



**Rennes, 5 mai 2003**

**Énergies renouvelables : alternatives ou complément?**

Compte rendu intégral de la rencontre  
*(Ce compte rendu a été validé par l'ensemble des intervenants)*

**Sommaire**

<b>Intervention de Madame Roselyne Bachelot, Ministre de l'Écologie et du Développement durable</b>	<b>2</b>
<b>Première table ronde : Quelle place pour les énergies renouvelables dans la production de chaleur ?</b>	<b>8</b>
Débat avec la salle	277
<b>Intervention de Madame Nicole Fontaine, Ministre déléguée à l'Industrie</b>	<b>37</b>
<b>Deuxième table ronde : Quelle place pour les biocarburants ?</b>	<b>40</b>
Débat avec la salle	51
<b>Focus sur les filières innovantes ou encore de niche</b>	<b>555</b>
<b>Troisième table ronde : Quelle place pour les éoliennes et l'hydraulique ?</b>	<b>72</b>
Débat avec la salle	86
<b>Intervention de Madame Claudie Haigneré, Ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, lue par Monsieur Bernard Bigot, Directeur de cabinet de la Ministre</b>	<b>93</b>
<b>Intervention de clôture de Monsieur Jean Besson, Député du Rhône, parlementaire en mission sur le Débat national sur les énergies</b>	<b>97</b>

# **Intervention de Roselyne Bachelot, Ministre de l'Écologie et du Développement durable**

## **I. Introduction**

Mesdames et Messieurs, c'est Nicole Fontaine qui aurait dû ouvrir nos travaux ce matin. Hélas, la ligne Paris-Rennes est bloquée dans les deux sens et son train a été dévié vers Saint-Pierre-des-Corps, ce qui ne constitue pas le moyen le plus direct de rallier Rennes depuis Paris. Elle n'arrivera qu'en fin de matinée. En tout cas, je la remercie de m'avoir conviée à ce débat, dont elle est la grande organisatrice. Ceci me donne l'occasion de verser ma contribution à ce débat sur les énergies, un débat déjà bien avancé et qui tend à se focaliser sur deux têtes d'affiche que tout semble opposer : l'énergie éolienne et l'énergie nucléaire. Ce débat constitue un exercice difficile mais indispensable et qui se doit d'être exemplaire.

Ce débat est difficile car il intervient après une longue période de silence sur l'énergie en France, alors même que nous devons faire face à de nouveaux défis. Désormais, l'énergie ne doit plus être considérée comme un enjeu strictement national. Le changement climatique, provoqué notamment par la combustion des énergies fossiles, fait peser une lourde menace sur notre pays et sur le reste du monde. Les sources d'énergie fossiles ne sont, d'autre part, pas inépuisables. Comment seront alors assurés les besoins des générations futures ? Il s'agit de plus de gaz, de charbon ou de pétrole importés et donc, de sources d'énergie vulnérables à la conjoncture internationale.

Ce débat est également indispensable afin de renforcer la crédibilité et la légitimité de la politique énergétique française sur la scène européenne et internationale. Il est le socle sur lequel nous allons construire ensemble une politique énergétique durable pour la France de demain.

Ce débat doit enfin être exemplaire par sa transparence, son ouverture et la participation de tous. Prenons le temps de nous informer, de débattre et dépassons, le temps de ces rencontres, nos clivages habituels. Je tiens à exprimer ma satisfaction d'y voir participer de nombreux acteurs, en particulier Monsieur Dupart, de WWF, dont la présence témoigne de l'intérêt que les associations de protection de l'environnement portent à ce débat sur les énergies.

## **II. Deux défis majeurs**

Deux défis doivent guider notre réflexion.

### **1. Le changement climatique**

En 1998, le protocole de Kyoto a prévu que les pays industrialisés réduiraient en moyenne leurs émissions de CO<sub>2</sub> de 5,2 % entre 1990 et 2010. Dans le même temps, si rien n'est fait, les autres pays qui aspirent – légitimement – à notre mode de vie auront accru les leurs d'une quantité bien supérieure à notre réduction, conduisant au triplement des émissions planétaires d'ici à 2050. Les engagements de Kyoto ne constituent donc qu'un tout petit pas au regard de l'objectif que nous poursuivons : réduire de moitié les émissions planétaires en 2050, ce qui exige une diminution de 75 % pour notre pays. Bien que modeste, l'effort de maîtrise de l'énergie auquel nous nous sommes engagés à Kyoto nous contraint à anticiper, ce qui évitera ultérieurement des adaptations coûteuses lorsque la raréfaction de nos ressources en énergies fossiles en accroîtra le coût.

## **2. La réduction de notre dépendance aux énergies fossiles**

Notre dépendance aux énergies fossiles ne cesse de croître à mesure que nous consommons de plus en plus d'énergie. L'énergie est souvent gaspillée dans des bâtiments mal isolés, où chauffage, ventilation, climatisation ou éclairage ne sont pas contrôlés. Les appareils électriques sont moins efficaces en énergie qu'ils ne pourraient l'être. Nos véhicules, malgré des efforts notables sur la motorisation, sont de plus en plus consommateurs d'énergie. Les économies réalisées peuvent être considérables, mais leur mise en œuvre suppose la mobilisation d'initiatives nombreuses et éparses.

Dans le même temps, il est impératif de ne pas perdre de vue la compétitivité et la libéralisation des marchés en France et en Europe, qui permettront une croissance économique durable. Quand le marché ne parviendra pas à intégrer les atteintes à l'environnement, nous devons prendre des mesures pour encourager notre économie à innover et développer de nouvelles opportunités pour résoudre les questions qui nous préoccupent. Il nous faudra ensuite nous assurer que chaque foyer a accès à une énergie, à un prix raisonnable. Enfin, l'information et la participation du public doivent être une composante essentielle de notre politique énergétique durable.

## **III. Diversifier les sources d'énergie et les technologies**

Comment atteindre ces objectifs ambitieux sans léser quiconque, sans qu'une augmentation du prix de l'énergie – bénéfique pour accroître notre efficacité énergétique – n'affecte les personnes aux revenus les plus modestes et la compétitivité de notre économie ? Cela ne sera pas facile. Il y aura inévitablement des tensions entre les différents objectifs. Mettons à profit notre débat sur l'énergie pour construire l'économie de 2050, une économie compétitive, faiblement émettrice de carbone, où la production d'électricité ne nécessiterait aucune énergie fossile. Réduire nos émissions de gaz à effet de serre de 75 % d'ici à 2050 signifie qu'il faudra avoir accompli d'importants progrès dès 2020. Quel sera alors notre bouquet énergétique ? Il sera beaucoup plus varié qu'aujourd'hui. On trouvera au cœur de ce système une plus grande diversité de sources d'énergies et de technologies, correspondant à des moyens de production, à une maîtrise et une gestion de la demande différentes.

### **1. L'énergie nucléaire**

En 2020, une partie de nos centrales nucléaires parviendra en fin de vie. L'énergie nucléaire n'apparaît-elle pas à l'heure actuelle comme la seule solution disponible pour garantir notre indépendance énergétique tout en limitant nos émissions de carbone ? Ne sera-t-elle pas une composante incontournable de notre bouquet énergétique ? Cela est entendu. Il faudra étudier simultanément les techniques alternatives à l'énergie nucléaire. L'innovation technologique jouera d'ailleurs un rôle majeur dans le nucléaire de demain à travers la fusion nucléaire. Mais en attendant, les pays qui ont décidé de sortir du nucléaire (Belgique, Allemagne, Royaume-Uni...) remplacent majoritairement cette source d'énergie par des combustibles fossiles (gaz ou charbon), accroissant ainsi leur dépendance énergétique, la pollution atmosphérique et leur contribution à l'effet de serre. A terme, l'énergie nucléaire devrait être l'une des principales solutions énergétiques de grands pays tels que l'Inde ou la Chine.

La contrepartie de cet avantage indéniable, ce sont les risques, tant pour le présent, comme en témoigne la situation de certaines centrales des pays de l'Est, que pour le futur, avec les déchets. Mais la France est bien armée pour maîtriser ces risques, comme elle l'a montré avec succès depuis 1976. Mais comme le risque zéro n'existe pas, il nous faut encore renforcer la sécurité des installations nucléaires et des déchets, y compris dans le contexte évolutif de l'ouverture à la concurrence. Pour cela, il faut une loi pour écrire noir sur blanc ce qui

semblait implicite quand les choses se passaient sans débat public, principalement entre EDF et son actionnaire principal, par ailleurs contrôleur de la sûreté. Tout cela doit maintenant se faire sous l'œil du public, de façon ouverte et transparente, conformément aux principes de la convention d'Aarhus et de ceux que nous envisageons de porter dans la Charte de l'Environnement. Un projet de loi est d'ailleurs en cours de préparation sur la sécurité et la transparence nucléaire.

Il faut également résoudre la question des déchets, qu'il s'agisse de ceux dont nous héritons ou de ceux qui continueront à être produits. Nous devons nous attacher, d'une part, à définir un plan de marche d'ici à 2006, plan de marché qui se déroulera en pleine lumière, et, d'autre part, à traiter les déchets nucléaires dans leur globalité, non seulement les déchets à haute activité et à vie longue mais aussi les autres, en élaborant une stratégie cohérente. Le gouvernement s'y est préparé et va s'y employer plus résolument que ces dernières années.

En 2020, le squelette de notre système électrique sera toujours un vaste réseau chargé d'équilibrer la production des grandes centrales électriques, mais certaines de ces grandes centrales seront peut-être en mer, utilisant l'énergie des vagues, de la marée ou du vent, ou sur terre, avec des fermes éoliennes ou des chaudières utilisant la biomasse. Le marché devra être capable de gérer l'intermittence de la production en utilisant des capacités de secours ou de stockage quand les conditions climatiques réduiront ou supprimeront ces sources.

## **2. Les autres solutions**

Il pourra y avoir beaucoup plus de production locale d'électricité ou de chaleur, provenant en partie des moyens de production des collectivités, utilisant la biomasse, les déchets produits localement ou d'autres sources renouvelables comme le vent, le soleil ou la géothermie. Il y aura également plus de micro-génération provenant par exemple de cogénération, de piles à combustible ou de cellules photovoltaïques dans les bâtiments.

Par ailleurs, l'amélioration de l'efficacité énergétique permettra de réduire la demande dans son ensemble. Elle permettra d'économiser les investissements en moyens de production ou en renforcement de réseaux qui sont nécessaires pour répondre à la demande de pointe. Au bureau, dans nos maisons, en plus des progrès qui seront faits pour isoler les bâtiments et réduire les consommations de l'éclairage et des équipements – consommations qui peuvent dès à présent être fortement réduites – les préoccupations de consommation seront intégrées dans la gestion quotidienne et, surtout, au moment où les investissements sont réalisés. Enfin, nos opérateurs de l'énergie seront incités à investir dans des mesures de réduction de la consommation d'énergie à travers des dispositifs tels qu'un marché de certificats d'économie d'énergie.

On peut imaginer que les piles à combustible joueront alors un rôle clé dans notre système énergétique, initialement sous forme statique, dans l'industrie ou dans le bâtiment, puis comme un moyen de stocker de l'énergie, par exemple pour compenser l'intermittence de certaines énergies renouvelables. Mais c'est surtout le secteur des transports qu'elles contribueront à révolutionner. En 2020, la place des carburants fossiles dans les transports sera encore importante, mais nous pouvons en limiter les impacts sur l'environnement grâce à des véhicules et des carburants plus propres et plus performants. Le Premier ministre m'a d'ailleurs chargé d'élaborer un programme « véhicules propres » qui prépare la France à ce défi. Les biocarburants seront davantage utilisés, ainsi que l'hydrogène dans les transports publics et les véhicules utilitaires. Peut-être même à ce stade l'hydrogène commencera-t-il à pénétrer le marché des véhicules particuliers.

Enfin, les citoyens seront beaucoup plus conscients du défi que représente le changement climatique et de l'importance de modifier leur comportement pour réduire les émissions de carbone. Celles-ci seront de plus en plus un facteur de différenciation commerciale, à mesure

que le coût du carbone émis aura un prix, comme le préfigure la directive européenne établissant un marché de permis d'émissions.

Ces avancées ne verront le jour qu'à condition de prendre dès aujourd'hui les décisions qui vont dans ce sens, décisions qui doivent nous conduire à promouvoir encore plus les sources d'énergie et les technologies de production qui émettent moins ou n'émettent pas du tout de carbone – le nucléaire, les énergies renouvelables... – dans un contexte d'effort constant de maîtrise de l'énergie. Tels sont les éléments clés de notre feuille de route.

#### **IV. Encourager le développement des énergies renouvelables**

La directive sur les sources d'énergies renouvelables nous fixe comme objectif d'accroître de 6 % la part des énergies renouvelables dans notre consommation d'électricité. Il est légitime de se poser la question de la cohérence de ces objectifs avec les engagements français de Kyoto. En effet, les émissions provenant de la production d'électricité française sont faibles et l'on pourrait considérer que la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables en économisera peu. Ce serait oublier que la consommation d'électricité française augmentera d'au moins 60 milliards de kWh par an d'ici à 2010 et que la tendance du marché pourrait être de fournir cette électricité supplémentaire à partir de turbines à gaz qui rejeteront du gaz carbonique. Nous encourons le risque réel de voir le secteur électrique grever le bilan des émissions de notre pays alors que d'autres secteurs comme les transports ou le bâtiment auront grand peine à tenir leurs objectifs. L'augmentation de la contribution des sources d'énergies renouvelables est donc indispensable.

Jusqu'à présent, le débat s'est focalisé sur l'éolien, mais les énergies renouvelables ne se réduisent pas à l'éolien. Elles ne se réduisent pas non plus à la production d'électricité. Elles peuvent aussi produire de la chaleur et des carburants. Je regrette que l'on ait fait de cette question de l'énergie éolienne une question politique, alors qu'il s'agit d'une question économique et environnementale. Les énergies renouvelables, compte tenu de leurs caractéristiques, et notamment pour l'éolien de son caractère intermittent, n'ont pas pour vocation aujourd'hui à se substituer aux moyens de production d'électricité qui fournissent la base – en l'espèce, notre parc électronucléaire. Elles peuvent en revanche se substituer aux équipements thermiques représentant 9 % de la production d'électricité française et qui sont des sources d'émission de gaz carbonique et de polluants atmosphériques, polluants qui, selon une étude de la commission européenne, représentent un coût externe de 1 % à 2 % du PIB européen.

Pour permettre l'essor de toutes les énergies renouvelables, y compris de l'éolien, pour que les énergies renouvelables représentent à terme une part significative de notre bouquet énergétique, créons un cadre qui encourage le développement d'une grande gamme d'options renouvelables et opérons les changements institutionnels et organisationnels appropriés. Aujourd'hui, 15 % de l'électricité consommée provient de l'énergie hydraulique et 12 millions de tonnes équivalent pétrole du bois utilisé comme moyen de chauffage dans l'habitat individuel. Cela ne représente que 6,8 % de l'énergie primaire consommée.

En dehors de ces deux filières, le développement des énergies renouvelables est à un stade encore trop marginal, situation d'ailleurs largement partagée à l'exception notable du développement récent de l'énergie éolienne dans quelques pays européens. Je vois à cette situation plusieurs raisons.

La principale raison est une insuffisante compétitivité économique, à des degrés parfois très différents suivant les filières. S'ajoutent à cela des instruments financiers inappropriés. Il faut reconnaître en effet qu'en dehors des quelques segments de marché particuliers, comme le bois-énergie ou les sites isolés, et mis à part les grands barrages, les énergies renouvelables ne sont pas encore compétitives. Elles ne le seront pas tant que le pétrole sera au tarif actuel et

que le marché n'incorporera pas leurs avantages environnementaux, sociaux et stratégiques. Le seul moyen pour parvenir à stimuler la croissance des énergies renouvelables est d'accroître substantiellement leur déploiement afin de réaliser des économies d'échelle et de réduire significativement les coûts. Certaines de ces filières sont proches de la commercialisation et doivent être « poussées » sur le marché par des incitations. Pour la production d'électricité, il faudra se poser la question de l'évolution des tarifs de rachat, afin de construire des instruments qui aident l'entrée sur le marché et l'industrialisation des énergies renouvelables, tout en visant à terme leur rentabilité. Pour la production de chaleur, force est de constater qu'il n'existe pas de mode d'incitation performant, ce qui explique que le développement des énergies renouvelables produisant de la chaleur, et notamment utilisant la biomasse, enregistre du retard.

La seconde raison, c'est que certaines énergies renouvelables comme le solaire, l'éolien ou l'énergie marémotrice, sont intermittentes, ce qui ne signifie pas qu'elles soient aléatoires car elles peuvent être prévues. Evidemment, quand ces énergies atteignent un seuil critique, cela peut compliquer la gestion du réseau et accroître les coûts du système. Nous devons donc réfléchir à des systèmes et des moyens de minimiser ces coûts et trouver de nouveaux modes de stockage de l'énergie tels que les piles à combustible.

La troisième raison, c'est que si les énergies renouvelables présentent un avantage indéniable en termes d'émission de gaz carbonique, elles peuvent avoir des impacts – réels ou supposés – sur l'air, la faune ou la flore. Leurs problèmes sont connus : impact paysager pour l'énergie éolienne, émissions atmosphériques pour le bois combustible, présence de contaminant dans le biogaz de décharge, perturbation ou destruction de systèmes aquatiques pour l'hydraulique. A cela s'ajoute la superficie consommée par ces modes de production, surface qui peut être grande mais qu'il s'agit d'évaluer avec précaution. Par exemple, la surface nécessaire à l'implantation d'une ferme éolienne est de 1 kilomètre carré pour 8 MW, mais 99 % de cette surface reste disponible pour d'autres usages comme, par exemple, l'élevage. En conséquence, les impacts sur l'environnement des énergies renouvelables ne sont ni à négliger, ni à exagérer. Celles-ci doivent donc répondre à certains principes et réglementations pour limiter leurs impacts, au même titre que d'autres types d'installations.

La quatrième raison, c'est que la société dans son ensemble, et en particulier les citoyens, n'a pas été suffisamment associée au développement des énergies renouvelables. Leur déploiement dépendra de vous, de nous, de ceux qui soutiendront ou non les projets locaux. Un sondage réalisé en 2002 suggère que vous êtes d'autant plus favorables aux énergies renouvelables que vous y avez été directement confrontés, que vous avez connaissance de leurs bénéfices et de leurs impacts, et qu'une concertation entre les différentes parties a été mise en place avant la décision. Ce débat national doit être l'occasion de construire un projet clair sur ce que nous voulons et les procédures sur lesquelles subsistent encore des doutes, en particulier l'information et la participation. Une circulaire à Mesdames et Messieurs les Préfets, en cours d'écriture, insistera d'une part sur la transparence des procédures conduisant au raccordement au réseau et, d'autre part, sur la nécessité de faciliter l'implantation des équipements éoliens grâce à une connaissance précise des enjeux et une concertation approfondie. Par ailleurs, je ne verrais que des avantages à ce que les collectivités locales deviennent des producteurs au même titre que des consommateurs d'énergie, leur permettant pleinement de bénéficier des moyens locaux de production.

## **V. Conclusion**

Préparer l'avenir, c'est investir aujourd'hui pour soutenir l'innovation technologique qui risque fort de nous surprendre dans le domaine des énergies renouvelables. Mon Ministère, aux côtés de celui de la Recherche et de l'Industrie, participe d'ailleurs à l'élaboration de

recommandations pour construire un programme de recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie. Le secteur industriel devra être étroitement associé, afin de transformer des idées issues des laboratoires en des produits capables d'être commercialisés sur le marché.

C'est en définissant clairement nos intentions sur ce que nous allons faire, dans le cadre de la loi d'orientation énergétique consécutive à ce débat, que nous donnerons les signaux nécessaires à notre économie pour investir et aider ainsi les entreprises françaises à prendre de l'avance, pour développer les technologies écologiques dont nous aurons besoin dans le futur. Il serait quand même paradoxal que ce soient les Américains, qui refusent par ailleurs de signer le protocole de Kyoto, qui nous permettent dans quelques années, en achetant leurs technologies, de respecter nos propres engagements internationaux. C'est également en se mobilisant toutes et tous, chacun de nous, pour modifier nos modes de production et de consommation, que nous pourrons disjoindre la croissance économique de l'augmentation de la consommation d'énergie, seule condition à une politique énergétique durable.

Une œuvre de longue haleine nous attend, mais j'ai confiance dans la capacité de la société française à la mener à bien.

<b>Première table ronde : Quelle place pour les énergies renouvelables dans la production de chaleur ?</b>
--

*Participaient à la table ronde :*

*Yves Bruno CIVEL, Directeur général de l'Observatoire des Energies renouvelables*

*Claude ROY, Directeur Agriculture et Bioénergies, ADEME*

*Daniel HALLOO, Vice-Président d'AMORCE*

*Dominique DUPARD, Administrateur de WWF France*

*Guy HASCOET, ancien Secrétaire d'Etat Verts à l'Economie solidaire*

*La table ronde était animée par Damien GIVELET, journaliste*

*Des questions posées par Internet et via SVP sont sélectionnées et relayées par Sylvie COULON, journaliste.*

*En introduction, un film vidéo de quelques minutes est projeté, présentant l'avis de citoyens interrogés sur les avantages et les inconvénients des énergies renouvelables.*

**Damien GIVELET**

Monsieur Civel, lorsqu'on parle de production de chaleur à partir des énergies renouvelables, cela ne s'applique pas à toutes ces énergies.

**Yves Bruno CIVEL**

En effet. On peut en exclure le grand éolien et l'hydraulique, qui produisent essentiellement de l'électricité. Mais les autres énergies renouvelables produisent essentiellement de la chaleur, parfois de la chaleur et de l'électricité en cogénération.

**Damien GIVELET**

Quelles sont ces énergies renouvelables spécialisées dans la chaleur ?

**Yves Bruno CIVEL**

Pour la chaleur d'origine renouvelable, il existe trois grandes familles. La première est la biomasse. La biomasse est le produit du vivant. On la connaît essentiellement par le bois, que nous brûlons dans nos chaudières individuelles et collectives. Il s'agit essentiellement de bois dédié à cet usage, de déchets de l'agroforesterie (houppiers, écorces...) ou de l'industrie de la transformation du bois (sciures, copeaux...).

**Damien GIVELET**

Suite aux tempêtes d'il y a trois ans, avons-nous beaucoup de bois en ce moment ?

**Yves Bruno CIVEL**

Il existe un stock considérable que nous nous sommes efforcés de valoriser à marche forcée, mais il en est resté beaucoup en souffrance. Or un bois qui pourrait libérer son carbone dans l'atmosphère, ce qui n'est pas bon pour l'environnement.

La famille de la biomasse regroupe aussi les déchets de l'agriculture. Nous savons faire en France, notamment pour les DOM ou pour l'export, des centrales à bagasse (déchets de la canne à sucre). D'autres pays européens exploitent par exemple le grillon d'olive. Toutes ces

ressources, qui sont les déchets d'une activité agricole principale, ont une vocation énergétique. Ils sont brûlés dans des chaudières adaptées et qui sont aujourd'hui très efficaces. Les biocarburants sont une autre branche de la biomasse mais nous en parlerons tout à l'heure. On peut également citer le biogaz, qui résulte de la fermentation des déchets domestiques, des boues d'épuration, des déchets industriels... Ce biogaz est du méthane « contemporain » et non du méthane fossile enfoui dans les entrailles de la terre. Il est extrêmement intéressant de le capter et de le valoriser, généralement en le brûlant pour produire de la chaleur, mais aussi de l'électricité par le biais de la cogénération.

**Damien GIVELET**

Comment se situe la France dans ce domaine par rapport aux autres pays ?

**Yves Bruno CIVEL**

En France, la production d'énergie à partir de bois représente 9 millions de tep (tonnes équivalent pétrole), soit la plus importante en Europe en valeur absolue mais pas par habitant. Si l'on rapporte cette production au nombre d'habitants, la France ne se situe qu'au sixième rang, avec une consommation de 0,15 tep pour 1 000 habitants. Il s'agit néanmoins d'une performance remarquable, même si elle mériterait d'être encore améliorée.

**Damien GIVELET**

*Quid* de la biomasse ?

**Yves Bruno CIVEL**

En matière de biogaz, il existe un gisement considérable avec les lisiers animaux, les boues d'épuration et les déchets domestiques. Lorsqu'ils sont récupérés, ils peuvent en effet être récupérés et produire du méthane, puis de l'énergie.

**Damien GIVELET**

Malheureusement, nous ne les exploitons pas assez.

**Yves Bruno CIVEL**

Effectivement. Trois méthaniseurs de biogaz vont être installés prochainement en Bretagne. Il s'agit d'une démarche extrêmement intelligente puisqu'elle permet de se débarrasser du CH<sub>4</sub>, puissant contributeur à l'effet de serre, et de le valoriser sous forme d'énergie. Malheureusement, cette technologie coûte encore cher et nous devons faire de gros efforts pour mobiliser cette ressource.

**Damien GIVELET**

Quels sont les pays européens les plus en avance dans ce domaine ?

**Yves Bruno CIVEL**

Le Danemark a une très belle expérience en matière de méthanisation, à travers notamment des coopératives qui ramènent en un lieu unique les lisiers animaux que l'on fait ensuite

fermenter dans des grandes cuves. Il existe donc une forme de centralisation qui permet des économies d'échelle.

**Damien GIVELET**

Monsieur Roy, l'ADEME a-t-elle des objectifs précis pour la France ?

**Claude ROY**

Nous avons effectivement des objectifs très concrets à l'horizon de 2010, à tel point qu'il m'arrive souvent de les qualifier de « certitudes ».

**Damien GIVELET**

Pouvez-vous nous rappeler brièvement quel est le rôle de l'ADEME ?

**Claude ROY**

L'ADEME est un établissement public. Elle se situe à mi-chemin entre l'Administration et les opérateurs privés, associatifs et les collectivités. Notre rôle est de faire le lien entre les priorités de politique publique et les préoccupations économiques, sociales, environnementales et de compétitivité des acteurs économiques. Nous pouvons également dire que nous nous situons au cœur du développement durable.

**Damien GIVELET**

L'ADEME attribue également des subventions pour le développement des énergies renouvelables.

**Claude ROY**

Effectivement. Nous disposons de différents moyens d'action portant sur la recherche. Nous servons en quelque sorte de « tête chercheuse » pour le futur, dans le temps comme dans l'espace car nous observons de très près ce qui se passe dans le reste du monde. Nous jouons aussi un rôle, avec les collectivités locales et l'Europe, dans le développement des énergies renouvelables. Nous avons réussi à créer avec l'Europe, les départements et les régions de France, un partenariat durable qui me semble aujourd'hui gagnant. La question est maintenant de savoir si ce partenariat va perdurer car la pire des choses pour les énergies renouvelables, c'est de s'arrêter en cours de route.

**Damien GIVELET**

Quels sont vos objectifs en matière de production de chaleur ?

**Claude ROY**

Nos objectifs en matière de production de chaleur à partir des énergies renouvelables consistent à augmenter celle-ci de 50 % à l'horizon 2010 et de 300 % à l'horizon 2050.

**Damien GIVELET**

Quel est le volume actuel de cette production ?

## **Claude ROY**

Elle représente près de 12 millions de tonnes équivalent pétrole par an, soit l'équivalent de 120 pétroliers de type Erika. Dans dix ans, elle représentera l'équivalent de 200 pétroliers et dans cinquante ans, de 400 pétroliers. Je rappelle que le coût de production de chaque tonne équivalent pétrole est de l'ordre de 300 euros. Au lieu d'être utilisé pour importer de l'énergie, cet argent pourra être injecté dans l'économie nationale (environ un tiers pour l'investissement et deux tiers pour l'emploi). Par conséquent, pour chaque millier de tonnes équivalent pétrole que nous n'importerons pas, deux à cinq emplois durables pourront être créés en France, sans parler des investissements qui y seront liés, des filières industrielles et du développement d'une certaine « culture » des énergies renouvelables dans notre pays.

## **Damien GIVELET**

Qu'allez-vous mettre en œuvre pour atteindre vos objectifs?

## **Claude ROY**

Nous allons tout d'abord mettre en œuvre notre intelligence, c'est-à-dire notre capacité de recherche et de prospective. Sans flagornerie, je pense que la France est plutôt bien placée en termes d'inventivité. C'est, selon moi, notre principal point fort. La solidarité en est un autre. La relation que nous avons établie avec les collectivités locales, les industriels et les associations est en effet assez exemplaire. Il faut également avoir en tête le pétrole coûte aujourd'hui 25 dollars le baril contre 15 dollars il y a cinq ans. S'il valait 45 dollars par baril, toutes les énergies renouvelables seraient rentables. Le seuil de rentabilité des énergies renouvelables est en effet de 40 dollars pour le bois-énergie, 45 dollars pour le biogaz, 55 dollars pour le solaire thermique et 70 dollars pour le solaire photovoltaïque.

## **Damien GIVELET**

Cela signifie qu'en attendant d'en arriver là, vous êtes obligés de subventionner les énergies renouvelables ?

## **Claude ROY**

Les énergies renouvelables ne sont plus très loin de la compétitivité. Elles ne constituent plus un mythe, comme il y a 10 ou 15 ans. Aujourd'hui, le développement des énergies renouvelables est une politique ; demain, ce sera un marché car le pétrole coûtera bientôt 50 dollars par baril. Il ne faut en effet pas oublier que nos réserves pétrolières et gazières n'ont plus que 50 ans devant elles.

## **Damien GIVELET**

Avec la fin du conflit en Irak le prix du pétrole est pourtant en baisse.

## **Claude ROY**

Le prix du pétrole évolue constamment, mais il convient d'étudier son évolution sur le long terme. On dit souvent que ce qui est rare est cher. Or il n'y aura plus de pétrole dans 50 ans, plus de gaz dans 70 ans, plus de charbon dans 120 ans et plus d'uranium dans 150 ans. Nous serons donc obligés, tôt ou tard, d'être inventifs. Nous devons mettre en place les instruments

et l'organisation qui nous permettront d'assurer le basculement vers les énergies renouvelables à un horizon de vingt ans.

**Damien GIVELET**

Monsieur Civel, à quoi se substituent les énergies renouvelables pour la production de chaleur ?

**Yves Bruno CIVEL**

Elles se substituent aux énergies fossiles, à savoir le charbon, le fioul et le gaz naturel. Pour revenir sur la question des prix, il faut savoir que les émissions de carbone seront probablement taxées dans un futur proche. Cela confèrera donc aux énergies renouvelables un avantage compétitif qui ne leur donnera peut-être pas immédiatement accès au marché mais qui encouragera certainement leur développement.

**Damien GIVELET**

A l'heure actuelle, on parle d'un coût cinq fois plus élevé pour l'installation d'un système de chauffage collectif au bois.

**Yves Bruno CIVEL**

Je ne crois pas à ce chiffre. L'investissement pour un système de chauffage collectif au bois est en effet comparable à celui d'un système utilisant une source d'énergie fossile. En outre, il est faux de dire que le bois coûte cinq fois plus cher que le charbon. Dans de nombreuses régions de France, le prix du bois est compétitif. Le chiffre que vous avancez me semble donc exorbitant.

**Claude ROY**

Il y a dix ans, nous avons installé deux chaudières. L'année dernière, nous en avons installé deux cent quarante-sept ! Il est vrai que l'investissement dans un système de chauffage collectif au bois et dans un réseau de chaleur urbain est plus élevé que pour un système de chauffage au gaz (entre deux et quatre fois suivant le cas). Mais il faut bien voir que le combustible coûte deux fois moins cher que le gaz. Pour un opérateur, le temps de retour sur investissement se situe entre sept et dix ans. Il est vrai que ce temps de retour est trop élevé pour les industriels et que de tels investissements restent de ce fait réservés aux collectivités. L'apport de l'ADEME et des régions dans ce domaine n'est donc pas fait pour rétablir la compétitivité de ces investissements mais pour réduire leur temps de retour.

**Damien GIVELET**

Monsieur Civel, quelles sont les pistes qui se font jour sur le plan technologique ?

**Yves Bruno CIVEL**

Nous avons réalisé de gros progrès sur les chaudières au cours des vingt dernières années. Nous savons aujourd'hui brûler l'ensemble des gaz avec des procédés turbo extrêmement performants et il est clair que si le marché continue à se développer, les chaudières vont continuer à s'améliorer. Par la suite, il faudra améliorer les processus de collecte ou les bassins de faisabilité où récolter du bois-énergie ou de la biomasse.

**Damien GIVELET**

Quel est l'impact du bois-énergie sur l'effet de serre ?

**Claude ROY**

La combustion du bois dégage 90 % de gaz carbonique en moins que le pétrole ou le gaz.

**Damien GIVELET**

Dominique Dupard, êtes-vous d'accord sur ce point ?

