans surviendrait.

Rien ne permet à l'heure actuelle d'affirmer que le **Gulf Stream** -qui est à l'origine du climat tempéré de la France- serait réellement affecté par le réchauffement climatique. Mais la seule évocation de cette probabilité interdit de rester passif.

Dans l'hypothèse d'un réchauffement oscillant entre + 1° et + 2,5° en moyenne, l'élévation de la température constatée dans le Midi de la France serait sans doute de 3 ou 4° autour du Golfe du Lion. La limite de **l'aridité** (150 mm de précipitations par an) remonterait d'environ 35 km et la culture de l'olivier pourrait être pratiquée jusqu'à la latitude de Tournus.

**La modification du régime des précipitations** accompagnerait le réchauffement. Celles-ci seraient plus abondantes en hiver et moins en été, surtout dans le Sud, et ce, dans des proportions oscillant dans les deux cas, entre 10 et 20 %. Pour les cours d'eau, cela se traduirait par des crues hivernales plus importantes et un tarissement estival. Le bilan hydrique du sol serait modifié. La culture du maïs dans le Sud-ouest nécessiterait une irrigation accrue.

Tant les études du GIEC que de Météo France insistent sur le fait que **la variabilité climatique va encore augmenter** avec, comme conséquences, une érosion accrue des sols et des côtes notamment de la côte Atlantique, une amplification des crues et des tempêtes plus fréquentes.

Dans ce nouveau contexte, il serait permis de s'inquiéter sur les effets de cyclones violents aux Antilles ou en Guyane.

Approfondissant la question des impacts mêmes de cette variabilité climatique, M. Jean-Stéphane DEVISSE a noté qu'il était prévu que **les montagnes** recueillent davantage de neige à leurs sommets, d'où, peut-être, un surcroît d'avalanches et que l'érosion serait plus vive. En 2050, dans les Pyrénées, il y aurait probablement deux mois d'enneigement de moins sur l'ensemble de la saison et les glaciers reculeraient, ce qui est déjà patent si l'on observe, dans les Alpes, le glacier des Bossons. Les glissements de terrains et les éboulements pourraient aussi se multiplier tandis que les torrents se tariraient l'été.

A propos des **rivages**, M. Jean-Stéphane DEVISSE a rappelé que la côte Aquitaine reculait déjà de près d'un mètre par an contre 0,3 m en Normandie et en Picardie. En revanche, le changement climatique pourrait apporter une solution à l'ensemble de la baie du Mont St-Michel.

M. Jean-Stéphane DEVISSE a ensuite observé que, dans la zone fragile du delta du Rhône, la mer risquait d'annexer les étangs les plus proches de la côte, provoquant une salinisation accrue sans que de nouveaux espaces humides soient créés.

Quant au Languedoc-Roussillon où le cordon littoral est très étroit, il s'est demandé ce qu'il adviendrait du tourisme dans la mesure où beaucoup d'équipements touristiques sont posés sur le lido.

M. Jean-Stéphane DEVISSE a estimé qu'une salinisation éventuelle des **estuaires** de la Loire et de la Gironde était à craindre.

Dans **les DOM-TOM**, aux Antilles et en Guyane essentiellement, des cyclones très violents risqueraient de survenir. En Guyane, il y aurait davantage de sédiments venant de l'Amazonie et une invasion de la mangrove. Il ne devrait pas y avoir de problème concernant l'urbanisation côtière.

Beaucoup de **réefs coralliens** continueraient de blanchir et de mourir. Les atolls les plus bas seraient submergés, notamment en Polynésie.

L'impact sur **les forêts** pourrait d'abord concerner les Landes dont les pins sont très sensibles à l'augmentation d'un *stress* végétal. Quant aux forêts de la Méditerranée, les incendies s'y multiplieraient.

Les **animaux** seraient également concernés, notamment à travers la mort des coraux qui constituent des milieux naturels pour de nombreuses espèces et pour les poissons. La pêche côtière serait touchée aux Antilles. Les tortues luth qui se reproduisent sur 3 km de côtes en Guyane et constituent 40 à 50 % de la population de l'espèce mondiale seraient menacées. **Les insectes ravageurs et les moustiques** augmenteraient, surtout dans les DOM-TOM ce qui risquerait d'entraîner **une recrudescence du paludisme et de la dengue**.

Toutefois, l'arrivée du paludisme au Mexique et aux États-Unis d'Amérique favoriserait probablement la recherche sur les vaccins contre cette maladie.