**Dominique DUPARD**

Je ne suis pas un spécialiste des énergies renouvelables. Je sais cependant que pendant sa croissance le bois absorbe du carbone. En brûlant, le bois libère certes du carbone, mais dans un volume très faible, le tout est à somme nulle.

**Claude ROY**

L'exploitation et le transport du bois consomme 10 % de la valeur carbone qui sera produite dans la chaudière. Or comme le CO<sub>2</sub> réémis est celui qui s'est formé en forêt quelques années auparavant, le ratio de performance carbone est de 9 pour 1.

**Damien GIVELET**

Monsieur Dupard, êtes-vous favorable au développement de la filière bois ?

**Dominique DUPARD**

Tout à fait. Nous avons réalisé un important travail sur les forêts : nous avons lancé le FSC écocertification du bois, nous sommes en contact avec le milieu forestier, etc. Nous avons avec le bois une véritable ressource nationale. Je souhaiterais préciser notre position sur ce point. Vous savez que notre point de départ est l'empreinte écologique, c'est-à-dire la consommation d'énergie ramenée à une superficie. Pour nous, le problème prioritaire est de réduire la consommation d'énergie et nous pensons qu'il existe des gisements énormes dans ce domaine. Pour ce faire, il faut maîtriser la demande, en agissant non seulement auprès du grand public, mais aussi en étudiant les gisements d'efficacité énergétique.

**Damien GIVELET**

Je précise que ce point a été évoqué lors de nos débats de Bordeaux et de Nice.

**Dominique DUPARD**

En effet. Le développement des énergies renouvelables est une de nos deux stratégies fondamentales et ce pour des raisons claires : d'abord, parce que les réserves d'énergie fossile sont limitées ; ensuite parce que les énergies renouvelables ont un rôle essentiel pour notre indépendance énergétique ; enfin, pour éviter le caractère nocif des énergies fossiles. Pour nous, les énergies renouvelables ont donc un intérêt non seulement sur le plan écologique, mais aussi sur le plan national. L'ADEME a réalisé un important travail dans ce domaine. Elle a par exemple organisé la semaine dernière une réunion avec les représentants de différents

pays européens qui nous a permis de constater que certains d'entre eux étaient très avancés. Nous devons d'ailleurs parler en toute transparence du coût réel des énergies renouvelables. Nous savons en effet que 70 % des Français sont prêts à payer plus cher pour une énergie verte, mais nous ne savons pas exactement dans quelle proportion. Or je crois que pour que le développement des énergies renouvelables soit durable, il doit être conduit de manière sérieuse.

**Damien GIVELET**

Monsieur Civel, nous savons que nous allons devoir produire à terme 21 % de notre électricité à partir des énergies renouvelables, contre 15 % aujourd'hui, mais l'on n'évoque jamais la production de chaleur. Pourquoi ?

**Yves Bruno CIVEL**

Il est vrai que nous n'en parlons pas car s'il existe une directive européenne sur l'électricité d'origine renouvelable qui a fixé des objectifs, il n'en existe pas encore sur la chaleur d'origine renouvelable. Ceci étant, si nous savons que nous devons porter la part de l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables à 21%, nous savons aussi que celles-ci devront permettre de produire 12 % de notre énergie primaire. On peut donc en déduire des objectifs de production pour la chaleur et le transport.

**Damien GIVELET**

Avez-vous des objectifs chiffrés dans ce domaine ?

**Yves Bruno CIVEL**

Il faudrait peut-être que nous parlions des autres filières d'énergie renouvelable avant de dresser un panorama de ce qui pourrait être fait. Nous n'avons en effet pas encore parlé de la chaleur solaire ni de la chaleur géothermale.

**Damien GIVELET**

Nous vous écoutons.

**Yves Bruno CIVEL**

Revenons d'abord sur l'énergie solaire thermique. Nous savons la récupérer grâce à des appareils très simples tels que les capteurs plans, les capteurs solaires ou les chauffe-eau solaires. Elle sert essentiellement à produire de l'eau chaude pour les usages domestiques (cuisine, douche...) et pour le chauffage. Très curieusement, les capteurs solaires thermiques fonctionnent grâce à un effet de serre. Il s'agit en effet de petites serres qui piègent le rayonnement solaire puis cèdent leur chaleur à un radiateur extra-plat, peint en noir, qui absorbe le rayonnement solaire. Il y a ensuite production d'un glycol ou d'eau chaude qui sera stockée dans une cuve puis consommée. Il s'agit d'une technologie simple, éprouvée, qui fonctionne bien et qui reste extrêmement accessible.

**Damien GIVELET**

Que pensez-vous des bidons noirs que l'on voit dans le Sud de l'Espagne ou au Maghreb ?

## **Yves Bruno CIVEL**

Cela me semble très bien. Un bidon noir tout simple ou un tuyau d'arrosage enroulé sur lui-même constituent des capteurs solaires rudimentaires. Malheureusement, ils ne sont plus performants lorsqu'ils gèlent. En France, pays où il gèle en hiver, nous sommes donc obligés d'avoir des capteurs solaires et des ballons d'eau chaude dotés d'un échangeur thermique. L'anti-gel, lorsqu'il est réchauffé, cède ses calories à un circuit d'eau secondaire dans lequel circule l'eau qui sera utilisée. Mais cette technologie est plus sophistiquée qu'un simple bidon peint en noir. Elle est donc aussi plus chère.

Il existe une autre façon d'exploiter l'énergie solaire directe : l'inscrire dans une architecture bioclimatique (ou « architecture solaire passive »). Comme le disent les architectes, une maison est une enveloppe qui peut soit être accueillante pour le rayonnement solaire, soit y être réfractaire. Il existe aujourd'hui en France un vaste mouvement de promotion de l'architecture bioclimatique dans la maison individuelle, dans les bâtiments collectifs ou dans le tertiaire (nous organisons même depuis 20 ans un grand concours baptisé « Habitat solaire, habitat d'aujourd'hui » et nous avons aujourd'hui des milliers de références). La maison est en effet en elle-même un capteur et sa conception architecturale peut permettre de la chauffer en hiver ou de la ventiler en été. Mais il est très difficile de quantifier l'énergie ainsi récupérée. Une maison percée de bonnes fenêtres au sud, à l'est et à l'ouest peut en effet ne pas être perçue comme une maison solaire mais en être une dans les faits. Comment alors mesurer la quantité d'énergie solaire récupérée dans cette maison bien orientée par rapport à une maison dont la façade principale serait orientée au nord ? Nous pouvons donc jouer avec non seulement avec les technologies solaires, mais aussi avec l'architecture.

## **Damien GIVELET**

Il existe, en Allemagne, en Suisse ou en Autriche des tuiles photovoltaïques. Avez-vous étudié cette technologie ?

## **Yves BRUNO**

Cette technologie, dont nous parlerons durant notre troisième table ronde, permet de produire de l'électricité.

## **Damien GIVELET**

Permet-elle également de produire de la chaleur ?

## **Yves Bruno CIVEL**

De manière très marginale. Le problème, c'est que plus ce système est sophistiqué, plus il coûte cher et plus il est difficile à lancer sur le marché. L'énergie solaire directe utilise donc des capteurs thermiques qui produisent de la chaleur et des capteurs photovoltaïques qui produisent de l'électricité. Généralement, ces capteurs peuvent très facilement être installés sur un toit ou sur une façade. Il s'agit néanmoins de deux familles très différentes.

## **Damien GIVELET**

Venons-en maintenant à la géothermie. J'ai l'impression que l'on en parle depuis des années mais que l'on ne la voit toujours pas venir. Où en sommes-nous exactement ?

**Yves Bruno CIVEL**

Il existe différents types de géothermies : celle qui permet de produire de la chaleur haute température et de l'électricité ou la géothermie basse ou moyenne énergie qui est exploitée dans les bassins parisien et aquitain et qui chauffe plusieurs centaines de milliers de logement. A l'époque où les prix du pétrole étaient très bas, le développement de cette technologie a été hypothéqué. Aujourd'hui, notre ambition est de restaurer et de maintenir le parc à l'actuel, parfois en y associant des énergies fossiles, notamment le gaz, dans des dispositifs de cogénération. Cette ressource, extrêmement importante, représente un espoir formidable.

**Damien GIVELET**

A quelle profondeur faut-il forer pour rechercher la chaleur ?

**Yves Bruno CIVEL**

En moyenne à 1 500 mètres.

**Damien GIVELET**

Subsiste-t-il des problèmes de corrosion des tuyaux ?

**Yves Bruno CIVEL**

Oui, mais l'industrie du pétrole a résolu ses problèmes de corrosion des tuyaux et je pense sincèrement que, si elle en avait eu les moyens, la filière géothermique aurait-elle aussi résolu les siens.

**Damien GIVELET**

En quelque sorte, la géothermie est une ressource formidable mais nous ne nous donnons pas les moyens de la développer.

**Yves Bruno CIVEL**

Pour la géothermie basse énergie, la puissance publique considère que le maintien en l'état du parc actuel constitue déjà un important effort. Dans une optique de plus long terme, nous menons actuellement un programme de recherche sur les « roches chaudes sèches », dans le but de produire de l'électricité. Il existe près de Soultz-sous-Forêts, en Alsace, un forage de plus de 5 000 qui permet de produire de l'eau chaude grâce à la technologie des roches chaudes sèches. Cette installation est gérée dans le cadre d'un programme européen auxquels participent des pétroliers, EDF, la puissance publique et l'Union européenne. Elle vise avant tout à produire de l'électricité puisqu'elle génère de la chaleur à haute température. Si elle n'est pas utilisée pour le chauffage, c'est parce qu'il n'y a pas d'industrie ou de logements à chauffer, mais de la chaleur est bien générée. Si cette technologie porte les espoirs de la géothermie, c'est donc bien pour produire de l'électricité et de la chaleur.

**Damien GIVELET**

Cette installation fonctionne-t-elle bien ?

## **Yves Bruno CIVEL**

Elle fonctionne très bien, ce que je tiens à saluer car ce projet a été mené par les pouvoirs publics avec constance, constance dont nous manquons trop souvent en matière d'énergies renouvelables. Grâce à ce projet, nous allons pouvoir mettre en place une unité de 6 MW, puis de 25 MW, qui sera ensuite facile à disséminer dans le monde entier, pour peu qu'il y ait des roches chaudes sèches en sous-sol.

## **Damien GIVELET**

Monsieur Roy, l'ADEME s'est-elle fixée des objectifs en matière de géothermie ?

## **Claude ROY**

Si vous me le permettez, je souhaiterais rappeler quelques chiffres. La France consomme 270 millions de tep par an, toutes énergies confondues, dont 110 millions pour la consommation électrique, 40 millions pour le transport et 120 millions pour la consommation thermique. Depuis trente ans, le volume de la consommation thermique est resté stable et rien ne permet de penser qu'il devrait changer de manière notable à l'avenir. Je vous ai indiqué tout à l'heure que les énergies renouvelables produisaient 12 millions de tep chaque année, soit 10 % de notre consommation thermique globale. Je vous ai également indiqué que la production liée aux énergies renouvelables atteindrait 20 millions de tep dans vingt ans et 30 millions dans cinquante ans. Si tout va bien, dans cinquante ans, la production liée aux énergies renouvelables représentera donc 30 % de notre consommation thermique globale. Cette production devrait provenir pour deux tiers de la biomasse et, pour le troisième tiers, du solaire thermique et de la géothermie (à parts égales). Mais il ne s'agit encore que d'objectifs. La question est maintenant de savoir comment les décliner en plans d'action, en particulier pour la géothermie. Il existe en effet des plans d'action assez précis pour le bois-énergie et le solaire thermique car des moyens ont été mis en place avec les collectivités locales, ces énergies étant en phase de pré-compétitivité. Mais la géothermie représente un cas particulier. Nous avons en effet des technologies, des entreprises spécialisées, des savoir-faire et des sites. Le problème, c'est qu'elle coûte cher...

## **Damien GIVELET**

Est-ce uniquement une question de coût ? Par le passé, certains organismes n'auraient-ils pas essayé de freiner le développement d'autres énergies ?

## **Claude ROY**

Je ne ferai pas de procès d'intention. Certaines entreprises ont peut-être essayé de préserver leur position dominante mais je pense que leurs dirigeants sauront faire preuve de prévoyance pour l'avenir. Je ne sais pas ce que feront les groupes pétroliers dans cinquante ans. S'il n'y a plus de pétrole, il faudra bien qu'ils se reconvertissent. Autant commencer aujourd'hui !

## **Damien GIVELET**

Ces groupes se présentent eux-mêmes aujourd'hui comme des « fournisseurs d'énergie ».

### **Claude ROY**

Tout à fait. Je rappelle d'ailleurs que le sigle BP ne signifie plus «British Petroleum» mais «Beyond Petroleum», ce qui montre bien que cette entreprise a une stratégie pour le futur... Pour en revenir à la géothermie, il est vrai qu'elle reste coûteuse aujourd'hui, mais il faut savoir anticiper.

### **Damien GIVELET**

Parlons à présent de votre «plan Soleil». On commence à voir apparaître des publicités de l'ADEME portant sur des subventions destinées à aider l'installation de chauffe-eau solaires. On sait que cette technologie fonctionne très bien en Allemagne. Elle devrait donc avoir des chances de se développer en France. Où en sommes-nous exactement ?

### **Claude ROY**

Le plan Soleil ne représentait encore rien il y a deux ans. A l'époque, nous n'installions que 100 chauffe-eau solaires par an en France. Je rappelle quand même que les filières énergétiques concurrentes ont derrière elle un long passé de recherche, d'investissement, de publicité et de commercialisation. Or, en deux ans le plan Soleil a permis de faire passer le marché des panneaux solaires thermiques de 0 à 50 000 m<sup>2</sup> par an (pour un total de 660 000 m<sup>2</sup> de panneaux ont installés). Or 10 m<sup>2</sup> de panneaux suffisent aux besoins d'une maison, en lui fournissant 0,5 tep par an.

Ceci explique sans doute pourquoi le marché du solaire thermique est en croissance de 40 % à 50 % par an, contre 10 % à 20 % pour le bois-énergie. Ces marchés sont en pleine évolution mais pas encore matures sur le plan économique.

### **Damien GIVELET**

Est-il possible aujourd'hui d'acheter des chauffe-eau solaires dans les hypermarchés ou les magasins de bricolage ? Leur diffusion ne reste-t-elle pas trop limitée ?

### **Claude ROY**

Il existe en France douze fabricants et des centaines d'entreprises qualifiées pour poser ces équipements. Les Délégations régionales de l'ADEME aident également les particuliers en finançant partiellement leur investissement (à hauteur de 30 % environ), investissement qui leur donne par ailleurs droit à un crédit d'impôt.

### **Damien GIVELET**

Dans quelle mesure un chauffe-eau solaire permet-il de répondre aux besoins énergétiques d'une maison ?

### **Claude ROY**

Il permet de fournir 50 % à 60 % des besoins d'une maison. Tout dépend en fait si cette maison se situe à Marseille ou à Lille. Je précise que le surcoût lié à l'installation d'un chauffe-eau solaire sera facilement compensé par les économies de chauffage qui seront réalisées durant les années suivantes. Pour un particulier, le taux de retour est d'environ huit ans. On pourrait le raccourcir grâce à des aides supplémentaires mais nos moyens sont limités. Nous misons également sur une hausse du prix du pétrole.

**Damien GIVELET**

Etes-vous également demandeur de décisions politiques en la matière ? La semaine dernière, lors de notre réunion de Bordeaux, il a été indiqué que les collectivités de Barcelone (Espagne) avaient pour obligation de placer des chauffe-eau solaires sur leurs toits au-delà d'un certain volume de consommation. Demandez-vous des décisions similaires en France ?

**Claude ROY**

Nous ne croyons pas que la contrainte soit la meilleure solution. Nous aimerions surtout que, dans le cadre des POS (plans d'occupation des sols) ou des règlements d'urbanisme, les panneaux solaires ne soient pas systématiquement stigmatisés. Nous souhaiterions que les panneaux solaires soient reconnus comme des éléments de construction normaux.

**Damien GIVELET**

Existe-t-il des normes dans ce domaine ?

**Claude ROY**

Il existe des difficultés. Je dis souvent que les énergies renouvelables sont dans la même situation qu'un sprinter qui courrait le 100 mètres face à des concurrents hyper-entraînés et avec deux boulets au pied : l'un d'ordre administratif et l'autre d'ordre économique. Tous ces handicaps sont très difficiles à surmonter.

**Damien GIVELET**

Objectivement, vous ne faites pas beaucoup d'information.

**Claude ROY**

Nous faisons avec les moyens dont nous disposons. Il est clair que nous ne parlerons pas de notre campagne Plan Soleil au journal de 20 heures. Nous ciblons plutôt une gamme de consommateurs potentiels, bien identifiés par une étude de marché, que nous essayons de toucher soit par la presse locale, soit par les journaux régionaux de France 3, soit par le biais des professionnels et des installateurs.

**Damien GIVELET**

Monsieur Civel, quelle est votre opinion sur le sujet ?

**Yves Bruno CIVEL**

En ce qui concerne les mesures incitatives telles que celles prises à Barcelone ou en Europe du Nord, j'y suis favorable.

**Damien GIVELET**

Si les pays d'Europe du Nord prennent de telles mesures, pourquoi notre pays, plus ensoleillé, n'en prendrait-il pas ?

**Yves Bruno CIVEL**

Tout à fait. Je pense également que les urbanistes doivent y être associés, que ce soit par la voie de la réglementation ou de l'incitation. Il est en effet extrêmement important qu'une dynamique se crée.

**Damien GIVELET**

Je crois que nous sommes là pour cela...

**Yves Bruno CIVEL**

Nous devons passer de la maison solaire aux quartiers solaires. D'autres l'ont fait avant nous et nous devons y réfléchir.

En ce qui concerne le chauffe-eau solaire, je me refuse à parler de retour sur investissement pour un particulier. Selon moi, il convient plutôt de parler de plaisir. Pour la première fois, on peut en effet acheter un appareil qui produit de l'énergie au lieu d'en consommer. Dès lors, pourquoi mettre en exergue son temps de retour sur investissement ? Les particuliers ne sont pas des industriels mais des êtres qui désirent posséder des appareils bénéfiques pour l'environnement.

**Damien GIVELET**

Encore faut-il pouvoir trouver ces chauffe-eau solaires ! Apparemment, les industriels allemands et autrichiens sont beaucoup plus en pointe que les français dans ce domaine. Avons-nous suffisamment d'industriels en France ?

**Yves Bruno CIVEL**

Nous avons des industriels en France et l'ADEME a pleinement joué son rôle d'incitateur en lançant son Plan Soleil. La prochaine étape consistera à faire en sorte que les industriels de l'énergie développent une offre solaire et électricité ou solaire et gaz. Cette offre existe déjà mais elle est encore trop timorée. Quelqu'un a dit tout à l'heure qu'il fallait d'abord maîtriser l'énergie, puis développer les énergies renouvelables. Je ne suis pas totalement d'accord. Il faut faire les deux ensemble car les énergies renouvelables sont encore en phase « d'apprentissage ». Nous voulons travailler avec les électriciens et aux gaziers pour qu'ils proposent une offre mixte.

**Damien GIVELET**

Les industriels sont-ils prêts à vous suivre ? Si le gouvernement rendait l'installation de chauffe-eau solaires obligatoire, la technologie actuelle le permettrait-elle ?

**Yves Bruno CIVEL**

Dans les années 80, cinquante opérateurs construisaient des chauffe-eau solaires en France ; ils ne sont plus que douze aujourd'hui, d'abord parce que le marché n'a pas suivi, ensuite parce que la légitimité de l'énergie solaire n'était pas encore unanimement reconnue.

**Claude ROY**

Cela dit, il vaut parfois mieux avoir douze bons constructeurs que cinquante d'un niveau moyen. D'ailleurs, le problème des obligations que vous suggérez, c'est qu'elles font aussi naître des marchés artificiels. On y voit apparaître des opérateurs qui n'ont pas forcément les qualifications suffisantes. Il faut donc être prudent.

**Damien GIVELET**

On peut difficilement être plus prudent aujourd'hui... Pensez-vous qu'il faille vendre des chauffe-eau solaires en supermarché ?

**Claude ROY**

Non. Aujourd'hui, la moitié des appareils au bois fermés et des inserts sont vendus en grande surface. Malheureusement, ce n'est pas la meilleure. Il faut donc faire attention. Nous devons faire une véritable course de fond. Nous devons donc partir à notre rythme, c'est-à-dire pas trop vite, et, surtout, ne pas s'arrêter en cours de route. Soyons prudent et respectons notre courbe d'apprentissage.

**Damien GIVELET**

Monsieur Dupard, quelle est votre opinion sur le solaire ?

**Dominique DUPARD**

Pour le chauffe-eau solaire comme pour les autres produits achetables par les consommateurs, le problème est avant tout sociologique. Il existe selon moi un cercle vertueux qui se décompose de la sorte : sortie du produit puis proposition de ce produit aux consommateurs « citoyens » en insistant non seulement sur son temps de retour mais aussi sur son aspect novateur. Malheureusement, nous avons beaucoup de mal à déclencher ce cercle vertueux en France. Tant qu'il n'y en aura pas pour les produits utilisant les énergies renouvelables, nous aurons du mal à développer ces dernières car il y aura toujours une dichotomie entre offre et distribution.

**Damien GIVELET**

Vous pensez donc, contrairement à Claude Roy, que les consommateurs doivent avoir facilement accès à ces technologies.

**Dominique DUPARD**

Tout à fait. Je pense que nous devons agir auprès des consommateurs car, au final, ce sont eux qui achètent les équipements. Il faut donc qu'ils soient motivés pour les acheter, mais aussi qu'ils les trouvent. Malheureusement, cela n'est pas évident.

**Damien GIVELET**

Pour installer un équipement solaire chez soi, il faut donc le vouloir.

## **Dominique DUPARD**

En effet. Je pense par ailleurs que les institutions telles que l'ADEME ne devraient pas se contenter de verser des subventions mais aussi mener des actions de promotion pour s'assurer du bon développement du marché par les particuliers et les industriels. C'est sans doute là que les ONG ont un rôle à jouer.

## **Damien GIVELET**

Daniel Halloo, qu'est-ce qu'AMORCE ?

## **Daniel HALLOO**

Il s'agit d'un réseau qui regroupe les villes qui gèrent des « réseaux de chaleur », ainsi que leurs opérateurs et leurs constructeurs. Il en existe environ 400 en France aujourd'hui. Nous travaillons également sur l'efficacité énergétique et les déchets. A travers les collectivités que nous représentons, ce sont donc 36 millions de personnes qui sont concernées par Amorce.

## **Damien GIVELET**

Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur ?

## **Daniel HALLOO**

Un réseau de chaleur permet d'assurer les besoins en chaleur des équipements, des logements et des bâtiments d'une ville, à partir d'une source de production centralisée ou décentralisée et d'un réseau souterrain que l'on pourrait comparer à un grand chauffage central.

## **Damien GIVELET**

Quelles technologies ces réseaux de chaleur utilisent-ils ?

## **Daniel HALLOO**

En France, environ 3 millions de personnes sont alimentées en chaleur par des réseaux (100 millions de personnes au total dans l'Europe des 25). Les réseaux de chaleur sont nés après-guerre, à la suite de l'extension urbaine, lorsque l'on souhaitait alimenter les logements – notamment les logements sociaux –, le plus souvent à partir d'une énergie fossile. Ils ont connu une deuxième vague au moment des chocs pétroliers, à ceci près que l'on a soutenu cette fois-ci les réseaux utilisant des énergies renouvelables. Les réseaux de chaleur utilisent aujourd'hui toute la palette des énergies disponibles : énergies fossiles (charbon, gaz...), géothermie, bois, incinération des ordures ménagères, récupération de la chaleur des hauts-fourneaux, etc.

## **Damien GIVELET**

Quels sont vos objectifs pour l'avenir ?

## **Daniel HALLOO**

Nous nous sommes fixé des objectifs à l'horizon 2010 et à l'horizon 2020. Aujourd'hui, en France, environ 10 % de la chaleur, soit environ 10 millions de tep, est produite à partir

d'énergies renouvelables. Notre objectif est de porter ce chiffre à 15 millions de tep en 2010 et à 21 millions en 2020.

Nous avons évoqué tout à l'heure la géothermie. Je souhaite rappeler que la géothermie est la première énergie renouvelable en région parisienne. Dans la perspective des objectifs que nous nous sommes fixés pour 2010, la région parisienne pourra certes développer l'énergie solaire, mais elle pourra tout aussi bien valoriser cet extraordinaire gisement de chaleur qui se trouve sous nos pieds. Nous avons également évoqué les obstacles à la géothermie mais nous sommes restés quelque peu pudiques sur le principal d'entre eux, à savoir la présence d'opérateurs historiques remarquablement bien implantés et qui mènent des politiques commerciales très agressives.

**Damien GIVELET**

Quels sont ces opérateurs ?

**Daniel HALLOO**

On peut notamment citer EDF et GDF.

**Damien GIVELET**

Constituent-ils des freins au développement de la géothermie.

**Daniel HALLOO**

Absolument. Quel opérateur peut aujourd'hui prendre le risque d'investir des sommes extrêmement lourdes pour alimenter en chaleur des bâtiments avec un temps de retour de 20 ans alors que d'autres opérateurs vendent des énergies moins chères, avec une puissance commerciale redoutable et des pratiques parfois à la limite de l'acceptable ? C'est pour cette raison que les nouveaux réseaux de chaleur ont autant de mal à voir le jour.

**Damien GIVELET**

Qu'attendez-vous de la part du pouvoir politique et des collectivités locales pour inverser la tendance ?

**Daniel HALLOO**

Lorsqu'un réseau de chaleur utilise une énergie renouvelable, il contribue à la baisse des émissions de gaz à effet de serre. Par conséquent, pourquoi les personnes raccordées à un réseau de chaleur devraient-elles payer plus cher que celles qui utilisent du fioul ou du gaz pour se chauffer ? Il faudra donc bien imposer tôt ou tard une taxe sur le carbone. AMORCE préconise d'ailleurs la création d'un fonds national pour la chaleur renouvelable, qui pourrait être géré par la Caisse des dépôts et consignations, et qui permettrait de financer le développement de réseaux de chaleur utilisant des énergies renouvelables. Nous pensons que le montant de cette taxe, prélevée sur tous les producteurs d'énergie fossile, pourrait être de 0,1 euro par kWh.

Nous rencontrons par ailleurs un deuxième obstacle. Vous avez mis à l'honneur aujourd'hui la chaleur produite à partir d'énergies renouvelables, ce qui me semble être une bonne chose car lorsque l'on parle de ces énergies, c'est trop souvent pour opposer le nucléaire à l'éolien. Or le potentiel de la chaleur produite à partir d'énergies renouvelables va bien au-delà des possibilités la production d'électricité. La chaleur est en effet le premier consommateur

énergétique en France avec les transports. Il existe donc un potentiel extraordinaire pour les réseaux de chaleur utilisant des énergies renouvelables. Malheureusement, dans le droit français et européen, la chaleur est totalement inconnue des pouvoirs publics. Elle ne figure pas dans la nomenclature des marchés publics. Il faudra donc bien qu'elle figure demain dans tous les documents liés à la politique énergétique et à l'urbanisme: loi d'ouverture du marché énergétique, loi Logement, loi sur le renouvellement urbain, code des marchés publics, code général des collectivités territoriales.

Parmi les autres obstacles qui freinent aujourd'hui le développement des réseaux de chaleur, on peut citer la distorsion de concurrence liée au fait que le taux de TVA applicable sur l'abonnement à l'électricité et au gaz n'est que de 5,5 % contre 19,6 % pour les abonnements aux réseaux de chaleur. Malgré le combat mené par certains Parlementaires depuis plusieurs années, nous n'arrivons toujours pas à faire disparaître cette inégalité qui, pour une famille abonnée à un réseau de chaleur, se traduit par un surcoût de l'ordre de 100 euros par an.

### **Damien GIVELET**

André Joffre, vous êtes Président de TECSOL et de l'association Enerplan qui regroupe les professionnels du solaire. Comment voyez-vous le marché du solaire en France en ce début d'année ?

### **André JOFFRE**

Ce marché est paradoxalement assez bon cette année puisque, malgré une conjoncture pas vraiment favorable aux investissements dans des biens d'équipements, il est en croissance de 30 % chez les particuliers et a pratiquement doublé dans le secteur du collectif.

### **Damien GIVELET**

L'action de l'ADEME dans ce domaine vous paraît-elle suffisante ?

### **André JOFFRE**

Il faut se rappeler qu'il y a quelques années, il était quasiment interdit de faire du chauffe-eau solaire en France et lorsque nous allions à Bruxelles chercher de l'argent, les représentants français votaient contre nous. Ceci explique en partie la situation actuelle. Depuis deux ou trois ans, grâce au Plan Soleil, nous avons pu mettre en place une offre de qualité, avec une vingtaine de produits tous certifiés par des organismes indépendants et plus de 3 000 installateurs qualifiés (et signataires d'une charte de qualité). Pour les installations collectives, on voit même apparaître des garanties de résultats solaires qui assurent aux maîtres d'ouvrage une bonne performance quels que soient les aléas climatiques. Malheureusement, l'ADEME n'a pas les moyens – financiers, essentiellement – de mener à bien le Plan Soleil. Il est probable que, durant l'année, les chauffe-eau solaires ne pourront plus être subventionnés car nous savons déjà qu'il y aura des tensions budgétaires dans certaines régions. J'ai également appris que plusieurs projets avaient été arrêtés dans le collectif parce que l'ADEME n'avait pas les moyens de les financer. Il y a donc un décalage très important entre les rapports parlementaires qui se sont succédés, qui ont tous affirmé qu'il fallait absolument développer le solaire thermique, et la réalité des chiffres qui se caractérise par un budget extrêmement étié (6 millions d'euros en début d'année).

### **Damien GIVELET**

Pourquoi les chauffe-eau sont-ils si chers ?

**André JOFFRE**

S'ils sont plus chers que les systèmes conventionnels, c'est d'abord parce qu'ils comprennent plus de composants, mais surtout parce que la taille du marché est très modeste (3 800 chauffe-eau individuels installés l'an dernier en France, contre vingt fois plus en Allemagne).

**Damien GIVELET**

Vous ne pouvez donc pas jouer sur les économies d'échelle.

**André JOFFRE**

Tout à fait. Avec un marché plus vaste, la recherche & développement serait plus importante permettrait de développer des produits moins coûteux. Aujourd'hui, nos objectifs sont trop limités. Nous devons réfléchir à plus long terme, c'est-à-dire à l'horizon 2010. Notre objectif serait alors d'arriver à 1 million de m<sup>2</sup>, soit vingt fois plus qu'aujourd'hui.

**Damien GIVELET**

Pourquoi ne trouve-t-on pas de chauffe-eau solaires dans les supermarchés ?

**André JOFFRE**

D'abord pour une raison de qualité. Nous souhaitons en effet bâtir du solaire « durable », qui s'appuie sur une démarche qualité comprenant tous les partenaires. Bien sûr, nous pourrions très bien commercialiser des capteurs solaires en grande surface. Reste que leur pose nécessite une qualification *ad hoc* et nous ne sommes pas sûrs que cela puisse être fait dans de bonnes conditions. Nous savons qu'il existe des problèmes de sécurité et d'installation sur les chauffe-eau électriques vendus en grande surface. Un chauffe-eau solaire demande aussi un peu de raccordement électrique. Or s'il n'est pas fait dans les normes, cela peut être dangereux.

**Damien GIVELET**

Un chauffe-eau au gaz doit lui aussi être installé par des professionnels.

**André JOFFRE**

Oui, mais les chauffe-eau au gaz sont rarement vendus en grande surface. De plus, il n'est pas vraiment intéressant d'acheter un chauffe-eau en grande surface puisque que la TVA y est de 19,6 %, alors que si on l'achète à un installateur, la TVA n'est que de 5,5 %. Il est donc plus intéressant de l'acheter à un installateur, d'autant plus que vous bénéficiez de garanties et d'un crédit d'impôt.

**Damien GIVELET**

Selon vous, l'information est-elle suffisante ? Lorsque l'on fait construire, vous propose-t-on une alternative solaire ?

**André JOFFRE**

La communication est en effet nettement insuffisante. Il faut savoir par exemple que les délégations régionales de l'ADEME ne disposent que de 3 000 à 4 000 euros par an pour faire de la communication de proximité.

**Damien GIVELET**

La France a pourtant une ressource formidable en solaire.

**André JOFFRE**

Absolument. L'objectif de 1 million de m<sup>2</sup> et parfaitement atteignable à l'horizon de 2010.

**Damien GIVELET**

Merci Monsieur Joffre. Nous passons maintenant aux questions de la salle.