Selon M. Jean-Stéphane DEVISSE, **les coûts directs du changement climatique** pourraient donc se résumer notamment au coût général de la lutte contre l'érosion des plages et des côtes, au coût des assurances contre les phénomènes météorologiques, au coût du recul de l'enneigement, à celui du recul des plages en Languedoc et à celui de la ressource piscicole dans les réefs coralliens. **Les coûts indirects**, quant à eux, concerneraient **la santé publique** -les conséquences des vagues de chaleur à Chicago permettent d'avoir une idée de ce phénomène. **La pollution** due à l'ozone augmenterait provoquant des accidents vasculaires. La sécheresse sur tout le pourtour de la Méditerranée risquerait d'augmenter **la pression de l'émigration** vers l'Europe.

Abordant **les mesures à prendre** face à ces perspectives, M. Jean-Stéphane DEVISSE a posé d'abord la question du **coût du respect des accords de Kyoto**. De même, il s'est demandé comment la France se limiterait à une stagnation de ces émissions actuelles jusqu'en 2008 alors que **les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux transports** passeraient de 21 % à 39 % dans les émissions nationales totales, soit une augmentation de 85 % de la tendance. Certes, l'efficacité des moteurs serait encore améliorée, la substitution des carburants et des technologies permettrait d'atténuer la

pollution et, par exemple, de limiter les nuisances du diesel mais l'accroissement des transports risquerait quand même d'être supérieur à celui de la croissance avec un allongement de la longueur des transports et une multiplication des transports inutiles (déjà 30 % des camions qui circulent le font à vide alors que, par exemple, un dispositif informatique embarqué permettrait de mieux remplir ces camions ; cette amélioration entraînerait alors la nécessité d'une reconversion des transporteurs mis au chômage, ce qui montre qu'il est toujours nécessaire de réfléchir aux conséquences des conséquences).

Sur la question de **l'habitat**, M. Jean-Stéphane DEVISSE a noté que l'isolation thermique des bâtiments pouvait aussi être assurée grâce à des verres qui se filtrent progressivement en proportion de la lumière reçue et qu'il serait souhaitable de généraliser ce procédé, ce qui ne supprimerait pas d'emplois.

Il a jugé efficace d'**économiser l'énergie** surtout aux États-Unis d'Amérique (automobiles, électroménager...). Il a cité un autre exemple d'économie donné par l'action de l'ADEME en Palestine où l'Agence a offert de nouveaux réfrigérateurs pour économiser l'électricité gaspillée par des réfrigérateurs obsolètes.

Il a ensuite insisté sur le luxe que représentait **la climatisation des bâtiments et des véhicules** dont elle augmente de 15 % la consommation, tout en notant que la climatisation était indispensable sous certains climats (par exemple en Guyane où il serait selon lui judicieux d'implanter une unité de fabrication de climatiseurs qui aurait tout le Brésil comme marché potentiel).

En conclusion, M. Jean-Stéphane DEVISSE a rappelé que WWF était accueillie comme observateur dans **les conférences internationales** et notamment au sein du Réseau Action Climat (R.A.C.) (1) et qu'elle possédait un petit **journal** pour rendre compte de ses actions.

---

(1) *Le Réseau Action Climat est un réseau mondial mobilisé dans la lutte contre l'effet de serre.*

## Index alphabétique des noms des personnes entendues

• <b>ANDRÉ Jean-Claude</b> (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement – GICC)	227
• <b>ARNOULD Jacques</b> (Centre National d'Etudes Spatiales)	63
• <b>AUDOUBE Jean</b> (Palais de la Découverte)	261
• <b>AUTIER Denis</b> (BNP PARIBAS)	37
• <b>BARTHOD Christian</b> (Ministère de l'Agriculture – Direction de l'espace rural et de la forêt)	207
• <b>BESANCENOT Jean-Pierre</b> (Centre National de la Recherche Scientifique – Laboratoire Climat et Santé – Faculté de Médecine de Dijon)	69
• <b>BOIFFIN Jean</b> (Institut National de la Recherche Agronomique – INRA)	163
• <b>BONDUELLE Antoine</b> (Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement en Europe – INESTENE)	151
• <b>BORDET Alexis</b> (Fédération des entreprises de Transports et Logistique de France – TLF)	293
• <b>BORDRY François</b> (Voies Navigables de France – VNF)	317
• <b>CANEIL Jean-Yves</b> (Electricité de France)	123
• <b>CARIOLLE Daniel</b> (Météo France)	199
• <b>CARISTAN Yves</b> (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)	41
• <b>CAZENAVE Anny</b> (Centre National d'Etudes Spatiales)	67
• <b>COCHET Yves</b> (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement)	217