## Débat avec la salle

### **Sylvie COULON, journaliste**

De nombreuses questions nous sont parvenues par Internet et je vous demande par avance de me pardonner de ne pas pouvoir toutes les formuler aujourd'hui. De manière générale, il en ressort un fort questionnement sur le faible développement des énergies renouvelables. Les internautes regrettent notamment que l'équipement d'une maison en chauffe-eau solaires soit aussi compliqué et aussi cher. Ma première question portera sur le solaire : « La France est équipée de 200 000 m<sup>2</sup> de panneaux solaires alors que l'Allemagne en a 10 millions. Pour quelles raisons ? Les chauffe-eau solaires sont-ils moins chers en Allemagne ? » .

### **André JOFFRE**

Paradoxalement, les chauffe-eau solaires sont plus chers en Allemagne malgré un marché plus important. Mais leur développement est surtout lié à leur impact environnemental, qui joue un grand rôle dans la décision d'achat. Dans une maison individuelle, un chauffe-eau solaire permet d'éviter l'émission d'1,5 tonne de CO<sub>2</sub> par an, soit l'équivalent d'une petite voiture. Dans notre pays, nous commençons seulement à prendre conscience de ce type d'information alors que cette perception est beaucoup plus développée en Allemagne, et ce depuis très longtemps. Les comportements doivent évoluer en France, ce qui passe par l'information.

### **Claude ROY**

La France, quatrième puissance mondiale, a bien une politique de développement des énergies renouvelables, mais celle-ci ne lui coûte que l'équivalent de cinq kilomètres d'autoroute par an. Si nous voulons atteindre les objectifs décrits tout à l'heure par Mme Bachelot (diviser par quatre nos émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à 2050), nous devons totalement changer notre mode de vie. En France, il est resté en effet beaucoup plus facile de construire cinq kilomètres d'autoroute que de développer les énergies renouvelables.

### **Sylvie COULON, journaliste**

« Quelles sommes ont été consacrées à la recherche, au cours des trente dernières années, d'une part au nucléaire et, d'autre part, aux énergies renouvelables ? »

### **Yves Bruno CIVEL**

Force est de constater que l'on a développé dans ce pays, avec constance et pendant 40 ans, une politique électronucléaire qui a conduit à la situation que nous connaissons aujourd'hui (80 % de l'électricité consommée par les Français d'origine nucléaire) et vous pouvez constater que les Français ne sont jamais descendus dans la rue pour dire qu'ils ne voulaient pas de cette énergie. Personnellement, je ne connais pas les montants qui ont été consacrés à la recherche nucléaire, mais ces chiffres présentent un caractère polémique. Faut-il y inclure le prix du démantèlement des centrales, de leur surveillance, de la gestion des déchets ? Cette question est donc très compliquée. Mais il est clair que le montant de la recherche consacré au nucléaire est certainement plus important que celui consacré aux énergies renouvelables. Notre pays n'a pas fait le choix des énergies renouvelables, bien qu'un COMES (commissariat à l'énergie solaire) ait été créé dans les années 80.

## **Sylvie COULON, journaliste**

« Dans un avenir proche, il est question d'ouvrir à la concurrence le marché de la production électrique. Dans cette perspective, que devient la production d'électricité par les particuliers à partir d'énergies renouvelables et son achat obligatoire par EDF ? »

### **Daniel HALLOO**

A partir de juin 2004, les collectivités seront éligibles au titre de l'ouverture du marché énergétique. Il s'agira d'une révolution culturelle car pendant longtemps, les collectivités territoriales se sont contentées d'être des consommateurs d'énergie. Aujourd'hui, leur rôle devient beaucoup plus passionnant. Les collectivités ont pris conscience qu'elles étaient propriétaires du réseau de distribution d'électricité qu'elles ont concédé récemment à EDF pour 25 ans. Elles sont en outre de plus en plus souvent des producteurs d'électricité. Dans ma ville, par exemple, notre incinérateur d'ordures ménagères produit 7 MWe. Nous avons également deux cogénérations sur nos réseaux de chaleur. Nous avons enfin depuis 1991 une centrale éolienne qui produit 3 MWe et nous venons d'inaugurer des micro-piles à combustible qui produisent de l'électricité. Les collectivités ne sont donc plus seulement des consommatrices mais aussi des productrices et elles peuvent distribuer leur électricité. La question est donc de savoir si elles vont auto-consommer leur production, si elles vont la vendre à EDF ou si elles vont la vendre à l'étranger au titre des certificats verts.

### **Damien GIVELET**

Sous-entendez-vous que vous pourriez vous passer du réseau EDF ?

### **Daniel HALLOO**

Je dis simplement que les collectivités pourraient facilement produire l'électricité dont leur population a besoin. La question est surtout de savoir comment les collectivités vont passer leurs appels d'offres à partir de 2004. En ce qui nous concerne, nous souhaitons intégrer dans nos futurs appels d'offres la fourniture de 21 % d'électricité « verte », comme l'impose l'Europe à l'Etat français.

### **De la salle**

Je souhaiterais revenir sur la géothermie. Je souhaiterais d'abord dire à Monsieur Civel qu'il n'est pas si facile de faire circuler de l'eau sous terre car l'eau est l'un des éléments le plus corrosif. Je souhaiterais également poser deux questions à M. Halloo. Vous avez parlé de la concurrence déloyale exercée par les producteurs d'énergies fossiles, à cause notamment d'un écart de TVA. Pour atténuer cette concurrence, ne pourrions-nous pas imposer une taxe d'émission aux producteurs utilisant des énergies fossiles ? Ne pourrions-nous pas également permettre aux collectivités territoriales qui produisent de l'énergie à partir de la géothermie de vendre des certificats verts ?

### **Daniel HALLOO**

Cette question entre dans le cadre de la préparation de la future loi énergétique et nous espérons bien que ce qui remontera de notre débat permettra d'aboutir à ce type de propositions. En effet, pourquoi les utilisateurs d'énergies renouvelables devraient-ils la payer plus cher que ceux qui utilisent du fioul ? Il faudra tôt ou tard leur donner des signes

d'encouragement – mais pas forcément des subventions – pour rétablir un véritable équilibre et favoriser le développement des énergies renouvelables.

**Damien GIVELET**

Etes-vous d'accord avec les certificats verts et une éventuelle taxe sur les émissions de carbone ?

**Daniel HALLOO**

Les certificats verts trouveront toute leur légitimité lorsque nous demanderons à un opérateur de nous fournir de l'électricité « verte ».

**Damien GIVELET**

Souhaitez-vous que cela aille vite ?

**Daniel HALLOO**

Je crois que les certificats verts sont en cours d'élaboration, même si nous savons bien qu'ils resteront « virtuels » puisque l'électricité verte ne transitera pas sur des centaines de kilomètres. Quant à la taxe sur les émissions de carbone, je crois qu'elle finira par voir le jour, mais je ne peux pas encore dire quel sera son montant.

**Gilbert RUEL**

On entend dire des choses diverses et variées sur la géothermie profonde des roches sèches. Quelle est vraiment notre richesse en sites ? Y a-t-il en France beaucoup de sites similaires à celui de Soultz-sous-Forêts ?

**Laurent LE BEL, BRGM**

Il existe plusieurs sites en France, de même qu'en Europe (notamment en Europe centrale), où des installations de type « Soultz-sous-Forêts » pourraient être mises en place. Il est à noter toutefois que l'on sait désormais générer de l'électricité à partir de fluides à une température de 110 ou 120 degrés, et non plus forcément à 250 degrés comme c'était le cas il y a peu, ce qui permet de forer à des profondeurs nettement moindres.

**De la salle**

Je tiens à rappeler que, dans les pays du Nord, la chaleur représente près de la moitié de leur consommation d'énergie totale. Il semble donc extrêmement attrayant d'essayer, d'une part, de l'économiser et, d'autre part, de la produire à partir d'énergies renouvelables. Mais au niveau de notre planète, la chaleur ne représente qu'un huitième de la consommation d'énergie. Ceci fixe donc une certaine limite aux actions qui peuvent être menées en France et en Europe. Elles n'auront pas un si grand effet sur notre planète, d'autant plus que les pays qui consomment le moins de chaleur dans l'habitat sont aussi ceux qui se développent le plus sur le plan démographique.

## **Monsieur FOULON, Confédération nationale du logement**

En tant qu'organisation de consommateurs et de locataires, nous sommes préoccupés par le prix de l'énergie. 60 % à 80 % du prix du kW est en effet composé de taxes. Il y a donc moyen de jouer sur ces taxes, en baissant par exemple la TVA sur les énergies les moins polluantes.

S'agissant des réseaux de chaleur, le problème, pour le consommateur de base, est de savoir s'il tire bénéfice de sa consommation d'énergie verte. Cela n'est pas le cas aujourd'hui puisque les tarifs des opérateurs sont alignés sur le prix du pétrole. Ceci n'est pas normal. Il n'est pas normal qu'une usine d'incinération d'ordures ménagères vende sa chaleur au prix du pétrole et que les consommateurs subissent directement les conséquences de ses variations. Que pouvons-nous faire pour inciter les consommateurs à consommer de l'énergie verte ? Outre la baisse de la TVA, il existerait un moyen supplémentaire, avec la revente à EDF de l'électricité issue de la cogénération. Les clients des réseaux de chaleur n'en tirent pas toujours de bénéfice, mais dans certains cas, elle a permis de faire baisser le prix de la chaleur de 30 %.

## **Daniel HALLOO**

Il existe des variations de prix assez importantes entre les 350 réseaux de chaleur existant actuellement en France. Il est vrai que les réseaux qui utilisent du fioul lourd offrent des tarifs moins chers que ceux qui utilisent la géothermie. Par ailleurs, lorsque l'on rachète de la chaleur à un incinérateur, l'opérateur du réseau n'est pas toujours le même que le maître d'ouvrage de l'incinérateur. Or ce dernier calcule souvent ses tarifs en fonction de ce qu'il pourrait gagner en vendant de l'électricité. Je rappelle par ailleurs que les trois quarts du prix payé par l'utilisateur est composé de frais structurels.

## **Claude ROY**

Je ne sais pas si nous aurons un jour un système de certificats pour les consommateurs des réseaux de chaleur, mais je peux vous donner deux exemples. Le premier concerne le réseau de chaleur de Vitry-le-François, qui est le plus ancien réseau de chaleur au bois de France, qui dessert 5 000 logements avec une puissance de 14 MW. Les consommateurs reliés à ce réseau ont vu leur facture énergétique réduite d'environ 15 %. Le deuxième exemple concerne le réseau de chaleur d'Autun, qui est le troisième de France en termes de puissance (8 MW) et qui dessert 3 000 logements. La baisse du coût du service a été de 5 % à 10 % pour l'utilisateur final. Cela peut sembler paradoxal car j'ai dit tout à l'heure que l'énergie était plus chère. Elle est effectivement plus chère en investissement mais moins chère en fonctionnement. Une fois passée la phase d'amortissement de l'investissement, grâce notamment aux aides apportées par les collectivités et par l'ADEME, le système de gestion est moins cher qu'avec une énergie fossile. Les énergies renouvelables ne seront donc pas toujours plus chères que les autres énergies.

## **André JOFFRE**

Le logement social constitue une cible de prédilection pour le solaire thermique. Il permet en effet réduire de moitié les dépenses d'eau chaude des logements sociaux, ce qui se traduit par une baisse des charges de l'ordre de 15 % pour les logements récents. Mais encore faut-il que l'ADEME ait les moyens de répondre aux besoins des collectivités.

**Damien GIVELET**

Guy Hascoet, ancien Secrétaire d'Etat à l'économie solidaire, vient de nous rejoindre. Globalement, qu'attendez-vous de ce Débat national sur les énergies ?

**Guy HASCOET**

Sans doute une clarification sur les possibilités qui permettraient d'envisager l'avenir avec davantage de clarté.

**Damien GIVELET**

Nous avons vu lors de notre table ronde qu'il existait un certain nombre de blocages, en matière d'information ou de concurrence notamment. Que pouvons-nous faire contre ces blocages ?

**Guy HASCOET**

Il s'agit d'un débat très global qui a trait à la relation entre ceux qui dirigent la France et ceux qui sont supposés l'animer. Par exemple, lorsqu'elle a été adoptée, la directive sur l'éolien était prête depuis un bon moment. Elle l'a été parce que la France a présidé l'Union européenne et parce que celle-ci s'apprêtait à inscrire la directive européenne sur l'éolien à l'ordre du jour du Conseil des Ministres de l'Industrie. Il apparaissait donc inconcevable que le pays qui préside l'Union n'ait prévu aucune disposition. Il existe quatre autres textes, qui sont prêts depuis plus de trois ans et qui n'attendent plus que d'être adoptés. Je crois que notre représentation politique a du mal à reprendre la main face aux habitudes conservatrices de certaines castes qui prétendent diriger notre pays.

**Damien GIVELET**

Où en sommes nous pour les certificats verts et la taxation des émissions de carbone ?

**Guy HASCOET**

Tout le monde sait que nous avons connu un « raté » historique. Si ces mesures avaient été adoptées voici dix ans au niveau européen, nous n'en serions pas là. Je crois que des confusions se sont installées et que chacun devrait faire le ménage devant sa porte. L'affectation des recettes de la TGAP a nui au maintien d'un dispositif incitatif et de prélèvement vertueux mais certaines confusions ont été entretenues. Fondamentalement, il existe beaucoup de possibilités alternatives mais la distance entre le lieu de production et le lieu de consommation leur enlève trop souvent leur intérêt économique. Pourtant si l'on instituait une taxe sur les émissions de carbone, elles le retrouverait. En Bretagne par exemple, la fermentation offrirait un débouché formidable aux lisiers animaux. La taxe a empêché certaines filières de connaître un coup d'accélérateur.

**Damien GIVELET**

Vous êtes pourtant favorable à cette taxe.

## **Guy HASCOET**

On peut considérer que nos coûts environnementaux peuvent être reportés sur les générations futures, mais si l'on veut tenir un discours cohérent sur le développement durable, il faut prendre certaines décisions. Le problème, c'est qu'une certaine contradiction se perpétue malgré les changements politiques.

## **Damien GIVELET**

Nous avons aussi évoqué le problème lié au comportement des Français. Pensez-vous que le consommateur français, *a priori* favorable aux énergies renouvelables, soit prêt à payer plus cher pour en bénéficier ?

## **Guy HASCOET**

Si l'on analyse tous les coûts, les énergies renouvelables ne coûtent pas forcément plus cher. Lorsque l'on a posé une éolienne d'1 kW, tous les coûts ont été payés. En revanche, pour d'autres filières, il reste des coûts conséquents à payer. Pour le thermique, il existe des filières déjà qualifiées. Si l'on utilisait de manière rationnelle le bois dont nous disposons, nous aurions une filière qualifiée. Dans certaines situations, le gaz peut également l'être. Malheureusement, certains considèrent les gaz issus d'une fermentation biologique comme des gaz « impurs » qui risquent de souiller les réseaux de gaz importé. Il faut faire disparaître les mythes qui encombrant parfois l'esprit de certains techniciens. La production de biogaz réinjecté en site urbain pourrait se développer dans toute la France. Cette filière est d'ores et déjà qualifiée car le remplacement d'1 m<sup>3</sup> de fioul par 1 m<sup>3</sup> de biogaz s'avère très intéressant sur le plan économique. Toutes les collectivités gagneraient à investir dans des programmes de ce type. Malheureusement, on trouve toujours dans nos structures techniques des « empêcheurs de progresser en rond » qui cherchent à imposer des normes sur la tuyauterie, sur les pompes, etc. Ces structures restent cependant légitimes dès lors qu'il existe une véritable impulsion politique. On en revient donc toujours à la même question : existe-t-il dans notre pays une volonté politique pour accélérer la marche et donner une véritable impulsion à l'industrie des énergies renouvelables ?

## **Damien GIVELET**

La France est-elle autonome quant à sa législation, ou tout va-t-il se passer à Bruxelles ?

## **Guy HASCOET**

Heureusement, dans ce domaine, les instances européennes constituent plutôt un moteur qu'un frein, comme le prouve la directive sur l'éolien. Sans l'impulsion de l'Europe, les Etats, qui ont d'autres traditions, ont en effet souvent du mal à suivre. Cela sera-t-il également le cas en matière de solaire thermique, dont les enjeux sont plus larges ? Il est difficile de le dire. Le paysage énergétique mondial est en effet encore largement dominé par le pétrole et par le gaz et les pays occidentaux restent les plus gros consommateurs de ces ressources. Mais cette situation n'est pas intangible et les autres pays devraient augmenter leur consommation. S'il existe une possibilité de développer le solaire thermique, nous devons donc la mettre en œuvre ; c'est pour moi une obligation éthique. Malheureusement, nous avons toujours le même raisonnement qu'entre les deux guerres mondiales. Au niveau de la géopolitique du gaz et du pétrole, nous sommes dans la même situation qu'après la création de la SDN...

## **Jean-Louis BAL, Directeur-adjoint du bâtiment et des énergies renouvelables, ADEME**

Je voudrais m'associer au cri d'alarme lancé par André Joffre au sujet du budget dont dispose l'ADEME pour soutenir les énergies renouvelables : ce budget ne nous permettra pas de soutenir le Plan Soleil et le Plan Bois jusqu'à la fin de l'année. La situation est donc critique car, comme nous l'avons dit tout à l'heure, il n'y a rien de pire que le *stop and go* pour une politique de développement.

Pour être plus positif, je voudrais vous proposer un objectif pour le futur. On construit en France 300 000 logements neufs chaque année (180 000 dans l'individuel et 120 000 dans le collectif). S'ils sont construits selon la nouvelle réglementation thermique, ils consommeront environ 1 tep chaque année. Si l'on considère que leur durée de vie sera de cinquante ans, ils émettront au total 15 millions de tep. En les équipant dès aujourd'hui de techniques utilisant les énergies renouvelables (solaire thermique, pompes à chaleur, bois), on pourrait réduire ces émissions de moitié. En ne prenant pas cette décision, on dilapide ainsi 7,5 millions de tep. Nous pourrions donc nous donner pour objectif d'être en mesure d'équiper la totalité des logements neufs en technologies utilisant les énergies renouvelables à l'horizon 2010.

## **Damien GIVELET**

Vous attendez en quelque sorte une décision politique.

## **Jean-Louis BAL**

Exactement. Pourquoi ne le faisons pas aujourd'hui ? Parce que même si nous avons des technologies performantes, nous ne disposons pas encore d'une offre de qualité. L'objectif premier des programmes de l'ADEME est donc de construire une offre de qualité et si nous les menons avec persévérance, nous pouvons espérer y arriver d'ici à 2010.

## **Damien GIVELET**

Qu'entendez-vous exactement par « offre de qualité » ?

## **Jean-Louis BAL**

L'offre dépend avant tout des fabricants. Il y avait cinquante fabricants de capteurs solaires au début des années 80 ; il n'en restait plus que deux au début du Plan Soleil, en 2000. Maintenant, avec les importateurs, il y en a une vingtaine, et ces importateurs pourraient très bien, si le marché était suffisamment vaste, fabriquer leur matériel en France. Mais il ne suffit pas d'avoir des fabricants. Il faut aussi avoir des vendeurs, des installateurs, des bureaux d'étude et des architectes qui sachent comment intégrer les pompes à chaleur, le bois et les capteurs solaires dans la construction. D'ailleurs, si je ne parle que des logements neufs, c'est parce qu'il y est beaucoup plus facile d'y intégrer des équipements utilisant les énergies renouvelables. En effet, si votre maison est mal orientée, vous ne pourrez jamais y installer de capteurs solaires. Aménager des logements après construction pour y installer des équipements utilisant les énergies renouvelables coûte deux fois plus cher que dans les logements neufs. Nous parlions de surcoûts tout à l'heure, mais si les 300 000 logements construits chaque année étaient équipés de dispositifs utilisant les énergies renouvelables, il n'y en aurait plus beaucoup.

## **Daniel HALLOO**

Nous disposons d'un outil législatif qui doit permettre d'agir dans le sens que vous évoquez. La dernière directive européenne sur l'efficacité énergétique des bâtiments va en effet rendre obligatoire l'utilisation des énergies renouvelables dans tous les bâtiments neufs. Par ailleurs, si l'on appliquait aux bâtiments neufs les normes danoises en matière d'isolation, on pourrait économiser 30 % à 35 % de la chaleur consommée.

## **Damien GIVELET**

N'avons-nous pas quelque peu oublié l'importance de l'isolation ? Dans les années 70, après les chocs pétroliers, il y a eu beaucoup d'information sur l'isolation. Depuis, j'ai l'impression que l'on en parle moins.

## **Daniel HALLOO**

Les directives sur les bâtiments neufs sont pourtant de plus en plus exigeantes. Malheureusement, c'est encore souvent à l'utilisateur que revient de faire l'effort financier.

## **De la salle**

Quelle est selon vous la place de la thermodynamique parmi les énergies renouvelables ? A titre indicatif, je rappellerais que 15 000 pompes à chaleur ont été vendues en 2002 et qu'une pompe à chaleur dégage environ vingt fois moins de CO<sub>2</sub> qu'une chaudière au fioul pour une production d'énergie comparable.

## **Yves Bruno CIVEL**

Je classe volontiers les pompes à chaleur parmi les énergies renouvelables. Il est vrai que certaines d'entre elles relèvent davantage de la maîtrise de l'énergie, mais d'autres ont clairement un apport solaire ou géothermique. C'est d'ailleurs peut-être pour cela que cette technologie a du mal à se situer entre la géothermie de surface et les capteurs solaires rudimentaires. Quoi qu'il en soit, les pompes géo-solaires entrent bel et bien dans nos statistiques.

## **Alex CLOS**

La géothermie est-elle réellement une énergie durable lorsque l'on sait que seules des machines fonctionnant au pétrole sont capables de forer jusqu'à 5 000 mètres de profondeur ? Dans 100 ans, nos descendants pourront-ils encore profiter de cette énergie ?

## **Claude ROY**

La géothermie est bien une énergie durable.

## **Yves Bruno CIVEL**

Il est vrai que certaines nappes s'épuisent mais on peut les laisser se reposer de manière à ce qu'elles se reconstituent. En Californie par exemple, certaines nappes exploitées depuis 30

ans sont en voie d'épuisement, mais à l'échelon géologique, les ressources sont formidables et nous classons tous la géothermie dans la famille des énergies renouvelables. Quant à la question « dette énergétique », c'est-à-dire l'utilisation d'une énergie pour en produire une autre, elle se pose pour toutes les sources d'énergie. La dette énergétique des énergies renouvelables existe bien, mais elle reste bien souvent faible et peut être rapidement absorbée.

### **Guy HASCOET**

Techniquement, avec la géothermie de grande profondeur, on envoie de l'eau de la surface sous la terre et elle remonte chauffée. On ne court donc pas le risque d'épuiser une nappe captive. Le principal problème est celui de l'élaboration de produits financiers adaptés à ce type d'investissements. Les réseaux de chaleur ont été imaginés au moment des chocs pétroliers. S'ils ont connu des difficultés, c'est parce que le prix du baril de pétrole est par la suite revenu à un niveau totalement déraisonnable. Par conséquent, si l'on souhaite que des collectivités se lancent dans des investissements de très long terme, il faut prévoir une offre d'ingénierie financière adaptée qui ne les oblige pas à amortir en 10 ans un investissement fiable pendant 50 ou 100 ans.

### **Damien GIVELET**

Faut-il selon vous taxer davantage les énergies fossiles ?

### **Guy HASCOET**

La question n'est pas de taxer les énergies fossiles mais de faire en sorte que leur prix cesse de connaître des variations aussi importantes qu'aujourd'hui car cela empêche toute comparaison économique. C'est pour cela que je pense que le prix des énergies fossiles devrait être davantage encadré au niveau international.

### **Frédéric DEL CUOMO, EDF Entreprises et Collectivités locales**

Nous avons beaucoup parlé ce matin de l'habitat et du logement collectif, mais la moitié du marché de l'énergie est lié aux entreprises et aux activités commerciales. A cet égard, je souhaiterais souligner qu'il est possible aujourd'hui de développer des énergies renouvelables pour le compte d'investisseurs privés. Ainsi, sur le marché rennais, des bureaux construits par des promoteurs privés sont chauffés collectivement au moyen de pompes à chaleur. Grâce à l'intervention de l'ADEME, nous avons la possibilité de prouver que l'on peut chauffer ou rafraîchir des bureaux par le biais des énergies renouvelables sans pour autant entrer dans des considérations techniques ou financières très élevées.

### **Claude ROY**

La consommation d'énergies renouvelables de l'industrie représente aujourd'hui plus de 5 millions de tep par an. Une usine est en train de préparer un très gros investissement qui correspond à l'équivalent énergétique d'une ville de 700 000 habitants. Or cet investissement sera réalisé à partir d'énergies renouvelables. On peut également citer le centre universitaire de Besançon ou le centre hospitalier de Dijon qui devraient décider prochainement de s'équiper d'un système de chauffage complet fonctionnant au moyen d'énergies renouvelables. Voilà des exemples très concrets qui sortent du cadre de l'habitat. Les énergies

renouvelables ne sont donc plus un mythe dans le domaine industriel, à condition que l'on accepte de passer l'obstacle du surinvestissement au lancement du projet. L'ADEME a d'ailleurs sans doute un rôle à jouer à ce stade. Mais je suis relativement optimiste. Que feront en effet les grandes entreprises énergétiques actuelles dans 50 ans ? Quels métiers exerceront-elles ? Il faut préparer dès aujourd'hui la compétitivité de ces entreprises de demain.

**Damien GIVELET**

Merci beaucoup. Je vous propose de laisser la parole à Mme Fontaine, la Ministre déléguée à l'Industrie.

## **Intervention de Madame Nicole Fontaine, Ministre déléguée à l'Industrie**

Madame la Ministre,  
Monsieur le Ministre,  
Mesdames et Messieurs les Parlementaires,  
Mesdames, Messieurs,

Aujourd'hui s'est ouverte à Rennes la 5<sup>ème</sup> rencontre régionale du Débat National sur les Energies, initié par le gouvernement et dont le Premier Ministre m'a confié la charge. Je remercie ma collègue Roselyne Bachelot de sa présence, de ce qu'elle vous a dit ce matin et de son implication dans ce débat.

Les quatre premières rencontres ont clairement mis en lumière les enjeux : la croissance continue de notre consommation d'énergie n'est pas durable. Pour des raisons environnementales évidentes et fondamentales :

- aujourd'hui ce sont les catastrophes écologiques dues au transport de pétrole et qui ont si durement frappé les belles côtes de cette région. Elles doivent être absolument maîtrisées. C'est la raison pour laquelle le gouvernement a veillé dans ce domaine à accélérer au niveau européen le contrôle des navires à risques
- déjà ce sont les émissions à effet de serre qui augmentent dans des proportions vertigineuses et dont les conséquences sur le changement climatique et le réchauffement de la planète sont un désastre programmé si nous ne faisons rien.
- mais aussi pour des raisons économiques, le constat est là : les réserves d'hydrocarbures s'épuisent, la demande des pays en voie de développement va croissant.

Il semble donc qu'un premier consensus apparaisse d'ores et déjà à l'issue des premières rencontres. La prise de conscience qu'il nous faut décupler nos efforts ainsi que notre créativité pour maîtriser nos consommations d'énergie. C'est pour explorer toutes les voies possibles que nous nous trouvons à Rennes aujourd'hui. Pourquoi Rennes, pourquoi la Bretagne sous la double thématique choisie pour ces deux journées : les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire ?

En premier lieu, parce que la Bretagne symbolise la dynamique nouvelle qui s'est créée autour des énergies renouvelables depuis quelques temps en France. En attestent les cinq parcs éoliens qui fonctionnent déjà notamment les sites Goulien et de Plouarzel et les cinquante projets qui sont actuellement en cours de réalisation. J'en veux également pour preuve le développement des chaufferies au bois, nombreuses dans cette région, ainsi que les trois projets de valorisation des déchets agricoles. Enfin nous n'oublions pas le potentiel formidable que les côtes bretonnes offrent pour un développement futur de l'éolien offshore et éventuellement, même si ces technologies sont encore futuristes, l'exploitation de la force des courants marins.

Demain, vous allez traiter de l'énergie nucléaire. La question est délicate, sensible particulièrement dans cette Bretagne où le choix de Plogoff avait été proposé il y a quelques années, quelques mois après l'Amoco Cadiz, suscitant de nombreuses réactions de la population locale. C'est parce que la question est difficile qu'elle doit être débattue sans tabou, avec toute la sérénité nécessaire, c'est-à-dire de manière pluraliste. C'est ainsi que j'ai tenu à ce que toutes les sensibilités sur le sujet puissent s'exprimer tant dans les tables rondes que bien évidemment dans la salle. J'ajouterai que traiter ces deux thèmes à Rennes n'est pas un pari, ni même un défi. Energies renouvelables et énergie nucléaire sont trop souvent

opposées alors qu'elles ont un point commun non négligeable : ces énergies sont complémentaires pour lutter contre l'effet de serre, phénomène dont on ne connaissait pas l'existence en 1980 et qu'il nous faut aujourd'hui intégrer dans notre réflexion et dans nos propositions.

Pour revenir au thème qui nous retient aujourd'hui, je dirai que la France a bien compris les avantages des énergies renouvelables. A cet égard, elle n'a d'ailleurs pas à rougir de son rang : notre pays est aujourd'hui, avec 20% de la production européenne, le premier producteur d'énergies renouvelables. Certes, cette place est principalement due à nos barrages et à l'usine marémotrice de la Rance. Mais il est vrai aussi que nous sommes en retard sur d'autres pays, comme l'Allemagne ou l'Espagne, s'agissant des capteurs solaires ou de l'éolien, ou la Suède s'agissant des pompes à chaleur géothermales.

Mais une dynamique est en train de naître comme l'illustraient les exemples que je citais à l'instant sur la Bretagne. Cette dynamique est le résultat d'une prise de conscience générale et d'un engagement sans équivoque du gouvernement.

Nous avons en effet veillé à achever la mise en place qui avait été initiée, de l'ensemble des instruments nécessaires au développement des ENR :

- premier instrument : la fixation d'objectifs ambitieux. Notre pays s'est engagé au niveau européen à porter la part des ENR dans la production d'électricité de 15 à 21% en 2010; nous tiendrons cet engagement.
- Ainsi en est-il de la programmation pluriannuelle des investissements que j'ai récemment décidée. Celle-ci fixe à titre provisoire et à l'horizon 2007 des objectifs de développement par filière et notamment un objectif moyen de 4000 Mega Watts pour l'éolien ;
- le mécanisme d'obligation d'achat de l'électricité produite par les énergies renouvelables a été conforté par la loi du 3 janvier 2003 ;
- le gouvernement a par ailleurs initié la procédure nécessaire pour le lancement de deux appels d'offre afin de développer les filières biomasse – biogaz et éoliennes offshore ;
- nous avons également conforté le dispositif fiscal d'aide aux biocarburants en le mettant en conformité avec la législation européenne ;
- enfin le gouvernement a procédé à la clarification du cadre administratif encadrant le développement de l'éolien et de la petite hydraulique.

A l'issue de ce grand débat national, la loi d'orientation sur l'énergie, que je soumettrai au Parlement cet automne, me donnera par ailleurs l'occasion de transposer en droit français l'obligation d'instituer un système de garantie nationale d'origine de l'électricité produite.

Enfin, ce panorama ne serait pas complet sans parler de l'importance de la recherche et de l'innovation. L'amélioration des technologies utilisées par les ENR est en effet indispensable pour assurer à terme leur rentabilité économique.

Si certaines filières, comme l'éolien, sont ainsi proches de leur maturité technologique, d'autres filières comme le photovoltaïque nécessitent encore des sauts technologiques importants.

Conscients de l'enjeu stratégique que représente la maîtrise des nouvelles technologies de l'énergie, nous avons donc, Francis Mer et moi-même, avec Roselyne Bachelot et Claudie Haigneré, mis en place une mission rassemblant industriels et organismes de recherche pour

identifier des objectifs et des axes de recherche et d'innovation précis, et nous faire à l'automne des propositions opérationnelles pour y parvenir.

L'engagement résolu du gouvernement à développer les ENR et le dispositif existant n'épuisent pas pour autant le débat. Au contraire. Toutes les questions essentielles ont été ou seront abordées dans les tables rondes de cette journée.

- 1- Quelle place pour les ENR dans notre bouquet énergétique : complément ou alternative ?
- 2- Quelle filière aider en priorité ?
- 3- Quels moyens au delà du dispositif actuel ?
- 4- Comment améliorer l'acceptation des ENR comme l'éolien ou l'hydraulique par les populations concernées ?
- 5- Comment le développement des ENR peut-il contribuer au développement local et à l'aménagement du territoire ?

Les ENR ont suscité parfois de vives polémiques qui ont handicapé leur développement. Je souhaite que ce débat d'aujourd'hui soit l'occasion de sortir des oppositions stériles. Il nous faut leur donner toute leur place au sein du bouquet énergétique français. Car il s'agit bien de respecter nos engagements et d'inscrire notre politique énergétique dans la perspective cohérente et responsable du développement durable.

Je souhaite que les travaux de ces deux journées soient à la mesure des enjeux d'avenir. Rappelons nous ce que disait Saint-Exupéry : « Nous n'héritons pas la terre de nos parents. Nous l'empruntons à nos enfants ».

## Deuxième table ronde : Quelle place pour les biocarburants ?

*Participaient à la table ronde :*

*Pierre CUYPERS, Président de l'Association pour le Développement des carburants agricoles*

*Pierre COUVEINHES, auteur d'un rapport sur les biocarburants*

*Michel GIRARD, Directeur du développement agricole, Total*

*La table ronde était animée par Damien GIVELET, journaliste*

*Des questions posées par Internet et via SVP sont sélectionnées et relayées par Sylvie COULON, journaliste.*

### **Damien GIVELET**

Il existe deux types de biocarburants : les esters, produits à partir de mélanges d'oléagineux (colza ou tournesol) et le bioéthanol, qui résulte de la fermentation des sucres contenus dans des plantes telles que la betterave ou dans l'amidon de blé. Ces biocarburants servent d'additifs respectivement au gazole et à l'essence dans la limite de 5 %, comme le permet la réglementation française. L'utilisation des biocarburants permet d'économiser des ressources non renouvelables et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Monsieur Cuypers, pourquoi classe-t-on les biocarburants parmi les énergies renouvelables, alors qu'il sont composés à 95 % de pétrole ?

### **Pierre CUYPERS**

Il s'agit bien évidemment d'une énergie renouvelable car la source même de cette énergie provient des plantes. Or ces dernières sont renouvelables, disponibles, non-toxiques et, qui plus est, biodégradables.

### **Damien GIVELET**

Pour l'instant, elles ne rentrent que pour 5 % dans la composition des carburants.

### **Pierre CUYPERS**

Cela tient uniquement à la réglementation. Nous avons en effet la capacité de fabriquer du gazole composé à 100 % d'esters (appelé « diester ») et de porter la proportion d'éthanol dans l'essence de 5 % à 10 %. Au Brésil par exemple, cette proportion est déjà de 25 %.

### **Michel GIRARD**

Je souhaiterais apporter une précision pour éviter toute confusion. Ce n'est pas parce qu'un carburant contient 5 % d'esters ou d'éthanol qu'il peut-être baptisé « biocarburant ». C'est le composant qui vient de la biomasse que l'on appelle « biocarburant ». Quant à leur taux d'utilisation dans nos carburants, il dépend à la fois de la demande des constructeurs, de la réglementation et des possibilités de compatibilité entre composants. Un biocarburant provient donc à 100 % de la biomasse.

### **Damien GIVELET**

Quel a été le développement des biocarburants ces 10 dernières années ?

## **Michel GIRARD**

Je crois que la France a été assez exemplaire dans ce domaine. En effet, alors que la production de biocarburants était quasiment nulle en 1992, plus de 300 000 tonnes de diester et de 90 000 tonnes d'éthanol sont aujourd'hui produites chaque année. Avec un tel volume, nous occupions jusqu'à l'année dernière la première place en Europe mais, pour des raisons fiscales, nous avons été dépassés par l'Allemagne et par l'Espagne.

## **Pierre CUYPERS**

Il faut sans doute remonter plus loin que 1992. Au début du siècle dernier, les exploitations agricoles consacraient 12 % de leur production à la traction animale. Ce n'est que dans les années 50 que le pétrole a pris le dessus. L'histoire ne fait donc que continuer. En 1990, il n'y avait rien et cette proportion était retombée à zéro. Mais il s'est passé beaucoup de choses depuis 10 ans. Aujourd'hui, plus de 300 000 hectares de cultures sont en effet consacrés à cette production. Les biocarburants représentent 1,2 % de la consommation énergétique de notre pays, contre 0,4 % au niveau européen. La France occupe donc une position de leader.

## **Damien GIVELET**

Quel est le bilan environnemental des biocarburants ?

## **Pierre CUYPERS**

Une étude a été demandée sur cette question par le Ministère de l'Industrie et par l'ADEME à un cabinet de consultants. Il en ressort es biocarburants ont plusieurs impacts sur l'environnement, à commencer par un impact économique. En effet, lorsque l'on dépense une unité d'énergie pétrole, on ne restitue que 0,8 unité d'essence. Or, avec une unité d'énergie pétrole, on peut produire deux ou trois unités d'énergie biocarburant. Le rendement est donc meilleur.

Les biocarburants ont également un impact positif sur l'effet de serre. L'étude montre en effet que l'utilisation de biocarburants permet d'éviter le rejet de 4,3 tonnes de carbone pour ceux produits à partir de la betterave, de 1,9 tonne de carbone pour ceux produits à partir de blé, de 1 tonne pour ceux produits à partir du colza et de 1 tonne pour ceux produits à partir de tournesol.

## **Damien GIVELET**

Quel est leur impact sur l'économie de notre pays et sur sa sécurité d'approvisionnement ?

## **Pierre CUYPERS**

La directive européenne dont nous parlerons tout à l'heure a bien exprimé la volonté de prendre en compte notre dépendance énergétique en matière de transports. Nous sommes en effet totalement dépendants dans ce domaine et sommes donc vulnérables aux soubresauts de la situation mondiale. Lorsque se produit une guerre, une sécheresse ou une catastrophe naturelle, notre approvisionnement énergétique est totalement bouleversé. La directive européenne prend en compte tous ces éléments.

## **Damien GIVELET**

Combien de tep l'utilisation de biocarburants permet-elle d'éviter ?

**Pierre CUYPERS**

L'objectif de la Commission européenne est de porter à 2 % la proportion des biocarburants dans notre consommation d'énergie. Or nous consommons 250 millions de tep chaque année en France. Mais je crois personnellement que la part des biocarburants pourrait être portée à 11 %.

**Damien GIVELET**

Quel est l'impact des biocarburants sur le secteur agricole ?

**Pierre CUYPERS**

Leur production occupe une partie de notre territoire, ce qui n'est pas négligeable. Elle crée également de l'activité. En effet, un producteur de biocarburants crée ou maintient en moyenne neuf emplois. Cette production crée enfin de la valeur ajoutée. Il ne peut en effet y avoir de ruralité sans une agriculture durable. Or pour avoir une agriculture durable, il faut avoir une politique d'énergies renouvelables durable. On gèle en effet 10 % des terres agricoles en Europe, soit 1,5 million d'hectares. Grâce à une volonté politique forte, on pourrait donc consacrer ces terres à la production d'énergie, ce qui entrerait totalement dans les objectifs de la directive européenne.

**Damien GIVELET**

Etes-vous favorable à l'augmentation de la proportion de biocarburants dans les carburants ?

**Pierre CUYPERS**

Il faut maintenir les terres agricoles en état, même si la Commission européenne estime qu'il ne sert à rien de soutenir les productions agricoles en Europe si l'on peut trouver des produits similaires sur le marché international. Si l'on appliquait cette politique, nous deviendrions en effet dépendants du marché international pour notre alimentation. Exploiter les 1,5 million d'hectares de terre actuellement en jachère pour produire de l'énergie est donc intéressant et rentable.

**Damien GIVELET**

Pensez-vous que l'on puisse planter encore plus de betterave et de colza ?

**Pierre CUYPERS**

Absolument. La recherche nous permet en effet d'accroître la production de céréales d'un quintal par an et par hectare. Nous sommes certes limités en termes de surface, mais notre objectif n'est pas d'avoir une énergie unique. C'est l'addition des énergies et des solutions qui donnera les énergies de demain. Nous avons donc une capacité de progression, qui entre d'ailleurs dans les objectifs de la directive européenne. Celle-ci prévoit en effet qu'en 2020, 20 % de l'énergie consommée en Europe devra provenir des énergies renouvelables. Pour attendre cet objectif, il faudra donc que les Etats-Membres puissent prouver dès 2005 que 2 % de leur consommation d'énergie provient des énergies renouvelables liquides. Or les biocarburants sont la seule énergie renouvelable liquide.

**Damien GIVELET**

Michel Girard, les biocarburants sont-ils présents dans tous les carburants aujourd'hui ?

**Michel GIRARD**

L'ester de colza est présent dans presque tout le diesel vendu par notre réseau. Quant à l'éthanol, il est uniquement présent dans le super SP 98 vendu dans les deux tiers les plus au nord de notre pays.

**Damien GIVELET**

Pourquoi n'est-il pas présent dans le reste de la France ?

**Michel GIRARD**

Parce que nous devons faire avec les ressources dont nous disposons.

**Damien GIVELET**

Vous ne disposez donc pas assez de biocarburants.

**Michel GIRARD**

La France importe 10 millions de tonnes de diesel chaque année. Il y a donc une place importante pour le biodiesel. Aujourd'hui, nous en mettons environ 2 % dans notre diesel...

**Damien GIVELET**

Vous pourriez pourtant porter cette proportion à 5 %.

**Michel GIRARD**

Avec l'expérience, peut-être pourrons-nous même porter cette proportion au-delà de 5 %... Il faut également savoir que la France exporte chaque année 5 millions de tonnes d'essence. Nous sommes donc beaucoup moins intéressés par la production d'éthanol. Il faut d'ailleurs bien voir qu'il serait difficile de couvrir la France de champs de colza. Pour moi, la voie de l'avenir passerait plutôt par des cultures spécifiquement adaptées, avec un taux de matière sèche à l'hectare important et qui puissent être ensuite transformées en gazole.

**Damien GIVELET**

Quelles seraient ces cultures ?

**Michel GIRARD**

Elles appartiendraient plutôt à la famille des graminées.

**Damien GIVELET**

En tant que pétrolier, vous vous dites prêts à jouer le jeu, mais vous avez besoin de davantage de carburants agricoles.

**Michel GIRARD**

Je pense que les agriculteurs sont prêts à nous en fournir, mais pour cela, il faudrait s'attaquer sérieusement au problème de la défiscalisation. La fiscalité actuelle nous place en effet dans un cadre relativement limité.

**Damien GIVELET**

Pour le moment, le coût des biocarburants reste très élevé et cette filière reste fortement subventionnée. Que peut-on faire sur ce point ?

**Pierre COUVEINHES**

Il est vrai que la filière est très fortement subventionnée car le coût de revient des biocarburants est en moyenne deux fois plus élevé que celui des carburants issus de produits pétroliers. Si l'additif ETBE est arrivé au seuil de rentabilité, c'est parce qu'une aide publique permet d'obtenir l'éthanol à prix nul. Le seul coût de transformation de l'éthanol en ETBE est

en effet égal au prix égal à celui de l'essence issue de produits pétroliers. Notre but doit donc être de réduire le coût de ces filières. Toutefois, pour nuancer mon propos, il faut aussi tenir compte des perspectives d'évolution des prix des produits pétroliers. En effet, si le prix du pétrole se situe aujourd'hui autour de 25 dollars par baril, dans les années 80, il se situait plutôt autour de 50 dollars actuels. Cela signifie donc que nous ne sommes pas très éloignés du prix d'équilibre.

Il faut également tenir compte du contenu énergétique des énergies renouvelables. L'ETBE, la forme sous laquelle l'éthanol est employé dans les carburants, contient en effet 98 % de produits pétroliers.

**Damien GIVELET**

Pour faire un litre de biocarburant, il faudrait donc pratiquement autant de pétrole.

**Pierre COUVEINHES**

Je ne parle ici que de l'ETBE et non de tous les biocarburants. Pour l'éthanol, cette proportion n'est que de 40 % et pour les diesters, de moins de 33 %. Or si un carburant est composé à 98 % d'hydrocarbures, il reste donc très sensible aux variations de prix de ces derniers. Pour un diester, cette sensibilité est moindre, si bien que l'on peut parvenir à un prix d'équilibre beaucoup plus satisfaisant.

**Damien GIVELET**

La technologie permettra-t-elle d'améliorer les conditions de production de biocarburants ?

**Pierre COUVEINHES**

Deux approches sont possibles. La première consisterait à réduire les coûts et la seconde, à réduire la dépendance en hydrocarbures des filières de production de biocarburants. Au Brésil par exemple, l'alcool de canne à sucre est distillé en utilisant la bagasse. On pourrait également concevoir dans notre pays des systèmes de distillation utilisant la biomasse ce qui permettrait de réduire la dépendance des filières de production. Nous n'en sommes malheureusement pas encore là et il nous reste beaucoup de travail pour y parvenir.

**Michel GIRARD**

S'agissant de l'ETBE, je pense que M. Couveinhes fait une confusion entre les matières premières d'origine et l'analyse du cycle de vie de produit. L'ETBE est composé à 47 % d'éthanol. On ne peut donc pas dire qu'il est composé à 98 % de produits pétroliers. En revanche, dans l'analyse du cycle de vie de ce produit, c'est-à-dire dans la consommation d'énergie nécessaire à sa fabrication et à son transport, le ratio est en effet proche de 1 pour 1. Mais l'ETBE ne peut pas être comparé à l'éthanol, ni à l'essence. Il doit être comparé à son concurrent d'origine fossile, le MTBE qui, lui, a un ratio beaucoup plus élevé.

**Damien GIVELET**

Qui fabrique ces biocarburants ?

**Michel GIRARD**

Nous les fabriquons nous-mêmes.

**Damien GIVELET**

N'avez-vous alors pas intérêt à inclure une grande part de pétrole dans leur fabrication ?

**Michel GIRARD**

Nous ne les fabriquons pas seuls, mais en association avec les producteurs agricoles qui nous garantissent la fourniture des matières premières d'origine végétale nécessaires.

**Damien GIVELET**

En tant que pétrolier, vous n'avez pas spécialement intérêt à utiliser la biomasse ou des énergies renouvelables pour produire des biocarburants.

**Michel GIRARD**

Je ne me considère pas comme un pétrolier, mais comme un vendeur d'énergies. Mon groupe produit d'ailleurs de l'énergie photovoltaïque depuis plusieurs décennies. Pour nous, les biocarburants constituent donc une forme d'énergie dont nous devons tenir compte.

**Damien GIVELET**

Il s'agit là d'un discours nouveau chez les pétroliers.

**Michel GIRARD**

Pour ce qui concerne Total, cela fait plus de dix ans que nous produisons d'autres formes d'énergie. Nous sommes donc des distributeurs d'énergies et nous aurons besoin à l'avenir de sources d'énergies multiples. Les biocarburants font sans aucun doute partie de ces sources, mais il faut aussi les adapter à la demande du marché, c'est-à-dire des constructeurs et des consommateurs.

**Damien GIVELET**

Au Brésil, près de 100 % des voitures utilisent des biocarburants.

**Michel GIRARD**

Plusieurs millions de véhicules ont effectivement été construits pour fonctionner à l'éthanol pur, mais c'est le seul marché au monde dans ce cas et les constructeurs ne développent plus cette technique.

**Damien GIVELET**

Pourquoi ?

**Michel GIRARD**

Car la technologie des véhicules évolue tous les jours. Pour polluer moins, il faut suivre son évolution. Or compte tenu du coût de développement d'un moteur, les constructeurs automobiles ont renoncé à suivre cette voie. Ils ne suivent plus que les technologies classiques car ils se sont rendus compte que leur marché n'était pas assez vaste pour continuer à développer des moteurs fonctionnant à l'éthanol. Leur nouvel axe de recherche consiste donc

à mélanger les biocarburants avec des carburants classiques pour parvenir à une technologie qui pourra être utilisée dans d'autres pays.

**Damien GIVELET**

Pouvons-nous alors espérer porter la proportion de biocarburants dans les carburants à 15 % ou au-delà ?

**Michel GIRARD**

Le réglage des véhicules est adapté aux spécifications des carburants. C'est là que la comparaison entre le Brésil et l'Europe s'arrête. Les spécifications européennes sont en effet beaucoup plus sévères car nos objectifs en matière de rejets polluants et de qualité de l'air sont plus élevés. L'utilisation de l'éthanol a certes permis de grandement améliorer la qualité de l'air au Brésil, mais le niveau technologique du parc automobile brésilien n'a rien à voir avec ce que les constructeurs nous demandent de prévoir pour 2005.

**Pierre CUYPERS**

Je souhaiterais revenir sur les coûts de production. Il est clair que pour démarrer une activité liée aux biocarburants, il a fallu partir de rien et tout construire. Il a fallu construire des usines et les faire évoluer. Or, depuis dix ans, nous avons constaté une réduction assez importante des coûts de production et nous avons encore une marge de progrès considérable. La taille des futures unités industrielles qui produiront des biocarburants permettra d'avoir des coûts de production moindres.

**Damien GIVELET**

Les économies d'échelle seront plus importantes.

**Pierre CUYPERS**

Tout à fait. C'est pour cela que je trouve très surprenant de parler de défiscalisation. Pourquoi en effet serions-nous défiscalisés alors que, comme toute énergie, nous devrions avoir une fiscalité adaptée. Par ailleurs, en matière de coûts, il ne faut pas oublier les externalités – positives ou négatives. On ne peut pas considérer seulement ce qui ne rentre pas dans les caisses de l'Etat ; il faut aussi voir ce que l'on évite de dépenser. Si l'on tenait aussi compte des coûts de dépollution liés à la production et au transport des produits pétroliers, on verrait que les biocarburants ne sont pas forcément si chers qu'on le pense. Mais il faut aussi voir si le consommateur est prêt à payer le juste prix de ce qu'il réclame.

**Damien GIVELET**

Quelles sont les marges de développement des biocarburants dans l'agriculture française ? Pouvons-nous aller beaucoup plus loin ?

**Pierre CUYPERS**

Bien sûr. Il est parfaitement possible de porter la part des énergies renouvelables liquides dans notre consommation d'énergie à 2 % d'ici à 2005, comme le prévoit la directive européenne. Nous devons ensuite faire progresser cette proportion de 0,75 % par an, pour atteindre près de 6 % en 2010. Nous sommes prêts à tenir ce pari. Nous en avons la capacité et la volonté.

### **Damien GIVELET**

Cela pose la question de l'agriculture intensive. L'utilisation d'engrais ne risque-t-elle pas d'entacher ce bilan environnemental ?

### **Pierre CUYPERS**

Aujourd'hui, les agriculteurs gèrent leur exploitation avec parcimonie. Ils apportent aux plantes ce dont elles ont besoin pour leur croissance, au moment où elles en ont besoin. Nous faisons donc attention. D'un autre côté, la politique agricole commune nous condamne à geler 10 % de nos terres. Lors de la première réforme de la PAC, en 1992, nous avons tout mis en œuvre pour que ces terres soient utilisées de manière intelligente et qu'elles produisent de l'énergie, et nous espérons bien poursuivre dans cette voie. Elles représentent en effet 1,5 million d'hectares non cultivés et dont seulement 350 000 hectares sont consacrés à la production de biocarburants.

### **Damien GIVELET**

Monsieur Couveinhes, avez-vous aussi étudié cette question.

### **Pierre COUVEINHES**

Oui. Il est évident que si l'on multiplie la production de biocarburants par trois, son impact sur l'environnement sera triplé. Actuellement, cet impact reste modeste si on le compare au volume des subventions versées par l'Etat. Je pense que la question des biocarburants constitue d'abord une question de politique énergétique. Il existe d'ailleurs selon moi des gisements de productivité considérables. Tout à l'heure, Michel Girard a indiqué que la France exportait de l'essence et importait du diesel. Les pétroliers ne voient donc pas d'inconvénients à ce que l'on développe les diesters dans la mesure où cela permettrait de réduire les importations françaises de diesel. En revanche, lorsque l'on développe la filière alcool, on accroît les excédents français qui doivent être exportés.

En France, on a donné une préférence au diesel par rapport à l'essence eu égard à ses avantages pour l'environnement. Le seul problème, c'est qu'il faut bien produire cette essence, ce qui a un effet global sur notre atmosphère. Je pense donc qu'il serait temps de réfléchir à nouveau aux écarts de fiscalité entre les différents produits pétroliers. Compte tenu de l'évolution des spécifications des différents carburants, leurs performances environnementales vont être grandement améliorées. Il serait donc temps d'examiner un rééquilibrage de la fiscalité entre le diesel et l'essence. Je pense que si cet équilibre était plus satisfaisant, les débouchés seraient plus nombreux pour les produits issus de l'éthanol.

Par ailleurs, pour revenir sur ce que j'ai dit tout à l'heure, je tiens à rappeler que l'éthanol peut soit être utilisé sous forme pure, comme au Brésil, soit sous la forme d'un additif (l'ETBE). C'est l'ETBE qui contient beaucoup d'hydrocarbures (98 %), ce qui le rend très sensible à la variation du prix du pétrole. Si l'on utilisait l'éthanol pur, cette sensibilité serait beaucoup moins forte. Je pense donc qu'il serait intéressant de lancer des expérimentations pour accroître la proportion d'éthanol dans les carburants, comme cela se fait en Suède (5 %) ou aux Etats-Unis (10 %) depuis longtemps.

### **Damien GIVELET**

Monsieur Girard, pourquoi ne faisons-nous pas cela en France ?

## **Michel GIRARD**

Parce que les spécifications des carburants en Suède ou aux Etats-Unis ont été modifiées pour ne plus être soumis à la contrainte de volatilité qui pèse très lourdement sur les véhicules et sur les carburants. Les véhicules doivent satisfaire à un certain nombre de normes et si l'on mettait 5 % d'éthanol dans leur carburant, ils ne répondraient plus aux normes européennes.

## **Damien GIVELET**

Qu'attendez-vous du futur projet de loi sur l'énergie qui découlera de ce débat national ?

## **Pierre CUYPERS**

J'en attends des objectifs clairs et précis qui devront aller dans le sens de la directive européenne, un cadre réglementaire avec une fiscalité adaptée et, pour les investisseurs, une parfaite visibilité sur la filière des biocarburants. Il n'est en effet pas question de développer cette filière sans sécurité d'approvisionnement et sans sécurité industrielle.

## **Michel GIRARD**

Nous souhaitons que les biocarburants suivent les demandes des constructeurs automobiles. Par ailleurs, en tant qu'investisseur, nous venons de vivre un « coup d'accordéon » sur la défiscalisation de la filière éthanol, ce qui n'est pas du tout satisfaisant pour la poursuite du développement de l'ETBE. On ne peut en effet pas piloter des investissements qui nécessiteront dix années d'amortissement si la loi de finances risque de remettre tout cela en cause du jour au lendemain.

## **Pierre COUVEINHES**

Je pense qu'il faut tout d'abord faire un suivi précis des avantages environnementaux et énergétiques des différentes filières. Il faut également prêter la plus grande attention à la question de la fiscalité pour voir si les écarts qui existent actuellement reflètent bien les avantages des différentes filières. Je pense notamment à l'écart entre le diesel et l'essence.

Je pense par ailleurs qu'il faut ajuster le niveau de défiscalisation et le lier au prix du carburant et des matières premières agricoles.

J'attends enfin une action de progrès. L'augmentation des volumes qui sera recommandée par l'Union européenne doit être l'occasion de fixer des objectifs de progrès pour arriver avant tout à une réduction des coûts. D'un point de vue technique, il existe des solutions. Il existe des voies d'amélioration pour l'éthanol, tant pour une réduction des coûts que de notre dépendance aux hydrocarbures. Je pense qu'il faut également faire des essais avec les constructeurs automobiles sur l'utilisation d'éthanol pur, même si certains d'entre eux s'y montrent réticents.

## **Un intervenant**

L'on peut imaginer optimiser ces filières, mais l'on peut en choisir d'autres pour arriver à une rentabilité meilleure au point de vue de la production de biocarburants.

## **Damien GIVELET**

Certaines plantes sont-elles plus appropriées que d'autres ?

**Pierre COUVEINHES**

Oui, deux techniques sont très intéressantes. La première est l'hydrolyse enzymatique, qui permet de transformer la cellulose du bois ou de plantes entières, sans avoir besoin de séparer la graine du reste, en sucre fermentescible. La deuxième est la gazéification directe de bois ou de produits organiques.

**Damien GIVELET**

Est-ce bénéfique pour l'effet de serre ?

**Pierre COUVEINHES**

Oui, vous pouvez imaginer utiliser des filières entièrement intégrées au niveau biomasse. En général, ce sont des filières de cracking chimique ou de pyrolyse.

**Damien GIVELET**

En termes de rejets dans l'atmosphère, ce sera toujours mieux que du pétrole ou du gaz ?

**Pierre COUVEINHES**

Je citais des filières qui n'ont pas encore été évaluées. Il s'agit de pistes qui, sur le papier, paraissent intéressantes. Les trois premières filières dont nous avons parlé sont plus anciennes : elles sont testées et expérimentées depuis plusieurs années.

**Michel GIRARD ?**

Je confirme que ces produits peuvent être parfaitement optimisés par rapport aux moteurs.

**Damien GIVELET**

Je vous propose de passer la parole à la salle.

## Débat avec la salle

### **Yves BALCOU, ancien Maître de conférences, Université de Rennes**

Je voudrais d'abord faire quatre remarques. Premièrement, le carburant fossile est un biocarburant. Deuxièmement, quand nous fabriquons les nouveaux biocarburants, nous n'utilisons que la partie la plus noble de la plante. Troisièmement, ces molécules correspondent à des carbures substitués qui ont certaines propriétés soit de toxicité soit de tension superficielle, qui rendent délicat leur usage pur ou à de fortes concentrations. Quatrièmement, le parc automobile existant dans le monde est énorme et il n'est pas question de le modifier du jour au lendemain, pour le rendre compatible avec les biocarburants.

Au lieu de se concentrer sur les recherches soit chimiques soit biochimiques, ne pourrait-on pas rechercher des organismes de nature moléculaire qui, dans certaines conditions de température et de pression, seraient capables de fabriquer des carburants à peu près identiques à ceux que l'on utilise actuellement dans nos voitures ?

### **Michel GIRARD**

Je vois que vous connaissez très bien le sujet. Les carburants à la pompe sont en effet tous issus de la végétation qui existait il y a quelques millions d'années : c'est en ce sens que vous dites qu'ils sont tous des biocarburants.

La perspective de recherche que vous indiquez demeure assez lointaine. Lorsqu'on procède à un forage à quelques milliers de mètres de profondeur, il nous arrive en effet de recueillir des organismes qui ont résisté dans des conditions extrêmes. Est-ce que de ces organismes, on arrivera un jour à sortir quelque chose ? Cette perspective est vraiment très lointaine. Pierre Castillon, ici présent, répondrait bien mieux que moi. ~~Je vois qu'il opine du chef.~~

### **Marc JEDLICZKA, Comité de liaison des énergies renouvelables**

Une filière est en permanence absente du débat : celle des huiles brutes végétales. Or le rapport de l'ADEME lui donne un avantage en termes d'effet de serre et d'énergie de deux à trois par rapport aux filières de carburants plus complexes comme les diesters ou l'éthanol. Par ailleurs, contrairement aux autres biocarburants, l'huile brute végétale n'est pas exonérée de TIPP, alors qu'il s'agit de biocarburants produits en France. En plus, la directive européenne sur les biocarburants vient d'admettre que l'huile végétale brute est éligible aux systèmes des avantages fiscaux des biocarburants. Les discours tenus sur la fiscalité ne doivent-ils donc pas être élargis à cette filière courte, qui présente par ailleurs de nombreux autres avantages ?

### **Pierre CUYPERS**

Je crois que ceci serait envisageable en effet. Cela dit, en bout de chaîne se trouve l'utilisateur, qui est le constructeur automobile. Aujourd'hui, le constructeur automobile ne rentre dans l'huile...

### **Marc JEDLICZKA, Comité de liaison des énergies renouvelables**

Pourtant, ces huiles brutes sont utilisables à 50% dans le moteur diesel, sans aucune modification. Pour monter à 100 %, quelques modifications suffisent, pour un coût maximum de 1 500 euros.

### **Pierre CUYPERS**

Il n'en demeure pas moins qu'il est nécessaire de convaincre les acheteurs du produit. Il est vrai que, sur une exploitation agricole, on peut utiliser de l'huile produite sur place.

### **Michel GIRARD**

Il est vrai que sur le plan technique, le principe fonctionne. Mais les huiles végétales, à température élevée (comme dans la technologie actuelle des moteurs diesel à injection directe), risquent de subir des modifications de structure, ce qui pourrait poser des difficultés.

### **Pierre COUVEINHES**

Tout d'abord, il faut voir ce que les constructeurs sont prêts à donner comme garantie au niveau des moteurs si vous utilisez des carburants de ce type. Par ailleurs, les circuits de distribution des moteurs ne seront peut-être pas adaptés à une telle huile pure. A l'heure actuelle, la solution la plus simple et la plus efficace consiste à allier les biocarburants aux carburants classiques, plutôt que de créer des réseaux de distribution séparés, ce qui semble beaucoup plus complexe. Par contre, je ne me prononce pas sur l'intérêt de la défiscalisation.

### **Damien GIVELET**

Les technologies des moteurs diesel actuels, qui mettent en jeu des pressions de plus en plus élevées, posent-elles des problèmes vis-à-vis des biocarburants actuels ?

### **Michel GIRARD**

Tous les tests effectués avec le carburant à 5 % n'ont posé aucun problème.

### **Damien GIVELET**

Les magazines automobiles se font l'écho de problèmes.

### **Michel GIRARD**

On nous réclame des gazoles avec une densité de plus en plus faible, ce qui ne va pas sans nous poser des problèmes. L'ester est un peu à la limite.

### **Pierre COUVEINHES**

Je ne suis pas un grand motoriste, mais aujourd'hui on réduit les teneurs en soufre. Or le diester présente le grand avantage de remplacer le soufre grâce à son effet lubrifiant. Il a donc une valeur dans le mélange qui est supérieure à celle d'un diesel ordinaire.

## **Marc JEDLICZKA**

J'ai sous les yeux une brochure qui nous dit exactement le contraire de ce qui a été indiqué : il y est indiqué que « l'évolution des moteurs diesel est favorable aux huiles brutes. Ces moteurs ont été conçus pour répondre aux nouvelles normes de pollution. Ils se caractérisent par une pression élevée d'injection supérieure à 1 000 bars avec pilotage électronique des quantités injectées. Plus on s'oriente vers des moteurs propres à haute pression d'injection, et plus l'adaptation aux HVB est théoriquement facilitée. » Qui croire ?

## **Michel GIRARD**

Je vous renvoie à nos savants. Moi, je suis plutôt le « paysan » de Total que le technicien des moteurs.

## **Bernard TARDIEU, Académie des technologies**

S'agissant des émissions de gaz à effet de serre, j'avais compris qu'il n'y avait aucune déséquestration de carbone fossile. On est dans le cycle de surface du carbone, on bloque le carbone pendant la croissance de la plante par assimilation chlorophyllienne et on le remet ensuite. *A priori*, l'émission nette est nulle : aussi n'ai-je pas bien compris les nuances que vous faites selon les types de culture, sauf à faire un distinguo entre le CH<sub>4</sub> et le CO<sub>2</sub> qui ont des effets différents.

Par ailleurs, vous n'avez pas du tout évoqué le problème de l'eau. Or l'accroissement de la production de biocarburants ne peut que se traduire par une hausse de la consommation d'eau. En période de sécheresse, on peut donc craindre des tensions inévitables entre les biocarburants et les autres consommateurs d'eau.

## **Pierre CUYPERS**

Sur les rejets, je me réfère à l'étude de l'ADEME et j'invite son directeur, Claude Roy, qui est chargé de ce dossier, à répondre à la question.

## **Claude ROY**

Le bilan brut est effectivement nul. Simplement, pour fabriquer le diester et l'éthanol, il est nécessaire d'injecter de l'énergie d'origine fossile dans le processus, pour distiller l'éthanol et estérifier l'huile végétale. Cet input énergétique ramène le ratio à 0,2 ou 0,3. En gros, le bilan net des émissions de carbone des filières de carburant est réduit de 70 % par rapport au bilan net des émissions de carbone d'une filière globale pétrolière, depuis le puits jusqu'à la roue de la voiture.

## **Pierre CUYPERS**

Toutes les plantes, que ce soit pour produire de l'alimentation ou pour produire du biocarburant, ont les mêmes besoins hydriques et les nappes phréatiques se reconstituent rapidement. J'en veux pour preuve ce qui s'est passé dans la Somme. Pour autant, il est vrai que l'eau constituera le problème majeur du siècle qui s'ouvre et nous travaillons à des variétés de plantes qui seraient moins consommatrices d'eau.

## **De la salle**

Je m'exprime en tant que consommateur. Ne faut-il pas faire preuve de courage et dire clairement aux consommateurs qu'il est temps de revenir à des technologies plus anciennes, à des moteurs qui roulent moins vite et qui consomment moins de carburant ?

## **Damien GIVELET**

La nécessité d'un changement de comportement du consommateur a été l'une des conclusions du débat de Nice.