• <b>COSTES Bruno</b> (PSA – Peugeot-Citroën)	269
• <b>COUVET Denis</b> (Muséum national d’histoire naturelle)	251
• <b>DEBOAISNE Emmanuel</b> (BNP PARIBAS)	37
• <b>DELMAS Robert</b>	119
• <b>DEVISSE Jean-Stéphane</b> (WWF – Fonds Mondial pour la Nature)	321
• <b>DOUAUD André</b> (Institut Français du Pétrole - IFP)	141
• <b>DUTANG Michel</b> (Vivendi Environnement)	313
• <b>ELBEL Michel</b> (AIRPARIF)	27
• <b>GAUTHIER Raphaëlle</b> (Réseau Action-Climat France – RAC France)	277
• <b>GAUVIN Bernard</b> (Sécurité routière)	289
• <b>GIBLIN Jean-Pierre</b> (Ponts-et-Chaussées – Conseil général)	265
• <b>GILLET Marc</b> (Mission Interministérielle de l’Effet de Serre – MIES)	203
• <b>GIVONE Pierrick</b> (CEMAGREF – Institut de recherche pour l’ingénierie de l’agriculture et de l’environnement)	55
• <b>GODARD Noël</b> (Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement)	221
• <b>GOSSE Ghislain</b> (Institut National de la Recherche Agronomique – INRA)	161
• <b>GOSSE Ghislain</b> (Institut National de la Recherche Agronomique – INRA)	163
• <b>GOURY Bernard</b> (Office National des Forêts – O.N.F.)	255
• <b>GUIGNARD Erik</b> (Syndicat des énergies renouvelables)	127
• <b>GUIGOU Jean-Louis</b> (DATAR)	115
• <b>HERVIEU Bertrand</b> (Institut National de la Recherche Agronomique – INRA)	163

• <b>JANCOVICI Jean-Marc</b> (Ingénieur consultant – MANICORE)	185
• <b>JOUSSAUME Sylvie</b> (Centre National de la Recherche scientifique)	85
• <b>KANDEL Robert</b> (Centre National de la Recherche scientifique – Laboratoire de Météorologie Dynamique à l’Ecole Polytechnique)	75
• <b>LABEYRIE Jacques</b> (Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie)	17
• <b>LAMELOISE Philippe</b> (AIRPARIF)	27
• <b>LANDMANN Guy</b> (Ministère de l’Agriculture – Direction de l’espace rural et de la forêt)	213
• <b>LE Thi Mai</b> (Association of European Airlines)	23
• <b>LE TREUT Hervé</b> (Institut Pierre Simon Laplace – IPSL)	173
• <b>LEPAGE Corinne</b> (Ancien ministre de l’environnement)	193
• <b>LERAY René</b> (Commission européenne)	105
• <b>LESAFFRE Benoît</b> (Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement)	235
• <b>LETOURNEUX Jean-François</b> (Institut Français de l’Environnement – Conservatoire du Littoral)	135
• <b>LOISEL Cyril</b> (Office National des Forêts – O.N.F.)	255
• <b>LOUAT Rémy</b> (Institut de Recherche pour le Développement – IRD)	179
• <b>LUCAS Jean</b> (Conservatoire National des Arts et Métiers)	109
• <b>MASQUELIER Thierry</b> (Caisse Centrale de Réassurance)	45
• <b>MECLOT Bernard</b> (Electricité de France)	123
• <b>MEGIE Gérard</b> (Centre National de la Recherche scientifique)	91
• <b>MEHL Florence</b> (Le Quotidien du Médecin – Prix Epidaure)	275
• <b>MERLE Jacques</b> (Institut de Recherche pour le Développement – IRD)	179