## **Michel GIRARD**

Vous avez tout à fait raison de poser le débat en ces termes. Cela dit, le principal axe de progrès dans la conception des moteurs n'est pas d'accroître la vitesse, mais de gagner en efficacité énergétique. Les constructeurs automobiles ont pris des engagements à l'échelon européen de réduire le nombre de grammes de gaz carbonique rejetés par kilomètre parcouru. Tous leurs efforts portent sur la réduction de la consommation d'énergie. Il s'agit d'un engagement volontaire de leur part, qui va au-delà de ce qu'avait demandé la Commission.

## **Laurent LEBEL, BRGM**

*Quid* des biocombustibles, c'est-à-dire des combustibles susceptibles de générer de l'électricité ou de la chaleur, et de la biocogénération, que l'on voit notamment se développer en Allemagne ? Si vous allez visiter le système énergétique du Parlement allemand à Berlin, vous verrez une cogénération à diester associée à de la géothermie.

## **Pierre CUYPERS**

Il ne s'agit plus là d'une énergie de transport. Nous travaillons aujourd'hui, pour ce qui nous concerne, à la revalorisation de ce que certains considèrent comme des déchets (la paille) et nous apportons donc notre contribution dans ce domaine.

## **Laurent LE BEL, BRGM**

Je faisais allusion aux esters d'huile végétale qui sont utilisés dans les moteurs de la cogénération du Reischtag.

## **Pierre CUYPERS**

En conclusion, je voudrais dire que nous avons tous une lourde responsabilité. Je reprendrai les propos de Saint-Exupéry : « Nous n'héritons pas la Terre de nos parents, mais nous l'empruntons à nos enfants. » Nous avons la responsabilité de garder un sol actif et productif. L'un des enjeux des biocarburants est de pouvoir maintenir cette économie en place.

*Participaient à la table ronde :*

*Laurent LE BEL, Direction de la Recherche, Bureau de Recherches géologiques et minières (BRGM)*

*Alain LIEBARD, Observ'ER-Observatoire des Energies renouvelables*

*Jean-Marie LOISEAU, Professeur de physique, Université de Grenoble*

*Paul VEYNE, association des retraités du CEA*

*La table ronde était animée par Damien GIVELET, journaliste, LCI.*

## **I. Focus sur la géothermie profonde**

**Laurent LE BEL, Direction de la Recherche, Bureau de Recherches géologiques et minières (BRGM)**

### **1. La ressource géothermique**

La géothermie est une source d'énergie renouvelable. Il convient tout d'abord de rappeler que la ressource géothermique constitue une énergie de flux. Celui-ci est en moyenne d'environ 60 milliwatts/m<sup>2</sup>, ce qui peut paraître faible. Néanmoins, les cinq premiers kilomètres de la croûte terrestre contiennent 140 millions d'exajoules, soit l'équivalent des besoins mondiaux d'énergie primaire pendant 250 000 ans. Les zones actives du globe terrestre permettent de définir une typologie des ressources géothermiques. L'expression en surface de la convection des fluides, est par exemple le geyser, présent lorsque des fissures se produisent dans la croûte terrestre. La vapeur d'eau des geysers peut être turbinée et ainsi produire de l'énergie électrique.

### **2. La production d'électricité « géothermique »**

Au plan mondial, la capacité de production d'électricité géothermique s'établit à 8 gigawatts répartis dans vingt pays producteurs. La production d'électricité géothermique annuelle mondiale est aujourd'hui de 49 térawattheures, soit 0,4 % de la production d'électricité totale (mais 1,6 % de la production à sources d'énergie renouvelables). La plus grande capacité installée se trouve aux Etats-Unis (2,8 gigawatts). Viennent ensuite les Philippines (1,9 gigawatt), où l'électricité géothermique assure plus de 21 % de la production d'électricité domestique. Les coûts d'investissement de cette énergie sont comparables à ceux des autres énergies renouvelables, même s'ils dépendent de nombreux paramètres. Ils varient de 900 à 3 300 euros par kW électrique installé. Les coûts de production varient, eux, de 3,5 à 5,5 centimes d'euro par kW. En France, une seule centrale géothermique est en exploitation à Bouillante en Guadeloupe. Sa capacité est de 4,7 MW électriques. Une deuxième tranche de 10 MW électriques sera en fonctionnement à la fin de l'année 2003, ce qui devrait permettre, dès 2004, de couvrir environ 10 % des besoins en électricité de ce territoire d'outre-mer français.

### **3. La géothermie profonde généralisée**

L'objectif consiste à généraliser la géothermie aux zones profondes de la croûte terrestre. En France ou en Europe, il est nécessaire, pour atteindre 200 degrés, d'aller à une profondeur d'environ 5 000 mètres. C'est ce qui a été réalisé en France à la fin des années 80, après un semi-échec d'une tentative de même type aux Etats-Unis effectuée par le laboratoire de Los Alamos. La France disposait de conditions géologiques favorables en Alsace, sur un site situé à proximité de Haguenau, Soulz-sous-Forêts, où une anomalie géothermique permettait d'atteindre des températures de 150 degrés à seulement 3 000 mètres de profondeur. Seulement, aucun réservoir n'existait sur ce site, ce qui imposait de stimuler les masses rocheuses en profondeur afin de créer un échangeur thermique. Des forages ont été réalisés dans ce but, espacés de 500 mètres, et en stimulant les fractures existantes dans le massif rocheux par des injections d'eau sous pression, un échangeur profond a été ainsi créé de façon artificielle.

Une boucle de 10 MW thermiques a été ensuite établie ce qui constitue indéniablement une réussite. Ceci a été permis notamment grâce à l'appui de l'ADEME, du Ministère de la Recherche et de la Commission européenne qui a également apporté son concours. Ce projet se poursuit, à un rythme raisonnable, et le dispositif devrait être complété par le forage d'un troisième puits à 5 000 mètres de profondeur. En 2004, le dispositif sera ainsi constitué d'un puits d'injection central et de deux puits de production latéraux, pour une production équivalente à environ 7 MW électriques (50 MW thermiques). Le projet de Soulz-sous-Forêts a servi de modèle à d'autres initiatives au plan international calquées sur le même schéma, notamment à Bad Urach (Allemagne), à Bâle (Suisse) et à Habanero (Australie), ce dernier cas étant spécialement remarquable en ceci qu'il s'agit d'un projet d'initiative privée, qui a levé des fonds sur le marché boursier.

La carte de répartition températures à 5 000 mètres de profondeur en Europe montre que des ressources existent pour mener des projets comparables et ainsi produire de la chaleur ou de l'électricité de manière significative. Une cartographie détaillée permet de constater des températures particulièrement élevées autour du bassin méditerranéen, notamment en Catalogne et en Toscane (l'Italie est le premier pays producteur d'électricité géothermique en Europe), dans le sillon rhodanien et les Limagnes du Massif Central en France, en Turquie, en Slovénie, en Croatie et en Hongrie. La perspective d'exploitation de ces sites paraît d'autant plus intéressante que les « cycles binaires » peuvent aujourd'hui être mis en œuvre pour produire de l'électricité, à partir de fluides à faible température (environ 100 degrés). En Islande, l'exploitation d'un fluide géothermal à 120 degrés permet le fonctionnement d'une centrale à cycle binaire (cycle de Kalina) d'une capacité de 2 MW électriques.

### **4. La géothermie et l'environnement**

La mise en œuvre de la géothermie génère aujourd'hui infiniment moins de gaz à effet de serre que les centrales au gaz naturel, au pétrole et *a fortiori* au charbon. La géothermie constitue donc un axe pouvant être privilégié dans le cadre d'une politique de développement durable, comme l'illustrent déjà plusieurs projets dans le monde.

### **5. Questions de la salle**

#### **Paul VEYNE, association des retraités du CEA**

La géothermie provient du magma maintenu en fusion grâce à sa radioactivité. En conséquence, y a-t-il des risques de radioactivité et notamment des risques de cancer de la thyroïde ?

## **Laurent LE BEL**

Le flux géothermique est la somme de la désintégration d'éléments radioactifs en profondeur et de l'énergie issue de la création de notre planète (par le « Big Bang »). La tectonique des plaques a ensuite conduit des magmas à se rapprocher de la surface. Ces magmas ont inter-réagi avec des fluides, lesquels ont créé des réservoirs chauds, qui sont parfois proches de la surface : il suffit de faire un trou d'épingle (le forage) pour avoir un puits qui génère de la vapeur. Cette vapeur turbinée permet de produire de l'électricité. Il n'y a donc aucun danger pour la santé.

## **De la salle**

Quel est le coût de revient de la production d'1 MW électrique ou de chaleur ?

## **Laurent LE BEL**

D'après les estimations, dans le bassin parisien, la « chaudière », c'est-à-dire le puits d'injection, le puits de production et l'échangeur thermique, met à disposition le kW/h thermique à 1,2 centime d'euro, ce qui est très compétitif. Pour la production d'électricité, le coût dépend de la ressource et de la composition du champ, ainsi que de l'accessibilité du site. On estime les coûts de production entre 3,5 et 5,5 centimes d'euro par kW/h.

## **Damien GIVELET**

Pouvez-vous nous rappeler combien de foyers sont alimentés en géothermie dans le bassin parisien ?

## **Laurent LE BEL**

Aujourd'hui, 34 installations géothermiques alimentent 130 000 logements dans le bassin parisien. Le bassin parisien a compté jusqu'à 50 installations géothermiques, mais certaines ont connu des déboires financiers – elles ont emprunté à des taux trop élevés – et ont été obligées de fermer.

## **Damien GIVELET**

Quel âge ont ces centrales ?

## **Laurent LE BEL**

Les premières ont été construites en 1975 et continuent à bien fonctionner.

## **Jean-Marie LOISEAU, Professeur de physique, Université de Grenoble**

Si aucun paramètre économique ne constituait un obstacle à la géothermie en France, quelle serait la contribution totale de celle-ci à la production d'énergie ?

## **Laurent LEBEL**

Un kilomètre cube de roches à 5 000 mètres de profondeur, à Soulz par exemple, qui serait refroidi de vingt degrés (avec une roche initialement à 200 degrés) durant vingt ans, permettrait d'alimenter une centrale géothermique de 10 MW électriques durant ces vingt

années. Le potentiel de Soultz s'élève à 4 000 kilomètres carrés. Si 10 % de ce potentiel était équipé, 400 kilomètres cubes seraient exploités, ce qui permettrait de pourvoir à la consommation électrique de l'Alsace et du Land de Baden-Württemberg pendant vingt ans.

### **Damien GIVELET**

Vous semblez dire qu'il y a une perte au bout de vingt ans. Or, si je vous ai bien suivi, la géothermie est une énergie renouvelable.

### **Laurent LE BEL**

Elle est renouvelable parce qu'une fois que vous avez exploité un kilomètre cube, vous pouvez théoriquement « attaquer » le kilomètre cube voisin et laisser le premier récupérer son énergie initiale.

### **Damien GIVELET**

Au bout de combien de temps l'énergie est-elle récupérée ?

### **Laurent LE BEL**

Je n'ai effectivement pas fait le calcul

## **II. Focus sur les certificats verts**

### **Alain LIEBARD, Observ'ER-Observatoire des Energies renouvelables**

#### **1. Définition**

Il me paraît avant tout nécessaire de donner des définitions à la notion de certificats verts sous peine de faire naître des incompréhensions. Un certificat vert constitue en fait une preuve qu'une certaine quantité d'électricité verte ou renouvelable a été produite. Les certificats verts sont fournis aux producteurs qui en font la demande par une autorité compétente (un « Institut d'émission » ou *issuing body* en anglais). Ces autorités compétentes qui gèrent des territoires régionaux sont réunies dans une autorité européenne, qui s'appelle l'AIB (*Association of Issuing Bodies*). Les certificats verts sont vendus à des acteurs (généralement de gros consommateurs industriels ou des collectivités locales) qui désirent en acheter. Le principe de base est le suivant. Une installation utilisant une énergie renouvelable produit de l'électricité, qui est offerte sur le marché classique de l'électricité. Parallèlement, les producteurs qui se sont faits préalablement enregistrer demandent l'émission d'une certification verte, l'ensemble de ces deux rémunérations formant la rémunération de la production d'électricité verte.

#### **2. Les incitations au développement des certificats verts**

Pourquoi les certificats verts qui existent depuis trois à quatre ans dans différents pays européens n'existent-ils que de façon marginale en France ? Quelle est la raison de cette spécificité française ? La raison tient à la libéralisation récente du marché de l'électricité. Au fond, nous devons anticiper sur l'évolution des mentalités des consommateurs. Aujourd'hui, nous avons l'expérience des clients éligibles, ces gros consommateurs d'électricité qui ont déjà la possibilité de choisir leur fournisseur d'électricité. La libéralisation du marché de

l'électricité entraîne la concurrence entre les différents producteurs et opérateurs qui proposent des services d'électricité à leurs clients. Aujourd'hui, l'on a tendance à penser que les offres se ramènent uniquement à des offres économiques. Certes, le tarif constitue l'élément principal d'une offre, mais ce n'est pas le seul. A côté du tarif, le fournisseur peut mettre en avant l'origine de l'électricité produite. Aujourd'hui, seul un tiers du marché de l'électricité est libéralisé et les certificats verts qui sont émis sur le territoire français s'adressent exclusivement aux clients éligibles, puisque aucun autre client ne peut demander à bénéficier de certificats verts.

Au fond, ce qui se passe aujourd'hui sur les certificats verts en France doit s'appréhender comme une forme de test d'apprentissage. En effet, les certificats verts font appel à des systèmes de régulation, à des systèmes de mise en œuvre d'un marché particulier et personne n'a d'expérience sur ces mécanismes. Il est nécessaire de faire cette courbe d'apprentissage parce que le jour où le marché sera entièrement libéralisé, c'est-à-dire à partir de 2004 pour tous les clients sauf les ménages et à partir de 2007 pour les ménages, il sera trop tard pour apprendre à manier ces éléments du marché. Ceux qui maîtriseront le mieux les concepts d'un marché libéralisé seront alors les mieux placés pour remporter des parts de marché. La libéralisation récente du marché français explique donc pourquoi les certificats verts sont encore peu ou mal connus dans notre pays.

Un autre facteur d'incitation réside dans l'objectif, fixé par une directive européenne, de consommation de « 22,1 % d'électricité d'origine renouvelable dans la consommation brute d'électricité en 2010 ». Tous les mots ont une importance : la directive fixe un objectif en termes de consommation brute et non de production. Par conséquent, il est très important de qualifier l'électricité verte en fonction de son lieu de consommation et non exclusivement en fonction de son lieu de production. L'électricité verte produite en France n'est pas obligatoirement consommée en France et n'est donc pas forcément comptabilisée dans les 21 % d'électricité d'origine renouvelable que la France souhaite atteindre. Il est donc nécessaire de tracer l'électricité verte, l'idéal étant que l'électricité verte soit produite et consommée sur le sol français. Pour qu'elle soit consommée, il faut qu'elle soit tracée et que des certificats soient attachés à sa consommation. Cette traçabilité est le seul moyen de prouver que nous avons atteint nos objectifs puisque, encore une fois, nos objectifs ne concernent pas uniquement la production, mais également la consommation.

Enfin, comme l'a rappelé Madame la Ministre ce matin, nous devons transposer en droit français, dans le cadre de cette directive sur la part des énergies renouvelables, avant octobre 2003 la « garantie d'origine », qui constitue l'un des deux volets d'un certificat vert.

Pour revenir aux fondamentaux, sur le réseau, un électron vert est un électron gris : une fois que l'électricité est produite, quelle que soit sa source de production, l'électron se dirige vers le lieu qui présente la plus grande différence de potentiel et il n'est pas possible de le « badger » pour le tracer. Par conséquent, dès que l'électron est produit, quelle que soit son origine, il est gris. Ceci rend impossible la valorisation d'un kilowattheure vert auprès du consommateur puisque, sauf si la production lui est complètement dédiée et qu'une ligne directe relie le lieu de production et le lieu de consommation, la plus-value de l'électricité d'origine renouvelable sera diluée dans un océan d'électricité de toutes origines.

Par conséquent, un certificat vert est une preuve que de l'électricité verte a été injectée sur le réseau. Il s'agit d'un instrument de négoce qui permet de faire se rencontrer une offre et une demande. Il n'y a pas plus de légitimité d'aider à l'initialisation d'une demande sans aider une offre que d'aider à l'initialisation d'une offre sans aider la demande. Il faut qu'un outil de production puisse naître parallèlement à l'émergence d'une demande qui serait satisfaite par la réalisation de cet outil de production. J'insiste sur le fait que les tarifs d'achat garantis ne sont pas une alternative aux certificats verts, de même que les certificats verts ne sont pas une alternative aux tarifs d'achat garanti. Les deux systèmes doivent pouvoir cohabiter pour faire

naître simultanément une offre de production et une demande en électricité verte. Dans ce cadre, les oppositions à l'éolien diminueraient sensiblement puisque les consommateurs pourraient également se structurer en association de demande de kilowattheures verts et verraient leur demande satisfaite.

Il est donc très important, comme cela a été dit ce matin, de travailler sur les deux bouts de la chaîne. Les deux systèmes ne sont pas concurrents : il faut faire en sorte que le système de tuilage existe à tout instant et donne la priorité dans un premier temps à un système de tarifs d'achat garantis sans pour autant contrarier l'existence d'un système de certificats verts pendant la période probatoire. En effet, un système de certificats verts ne vient pas prendre brutalement le relais d'un autre système : il s'agit au contraire d'un système qui présente une courbe d'apprentissage du côté du consommateur, du producteur et de l'opérateur électrique et qui progressivement prend la place d'un autre. Le système de certificats verts n'est pas exclusif d'autres mécanismes de soutien : il permet d'apprécier une valorisation supplémentaire de la qualité environnementale.

Les certificats verts comptent aujourd'hui plus de 1,5 million de clients en Europe pour environ 5 térawattheures : ils sont 1,5 million aux Pays-Bas, 400 000 en Allemagne, 40 000 au Royaume-Uni. La Suisse est le pays qui est allé le plus loin dans sa proposition de différents paliers énergétiques aux consommateurs avec sa proposition « Sig Vital » sur le canton genevois, pour 15 % des 250 000 clients des services industriels genevois. En France, nous assistons à la naissance de l'offre Equilibre, proposée par EDF à ses clients éligibles. Le marché des certificats verts est en augmentation puisqu'en 1999, il ne comptait que 140 000 clients aux Pays-Bas. En 2002, 14 millions de certificats verts ont été émis sur l'ensemble des pays européens.

Sont concernés par l'offre verte tous les producteurs d'électricité renouvelables qui le souhaitent, sauf ceux qui ont adhéré au tarif d'achat 2001. Il est prévu que le certificat vert soit transmis à l'opérateur dans le cadre du tarif d'achat, mais comme il est prévu également un fonds de compensation pour dédommager l'opérateur de ce surcoût, l'opérateur n'a pas intérêt à demander l'émission du certificat vert. Même si aujourd'hui rien ne s'oppose à ce qu'un certificat vert soit émis parallèlement à un kilowattheure acheté dans le cadre de tarifs d'achat, il n'y aura pas de fait de certificat vert émis dans le cadre du tarif d'achat puisque le fonds de compensation conduit à ce qu'aucun des maillons n'a intérêt à demander l'émission de certificats verts.

Dans quel contexte européen institutionnel et organisationnel se placent aujourd'hui les certificats verts ? Plusieurs systèmes ont été testés. L'Observ'Er travaille depuis quatre ans sur la problématique et la réflexion sur les certificats verts et a contribué à créer l'association RECS International (*Renouvelable Energy Certificate System*), à laquelle peuvent adhérer tous les acteurs du marché, depuis les émetteurs jusqu'aux traders en passant par les consommateurs. Parallèlement, existe une association dont j'ai déjà parlé, l'AIB, dont l'Observ'Er est l'un des membres fondateurs, et qui réunit exclusivement les instituts d'émission. Les instituts d'émission adhèrent à une charte fondamentale, qui recense les règles à respecter par tous les participants au RECS. Cette charte fondamentale a fait l'objet de discussions longues et difficiles puisqu'un système de certificats verts ne peut fonctionner que s'il est transparent, codé, normé et contrôlé. La charte définit le certificat vert, fixe sa durée, etc : il s'agit d'un ensemble de documents normatifs et techniques qui réunit l'ensemble des adhérents au système RECS.

Quatre étapes clés jalonnent le processus d'émission des certificats verts : l'enregistrement d'un outil de production, une demande d'émission de certificat, éventuellement une demande de transfert et enfin une consommation de certificat qui se traduit par un retrait. S'il n'y a pas de retrait, il n'y a pas de consommation de certificat : le retrait est donc un élément très important.

L'émission de certificats verts a débuté il y a six mois en France. 486,42 MW de puissance installée ont été enregistrés à ce jour dans la base de données, 81 924 certificats de 1 mégawattheure ont été émis, 95 % d'entre eux ont été consommés sur le marché national et 5 % ont été exportés, 99 % concernent des contrats d'approvisionnement à long terme et 1 % ont été négociés sur les marchés *spot*. En conclusion, nous sommes dans une phase de test et la valeur du certificat deviendra importante, le jour où il existera des quotas par famille de consommateurs. Pour atteindre l'objectif de 21 % d'électricité consommée d'origine renouvelable en 2010, il serait nécessaire et utile que soient mis en place des systèmes de quotas par famille de consommateurs, quotas qui seraient opérants pour l'ensemble des opérateurs électriques et qui les placeraient donc à identité de concurrence.

### **3. Questions de la salle**

#### **Bernard TARDIEU, Académie des Technologies**

On comprend bien le mécanisme des échanges de permis d'émission de carbone : un opérateur émet du carbone et l'échange contre un autre opérateur qui ne va pas en émettre dans le futur. Ce mécanisme est clair et a un objectif vertueux très net. En revanche, le mécanisme des certificats verts est beaucoup moins limpide. Je ne vois pas, à long terme, le caractère vertueux de trouver des acheteurs qui acceptent de payer plus cher une électricité qui est totalement identique à ce qu'ils pourraient trouver sur le marché. En particulier, je me demande si toute l'énergie verte ancienne, hydraulique, va recevoir des certificats verts alors qu'elle est déjà incluse dans l'ensemble du débat. J'avoue que je n'ai pas compris la logique. Pourquoi le certificat vert remplace-t-il dans la pratique le système d'échanges de permis d'émission de carbone ?

#### **Alain LIEBARD**

D'une certaine façon, vous avez raison. Cela a d'ailleurs été souligné à plusieurs reprises par la table ronde de ce matin. La question est celle de la satisfaction d'une demande du consommateur. Il n'est pas satisfaisant pour un consommateur de payer un surcoût sans pouvoir profiter de son affichage et faire profiter ses clients des retombées vertes des biens qu'il acquiert.

#### **Damien GIVELET**

Vous nous parlez de marketing : une entreprise peut mettre en avant son certificat vert pour montrer qu'elle est vertueuse.

#### **Alain LIEBARD**

Actuellement, vous avez d'autres produits que de l'énergie qui sont fabriqués et qui se positionnent sur le marché en mettant en avant une problématique environnementale : c'est le cas dans les pays du Nord notamment. On ne voit pas pourquoi l'électricité en tant que telle échapperait à une problématique générale qui concerne toutes les fournitures de biens et services et toutes les matières premières. Il ne s'agit donc pas d'une démarche spécifique à l'énergie, mais d'une démarche globale.

### **Jacques DAVY, CGT, RTE (EDF)**

Vous avez décrit l'ouverture progressive du marché de l'électricité jusqu'en 2007, où la libéralisation devrait être totale et englober également des ménages. Pour ma part, j'attends comme beaucoup un éclaircissement. Si la concurrence est totale en 2007, cela signifie que deux maisons mitoyennes pourront payer l'électricité à un tarif différent. Or le Gouvernement continue à dire que la péréquation devra exister, ce qui me semble contradictoire. Il faudra choisir entre la liberté des prix et la péréquation.

Concernant les certificats verts, il me semble que l'achat d'un certificat est une démarche individuelle, qui vise à satisfaire un individu ou une entreprise et qui peut être utilisée à des fins commerciales. Je ne vois pas d'autre motivation et je suis donc perplexe quant aux bénéfices globaux qui peuvent en résulter pour la société dans son ensemble. On pourrait obliger EDF à acheter ce genre d'énergie pour ensuite, à travers son réseau de distribution, la « péréquer » à tout le monde. Autrement, je ne vois pas comment l'on pourrait obliger des consommateurs à acheter de l'énergie plus cher. Qu'elle soit verte, grise ou bleue, je ne pense pas que les ménages soient très préoccupés par ce sujet et je ne vois comment l'on pourrait les obliger à acheter de l'électricité plus cher.

### **Damien GIVELET**

Cette question semble être frappée au coin du bon sens.

### **Alain LIEBARD**

Je constate qu'en Europe, les réseaux de transport d'électricité sont les principaux acteurs d'émission et d'échange de certificats verts. Nous sommes tenus d'alerter l'ensemble des acteurs français du secteur que ce système existe et risque de se développer avec l'ouverture croissante du marché de l'électricité. Vous ne pourrez pas empêcher que des offres soient proposées. Vous ne pourrez pas empêcher non plus des collectivités locales, à partir de 2004, de souhaiter montrer à leurs mandants qu'elles ont consenti des efforts dans ce domaine.

### **De la salle**

Vous proposez d'installer un ensemble de « machines tournantes » à travers la nature. Or, en Ille-et-Vilaine, dans un élevage de moyenne importance, on a remarqué que ces machines avaient des effets néfastes sur la santé de certains animaux au voisinage de lignes à haute tension. Si l'on multiplie les lignes électriques à partir de machines tournantes mises en œuvre par le vent, quelles seront les conséquences sur les plantes, sur les animaux et sur l'homme ?

### **Damien GIVELET**

Nous répondrons à cette question après l'intervention consacrée à l'éolien.

### **De la salle**

Cette question entraînera beaucoup d'autres questions, qui ont une incidence exacte sur 160 000 causes de décès.

### **III. Focus sur le développement du solaire photovoltaïque**

**Philippe MALBRANCHE, Commissariat à l'Énergie atomique (CEA)**

Je suis heureux de pouvoir vous présenter ce sujet, qui revêt une grande importance pour le futur. Je dispose de peu de temps, et j'espère que vous ne m'en voudrez pas si je survole ou si je mets de côté certains aspects. En tout cas état de cause, je répondrai à vos questions sur les points que je n'aurai pas abordés. Mon exposé comprendra trois parties. La première partie sera consacrée à une description de la situation actuelle. Je souhaiterais que vous reteniez de cette partie que l'énergie solaire photovoltaïque existe et est opérationnelle : il ne s'agit pas d'une curiosité de laboratoire. Elle est devenue une affaire industrielle majeure. La deuxième partie s'attachera à montrer le potentiel de cette énergie, lequel ne se trouve pas toujours là où on l'attend. Enfin, la troisième partie décrira les développements nécessaires pour accompagner cette filière.

#### **1. La situation actuelle**

L'énergie photovoltaïque est une énergie jeune. Les premières cellules photovoltaïques ont été installées sur les satellites en 1960. Les premières applications terrestres sont apparues dans les années 70, les applications domestiques dans les années 80 et les applications de couplage au réseau dans les années 90. Depuis quelques années, l'énergie photovoltaïque commence à représenter des volumes importants, de plusieurs centaines de mégawatts.

A ce jour, les applications professionnelles concernent le balisage, les télécommunications, l'éclairage... Leur marché paraît aujourd'hui stable, d'autant plus que le solaire photovoltaïque semble être meilleur marché que d'autres sources d'énergie, si l'on examine le coût de l'électricité en incluant le coût de distribution – et pas uniquement son coût de production.

Les applications domestiques dans les pays en développement concernent l'éclairage, l'audiovisuel, le froid, le pompage... Ces applications sont diversifiées et permettent de répondre aux besoins dans ces pays. Dans les pays industrialisés, c'est-à-dire dans les pays où la majorité des bâtiments sont raccordés au réseau, le couplage au réseau est devenu une application courante. Les modules solaires produisent de l'électricité quand il y a du soleil : cette électricité est soit consommée soit réinjectée sur le réseau. Ce système peut être mis en place dans des habitations individuelles, dans des lotissements (en Hollande, plusieurs lotissements de centaines de logements utilisent ce système), dans des immeubles à usage industriel et commercial à des fins d'image de marque et de confort (le photovoltaïque crée des ambiances intérieures agréables et des volumes lumineux), dans des milieux urbains (murs anti-bruit, stations services, etc.). L'on compte actuellement environ quelques centaines de réalisations en France, mais d'autres pays sont bien plus avancés, avec plusieurs centaines de milliers de réalisations.

En résumé, l'on distingue les applications « en site isolé » des applications « en couplage réseau ». Les applications en site isolé, qui ont une motivation économique, se comptent par plusieurs millions de par le monde. Les applications en couplage réseau, sur des petites maisons, des grands immeubles ou des centrales, sont un peu moins nombreuses car ce marché est apparu plus récemment, mais se comptent tout de même en plusieurs centaines de milliers. Ces applications ne sont pas encore économiques, mais sont considérées comme un investissement préparatoire aux développements futurs.

Au plan mondial, le marché est en forte croissance. L'an dernier, il a représenté 500 MW et 3 milliards d'euros de chiffre d'affaires. Cet engouement résulte de la fiabilité de la technologie, des nouvelles possibilités de services rendus, des retombées positives sur

l'emploi à la fois au niveau des producteurs et des installateurs, de la régularité, de la bonne répartition de cette énergie sur la planète (tous les pays situés à la même latitude sont égaux devant l'énergie solaire) et des inconvénients des sources d'énergie traditionnelles.

A l'heure actuelle, les systèmes photovoltaïques sont basés sur le silicium, un matériau semi-conducteur. Il y a six ans, le Japon représentait un quart de la production mondiale. Aujourd'hui, à la suite d'un programme ambitieux combinant des actions de R&D, un soutien industriel et des incitations à l'ouverture du marché, il représente la moitié du marché mondial. L'Europe se situe en deuxième position, derrière le Japon.

Interviennent dans ce secteur des acteurs industriels de premier plan : il s'agit de grands groupes tels que Sharp, BP Solar, Kyocera, Shell Solar, Sanyo, Mitsubishi... Les dix premiers producteurs représentent 90 % de la production mondiale. Le marché est clairement sorti de l'artisanat. Les modules et les cellules ne sont plus produits dans des PME, mais dans des usines qui nécessitent d'importants investissements capitalistiques. Les dix premiers producteurs investissent chaque année des centaines de millions d'euros pour rester dans la course.

En somme, la situation actuelle se caractérise par une forte croissance du marché et par des acteurs de taille notable.

## **2. Les perspectives et le potentiel**

Le contexte international est aujourd'hui favorable au solaire photovoltaïque, tant en raison de la préoccupation croissante pour l'environnement qu'en raison de la préoccupation également croissante pour l'aide au développement des pays n'ayant pas accès (ou pas suffisamment) à l'énergie. Le solaire photovoltaïque bénéficie du soutien du public : partout où des réalisations sont initiées, l'effet « dominos » est tout à fait notable.

Les deux types d'application, déjà évoquées, constitueront les deux principaux marchés : le couplage au réseau dans les pays industrialisés et les applications en site isolé pour répondre aux besoins d'électrification rurale dans les pays en développement. A l'heure actuelle, malgré les efforts consentis en matière d'électrification rurale, le nombre de personnes non raccordées au réseau dans les pays en développement augmente. Au cours des vingt-cinq dernières années, 1,3 milliard de personnes ont été raccordées à des réseaux. Or dans le même temps, la population de la planète s'est accrue de deux milliards d'habitants supplémentaires : par conséquent, année après année, les personnes privées d'électricité sont en nombre croissant, car les procédés d'électrification classiques coûtent trop cher dans ces pays. Le développement du solaire photovoltaïque dans les pays en développement doit permettre une plus grande solidarité entre le Nord et le Sud et doit apporter à ces pays de meilleures conditions de développement. En outre, comme il permet de réduire la demande en combustibles fossiles dans ces pays, il desserre aussi la contrainte dans les pays industrialisés. L'association des industriels européens, l'EPIA, réfléchit aux marchés du futur : le marché de l'électrification rurale, le marché du couplage réseau... L'EPIA a édité une brochure intitulée « *Solar Generation* », qui vient d'être traduite en français et qui va être diffusée à partir d'aujourd'hui par l'ESPLU et peut-être par l'ADEME. Cette brochure fait état de différents scénarios de développement pour le futur. Il s'agit, à mon sens, d'une contribution significative au débat.

Qu'en est-il du potentiel du solaire photovoltaïque dans les pays industrialisés ? Une étude vient d'être réalisée par l'AIE sur ce sujet. Cette étude montre que, selon les pays, l'équipement des toitures et des façades existantes pourrait conduire à une production d'électricité représentant 20 à 60 % de la consommation actuelle d'électricité de ces pays. Les pays qui présentent le potentiel de développement le plus élevé au regard de leur consommation sont les Etats-Unis (58 %) et l'Australie (48 %). Le Canada est moins bien loti avec seulement 35 %. En Europe, nous n'avons pas les chiffres pour la France, car notre pays

ne faisait pas partie du groupe de travail de l'AIE. Les pays européens qui présentent le potentiel de développement le plus élevé sont l'Espagne (48 %) et l'Italie (45 %). En Allemagne, le potentiel est plus faible (30 %), mais reste important.

### **3. Les développements nécessaires**

Tout d'abord, nous sommes sur une filière en perpétuelle évolution. Les marchés montent et, corrélativement, les prix baissent de manière régulière. Comme pour tout produit, la courbe d'apprentissage permet de réduire les prix, en fonction des ventes cumulées. Nous avons un recul sur deux décennies.

Pour accéder au marché, il convient d'accompagner ce développement au plan technique, de l'information et institutionnel, pour faire en sorte que les industriels puissent répondre à la demande. J'insisterai sur la partie technique.

La partie techno-photovoltaïque (capteurs ou modules) représente entre deux tiers et la moitié des systèmes. Il faut travailler à baisser leurs coûts. Cela vaut également pour les parties annexes du stockage. Travailler à la réduction des coûts implique de travailler sur les capteurs mais aussi sur l'ensemble des systèmes et le stockage de l'électricité.

La baisse des prix va se prolonger. Au-delà, le choix des filières ultérieures n'est pas fait. Le CEA a choisi, pour sa part, d'être très actif sur la première filière du silicium, en contribuant à augmenter progressivement le rendement de ses cellules à hauteur de 13 à 16%, et de parvenir à 20 % dans les 4 ou 5 ans à venir. D'autres filières peuvent contribuer à des produits nouveaux ou à des moindres coûts.

Deux orientations sont possibles. La première correspond à la filière organique, qui permet de faire des produits plus souples, voire jetables, à très faible coût. Les enjeux en termes de rendement et de stabilité sont difficiles. Notre objectif est d'atteindre 5 % dans le cadre d'un programme à ans, contre 3 % actuellement. Certaines filières font état de rendements encore supérieurs – avec un record mondial de 37 %. Elles coûtent cependant très cher, c'est pourquoi le CEA se concentre pour l'instant sur les deux premières filières.

S'agissant des systèmes, les produits sont très variés : terrestres, maritimes, aériens. Des centrales de 1 à 2 mégawatts sont installées dans certains déserts, pour des coûts d'environ 15 centimes le kilowattheure, selon l'ensoleillement du désert.

S'agissant de l'intégration du photovoltaïque dans le bâti, des produits nouveaux apparaissent, pour des intégrations différentes dans les systèmes. De nombreuses pistes sont à explorer dans le domaine solaire, notamment concernant le stockage de l'électricité, afin de répondre à un besoin permanent, y compris la nuit. Il faut aussi permettre à un utilisateur de revendre son électricité aux heures de pointe. Les questions de sécurité sont également à traiter.

Intégration, maîtrise de l'énergie, maîtrise de la vente d'électricité, gestion de l'ensemble sont des aspects importants. A l'avenir, les réseaux seront bi-directionnels et toute personne pourra être producteur et consommateur de façon simultanée, au meilleur prix. Pour gagner la confiance des utilisateurs, nous devons travailler sur le bilan énergétique produit par ces systèmes solaires.

En conclusion, nous sommes face à un marché en forte croissance, des baisses de prix, un contexte favorable. Cette ressource a sa place dans le développement durable. En France, une rupture dans les moyens mis en œuvre est nécessaire pour que le pays devienne un acteur et non un simple utilisateur de produits qui viendront d'ailleurs. Quoi qu'il arrive, nos enfants seront équipés dans ce domaine à l'horizon 2030, soit par des producteurs européens, soit par des importateurs.

#### 4. Questions de la salle

##### **Damien GIVELET**

Arnaud MINE, on a découvert que plusieurs pétroliers vendeurs d'énergie investissaient dans le solaire. Pourquoi BP investit-il dans une électricité encore chère et de niche ?

##### **Arnaud MINE, Président-Directeur général d'APEX BP Solar**

La réponse est aisée. Même si mon propos n'est pas de le mettre en avant, le groupe BP a investi dans des capacités de production, pour une production de 65 MW en 2002 et plus de 100 MW cette année, avant de dépasser les 150 MW. Par ailleurs, ces investissements portent aussi sur la recherche et développement, mais aussi dans des programmes d'électrification rurale. Je citerai par exemple un programme de 50 millions de dollars que nous conduisons aux Philippines grâce à des financements espagnols : ce programme équipera 400 000 personnes. BP se positionne à ce niveau en tant que fournisseur de services, en appliquant le principe de concession.

Le groupe BP, deuxième constructeur mondial et premier en termes de chiffre d'affaires, investit chaque année environ 150 millions de dollars dans le photovoltaïque. Comment expliquer cette implication ? Les raisons de ce choix sont simples : nos enfants vivront avec le photovoltaïque. Nous pensons pour notre part que l'échéance est plus en 2020 qu'en 2030 ou 2040. On peut toujours objecter que le photovoltaïque ne représentera que 10 à 15 % de la production électrique française. Peu importe. En 1980, cette énergie coûtait 65 dollars le Watt, à dollar constant. Ce coût a été abaissé aujourd'hui à moins de 3 dollars et ce, sans saut technologique, mais par des tailles d'usine plus élevées. Il y a 10 ans, les usines produisaient 12 MW. Aujourd'hui, nous construisons des usines de 50 à 100 MW. Aujourd'hui, le prix du kilowattheure photovoltaïque est donc compris aujourd'hui entre 20 centimes d'euro et 1 euro, selon les gisements solaires, sachant que le prix du module pèse à hauteur de 65 % dans le coût global. Nous savons donc atteindre le niveau de 15 centimes d'euro le kilowattheure et ce, encore une fois, sans saut technologique. Ce matin, la ministre de l'Industrie a affirmé ce matin que l'énergie photovoltaïque dépendait de la recherche. Il n'en est rien, Madame la ministre : cette énergie renvoie à un problème de stratégie industrielle et non de recherche. Certes, de la recherche est nécessaire, mais en tout état de cause, le problème posé aujourd'hui relève de la stratégie industrielle.

Nous vivons une révolution, dans laquelle la France reste autiste. Les budgets doivent changer d'échelle. Aujourd'hui, une partie des 1 500 salariés de la filière photovoltaïque française risque le licenciement en septembre si les pratiques budgétaires ne changent pas de façon drastique. L'ADEME, ce partenaire ancien, n'a plus les moyens de ses ambitions en ce qui concerne la politique de promotion du photovoltaïque. Le dispositif français est un peu bâtard, entre la promotion des sites isolés dans les DOM-TOM notamment, aucun programme d'électrification de sites isolés dans les pays en voie de développement, alors que le Japon investit chaque année 200 millions de dollars dans la promotion du photovoltaïque, et l'Allemagne ou l'Espagne environ 100 millions d'euros. La France ne débloque pas de budget significatif par rapport à ses partenaires de l'OCDE. Enfin, la promotion du photovoltaïque connecté au réseau, qui devait démarrer en 2002 avec l'arrêté tarifaire, n'a jamais été lancée. Nous avons discuté des tarifs et des contrats de rachat durant 6 mois, et avons abouti à une baisse des tarifs de 5 % par an, dans le cadre d'un dispositif mixte dans lequel le tarif n'était pas suffisant pour permettre l'évolution de la filière. Il était couplé à un mode de subvention sur budget ADEME. Or ces budgets sont remis en question année après année. Aujourd'hui, le dispositif ne fonctionne pas. Il y a donc urgence, en 2003, à réorienter la politique suivie et

à amender de façon importante le dispositif, dans le cadre du débat sur la nouvelle loi sur l'énergie. Pour notre part, au syndicat des énergies renouvelables, pour des mesures tarifaires et fiscales significatives.

**Damien GIVELET**

Vous dites que la baisse des coûts est intervenue sans saut technologique. Voulez-vous dire qu'elle résulte uniquement de l'effet d'échelle ?

**Arnaud MINE**

Elle s'explique par des économies d'échelle et par une augmentation régulière des rendements. On peut atteindre les coûts que j'ai cités avec du silicium polycristallin, sans nouvelle technologie, mais par une optimisation des process, un effet d'échelle et une amélioration des rendements.

**Damien GIVELET**

La parole est à la salle.

**De la salle**

En tant que petit consommateur, j'ai l'intention d'installer 20 mètres carrés de panneaux photovoltaïques sur le toit de ma maison. A vous écouter, je me pose de nombreuses questions : dois-je investir cette année, l'an prochain ou dans 50 ans ?

**Philippe MALBRANCHE**

J'aimerais pouvoir vous répondre.

**Arnaud MINE**

Dans la pratique, les budgets 2003 sont consommés dans la quasi-totalité des régions de France métropolitaine. Je serais donc plutôt enclin à vous conseiller d'attendre le début de l'année 2004.

**Damien GIVELET**

Où peut-on se procurer de tels panneaux, si l'on en cherche ? Ces produits sont-ils disponibles en grande surface ?

**Arnaud MINE**

Tout d'abord, nous avons développé des réseaux là où le marché existait, c'est-à-dire dans les DOM, qui bénéficient d'un consensus entre les acteurs publics et parapublics de la filière. Le coût de production du kilowattheure classique est suffisamment élevé pour que l'opérateur public et les administrations trouvent intérêt à développer ces énergies renouvelables. Aux Antilles, le coût de production d'un kilowattheure avoisine 1,20 franc. En Guyane, on atteint facilement 1 ou 1,5 euro. Le photovoltaïque trouve toute sa pertinence dans ces régions. Depuis plusieurs années, nous avons développé des programmes qui utilisent les possibilités offertes par la loi de défiscalisation, ce qui permet d'avoir un dispositif attractif.

S'agissant de la France métropolitaine, pour répondre à la question posée, nous avons démarré l'an dernier la mise en place de réseaux de distribution dans une dizaine de régions. Dans ces régions, des distributeurs sont capables de proposer en notre nom des systèmes photovoltaïques complets. Hélas, ces réseaux de distribution ne pourront que disparaître si les programmes disparaissent. Par ailleurs, nos équipes interviennent directement dans les sites isolés de France, mais il est évident que nos réseaux disparaîtront si les marchés disparaissent.

### **Jacques FROT, AEPN**

Quelle est la production annuelle en kilowattheure des 500 MW installés ? A-t-on une idée du rapport entre la production d'énergie dégagée par un panneau solaire, par comparaison avec l'énergie nécessaire pour fabriquer un tel panneau ? Par ailleurs, quelle est la durée de vie moyenne d'un panneau solaire, en l'état actuel des technologies ?

### **Philippe MALBRANCHE**

La production annuelle des 500 MW installés est d'environ 500 Giga Wattheures. Deuxièmement, le temps de retour énergétique est, pour le silicium, de 3 à 4 ans selon l'épaisseur de silicium utilisée et le lieu d'exposition. Quant à la durée de vie d'un panneau, la garantie apportée par les constructeurs est d'au moins vingt à vingt-cinq ans. Les programmes de recherche travaillent à passer ces durées de vie à 35 ou 50 ans. Les durées de vie sont comparables à celle d'un pare-brise de voiture.

### **Arnaud MINE**

Le temps de retour carbone est d'environ 3 ans aujourd'hui, et peut atteindre une année par l'amélioration et l'augmentation de la taille des usines.

### **De la salle**

Quel est l'écobilan de toute la chaîne photovoltaïque ? Autrement dit, quelle est la durabilité des pollutions entraînées par la fabrication et l'utilisation des panneaux solaires ?

### **Arnaud MINE**

Il est difficile de répondre à cette question, car les contextes différents entraînent des réponses différentes. En tout état de cause, au niveau des DOM, nous équipons des maisons isolées des réseaux électriques, qui trouvent avantage dans le photovoltaïque dès lors qu'elles sont situées à 100 mètres des réseaux. Nous intégrons dans nos programmes le retraitement du plomb des batteries. Nous n'avons pas encore eu l'occasion de travailler sur le retraitement des modules eux-mêmes.

### **De la salle**

Les fabricants garantissent non pas la durée de vie du panneau mais la tenue du rendement, qui reste à au moins 80 % du rendement initial sur 25 ans. En revanche, le panneau est en verre et en aluminium et bénéficie à ce titre d'une durée de vie bien supérieure, de plusieurs dizaines d'années, même si le rendement diminue.

J'aimerais insister sur les blocages administratifs auxquels on se heurte aujourd'hui. Nous avons édité une brochure de 70 pages décrivant les démarches que les particuliers doivent conduire pour s'équiper en panneaux solaires. Aujourd'hui, l'installation de 5 mètres carrés en panneaux solaires exige une publication au Journal Officiel de la République française, une

déclaration à la DRIRE, etc. Les démarches prennent aujourd'hui entre 6 mois et un an, pour un coût de 1 000 euros HT, sans compter la location du compteur pendant 20 ans. Le cas français est unique au monde en cette matière.

### **Arnaud MINE**

Il est vrai que l'absence de volonté politique de la part de l'Etat fait que chaque acteur local bâtit sa propre philosophie. La difficulté administrative est renforcée par l'absence de volonté nationale clairement affichée.

### **Damien GIVELET**

Je pense que les acteurs politiques vous ont entendu. Nous passons à l'exposé suivant.

## **IV. Focus sur l'éolien offshore**

### **Patrice BRES, Directeur Energies Renouvelables, TotalFinaElf**

J'exposerai brièvement la démarche du groupe TotalFinaElf dans le domaine de l'éolien offshore, qui nous semble une voie incontournable afin d'atteindre les objectifs ambitieux, fixés par les directives européennes. Traduites en termes de capacité à installer à l'horizon 2010, les estimations de l'ADEME font état de 10 000 à 15 000 MW à installer. Dans le monde, presque 10 000 MW éoliens ont été installés en 2002, à comparer aux 500 MW du photovoltaïque. Cela permet de prendre la mesure de la différence entre les deux filières, ce qui ne signifie pas que nous ne nous préparons pas à l'arrivée de différentes technologies dans le domaine photovoltaïque.

Nous nous sommes inscrits dans cette démarche car nous pensons que, pour atteindre la cible à l'échéance de 2010 imposée par la directive européenne et reprise par le gouvernement français, l'éolien offshore constitue un outil indispensable qui complètera les autres filières renouvelables. Nous pouvons y contribuer en mobilisant nos différentes compétences pour mettre en œuvre de grands projets de parcs éoliens offshore.

Je vais vous présenter un projet terrestre un peu particulier, qui va bénéficier de l'obligation d'achat pour les parcs éoliens de moins de 12 MW. Il s'agit de la centrale éolienne de Mardyck, près de Dunkerque. Dunkerque comprend un site industriel bien connu, avec de nombreuses usines chimiques et sidérurgiques. Le site de la raffinerie TotalFinaElf nous permet une intégration plus facile dans le paysage, puisque c'est bien la question de l'intégration de ces grands objets dans le paysage qui est posée pour l'éolien terrestre.

Nous avons adopté une démarche d'implantation de plusieurs types de machines, pour pouvoir mieux les évaluer dans la perspective de projets éoliens offshore de plus grande taille. Pour cela, nous sommes en train d'installer cinq éoliennes, fournies par trois entreprises différentes. La plus grande d'entre elles atteindra 100 mètres de haut pour le mât, au sommet duquel se trouve la nacelle et la génératrice. Le diamètre du rotor est d'environ 100 mètres. Au total, l'engin culmine à 150 mètres. De tels équipements ne peuvent donc être installés n'importe où. Ils sont en fait plus adaptés à l'éolien offshore. En permettant des économies d'échelle, l'éolien offshore est en effet susceptible de faire baisser ses coûts plus rapidement que l'éolien terrestre, même s'il part d'un niveau plus élevé.

Notre démarche est celle d'un industriel qui vise la réalisation et l'exploitation de parcs éoliens offshore de 50 à 200 MW. Dans le domaine de l'éolien terrestre, l'investissement est d'environ 1 million d'euros par MW installé, contre le double dans le domaine de l'éolien offshore – mais avec des perspectives de baisse. De plus, ce niveau plus élevé est partiellement compensé par une quantité d'énergie plus importante à récupérer. Notre projet de Mardyck nous permet de mieux préparer l'avènement des parcs éoliens offshore.

On peut établir une comparaison entre l'éolien offshore et l'éolien terrestre. J'ai cité les chiffres en termes d'investissement. Les coûts opératoires représentent une grande incertitude, l'environnement maritime étant moins simple à maîtriser qu'à terre. Nous devons faire la démonstration que nous sommes capables de réduire cette incertitude et d'abaisser le montant des coûts opératoires, évalué chaque année à 7% de l'investissement total, contre 2 à 4% pour l'éolien terrestre. Le taux d'utilisation d'une éolienne offshore est en revanche supérieur, en raison d'un vent plus fort, plus régulier et moins turbulent. Elle est donc susceptible de délivrer davantage d'énergie, avec moins de fatigue mécanique des équipements. Le prix de vente requis pour permettre la prise de risque technique et financier est de 45 à 70 euros par MWh pour l'éolien terrestre et de 90 à 150 euros par MWh pour l'éolien offshore.

Pour une rentabilité nominale donnée de 10 %, comment doit varier le prix de rachat de cette électricité pour justifier un tel investissement ?

*Un graphique est projeté, avec en abscisse l'investissement nominal exprimé en euros/kilowatt et en ordonnée le prix de revient du kilowattheure selon différents nombres d'heures équivalentes, c'est-à-dire différents « gisements » d'énergie que l'on peut récupérer.*

Avec une quantité de vent faible, le prix de rachat est plus élevé. Dans le cas raisonnable d'un gisement éolien de 3 200 heures par an, pour un investissement de 1 800 à 2 000 euros/kilowatt, le prix de rachat est de l'ordre de 110 ou 120 euros par mégawattheure.

Il est parfois avancé que l'éolien offshore coûte trop cher. En réalité, son coût dépend fortement du site : force du vent, profondeur d'eau, stabilité des sols, hauteur de la houle extrême, distance de raccordement du parc à la côte. D'autres facteurs jouent en faveur de l'éolien offshore. Il s'agit d'une industrie jeune qui n'a pas encore véritablement démarré : il conviendra d'observer ce coût une fois les premiers développements amortis, sans coûts échoués, en le créditant de l'absence d'externalités.

On sait que la technologie, le savoir-faire, les retours d'expérience, l'effet de taille vont contribuer à la réduction de ce coût, comme dans le domaine photovoltaïque. Les éoliennes conçues pour les projets terrestres ont une puissance unitaire comprise entre 800 kW et 1 500 kW, tandis qu'en mer les éoliennes atteignent 2 à 4 MW et que les parcs offshore sont de plus grande taille, de manière à mieux amortir les coûts fixes de mobilisation des moyens de travaux maritimes.

Par ailleurs, le caractère aléatoire de la production en raison des fluctuations du vent est souvent évoqué, ainsi que sa difficulté de commercialisation. Dans le domaine de l'éolien offshore, la courbe est plus lisse, moins perturbée, avec un taux d'utilisation de la machine plus élevé. Le phénomène de dispersion géographique des conditions météorologiques permet aussi une meilleure prévision pour l'ensemble des parcs offshore qui seront développés.

S'agissant des conditions réglementaires et tarifaires à mettre en place si l'on veut faire aboutir ces projets, il faut permettre la démonstration de leur faisabilité technique et de leur

potentiel de réduction de coûts. Je citerai l'exemple du dispositif mis en œuvre par la Belgique en 2000 : un Arrêté Royal détermine un processus d'attribution de concessions en mer, avec une cible affichée de 500 MW d'éolien offshore à l'horizon 2010, ce qui est considérable à l'échelle de la côte belge.

Un système de certificat vert encadré a également été mis en place. Aujourd'hui, en effet, on ne parviendrait pas à lancer de tels projets si l'on était en concurrence avec l'électricité verte produite par des moyens plus traditionnels comme l'éolien terrestre, qui bénéficie d'une plus grande maturité technique. Le système est encadré par un plancher de 90 euros par MWh, et par un plafond qui vaut 125 euros par MWh. Il s'agit de la pénalité que doivent payer les distributeurs électriques qui n'auraient pas atteint le quota d'électricité verte imposé par le gouvernement, sachant que ce quota augmente progressivement entre 2003 et 2010.

Néanmoins, l'incertitude sur le certificat vert et la valeur du kWh « gris » fait de la période actuelle une période déterminante, qui verra ou non la réalisation de ces projets, en particulier de celui que le groupe TotalFinaElf développe au large de Zeebrugge, et pour lequel nous venons d'obtenir un avis favorable de la Commission de régulation de l'électricité belge.

En France, la publication de l'arrêté PPI, en mars 2003, fixe un objectif intermédiaire de capacité éolienne comprise entre 2000 et 6000 MW à mettre en exploitation avant fin 2006, dont au minimum 500 MW d'éolien offshore. Cette simple phrase implique de nombreuses contraintes en termes de calendrier, compte tenu de la longue gestation de ces projets, notamment en raison du nombre d'intervenants impliqués : administrations, élus locaux, industriels concernés, etc.. L'Article 8 de la loi Electricité de février 2000 prévoit la possibilité d'organiser des appels d'offres destinés à accélérer le développement de filières parallèles, comme la biomasse ou l'éolien offshore. La ministre de l'Industrie Mme Nicole Fontaine a annoncé il y a un mois qu'un appel d'offres sera organisé sur les côtes françaises pour initier les premiers projets. Nous attendons donc cet appel d'offres avec beaucoup d'impatience.

Les évolutions sont extrêmement contrastées d'un pays à l'autre. En Allemagne, à fin 2002, la capacité installée atteint les 12 000 MW, avec l'installation de 3 000 MW supplémentaires durant la seule année 2002. En France, la capacité totale installée n'est que de 150 MW à la même date. Nous partons donc de très bas, mais avons la possibilité d'atteindre rapidement la cible proposée

**Damien GIVELET**

Nous vous remercions pour ces informations. Je vous propose de poser vos questions à la fin de la table ronde.

## Troisième table ronde : Quelle place pour les éoliennes et l'hydraulique ?

*Participaient à la table ronde :*

*André ANTOLINI, Président du Syndicat des Energies renouvelables ;*

*Serge POIGNANT, député UMP de Loire-Atlantique ;*

*Jean-Louis RICHARD, Président du groupement de producteurs autonomes d'énergie hydraulique ;*

*Claude NAHON, Directrice du Développement durable et de l'environnement, EDF ;*

*Jean-Louis BAL, Directeur adjoint du Bâtiment et des Energies renouvelables, ADEME ;*

*Ladislas PONIATOWSKI, sénateur, rapporteur du projet de loi sur les marchés énergétiques, chargé d'une mission d'information sur l'énergie éolienne.*

*La table ronde était animée par Damien GIVELET, journaliste, LCI.*

*Des questions posées par Internet et via SVP sont sélectionnées et relayées par Sylvie COULON, journaliste.*

### **Damien GIVELET**

M. Poniatowski, vous avez été chargé par la commission des Affaires économiques et sociales du Sénat sur une mission d'information concernant l'énergie éolienne. Vous avez visité des sites dans le Sud de la France mais aussi au Danemark. Qu'en retirez-vous ?

### **Ladislas PONIATOWSKI**

Je reviens en effet du Danemark, où j'ai premièrement constaté la présence d'une véritable volonté politique en matière d'énergie renouvelable. Si, en France, nous ne manifestons pas plus de volonté politique, nous ne sommes pas prêts d'atteindre les objectifs fixés par le ministre de l'Industrie, c'est-à-dire que les énergies renouvelables représentent 21 % de la production d'électricité nationale. La volonté politique du Danemark se traduit tant dans le domaine de l'éolien que de l'énergie photovoltaïque ou de la biomasse. L'expérience dans le domaine éolien me paraît très intéressante. Nous avons observé au départ certaines réussites modestes de projets offshore, sachant que les nouveaux champs situés sur la côte ouest du Danemark sont encore plus impressionnants que les premiers.

Deuxièmement, je retiens de mon voyage la découverte d'une industrie complète, avec des fabricants – nous n'en avons qu'un en France, de petite taille. Pour offrir demain de l'éolien de dimension raisonnable, nous allons devoir faire davantage et ce, sans devoir acheter nos turbines à l'étranger, notamment au Danemark, où se trouvent les trois plus gros producteurs au monde – sachant que l'un des trois a été cédé à hauteur de plus de 50 % à une entreprise allemande. Le Danemark détient plus de 50 % du marché, est équipé de gros distributeurs et surtout, dispose d'un marché. Presque 20 % de l'électricité danoise provient en effet de l'éolien.

Le modèle danois est-il transposable de la même manière à la France ? Plusieurs interventions ont mis aujourd'hui en évidence les freins auxquels nous nous heurtons. Il s'agit en premier lieu des freins administratifs. Au Danemark, les communes ont joué le jeu dès 1990, en partenariat avec l'Etat, même si leur petit nombre rend la tâche plus facile qu'en France, avec 36 000 communes. Ce sont donc les communes qui ont proposé des terrains d'accueil de fermes éoliennes sur leur territoire. Cela a permis ensuite à l'Etat d'organiser des partenariats avec les industriels. Les démarches sont également très rapides. Nous avons en cette matière d'importants efforts à fournir.

Troisièmement, j'ai été frappé par l'accueil du public. L'éolien se heurte en effet à des réticences et des craintes. Certains ont évoqué le frein environnemental, qui existera toujours.

Au Danemark, il est frappant de constater que les habitants des sites éoliens sont, de loin, les moins réticents. Cela ne s'explique pas uniquement par le facteur financier. Le pourcentage de rejet de l'éolien par l'opinion publique danoise est d'environ 35 %. Ce taux de rejet est constant depuis 1990. L'augmentation de l'éolien n'a pas augmenté ce taux, ce qui constitue un facteur rassurant. En France, un travail est à faire pour expliquer au public les fermes éoliennes et leurs avantages. J'ai également été impressionné par le faible niveau de bruit produit par les éoliennes que j'ai vues au Danemark.

J'ai indiqué précédemment que la France ne comprend qu'un petit constructeur, et aucun grand acteur. AREVA, dont l'actionnaire principal est l'Etat, souhaiterait aujourd'hui acquérir un gros producteur. Je ne vois pas pourquoi on lui refuse cette possibilité. Je ferai partie de ceux qui s'efforceront de convaincre le ministre de l'Economie et des Finances d'accepter qu'un grand groupe français, marqué par le nucléaire, puisse investir dans le secteur plus noble et plus vert de l'éolien. C'est mon premier message politique.

Le second a trait à l'ADEME. En tant que parlementaire de la majorité, je me déssole de constater que le gel des crédits frappe cette institution. Frapper un budget de plusieurs centaines de milliards d'euros n'est pas la même chose que d'amputer un budget qui représente quelques dizaines de millions d'euros. Les petits budgets sont plus vulnérables, à proportion égale de gel. L'ADEME n'a plus de crédits à distribuer, par exemple, pour aider les particuliers à s'équiper en capteurs photovoltaïques. Nous avons du retard dans tous les secteurs, en dehors des biocarburants. Or tous nos voisins se caractérisent en cette matière par des aides de l'Etat, y compris incitatives. Si nous voulons remplir l'engagement pris par Nicole Fontaine ce matin d'atteindre d'ici 2010 un taux d'énergie renouvelable de 21 %, il faut des aides. C'est ma conclusion.

**Damien GIVELET**

Vous avez étudié les financements des équipements danois. Qu'avez-vous observé ?

**Ladislas PONIATOWSKI**

Ils appliquent une garantie de prix. Il s'agit de l'aide la plus intelligente de la part d'un Etat. Certes, l'effet d'échelle permet des prix très inférieurs à ceux de 1992.

**Damien GIVELET**

Les producteurs ont-ils obligation de revendre les kW aux opérateurs historiques ?

**Ladislas PONIATOWSKI**

Non, leur problème se situe ailleurs. Il s'agit plutôt pour eux de garantir de fournir de l'énergie, notamment en l'absence de vent. Rappelons que le Danemark est lié aux pays nordiques par un accord de fourniture d'électricité à partir de l'hydraulique. Or le Danemark est équipé d'un seul barrage, qui produit 5 MW d'électricité. L'électricité hydraulique provient essentiellement de Norvège. Le problème du Danemark se situe donc dans une garantie de fourniture d'électricité et répartit donc ses fermes éoliennes sur l'ensemble de son territoire – côte ouest, côte est, mer du Nord, mer Baltique – afin de bénéficier au maximum des vents.

**Damien GIVELET**

Ont-ils chiffré leurs développements à venir ?

## **Ladislav PONIATOWSKI**

Ils ont dépassé depuis longtemps leurs objectifs. Leurs équipements de 2002 correspondent en effet à leur cible de 2015. Ils avancent donc plus rapidement. Ils pensent avoir atteint en 2005 leurs objectifs de 2015. Nous profitons de leur technologie : la ferme que nous avons inaugurée en Vendée en juin 2003 est composée seulement d'une dizaine d'éoliennes, mais d'une capacité de 2,5 MW. Nos propres fermes sont chacune plus puissante que les 80 turbines installées en mer du Nord.

## **Damien GIVELET**

Vous avez également enquêté dans le Sud de la France. Qu'y avez-vous vu ?

## **Ladislav PONIATOWSKI**

J'y ai d'abord retrouvé ce que je connaissais en tant que citoyen, c'est-à-dire les éoliennes qui bordent l'autoroute reliant la France à l'Espagne. Ces équipements m'avaient toujours frappé. J'ai découvert qu'ils étaient relativement bien acceptés par les habitants, sans doute grâce à l'intercommunalité. Il est en effet un peu facile pour un maire d'accepter l'implantation d'éoliennes à l'extrémité de son territoire, loin du centre bourg, afin que ce ne soit pas ses concitoyens qui pâtissent de la nuisance esthétique, mais les habitants des communes voisines. Par le jeu des regroupements de communes, le partage des recettes de ces équipements atténue cette difficulté.

Par ailleurs, il conviendra de prendre garde au problème de recherche de sites d'accueil offshore, qui sera plus difficile à résoudre en France qu'au Danemark. Au Danemark, le fond des mers se situe à 10 ou 15 mètres, ce qui permet de planter les mâts à seulement 25 mètres sous le sol. Nos fonds, beaucoup plus profonds, y compris en Languedoc-Roussillon, exigent des investissements plus élevés. L'exposé de TotalFinaElf l'a mis en évidence.

## **Damien GIVELET**

Nous vous remercions de nous avoir fait part de vos observations.

André Antolini, en tant que président du Syndicat des énergies renouvelables, pouvez-vous nous dire où en est-on, en France, du développement des éoliennes ?

## **André ANTOLINI**

Nous n'en sommes pas très loin !

Je voudrais d'abord remercier le sénateur Poniatowski pour ses propos mais aussi du soin qu'il a pris à se forger sa propre opinion en se rendant sur le terrain, pour mettre fin à de nombreuses idées fausses. Il vient de le faire avec maestria.

Les éoliennes représentent aujourd'hui en France une capacité installée d'environ 153 MW, soit environ le dixième de ce qui existe en Allemagne. Début 2002, 25 millions de foyers dans le monde étaient alimentés en électricité par des éoliennes. La progression de la filière était de l'ordre de 40 % en 2002, avec 55 000 éoliennes installées dans le monde pour 30 000 MW, dont 72 % en Europe. Il ne s'agit donc pas d'une industrie balbutiante mais d'une industrie qui se développe fortement, et largement créatrice d'emplois.

La question des inconvénients de l'éolien est souvent posée. Il en existe certainement, mais je ne peux m'empêcher de rappeler quelques-uns de ses avantages. Il s'agit tout d'abord d'une énergie qui ne produit pas de déchets. Ensuite, elle est entièrement réversible : si au bout de quelques décennies, il est décidé de supprimer ces équipements, il suffit de les démonter.

Deux jours suffisent à démonter une éolienne. Cette énergie, comme les autres énergies renouvelables, est inépuisable, et ses retombées économiques sont importantes et décentralisées. Nous l'avons rappelé pour les communes, mais elles ne sont pas les seules concernées. Les agriculteurs y trouvent un revenu complémentaire significatif. J'ai rencontré récemment deux frères, agriculteurs en Ille-et-Vilaine, qui avaient choisi pour leurs fils d'investir plutôt dans la construction d'éoliennes plutôt que du hors sol. Le milieu agricole est majoritairement favorable au développement de l'éolien : ce fait mérite d'être rappelé. Le syndicat des énergies renouvelables a signé un protocole d'accord de bonne conduite avec la FNSEA et l'APCA, pour éviter certains errements liés à l'apparition de cette nouvelle forme d'énergie. Il y a enfin une acceptation très large de l'éolien de la part de nos concitoyens, de l'ordre de 95 %.