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MINSTER Jean-François</b> (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer - IFREMER)</li> </ul>	147
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MINSTER Jean-François</b> (Centre National de la Recherche scientifique)</li> </ul>	79
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MIRAN Patrice</b></li> </ul>	247
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MOREL Bernard</b> (Institut Français de l'Environnement – IFEN – Conservation du Littoral)</li> </ul>	139
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MOUSEL Michel</b> (Mission Interministérielle de l'Effet de Serre – MIES)</li> </ul>	203
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MULLER Maurice</b> (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement)</li> </ul>	235
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PERRIER Alain</b> (Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon – INA P-G)</li> </ul>	155
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PETIT Michel</b> (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution des Climats – GIEC)</li> </ul>	133
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PICHON Hervé</b> (PSA – Peugeot-Citroën)</li> </ul>	269
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PIOR Jacques</b> (Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture)</li> </ul>	33
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PIRAZZOLI Paolo Antonio</b> (Centre National de la Recherche scientifique – Laboratoire de Géographie physique)</li> </ul>	97
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>QUIRION Philippe</b> (Réseau Action-Climat France – RAC France)</li> </ul>	277
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RADANNE Pierre</b> (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)</li> </ul>	17
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ROBICHON Yves</b> (Sécurité routière)</li> </ul>	289
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RODHAIN François</b> (Institut Pasteur)</li> </ul>	167
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ROGNON Pierre</b> (Université Pierre et Marie Curie – Paris VI)</li> </ul>	299
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ROL-TANGUY Francis</b> (SNCF)</li> </ul>	293
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ROMANA Christine</b> (Centre National de la Recherche scientifique – Laboratoire de Géographie physique)</li> </ul>	101

• <b>ROQUEPLO Philippe</b>	283
• <b>ROTHEVAL Jean-Pierre</b> (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques)	59
• <b>SALMON Jean</b> (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles)	131
• <b>SALMON Jean-Marc</b> (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement)	235
• <b>SEGUIN Bernard</b> (Institut National de la Recherche Agronomique – INRA)	163
• <b>STENGEL Pierre</b> (Institut National de la Recherche Agronomique – INRA)	163
• <b>SUART-FIORAVANTE Marie-Thérèse</b> (Vivendi Environnement)	313
• <b>TARDIEU Jean-Pierre</b> (Vivendi Environnement)	313
• <b>TERRIBLE Jean-Noël</b> (Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture)	33
• <b>TISSOT Bernard</b> (Académie des Sciences)	11
• <b>TUBIANA Maurice</b> (Académie des Sciences)	11
• <b>TURPIN Laurent</b> (CEA – CNRS – Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement)	49
• <b>VASSEUR Guy</b> (Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture)	33
• <b>VERGÈS Paul</b> (sénateur de La Réunion)	309
• <b>VERREL Jean-Louis</b> (CEMAGREF – Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement)	55
• <b>VEXIAU Thierry</b> (Ministère de l'équipement, des Transports et du Logement – Direction des Affaires économiques et internationales)	241

Sans l'effet de serre naturel, la Terre serait bien moins accueillante. Mais ce phénomène bienfaisant, qui favorise la vie, se double désormais d'un effet de serre artificiel provoqué par l'homme. Depuis quelques années, la communauté scientifique délivre avec une fermeté grandissante un message inquiétant : à force d'émettre dans l'atmosphère des gaz dits « à effet de serre », résultant notamment de la combustion des énergies fossiles, l'homme ne serait-il pas devenu un agent climatique ?

Une telle mutation aurait des impacts sur les hommes, sur la biodiversité et sur les territoires. Mais comment remettre en question le recours croissant aux combustibles fossiles ou encore l'agriculture intensive au moment même où la planète va se trouver peuplée d'un nombre inégalé d'êtres humains ? N'est-ce pas saper les fondements mêmes de la civilisation industrielle ? D'autres choix sont-ils possibles ? Comment permettraient-ils d'atteindre les horizons 2025, 2050 et 2100 ?

Après avoir contribué, en un siècle et demi seulement, à dérégler la climatisation du vaisseau spatial Terre, l'homme sera-t-il à même de réparer les conséquences de ses excès passés et actuels et de réorienter son action ? En est-il encore temps ? Les relations Nord-Sud, comme le sort des générations futures, en dépendent.

Compte tenu du caractère planétaire du problème posé à chacun, l'OPECST a voulu donner au lecteur du présent rapport les moyens de se forger lui-même son opinion, en joignant à cette étude un Cd-rom sur les changements climatiques.

Outre le rapport du sénateur Marcel DENEUX, ce Cd-rom comporte une vingtaine de rapports ou d'articles connexes émanant des sources les plus autorisées (Académie des Sciences, Mission Interministérielle de l'Effet de Serre...), sans omettre d'indiquer des sites Internet permettant d'accéder à d'autres connaissances sur les changements climatiques, l'effet de serre et l'avenir de la Planète Bleue.