### **Damien GIVELET**

Des études ont-elles été faites dans ce domaine ?

### **André ANTOLINI**

Oui, des sondages ont été effectués par l'ADEME et d'autres entreprises, dont notre syndicat, et ont abouti à ces résultats. L'on peut d'ailleurs remarquer que ce taux d'acceptation tend à croître au fur et à mesure que l'on se rapproche du site d'implantation. S'agissant du parc éolien de Vendée, un sondage SOFRES montre que plus on se rapproche du village concerné, plus les habitants sont favorables, à hauteur de plus de 96 %, ce qui est considérable. En outre, si l'on demande à ces personnes si elles préféreraient que l'éolien soit implanté ailleurs que sur le territoire de leur commune, elles répondent par la négative.

Enfin, j'ai reçu ce matin une photo de l'enseigne d'un ostréiculteur, libellée comme suit : « Chez Melon, tout est bon – dégustation en direct de nos bassins – vue sur les éoliennes » !

### **Damien GIVELET**

En effet.

M. Poignant, vous êtes député UMP de Loire-Atlantique, comment envisagez-vous le développement potentiel physique des éoliennes en France ?

### **Serge POIGNANT**

J'aimerais rappeler tout d'abord qu'étant chargé d'un rapport pour l'Assemblée nationale, ce sujet me concerne particulièrement. Cette journée est du plus haut intérêt, en permettant la restitution globale des points de vue des différents intervenants, dans une période très courte.

Je ne suis en aucun cas opposé au développement de l'éolien. Je crois que le potentiel physique existe, encore qu'il pourrait s'avérer insuffisant si les objectifs retenus s'avéraient très ambitieux en matière d'éolien. Il est possible d'atteindre le chiffre de 15 à 21 %, mais nous ne pourrions pas atteindre les 100 000 MW. Quant au potentiel offshore, les fonds français présentent des possibilités. On peut également s'orienter vers l'utilisation des courants marins, comme c'est le cas en Bretagne. Le potentiel existe, mais dans une certaine limite. Au-delà de la question de l'acceptation, celle de l'impact des éoliennes sur l'environnement, sur le plan sonore comme sur le plan visuel, reste posée. Il faut savoir expliquer et faire en sorte que l'acceptation ne s'impose pas de fait mais passe par une appropriation. La question du potentiel n'est donc pas la seule – ni peut-être la première – qu'il nous faut traiter.

Dans un autre domaine, le potentiel de l'hydraulique pourrait être multiplié si nous étions prêts à y consacrer les moyens et les effectifs nécessaires. Or ce n'est pas le cas.

### **Damien GIVELET**

Les nuisances peuvent être évitées par la technologie de ces éoliennes. Il semble que les éoliennes de dernière génération soient beaucoup moins bruyantes que les premières, et présentent en outre une capacité de production bien supérieure.

### **Serge POIGNANT**

Cela est vrai. Je pose le problème, néanmoins. Je rendrai mon rapport fin juin et, sans prendre parti, j'insiste sur le fait que nous devons prendre nécessairement en compte des considérations environnementales.

### **André ANTOLINI**

J'aimerais ajouter un mot. Nous touchons là au cœur du sujet. Les éoliennes de la nouvelle génération ne génèrent pas de bruit, contrairement aux éoliennes d'ancienne génération. Soyons clairs sur ce point. Le sénateur Poniowski a fait référence à son voyage parlementaire au Danemark. Au pied des éoliennes de 2 MW se trouvaient une vingtaine de personnes, à qui j'ai demandé de faire silence pour tâcher d'entendre le bruit des éoliennes. Nous nous trouvions au pied des machines. La réponse est donc nette et précise : les éoliennes modernes ne font pas de bruit. Pour autant, nous devons tâcher de prendre toutes les mesures de précaution en cette matière.

Par ailleurs, à quelque chose malheur est bon. Le retard pris dans le développement de ces énergies a pour conséquence le fait que nous en avons beaucoup moins, pour une capacité unitaire bien plus élevée – dehors du fait qu'elles ne font pas de bruit. Ainsi, l'enjeu paysager évoqué à l'instant par Serge Poignant est divisé par 10. Il y a 10 ans, la capacité moyenne d'une éolienne était de 200 kW. Aujourd'hui, elle est de 2 à 2,5 MW. Ainsi, pour réaliser le programme décidé par la France, il suffirait donc d'installer 3 000 à 4 000 éoliennes, sur l'ensemble du territoire français, pour atteindre les objectifs fixés. C'est très peu, comparé à nos 55 000 châteaux d'eau ou à nos 100 000 pylônes de haute tension. L'enjeu paysager doit être relativisé. Il s'agit d'un tout petit nombre de machines.

### **Damien GIVELET**

Jean-Louis BAL, qu'en pensez-vous ?

### **Jean-Louis BAL**

J'ai également eu l'occasion de me rendre au Danemark avec le sénateur Poniowski et quelques autres députés et sénateurs, ainsi qu'André Antolini. Nous y avons notamment appris que durant les premières années de développement de l'éolien, au début des années 80, le coût du kilowattheure éolien était supérieur à 30 centimes d'euros, soit le coût du photovoltaïque actuellement. En 1980, la France n'avait pas décidé de participer au développement de l'énergie éolienne, contrairement au Danemark, à l'Allemagne et à l'Espagne. Ainsi, les 10 premiers industriels mondiaux dans le domaine de l'éolien sont danois, allemands ou espagnols. On peut donc établir un parallèle entre les chemins pris par ces deux technologies, et ceci doit nous conduire à remettre en perspective de façon très pessimiste les enjeux du photovoltaïque. Les diagrammes présentés précédemment ont montré que l'unique fabricant français du secteur photovoltaïque occupait aujourd'hui la 10<sup>ème</sup> place

mondiale, avec 3,2 % du marché, alors qu'il était à la 5<sup>ème</sup> place il y a 10 ans, avec presque 20 % du marché. En l'absence de décision, les perspectives sont donc extrêmement pessimistes, sachant qu'il s'agit d'une question de stratégie industrielle, comme cela a été souligné. C'est l'un des grands enseignements que nous avons retenu de notre voyage au Danemark.

**Damien GIVELET**

A terme, l'éolien peut-il devenir économiquement viable ?

**André ANTOLINI**

Il l'est déjà : le coût de l'éolien est aujourd'hui équivalent à celui d'une turbine à gaz à cycle combiné, si l'on se base sur les moyens de production nouveaux et non sur les équipements amortis depuis 30 ou 40 ans.

**Damien GIVELET**

Partagez-vous cette analyse chez EDF, Claude Nahon ?

**Claude NAHON**

J'aimerais devenir tout d'abord sur les énergies renouvelables, qui constituent un enjeu important pour l'industriel qu'est EDF. Un producteur d'électricité s'intéresse à toutes les formes de production d'énergie et en particulier aux énergies renouvelables. Nous voulons les développer au sein de notre parc de production électrique. Chez EDF, nous sommes convaincus de la complémentarité de l'ensemble des moyens de production. Nous n'avons pas de choix à faire. Nous participons à des projets de recherche sur les capteurs photovoltaïques, et nous intéressons également au développement de l'éolien. Ce n'est pas pour rien si nous avons fait l'acquisition, à hauteur de 50 %, d'une société intervenant dans l'éolien, à laquelle nous avons fixé des objectifs ambitieux de 1 000 MW en France à l'horizon 2010 et de 1 000 MW dans le monde. Cependant, nous nous développons dans le monde mais peu en France, avec seulement quelques dizaines de MW. Il ne faut pas mélanger les questions : le problème du développement des filières émergentes réside dans le financement par la puissance publique.

**Damien GIVELET**

Partagez-vous le point de vue d'André Antolini, qui affirme que le kilowattheure éolien est comparable aux dernières générations de turbine à gaz ?

**Claude NAHON**

Je crois qu'il est comparable en effet aux dernières générations de turbines à gaz, mais pas au nucléaire. En termes de coût de développement, l'éolien commence à être comparable aux autres énergies. Cependant, il ne faut pas comparer tarif de rachat et amortissement. L'énergie hydraulique est aujourd'hui une énergie bon marché, mais elle peut aussi se développer.

**Damien GIVELET**

Les chiffres que vous communiquez ne prennent pas non plus en compte le coût de développement du nucléaire.

**Claude NAHON**

Le coût de développement du nucléaire doit être comparé au coût de développement des autres énergies.

**Damien GIVELET**

Le prix du kilowattheure nucléaire comprend-ils le coût du développement ?

**Claude NAHON**

C'est évident.

**Damien GIVELET**

Un autre problème de l'éolien réside dans l'intermittence. Comment envisagez-vous de le résoudre au mieux ? Le sénateur Poniatowski indiquait que le Danemark répartit ses éoliennes sur l'ensemble de son territoire, afin de s'assurer une couverture maximale.

**Jean-Louis BAL**

L'expérience danoise nous a également renseignés sur la question du foisonnement. Les Danois ont atteint un taux de pénétration moyen de l'éolien de 18 % sur l'ensemble de leur consommation d'électricité annuelle. Mais ce taux atteint jusqu'à 50 % en hiver, sur la partie ouest du Danemark, ce qui illustre bien leur connaissance des problèmes d'intermittence. Le Danemark a en outre l'avantage de bénéficier de l'apport d'électricité hydraulique en provenance de Norvège, en cas de variation rapide. Cela dit, du point de vue des Danois, l'intermittence de la production par éoliennes n'est pas plus difficile à gérer que l'intermittence de la demande d'électricité par les consommateurs.

**Damien GIVELET**

Il peut toutefois arriver que, certains jours, aucun vent ne souffle au Danemark.

**Jean-Louis BAL**

Certes, comme partout. Dans ce cas, l'hydraulique norvégien prend le relais, ainsi que d'autres moyens de production comme les turbines à gaz ou les centrales à charbon. Nous connaissons également une telle situation en France : nous disposons de capacités hydrauliques ou de stations de pompage susceptibles de prendre le relais. De plus, la France est très étendue et l'on pourra donc miser sur un foisonnement de la production d'éoliennes, grâce à leur répartition dans de multiples implantations du territoire. Il est probable qu'il y aura toujours des éoliennes en fonctionnement quelque part. L'ADEME a récemment lancé une étude basée sur des données météorologiques sur ces possibilités de foisonnement. Le prestataire qui conduit cette étude est présent dans la salle.

**Claude NAHON**

La gestion d'un parc de production électrique inclut en effet un ensemble de moyens de production juxtaposés avec chacun leurs caractéristiques. Si la production éolienne s'arrêtait brusquement faute de vent, l'hydraulique serait capable, en quelques minutes, de faire face à cette pénurie.

### **Damien GIVELET**

Madame Bachelot s'est engagée ce matin à ce qu'EDF ne fasse plus appel aux centrales fonctionnant au gaz, au pétrole ou au charbon.

### **Claude NAHON**

Je parle ici de l'hydraulique et du nucléaire. L'hydraulique peut monter en puissance très rapidement et redescendre tout aussi vite, au fur et à mesure de l'arrivée sur le réseau des moyens de production. Il s'agit simplement de la gestion d'un parc de production. L'éolien est, dans ce parc, un moyen comme les autres à gérer.

Enfin, il convient de souligner que le pompage constitue un moyen de stockage. Imaginons une nuit très ventée, avec peu de consommation : les moyens de pompage peuvent stocker l'eau en hauteur dans les lacs et les restituer à d'autres endroits. C'est un problème de gestion de moyens de production.

### **André ANTOLINI**

Je suis tout à fait d'accord. L'ensemble du mix de production a besoin de secours. Il est inimaginable qu'un parc de production, qu'il soit nucléaire, thermique ou éolien couvre 100 % de la demande. Il faut prévoir des capacités de secours. Elles existent. L'éolien est prêt à prendre sa part dans ces capacités. Un des principaux enjeux est donc, de ce point de vue, celui de la prédictibilité, qui a déjà fait l'objet de progrès très importants, puisqu'elle atteint plus de 90 % à moins de 24 heures, et 95 % à 6 heures. Le gestionnaire du réseau RTE fait ses appels de puissance et dispose de moyens de prédiction extrêmement fiables. D'autre part, pour apprécier la question des entrées et sorties sur le réseau, il faut aussi tenir compte des interconnexions. Or en dessous de 15 % du mix européen, il apparaît que cette question des entrées et sorties du réseau ne pose pas de difficulté de gestion significative. Si nous sommes très éloignés des 15 %, nous aimerions atteindre l'objectif de 4 % des directives européennes. Commençons par là.

### **Serge POIGNANT**

Il semble toutefois qu'en Espagne, par exemple, la production varie parfois du simple au quadruple selon les jours. Le foisonnement arrangera certes les choses à terme. En outre, les pics de production ne correspondent pas nécessairement aux pics de consommation. Il faut absolument gérer l'intermittence, sachant que le stockage n'est pas si évident. Enfin, si le relais n'est pas pris par l'hydraulique mais par les centrales thermiques, on ne se situe plus dans le même bilan énergétique. Il convient d'en tenir compte.

### **Jean-Louis BAL**

Je signale que l'ADEME participe à un vaste programme de recherche, à l'échelle européenne, en matière de prédictibilité de l'éolien. Les prévisions météorologiques ne sont pas prévues pour être aussi fines que ne l'exigent les prévisions de performance d'un parc éolien. Nous affrontons ce problème.

### **Damien GIVELET**

Nous avons évoqué les freins possibles à l'éolien : intermittence, coût du kilowattheure. Quels autres obstacles peut-on mentionner ? Les démarches administratives en sont-elles un autre ?

## **André ANTOLINI**

L'un des freins essentiels au développement de l'éolien est sans nul doute constitué par les obstacles administratifs. Un des adhérents de notre syndicat, qui représente l'ensemble des énergies renouvelables et pas uniquement l'éolien, a recensé pas moins de 27 autorisations indispensables avant la construction d'un parc éolien, pour une durée moyenne d'instruction de quatre ans. Nous avons été les premiers à demander, il y a deux ans, l'obligation de l'enquête publique pour l'éolien. Nous n'avons donc pas l'intention de développer cette industrie clandestinement. C'est du reste impossible. Nous devons parvenir à un niveau de consensus convenable. C'est pourquoi nous avons demandé une enquête publique, que les Préfets refusaient, faute de fondement légal. Aujourd'hui, la loi du 3 janvier pallie cette carence, mais il n'en demeure pas moins que nous rencontrons de grandes difficultés à obtenir les autorisations. Nous attendons tous avec grande impatience la publication d'une circulaire interministérielle, sous presse depuis deux ans – l'actuel gouvernement n'est donc pas en cause. Cette circulaire explique aux échelons déconcentrés de l'Etat le mode d'emploi de délivrance d'un permis de construire en matière d'éolien, et non pas le mode d'emploi pour refuser de telles demandes. Lorsque cette circulaire sortira, nous la lirons avec le plus grand soin.

## **Damien GIVELET**

Le rôle des collectivités locales a été évoqué ce matin par Madame Fontaine, dans le cadre des futures lois de décentralisation, en même temps que l'obligation de rachat par EDF. Quelle est votre position sur ce point ?

## **Claude NAHON**

EDF ne représente qu'un intermédiaire dans ces opérations : les obligations de rachat sont en fait portées par l'Etat, qui assure les financements nécessaires.

## **André ANTOLINI**

Depuis deux mois, les factures d'électricité des consommateurs font apparaître une ligne CSP, qui correspond au fonds de compensation du service public. Le consommateur en supporte directement la totalité des charges de service public. 90 % d'entre elles sont représentées pour moitié par la cogénération, et pour moitié par les zones non interconnectées (les îles). Les 7 ou 8 % restants correspondent à la petite hydraulique historique, l'éolien ne représentant que 2 ou 3 %.

## **Serge POIGNANT**

J'aimerais revenir sur la loi de janvier 2003. S'agissant des questions administratives, cette loi a le mérite de fixer un cadre juridique et d'annoncer des études d'impact. Il était important de le faire, pour éviter de multiplier les démarches. Nous conduisons des études d'impact dans les zones humides. Il était important de réagir pour clarifier ces questions.

S'agissant de l'obligation d'achat, on a beaucoup parlé ce matin du certificat vert. J'ai le sentiment que le consommateur serait plutôt favorable au certificat vert, tandis que l'opérateur souhaite évidemment une obligation de rachat avec une garantie de prix, afin de pouvoir investir sur le long terme. Je reviens du Royaume-Uni, qui a décidé il y a quelques mois d'une politique de quota d'énergie verte pour les opérateurs. Le système permet d'acheter un

certificat vert, y compris à l'étranger. Il convient d'examiner l'ensemble des systèmes. Je n'ai pas conclu mon rapport mais j'investiguerai certainement ces pistes.

### **Jean-Louis BAL**

S'agissant du rôle des collectivités locales, j'ai pour ma part, une opinion personnelle quant au rôle qu'elles doivent jouer. Elles peuvent occasionnellement être producteurs d'électricité, comme c'est le cas pour une partie du parc éolien de Vendée. De même, la communauté urbaine de Dunkerque a été pionnière dans le domaine éolien. Cependant, de manière générale, les collectivités locales n'ont pas vocation à devenir des producteurs d'énergie. Nous avons vu à quelles mésaventures elles se sont exposées dans le cadre de la géothermie, dans le bassin parisien. Ce n'est pas leur vocation. En revanche, comme le sénateur Poniatowski l'a souligné à propos du Danemark, elles sont plus à même d'organiser la production au niveau local, en incluant dans les PLU (plans locaux d'urbanisme) des zones favorables à l'éolien, comme à d'autres types d'énergie. C'est ainsi que je conçois leur rôle. S'agissant par ailleurs des certificats verts, nous avons aujourd'hui un tarif d'achat auquel il ne faut pas toucher. Nous sommes en train de réussir, si nous parvenons à lever les obstacles administratifs. Parallèlement, des pays expérimentent un système de quota, donnant une obligation aux producteurs d'électricité en termes de part des énergies renouvelables. Cette obligation, qui augmente chaque année, peut éventuellement se traduire par un système d'échange des certificats verts, mais l'essentiel sera rempli par des contrats de longue durée avec des producteurs. Le commerce des certificats verts ne constituera qu'un marché d'ajustement. Pour investir dans l'éolien, les industriels ont besoin d'au moins 10 ans de visibilité.

### **Damien GIVELET**

Je vous propose de passer à l'hydraulique, qui constitue une des sources d'énergie les plus anciennes, exploitées depuis l'origine du temps, notamment à travers les moulins. Elle produit de l'électricité à grande échelle. Il s'agit aujourd'hui de la plus répandue des énergies renouvelables. Claude Nahon, quel est aujourd'hui le panorama de l'hydraulique en France ?

### **Claude NAHON**

La question porte bien sur l'ensemble de l'énergie hydraulique française et pas uniquement de celle d'EDF. Premièrement, l'hydraulique représente environ 80 TWh en France, d'après les derniers bilans, sachant qu'il existe plusieurs sortes d'hydroélectricité. La première est l'hydroélectricité au fil de l'eau, sur les grands fleuves (Rhône, Rhin), la Compagnie Nationale du Rhône étant le premier concurrent français d'EDF. Il s'agit d'une énergie de base, produite toute l'année et ayant pour seule cause de fluctuation le niveau des précipitations en amont. Deuxièmement, on peut citer l'hydroélectricité des petites centrales, dont un nombre important est exploité par EDF, avec 1 000 MW produits par 350 exploitations au sein du parc EDF. Nous bénéficions donc d'une bonne expérience d'exploitation de ces petits outils. Certains sont continus, au fil de l'eau, et d'autres intermittents. Troisièmement, il faut citer l'hydroélectricité des lacs, qui est la plus recherchée, car elle est stockable et permet de répondre à des variations de la demande dans des délais très courts, de l'ordre de quelques minutes – de 1 à 10 minutes suivant l'outil de production. La montée en puissance et la descente est extrêmement rapide, ce qui explique pourquoi cette énergie est tant recherchée. Enfin, le dernier type d'hydroélectricité est le pompage, seul moyen de stocker l'électricité comme je le soulignais tout à l'heure. Lorsque le différentiel de coût était très marqué entre le jour et la nuit, on imaginait de pomper l'eau la

nuit, de la remettre dans les lacs afin de produire durant la journée en fonction du coût de l'électricité. Demain, le pompage peut constituer un complément intéressant pour l'éolien si l'on venait à des volumes importants.

**Damien GIVELET**

A-t-on tout exploité en France, en matière d'hydraulique ?

**Claude NAHON**

Il faut avoir conscience que le volume de l'hydraulique est en fait en baisse en France. Le volume actuel de l'hydraulique baissera de manière naturelle et obligatoire, en raison du partage des usages. Nous parlions précédemment de la stabilité dans le temps pour l'éolien. Cela vaut également pour l'hydraulique, mais nous avons des contrats de concession. Au fur et à mesure de leur mise en œuvre, nous nous rendons compte que les besoins de la société évoluent. Lors de la construction de l'aménagement de la Durance en 1955, à des fins électriques mais aussi d'irrigation et d'eau potable, nous n'avions pas pensé au tourisme autour du lac de Serre-Ponçon. Il existe ainsi une adaptation permanente à l'évolution des besoins qui se font jour autour de l'eau, qui est au centre de nombreux usages. Nous nous interrogeons sur la gestion des crues, le niveau d'eau du lac pour l'été, etc. Le seul respect de la loi sur l'eau et le partage des usages ont pour conséquence une baisse des volumes.

**Damien GIVELET**

Les lois environnementales sur le débit d'eau réservé interviennent également.

**Claude NAHON**

Il s'agit précisément de la loi sur l'eau, qui prévoit l'augmentation des débits réservés, c'est-à-dire de l'eau que l'on remet en rivière pour permettre l'amélioration de la vie et de la biodiversité dans ces milieux. Les conséquences pour EDF se chiffrent à environ 3 TWh. Je n'ai pas les chiffres pour l'ensemble de la profession.

**Damien GIVELET**

Jean-Louis Richard, vous présidez le groupement des producteurs autonomes d'énergie hydraulique. Partagez-vous le point de vue d'EDF ?

**Jean-Louis RICHARD**

C'est évident. Je confirme que la petite hydraulique, qui représente environ 10 % de la production électrique française, fonctionne essentiellement au fil de l'eau. Deux tiers du parc sont détenus par des sociétés privées, pour 1 730 usines au fil de l'eau et une puissance électrique de 2 020 MW, soit l'équivalent de deux tranches d'une centrale nucléaire. Ce parc alimente le réseau HTA, avec un ratio de fonctionnement à pleine puissance de 4 000 heures par an. Il ne s'agit donc pas d'une activité domestique, comme pourrait le laisser entendre l'appellation micro-centrale, mais d'une production industrielle de « semi-base », à la différence de la grande hydraulique, pour laquelle on parle de base. Le parc hydraulique au fil de l'eau comprend des installations diversifiées, avec des usines d'une puissance comprise entre 100 kW et 8MW, soit le seuil de concession de l'ancien monopole EDF. La répartition géographique est directement liée au relief et à l'hydraulicité. Par exemple, la région Midi-

Pyrénées représente 25 % du productible, Rhône-Alpes 25 % et PACA 10 %. La filière emploie 1 500 personnes, dans des PME-PMI. Le métier d'exploitant est primordial dans notre industrie, soumis à des variations climatiques importantes, et des tarifs saisonniers qui varient du simple au double. Néanmoins, notre tarif moyen s'établit à 50 euros par MWh, c'est-à-dire un tarif très compétitif par rapport aux autres filières d'Europe. Je crois pouvoir affirmer que l'industrie de la petite hydraulique française ne craint personne à l'export.

### **Damien GIVELET**

Nous venons de dire que les grosses centrales étaient limitées, pour des questions environnementales. Les petites centrales bénéficient-elles de capacités de développement plus élevées ?

### **Jean-Louis RICHARD**

Les capacités de développement de la filière ont été évaluées par l'ADEME à 1 000 MW. C'est le chiffre repris par la PPI. Les industriels que nous sommes se sont déjà dits prêts à investir à hauteur de 1 milliard d'euros pour remplir ce programme d'ici à 2007, pour peu que certains blocages imposés par la réglementation française en matière d'autorisation de force hydraulique soient levés.

### **Damien GIVELET**

De quels blocages s'agit-il ?

### **Jean-Louis RICHARD**

Ils concernent essentiellement le fait que les organisations de pêche de loisirs sont résolument opposées à l'hydroélectricité, et exercent un lobbying des plus efficaces auprès de l'administration. C'est à leur initiative qu'ont été mis en place des schémas départementaux à vocation piscicole, dont la légalité est contestable et qui, au titre de l'article 4 de la loi de 1919, ont réussi à faire classer des tronçons entiers de rivières interdisant tout nouvel aménagement hydroélectrique.

### **Damien GIVELET**

De telles mesures en faveur de la protection de l'environnement sont dans l'air du temps.

### **André ANTOLINI**

Nos amis du GPAE ont une légitimité démontrée, et la capacité de continuer à remplir des objectifs avec la petite hydraulique. Je ne crois pas qu'il faille percevoir la gestion de la ressource de rivière comme le lieu d'un conflit d'usagers mais au contraire comme le lieu de mutualisation de moyens. Les investissements réalisés dans la petite hydraulique peuvent, au contraire, contribuer à sauver des rivières et des espèces menacées, par le nettoyage des berges notamment. Il ne s'agit pas de livrer les rivières au béton, mais de parvenir à une gestion intelligente entre les différents usagers de la rivière.

## **Claude NAHON**

Je crois que la petite hydraulique, en effet, se développera comme les autres filières, dès lors qu'elle sera respectueuse de l'environnement. Le prix un peu supérieur du kWh doit aussi être le moyen d'encourager la prise en compte environnementale des installations. Il existe un autre enjeu de développement de l'hydraulique : la capacité de « turbiner » les débits réservés, qui peuvent représenter jusqu'à 1 000 MW. Ce n'est pas négligeable. En clair, l'eau se trouve derrière le barrage, puis est renvoyée dans la rivière. Aujourd'hui, on la renvoie directement, sauf quelques cas limités. Il serait judicieux que des petites centrales hydrauliques pouvant bénéficier de soutiens économiques s'équipent de turbines capables d'agir sur l'eau renvoyée en rivière.

Je n'ai qu'un point de divergence avec les propos entendus. Si l'on n'investit pas dans de grandes installations hydrauliques aujourd'hui, ce n'est pas uniquement pour des raisons environnementales, mais avant tout pour des questions économiques. Le potentiel sauvage français est bien plus élevé que le potentiel théorique, mais on ne peut l'exploiter à des coûts déraisonnables.

## **Damien GIVELET**

Soyons clairs. En 2003, il avait été question de reconstruire un barrage comme celui de Tignes. Toute la population s'y était opposée et la décision politique a suivi.

## **Claude NAHON**

On ne fera pas de tels barrages. Je connais mieux le barrage de Serre-Ponçon, qu'on ne peut pas non plus envisager de refaire. En revanche, encore plus de monde s'opposerait à sa suppression. Les barrages constituent de véritables outils de développement durable. Ils ne peuvent être conçus que comme un outil de développement durable. Il doit prendre en compte l'environnement, la population, l'évolution de la rivière, etc. Dans certaines vallées, la suppression de l'exploitation hydroélectrique reviendrait à supprimer toute richesse industrielle.

## **Serge POIGNANT**

Je partage ce point de vue. Je ne crois pas que nous pourrions envisager aujourd'hui de construire à nouveau de grands barrages. Sur la petite hydraulique, la question du petit turbinage est probablement compatible avec les débits réservés et l'exploitation de la rivière sur un plan écologique et environnemental. Il faut bien rappeler que l'hydraulique représente aujourd'hui 95 % de l'énergie produite à partir de ressources renouvelables. Nous devons commencer par assurer notre production avec les grands barrages, puis développer ce qu'il est possible de développer avec la petite hydraulique, tant à travers EDF que les syndicats.

## **Jean-Louis BAL**

Le classement des rivières constitue toutefois l'obstacle majeur à l'atteinte des objectifs fixés pour le petit hydraulique, dans le cadre de la directive. Ce classement, avec les conséquences qu'il implique, a été établi à une époque où les centrales hydrauliques avaient un impact sans commune mesure avec ce qu'il est aujourd'hui. De même que pour les nuisances sonores des premières éoliennes, des progrès considérables ont été réalisés avec les petites centrales, et il faut en tenir compte. On sait faire des passes à poissons performantes, ainsi que des dispositifs de dévalaison. Il serait donc urgent d'analyser de nouveau les classements établis à la lumière

de ces progrès, sachant qu'il n'y a pas que l'hydraulique qui ait des impacts sur la santé de la faune et de la flore.

### **Jean-Louis RICHARD**

Dans le passé, furent menées des « opérations à but multiple », notamment les grands ouvrages de régulation de la Seine, dissipateurs d'énergie en béton. A l'époque du tout pétrole, personne n'a pensé à installer à cette occasion des petites centrales. Cette réflexion n'a eu lieu qu'*a posteriori*.

On travaille depuis peu, à travers une commission administrative sur le thème hydroélectricité et environnement, et sur les régulations administratives à conduire dans notre profession. Notre réflexion a permis l'édition d'un ouvrage à la Documentation française, avec la D4E. Les recommandations de cet ouvrage sont révélatrices :

- procéder à un état des lieux du parc à l'échelle nationale;
- travailler à l'évaluation des bénéfices et dommages environnementaux nécessaire à l'examen des projets ;
- suivre les expériences de certification environnementale – parmi nos adhérents, 3 usines ont été certifiées Iso 14 001 en 2002 ;
- étudier la question de la cohérence des politiques de préservation et de leur déclinaison territoriale, en lien avec les travaux sur la DCE, avec l'approfondissement de la notion de zone revitalisante.

### **Damien GIVELET**

Nous vous remercions. La parole est à la salle.

## **Débat avec la salle**

**Sylvie COULON, journaliste**

De nombreuses questions posées par Internet et via SVP portent sur l'éolien, avec des argumentations contradictoires. Est notamment évoquée la question de la réglementation : alors que des règles existent à l'étranger en termes distance, de bruit et d'effet stroboscopique, la France semble pâtir d'un vide juridique. Les investisseurs étrangers dans les centrales éoliennes se permettent actuellement toutes les fantaisies qu'ils ne pourraient se permettre chez eux.

**André ANTOLINI**

Je crois que ceci est inexact. Les règles qui prévalent en France sont parmi les plus contraignantes d'Europe, par exemple en matière de bruit : selon la règle en vigueur, le bruit ne peut excéder 3 dB la nuit, c'est-à-dire un niveau littéralement inaudible. Une conversation chuchotée atteint en effet 20 dB.

**Damien GIVELET**

Lorsque tout le monde se tait dans cette salle, le bruit atteint 45 dB. C'est le bruit que fait une éolienne à 300 mètres.

**André ANTOLINI**

Il ne faut donc pas laisser se répandre des informations inexactes. La réglementation française est probablement l'une des plus dures au monde.

**Damien GIVELET**

Existe-t-il des règles en termes de densité des éoliennes ?

**André ANTOLINI**

Oui, des études d'impact sont réalisées, et des PLU. Par exemple, il est interdit de construire des éoliennes à moins de 500 mètres des habitations. L'ensemble est parfaitement régulé, notamment par les 27 autorisations administratives à obtenir. Soyez tranquilles.

**Damien GIVELET**

Qu'en est-il de l'effet stroboscopique ?

**André ANTOLINI**

Je ne comprends pas bien ce terme. Je crois deviner qu'il fait allusion au fait que le passage des pales devant le mât créerait une perturbation pour l'œil. Si des certificats médicaux attestent que ce phénomène est susceptible de dégrader la vue, je suis prêt à examiner la question.

## **Jean-Louis BAL**

L'effet stroboscopique pourrait exister si les éoliennes se trouvaient à proximité des habitations, si le soleil éclairait les habitations au travers des éoliennes et si elles tournaient à un rythme élevé. Or les éoliennes modernes que nous avons vues au Danemark tournent à 15 tours par minute, soit un mouvement rotatif extrêmement lent, majestueux, qui n'est pas susceptible de provoquer des effets stroboscopiques.

## **Sylvie COULON**

Nous avons reçu d'autres questions très critiques. « Que fait le gouvernement pour favoriser l'implication de la population ? L'implication réelle de la population serait financière, à l'exemple de l'Allemagne, du Danemark ou de la Suisse. »

## **Patrick PLELAIN, adjoint à l'urbanisme d'une commune de Bretagne**

Nous assistons actuellement à une course au foncier, dans le but de geler les terrains, afin de pouvoir réaliser un investissement dans l'éolien. Cela montre la rentabilité de ces opérations. Les acteurs sont principalement des banques anglaises, allemandes, espagnoles, ainsi qu'EDF, qui conduit une action générale et une action plus ciblée. Tous les intervenants ont parlé de participation et d'implication de la population. La ministre, ce matin, l'a rappelé. Mais cette implication se réduit généralement à une simple information de la population. En Allemagne et au Danemark, la participation de la population a réellement été requise.

Il serait intéressant que, lors de votre prochain voyage au Danemark, vous approfondissiez la question du financement des installations. Vous verrez que 86 % des fermes éoliennes danoises bénéficient d'un apport financier des particuliers, y compris pour les projets de grande envergure, comme à Copenhague. L'implication financière de la population intéresse tout le monde. Le gouvernement prévoit-il, dans son projet de loi, de faire connaître ce type de dispositif ? En tant que petit élu local, nous ne savons pas toujours comment faire. On nous oppose également que c'est impossible.

Par ailleurs, est-il prévu de faciliter et d'adapter les outils pour les petits projets ? Par exemple, il est très compliqué, au plan juridique, de faire un appel public à l'épargne. Cela vaut pour toutes les énergies renouvelables.

Le rôle des élus n'est-il pas de faire profiter au maximum la population des retombées financières de l'énergie renouvelable ?

## **Jean-Louis BAL**

Je partage assez largement votre analyse. Nous menons d'ailleurs, à l'ADEME, des campagnes d'information auprès des élus. L'un de nos objectifs est d'impliquer le plus possible la population, en amont des projets. Cela dit, il est vrai que nous avons constaté au Danemark une implication financière directe de la population. Avec différents acteurs présents dans la salle, nous menons une étude européenne sur l'épargne de proximité, qui pourrait servir aux investissements dans les énergies renouvelables. Nous nous heurtons au problème de l'appel public à l'épargne. Notre étude émettra peut-être des propositions intéressantes de ce point de vue.

## **Damien GIVELET**

Serge Poignant, en tant que parlementaire, pouvez-vous nous dire pourquoi les petites communes ne profiteraient pas de l'énergie éolienne ?

### **Serge POIGNANT**

Tout dépend si l'on parle des communes ou de la population. Je ne vois pas d'inconvénient à ce que la population profite de cette manne. Quant aux communes, j'ai indiqué précédemment que la loi de janvier 2003 précise les conditions de l'étude d'impact et d'enquête publique. L'objectif est bien de faire participer, au-delà de la simple information.

Cela étant, les communes bénéficient dans tous les cas de la taxe professionnelle. L'intercommunalité constitue de ce point de vue une structure plus favorable, à tous points de vue. Comment impliquer les personnes elles-mêmes ? Nous n'avons pas la réponse aujourd'hui.

### **Damien GIVELET**

Vous avez compris que cet élu local souhaitait aller plus loin. Vous avez indiqué que la production d'électricité devait rester centralisée.

### **Serge POIGNANT**

Non, ce n'est pas ce que j'ai indiqué. Il peut y avoir une décentralisation de la production. Simplement, il n'est pas possible aujourd'hui que le citoyen participe au financement.

### **De la salle**

La question portait également sur la spéculation foncière. Il y a eu de la part d'un organisme mis en place par l'Etat une affirmation selon laquelle la rentabilité du parc éolien était supérieure de 20 %. De telles affirmations, qui sont fausses, vont attirer des spéculateurs. Nous avons vu des sociétés immobilières acquérir des terrains, en vue de les vendre ultérieurement.

### **André ANTONILI**

Il y a plus à perdre qu'à gagner dans de telles spéculations. Nous avons pour notre part passé un accord institutionnel avec des fédérations agricoles, pour éviter de telles spéculations. Nous avons pris le risque de fixer des fourchettes de prix. Les professionnels se sont comportés de manière exemplaire de ce point de vue. Par ailleurs, nous sommes tout à fait favorables à ce que des véhicules d'épargne permettent le financement de l'éolien. Rien ne s'y oppose sur le plan juridique. Vous avez raison de souligner le fait que la taille des investissements est telle que l'on arrive assez facilement au seuil rendant obligatoire l'appel public à l'épargne, avec un visa par la COB. De tels dispositifs sont extrêmement lourds. La question mérite d'être posée dans le cadre de l'étude sur l'épargne de proximité.

### **Jean-Louis RICHARD**

En 1980, au moment du renouveau de la petite hydraulique, la question de l'investissement des communes dans les micro-centrales a été évoquée. L'association des collectivités concédantes les en a dissuadé, car il s'agit d'un risque industriel. Exploiter une centrale de production d'énergie représente des pertes pendant plusieurs années, avant d'atteindre la rentabilité. Les collectivités concédantes déconseillaient aux communes d'investir directement.

**Stéphanie GRAL, Présidente d'une association de protection de l'environnement, Finistère**

Je voulais protester contre les propos tenus par André Antolini. Il existe dans le Finistère trois cas d'éoliennes implantées à moins de 500 mètres des habitations. A Pluvien, dans le Finistère, un permis de construire a été délivrés pour 8 éoliennes situées à moins de 400 mètres des habitations. A Ederle, elles sont implantées à 200 mètres des maisons et à Plouval-Maison à 300 mètres seulement. Les riverains, épaulés par des associations, ont donc intenté une action en justice devant le tribunal administratif, afin d'empêcher leur installation. Nous attendons le jugement du tribunal. Nous sommes donc face à une complaisance de l'administration. Il est clair que des règles existent en matière de nuisance sonore : encore faut-il qu'elles soient appliquées. A Ederle, le bruit ambiant était de 30 dB la nuit. Le permis de construire a été accordé. S'agissant de l'effet stroboscopique, on ne peut l'ignorer. Il en est largement question au Danemark, et en Bretagne, certains cas ont été signalés dans la presse. Ces éoliennes sont stoppées.

**André ANTOLINI**

Nous sommes dans un Etat de droit, où vous avez la possibilité de faire valoir vos droits.

**Damien GIVELET**

Comment expliquer la proximité des éoliennes par rapport aux habitations ?

**André ANTOLINI**

Les promoteurs qui agissent ainsi s'exposent à des ennuis en justice. Je ne connais pas les exemples qui ont été évoqués. Il existe en tout cas dans le droit administratif français des possibilités de recours, qui constituent une garantie importante pour les riverains et les habitants des collectivités concernées. Si la réglementation n'a pas été respectée, les permis de construire seront annulés.

**Damien GIVELET**

Nous ne comprenons pas que des industriels nourrissent de tels projets. Ils connaissent pourtant la réglementation.

**André ANTOLINI**

Ils ont tort d'agir ainsi. Le Préfet a dû penser que la réglementation était respectée. Si le tribunal administratif considère que ce n'est pas le cas, leur permis sera annulé. C'est aussi simple.

**De la salle**

Je suis Président de l'association « Paysages en péril », qui regroupe plus de 150 associations sur l'ensemble du territoire. J'appartiens également à une association bretonne et préside une autre association.

Je voudrais remettre en perspective le problème de façon plus large. Les associations que je représente ne sont pas opposées dogmatiquement et par principe à l'éolien, pas plus qu'aux autres énergies renouvelables. Nous approuvons le protocole de Kyoto, de même que la réglementation européenne. Nous constatons malheureusement que, sur le terrain,

l'information passe très mal. Monsieur Antolini, dans son enthousiasme pour les énergies renouvelables, et notamment l'éolien, émet parfois des affirmations non crédibles. Les pourcentages d'acceptation qu'il évoque, de l'ordre de 95 %, ressemblent à s'y méprendre aux résultats d'élection à Cuba ou en Irak. Nous avons du mal à les croire. La loi du 3 janvier apporte un progrès. Si les promoteurs étaient favorables à l'existence de règles, à l'enquête publique et à l'étude d'impact, les associations aussi réclamaient ces dispositifs.

Pour notre part, nous souhaitons avant tout que, dans les directives qui seront données, le contenu des études d'impact soit établi de façon sérieuse et rigoureuse. Pour prouver que nous ne sommes pas opposés à l'éolien en tant que tel, nous avons émis auprès du Conseil régional de Bretagne le vœu que dans le cadre de la loi du 3 janvier 2003, un schéma territorial d'aménagement de l'éolien en Bretagne soit défini. C'est en effet l'anarchie qui a présidé à son développement dans notre région, depuis son démarrage, qui lui a fait le plus grand tort et qui doit aujourd'hui laisser place à un effort cohérent et coordonné. On a l'impression que l'on a lancé l'éolien car il s'agit d'une énergie emblématique, mais au détriment d'autres énergies renouvelables. On nous parle depuis ce matin du potentiel considérable français, qui nécessite des efforts de recherche et développement. C'est donc peut-être une erreur d'avoir lancé l'éolien sans conduire une réflexion et une information correctes de la population et des élus. Nous avons organisé en février des conférences sur ce sujet. Nous constatons une méconnaissance totale du problème. Nous souhaiterions donc que l'information donnée aux gens soit crédible et non une information de propagande, qui nuit à l'objectif recherché.

### **André ANTOLINI**

J'estime avoir un droit de réponse. Je me réjouis d'apprendre que les associations que vous représentez sont favorables à l'éolien. Nous allons pouvoir discuter. En revanche, je vous laisse la responsabilité des qualificatifs de cubains et d'irakiens dont vous affublez les sondages de la SOFRES. Certains d'entre eux ont été commandés par l'ADEME. Cela fait partie des dérapages dont nous gagnerions à nous passer.

### **Damien GIVELET**

Serge Poignant, quel est votre point de vue sur ces sondages ? Qui les fait ?

### **Serge POIGNANT**

Je crois que les résultats des sondages dépendent surtout de la façon dont les questions sont posées. J'ai attiré l'attention sur la question de l'environnement de l'éolien, car les habitants, et en particulier les riverains, doivent pouvoir s'approprier l'éolien, sans avoir recours à la justice, sans quoi c'est le drame. Nous devons anticiper un peu mieux que cela a été fait à l'époque où l'on installait les relais-antennes pour les téléphonies mobiles. Un cadre juridique et des règles sont la condition de réussite de l'éolien. Si d'autres règles sont nécessaires, il faut les créer. Nous devons faire en sorte de protéger certains milieux, favoriser l'acceptation de la population – sachant que ce discours n'est pas un positionnement contre l'éolien.

### **Damien GIVELET**

Y a-t-il eu des abus dans ce domaine ?

### **Serge POIGNANT**

Je ne sais pas si l'on peut parler d'abus, mais nous entendons des riverains réagir. Si des permis de construire sont accordés en dépit de la réglementation, on peut s'interroger – bien

que je ne connaisse pas ces exemples. Dans ce domaine comme ailleurs, nous ne devons pas passer à côté des questions.

### **Jean-Louis BAL**

Les sondages menés par l'ADEME ont été mis en cause, c'est pourquoi j'aimerais réagir. Nous avons réalisé, à la fin de l'année 2001, un sondage sur la perception de l'énergie éolienne au niveau de la France entière, auprès de 2 500 personnes.

### **Damien GIVELET**

Le sondage s'est-il penché plus particulièrement sur les sites pressentis ?

### **Jean-Louis BAL**

J'y viens. Le sondage s'est focalisé sur le département de l'Aude, où nous avons interrogé 300 personnes selon les méthodes d'un institut de sondage. Or nous avons constaté que l'éolien était perçu de façon nettement plus positive dans l'Aude, où des éoliennes sont déjà implantées depuis plusieurs années, que sur le reste du territoire. J'ai présenté les résultats de ce sondage à un forum organisé par le Préfet de l'Aube en octobre 2002, auquel assistaient des associations opposées à l'éolien, qui ont contesté les résultats de ce sondage, sans pour autant nous qualifier d'Irakiens, cependant. J'aimerais rappeler que l'ADEME n'a pas pour vocation la promotion de l'éolien. Nous sommes l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, et nous essayons de faire les choses de manière objective. Aussi, lors de ce forum, ai-je invité ces associations opposées à l'éolien à siéger au comité de pilotage pour le sondage suivant, qui portait également sur 2 500 personnes, avec une double focalisation, sur l'Aude, afin de percevoir l'évolution d'une année sur l'autre, et dans le Finistère, où des éoliennes tournent également depuis plusieurs années. Je n'ai jamais plus entendu parler de ces associations. Elles n'ont pas voulu constater que nos sondages étaient réalisés de façon sérieuse. Le sondage a effectivement donné d'excellents résultats en termes de perception de l'éolien. Je citerai un seul chiffre : au niveau national, 36 % des Français considèrent que les éoliennes sont esthétiques. Dans l'Aude, ils sont 55 % et dans le Finistère, 63 %.

### **Jacques FROT, membre du Comité scientifique de l'AEPN**

L'AEPN est une association présente dans 43 pays qui, sur le plan mondial, s'efforce de promouvoir toutes les actions tendant à l'efficacité énergétique, et à favoriser l'utilisation de toutes les énergies n'émettant pas de gaz à effet de serre. J'aimerais formuler une remarque, qui est également une question. Je suis à la recherche d'une cohérence en ce qui concerne la politique énergétique de la France en matière de l'utilisation des sources renouvelables. Le protocole de Kyoto a fixé, pour l'Europe, un objectif de réduction de 8 % des émissions de gaz à effet de serre entre les données de 1990 et la période 2008-2012. Cet objectif de -8 % a été réparti entre les 15 pays membres de l'Union européenne, la France ayant à sa charge 0 % ! Elle fait en effet partie des bons élèves, grâce notamment au nucléaire. Pourtant, elle risque de ne pas tenir cet objectif, essentiellement en raison de l'évolution des transports routiers. Or on nous présente aujourd'hui les efforts de la France pour réduire les émissions de gaz à effet de serre à partir de l'éolien.

### **Damien GIVELET**

Je précise que la semaine dernière, à Bordeaux, toute la table ronde était consacrée aux transports routiers.

## **Jacques FROT**

Certes. L'éolien ou l'hydraulique ne peuvent produire que de l'électricité, or l'électricité française est aujourd'hui la plus propre d'Europe, et sans doute du monde, derrière la Suède. Si la France a des efforts à fournir, c'est donc bien dans les transports routiers, même si nos efforts en matière d'énergie éolienne sont positifs dans la mesure où ils vont nous permettre de maîtriser enfin cette technologie pour aider les pays en voie de développement.

## **Damien GIVELET**

Nous vous remercions pour votre remarque.

## **De la salle**

La France importe beaucoup de matières premières sous forme de charbon et de fuel, pour produire de l'énergie. Récemment, le responsable de l'agriculture et de la forêt à Rennes décorait une personnalité connue des milieux agroalimentaires pour avoir incorporé dans la chaîne alimentaire 250 grammes d'équivalent fuel par kilo produit, ce qui représente en France 50 millions de tonnes d'équivalent fuel, dont la totalité des résidus combustion sont incorporés dans les chaînes alimentaires et cosmétiques.

Ma question est la suivante : comment comptez-vous faire, face à 165 000 causes de décès repris par l'OMS de Genève, qui pourraient doubler dans les prochaines années ? Ce sujet est autrement grave que le bruit des éoliennes ! Soyons raisonnables. Il n'y a pas de solution connue aujourd'hui.

## **Damien GIVELET**

Le thème de notre table ronde est l'éolien et l'hydraulique. Je laisse le Directeur de cabinet de Claudie Haigneré, retenue à Bruxelles, conclure notre journée.

## **Intervention de Madame Claudie Haigneré, Ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, lue par Monsieur Bernard Bigot, Directeur de cabinet de la Ministre**

Mesdames et Messieurs les élus, Mesdames et Messieurs,

Le programme de notre réunion prévoyait que Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche et aux nouvelles Technologies, intervienne en cette fin de colloque. Je puis vous assurer que la ministre, qui sera présente demain, souhaitait vivement respecter un engagement pris de longue date, et être parmi vous pour clore le débat sur les énergies renouvelables. C'est un sujet qui lui tient particulièrement à cœur, comme l'ensemble des sujets énergie. Un impératif majeur l'a contrainte à se rendre à Bruxelles pour rencontrer le commissaire chargé de la Recherche au sein de la Commission, en vue de préparer le Conseil européen de la Recherche, qui se tiendra dans quelques jours. Ce Conseil traitera notamment d'un sujet en relation directe avec les débats qui se déroulent ici et demain à Rennes. Il s'agit d'ITER, sujet qui intéresse particulièrement la France, puisque notre pays, au nom de l'Union européenne, est candidat pour accueillir sur le territoire de la commune de Cadarache, en Provence, le laboratoire de démonstration de faisabilité scientifique et technologique de ce grand projet international, qui prépare notre avenir à long terme. Il cherche en effet à recréer à la fin de ce siècle, sur Terre, à petite échelle, le fonctionnement des étoiles et du soleil, à des fins de fonctionnement électrique. Cette énergie de fusion contrôlée serait alors disponible en grande quantité, en utilisant des matières premières – deutérium et lithium – pratiquement inépuisables : l'eau de mer constitue en effet une source de ces combustibles pour plusieurs milliers, sinon millions d'années, selon des projections réalistes de consommation mondiale d'énergie. Ces combustibles seront transformés en hélium, archétype du gaz physiquement inerte, dont on sait qu'il n'a aucun effet de serre. L'impact sur l'environnement serait ainsi très réduit par rapport à ce que nous connaissons aujourd'hui en matière de production d'énergie, même si, naturellement, cet impact ne saurait être nul. Il n'existe pas, en effet, d'activité humaine sans impact sur l'environnement. ITER est donc un projet qui s'inscrit clairement dans une logique de développement durable, à l'échelle planétaire, et s'apparente à une énergie renouvelable. Il réunit actuellement l'Union européenne, le Japon, la Chine, la Russie, le Canada et les Etats-Unis, et d'autres pays ou groupes de pays manifestent leur intention de s'y associer.

En me demandant de la remplacer, Madame Haigneré m'a prié de vous adresser à sa place son message, qui se veut d'abord un message de remerciement à l'adresse de tous les participants, intervenants et organisateurs. La réussite de cette réunion est le vivant témoignage de l'intensité et de la qualité de votre mobilisation. C'est donc aussi un message d'encouragement à investir dans la recherche sur ces énergies renouvelables, dans le développement de leur mise en place, tout en sachant bien que ces énergies ne sauraient répondre en totalité aux besoins de notre société. Cette journée marque une étape importante dans le déroulement du débat national sur l'énergie, par le thème qu'il traite : celui des énergies renouvelables, thème qui, dans l'esprit de beaucoup de nos concitoyens, ne serait-ce qu'en raison de son nom, est porteur d'espoir pour assurer de manière durable et sûre la satisfaction d'une part de nos besoins et de ceux des générations futures. Un scénario réaliste du World Energy Council, qui fait passer la production mondiale d'énergie de 8,6 milliards de tonnes équivalent pétrole en 1998 à 14 milliards en 2050 prévoit que la production d'énergies renouvelables passerait, elle, de 1,3 milliard de tep à 5 en 50 ans, soit plus du quadruplement. Ces données donnent la mesure de l'effort à fournir.

Le ministère délégué à la Recherche et aux nouvelles Technologies suit donc attentivement le déroulement du débat national sur l'énergie, sachant que l'Union européenne s'est donné

l'objectif de passer de 15 à 21 % d'énergie électrique d'origine renouvelable. Cela ne se fera pas sans un important investissement de recherche.

Les réponses déjà apportées aux questions énergétiques ont largement bénéficié des avancées des connaissances fondamentales au niveau technique apportées par la recherche, même si celle-ci n'a pas toujours eu la forme que nous lui connaissons aujourd'hui. Le Ministère de la Recherche et des Nouvelles Technologies souhaite, au-delà du développement des efforts de recherche & développement des entreprises, multiplier les actions incitatives favorisant les partenariats entre le public et le privé, et voir s'accroître les efforts publics de recherche consacrés à ces questions. Dans ce contexte, les choix qui découleront du débat national apporteront une contribution à la détermination des priorités de recherche, et fourniront des raisons nouvelles de soutenir de façon sélective des recherches en faveur des énergies renouvelables, comme de soutenir d'autres formes d'énergie. Ce n'est, en effet, qu'en utilisant le large registre des énergies disponibles que nous répondrons aux exigences du développement durable.

La politique de recherche nationale est fondée sur la diversification des sources d'énergie, en tenant compte de trois objectifs : une énergie durable, économe des ressources, respectueuse de l'environnement, en minimisant les émissions de gaz et de polluants, avec un coût de production acceptable par le consommateur et favorable au développement économique dans un monde particulièrement concurrentiel, une énergie sûre et fiable, qui limite les risques pour la santé des citoyens.

C'est pourquoi, en respectant ces conditions, 28 % du budget de 1 180 millions d'euros dédié au programme de recherche sur l'énergie en 2003 sont consacrés aux énergies renouvelables et à la maîtrise de la consommation. Même si nous savons bien que le monde ne pourra se passer avant longtemps ni des énergies fossiles, ni des énergies nucléaires actuelles, à moins d'un épuisement plus rapide que prévu des matières premières associées, nous devons tout faire pour que les énergies renouvelables représentent le plus rapidement possible la part la plus importante possible dans notre approvisionnement énergétique. Dans ce cadre, la recherche consacre en particulier ses efforts à une meilleure utilisation de la biomasse. Le potentiel de production et d'utilisation de la biomasse est important. Les biocarburants représentent un peu plus de 1 % de la consommation française de carburant. L'Union européenne souhaite passer ce taux à 5,75 % en 2010. Le potentiel est équivalent au double. Les recherches soutenues par le Ministère portent principalement sur deux filières, les esters et l'éthanol. Les recherches à moyen terme mettent par ailleurs l'accent sur les procédés de conversion thermo-chimique de la biomasse biocellulosique, notamment par catalyse industrielle. On travaille aussi sur l'adaptation des productions agricoles, tant du point de vue biologique et génétique qu'agronomique.

L'optimisation des systèmes éoliens terrestres a bénéficié dans le monde d'un effort technologique qui garantit aujourd'hui des performances de rendement, de fiabilité et d'adaptation locale particulièrement intéressantes. Elle doit être poursuivie, notamment au niveau des auxiliaires d'intégration dans les systèmes, en particulier au niveau des stockages intermédiaires et des convertisseurs. Le développement de l'éolien en mer nécessite, lui, une forte implication d'une recherche industrielle de haute technologie, mettant à profit tous les acquis des pratiques et des travaux offshore. Au niveau de l'énergie solaire, les recherches portent à la fois sur les techniques photovoltaïques et les techniques solaires thermiques. Pour ce qui concerne les premières, la limite théorique de rendement varie selon la filière technologique considérée. Il est ainsi de 26 % pour une simple jonction en silicium cristallin. Une autre dimension de la recherche vise l'obtention de coûts de production modérés, combinés à des rendements plus modestes de 10 à 15%, de manière à rendre le kWh photovoltaïque plus compétitif, dans des créneaux d'application plus large. Actuellement, le coût du kWh photovoltaïque est encore 10 fois supérieur à celui du gaz ou du nucléaire. La

recherche tente de progresser vers une troisième génération du photovoltaïque, en particulier avec le développement de nouveaux matériaux nanostructurés (à très basse échelle), ou la maîtrise des interfaces dans des hétérostructures de couche mince.

En ce qui concerne le solaire thermique, la recherche a structuré son effort en 2002 sur les composants, les matériels et les systèmes combinés, en développant par exemple le télé-suivi d'installations collectives, ou la conception et le dimensionnement de systèmes combinés, à la fois pour le chauffage et l'eau chaude. A cet égard, une action incitative a pu être lancée par le ministère en faveur du bâtiment durable à horizon 2010. S'agissant enfin de la géothermie, il convient de distinguer les recherches d'accompagnement de la géothermie de basse et haute énergie, et la géothermie en roche chaude et profonde, à l'image de l'expérience alsacienne. Cette dernière expérience correspond à un pilote de démonstration à l'échelle mondiale, pour l'exploitation d'une source nouvelle d'énergie. Il s'agit de mettre en valeur la chaleur des roches situées à quelque 5 000 mètres de profondeur et à des températures supérieures à 200 degrés. La prospective du groupe industriel qui travaille à ce projet indique qu'en exploitant seulement 10 % des ressources potentielles de l'Europe, on pourrait produire plus de 900 TW par an, soit deux fois la consommation électrique française.

Mais au-delà de la question des sources d'énergie se pose celle du stockage éventuel de grandes quantités d'énergie, si celle-ci ne peut être consommée dans l'instant où elle est produite. Le besoin est général, et largement déterminant dans le cadre de l'éolien ou du solaire, sans parler de l'électricité en général. Les combustibles fossiles, la biomasse ou l'hydraulique constituent en eux-mêmes des stockages naturels. L'hydrogène, produit à grande échelle et associé aux piles à combustible, constitue l'une des voies les plus prometteuses, si la production d'hydrogène retenu ne génère pas elle-même des émissions importantes de gaz à effet de serre. L'hydrogène requiert incontestablement un important effort de recherche au niveau mondial, même si des résultats remarquables ont déjà été obtenus. J'en veux pour preuve l'ouverture d'une première station-service à hydrogène la semaine dernière à Reykjavik en Islande, avec le soutien de l'Union européenne.

Au-delà des solutions scientifiques et techniques, auxquelles la Recherche apportera sa contribution, deux questions fondamentales devront être traitées :

- l'acceptabilité par l'ensemble de notre société de l'impact des solutions retenues, tant au plan local qu'au plan global ;
- le développement d'une culture de bon usage et de bonne pratique des différents modes disponibles – à quoi sert de produire des biocarburants si chacun des automobilistes ne veille pas régulièrement au bon réglage de son véhicule ? A quoi sert de produire à grands frais une énergie propre, si l'utilisateur final la gaspille ? Si chaque Français laisse simultanément allumée sans raison une lampe de 60 watts, ce sont 3 centrales électriques qui fonctionnent pour rien. `

Ces deux questions ont leur réponse dans les comportements humains individuels et collectifs. Les processus éducatifs ont un rôle éminent à jouer en ces matières. Ainsi, il est essentiel, pour mettre à profit durablement nos acquis sur les sources de production d'énergie renouvelable, de compléter nos efforts sur l'intégration de ces dispositifs nouveaux dans nos systèmes techniques. Cela implique des recherches spécifiques dans les dispositifs de stockage intermédiaire, de conversion, sur la gestion des réseaux à source multiple.

J'espère, par ces réflexions que Madame Haigneré souhaitait partager avec vous, vous avoir sensibilisés aux enjeux de recherche en matière d'énergie renouvelable, vous avoir convaincus de l'intérêt de soutenir les recherches engagées sur ce sujet, qui portent sur un large spectre, et vous avoir convaincus de l'intérêt d'être attentif à leur résultat. Sachez que la recherche est pour sa part attentive aux préoccupations de tous ceux qui souhaitent voir les

énergies renouvelables se développer, dans une vision globale de traitement à long terme de la question de l'énergie, avec l'objectif d'un développement durable.  
Je vous remercie de votre attention.

## **Intervention de clôture de Monsieur Jean BESSON, Député du Rhône, parlementaire en mission sur le Débat national sur les énergies**

Mesdames et Messieurs,

Je vais me livrer à l'exercice périlleux consistant à conclure nos débats. La tentation est forte de revenir sur des points particulièrement intéressants évoqués au cours du débat, en répétant moins bien ce que d'autres ont déjà dit, ou de revenir sur des points de consensus, comme les problèmes de développement durable et de gaz à effet de serre.

Les tables rondes et les exposés qui se sont succédé ont permis de dresser un panorama très large et complet de l'état de développement des énergies renouvelables en France et dans le monde, ainsi que des facteurs de blocage qui peuvent encore ralentir leur développement.

Sans rentrer dans le détail de chacune de ces énergies, je me contenterai de développer quelques idées générales. Tout d'abord, je crois qu'il existe un consensus très large en faveur du développement des énergies renouvelables. La volonté du gouvernement a rappelé, par le biais de ses deux ministres, sa volonté de se donner les moyens d'y parvenir. Cette volonté de développement est à la fois réfléchie et raisonnable : les tables rondes ont montré que l'ensemble des énergies renouvelables ont des limites, que ce soit en termes de coûts de production, qui restent parfois très élevés par rapport au marché, ou en termes de gisements, qui sont limités. Les énergies renouvelables sont donc indispensables, même si nous ne pouvons tout en attendre et même si une politique active de maîtrise de l'énergie continue à rester indispensable. Je retiens ensuite des débats une première demande en forme de conseil que je résumerai par un mot : la constance. Bien avant le niveau des aides, qui ont pourtant été réclamées aujourd'hui de façon légitime – la première vertu de l'action politique est en effet de s'inscrire dans la durée. A cet égard, les objectifs que s'est fixés la France constituent un cap qui doit permettre de soutenir la dynamique naissante que nous avons constatée, notamment aujourd'hui. Cette constance doit se traduire concrètement par une stabilité des engagements budgétaires ou des aides accordées au développement des énergies renouvelables.

Elle doit également permettre de diffuser au sein des administrations, au plus près du terrain, de nouvelles habitudes et une nouvelle manière de considérer les énergies renouvelables. Cela implique en particulier une simplification des procédures administratives. Cette constance est également un moyen d'échapper aux effets de mode et au développement éventuellement trop rapide de certaines technologies ou de certaines entreprises qui ne seraient pas matures, ou durables, et qui disparaîtraient dès la suppression des subventions. Je reprends à cet égard le conseil proposé ce matin par un responsable de l'ADEME : il faut se donner le temps de parcourir la courbe d'apprentissage. Il faut prendre ce point en considération, et ne pas développer trop vite ou trop fortement des énergies qui ne seraient pas encore matures par rapport aux besoins du marché, ou aux capacités technologiques. A cet égard, les tables rondes de l'après-midi ont également montré l'importance de la poursuite de la recherche, ou les recherches, dans ces domaines en vue d'accroître la rentabilité des filières. Enfin, concernant les différentes filières, je retiens de ces journées la nécessité de compléter le dispositif déjà en place dans le domaine des énergies électriques par un dispositif comparable en ce qui concerne le thermique : la fixation d'objectifs et de moyens pour y parvenir. Je confirme également la nécessité de développer un bouquet énergétique diversifié dans le domaine électrique, qui permette de tirer profit des avantages de chaque type d'énergie, et de compenser leurs défauts, par la diversification. Je pense en particulier au couplage intéressant entre l'hydraulique et l'éolien.

Pour conclure, je souhaite souligner le rôle important que les collectivités territoriales doivent jouer, et qui a été souligné par les intervenants, tant pour faciliter l'acceptation locale des énergies renouvelables que pour participer à leur financement.

Enfin, je souhaite rappeler à chacun que ce débat s'appuie non pas sur les capacités potentielles de production d'énergie, mais sur l'approche des besoins futurs des Français. Cette originalité de la primauté de la demande sur l'offre nous renvoie à l'affirmation d'un intervenant de ce matin, soulignant que les consommateurs ne sont pas des industriels mais des « êtres désirants ». J'ai retenu cette formule. Il nous appartient à tous de répondre à ce désir, à cette appétence: les chercheurs, en imaginant de solutions nouvelles, les développeurs, en affinant les technologies, les industriels, en investissant pour atteindre le seuil critique de la rentabilité et le dépasser, le pouvoir politique, en créant un environnement législatif, réglementaire, fiscal, administratif et financier favorisant ces initiatives. C'est précisément l'objet du projet de loi auquel doit nous conduire ce débat national, aussi je vous remercie sincèrement d'y avoir contribué activement tout au long de cette journée.



Rennes, 6 mai 2003

## **Nucléaire : énergie d'avenir ou fausse solution ?**

Compte rendu intégral de la rencontre  
(Ce compte rendu a été validé par l'ensemble des intervenants)

### **Sommaire**

Allocution d'ouverture par Madame Nicole Fontaine, ministre déléguée à l'Industrie .....	2
Intervention de Madame Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche et aux nouvelles technologies .....	66
Première table ronde : Nucléaire : les risques sont-ils maîtrisés ?.....	11
Débat avec la salle.....	22
Deuxième table ronde : Quelles solutions pour les déchets nucléaires ?.....	27
Débat avec la salle.....	33
Focus sur les expériences étrangères.....	38
Débat avec la salle.....	43
Troisième table ronde : Quelle place pour l'énergie nucléaire demain ? .....	45
Débat avec la salle.....	57
Clôture de la journée par M. Jean Besson .....	64

## **Allocution d'ouverture par Madame Nicole Fontaine, ministre déléguée à l'Industrie**

### **I. Introduction**

Madame la Ministre, chère Claudie Haigneré, Mesdames et Messieurs les parlementaires, Mesdames et Messieurs, les participants de la journée d'hier ont pu apprécier qu'elle était largement inspirée par un esprit créatif et prospectif. Aujourd'hui, nous abordons la deuxième journée de notre rencontre régionale concernant le débat national sur l'énergie : une journée consacrée à l'énergie nucléaire. Je ne doute pas un instant que ce même esprit créatif nous anime.

Je remercie Claudie Haigneré de sa présence et de son implication dans ce débat. J'aimerais saluer les parlementaires présents, en particulier les intervenants : le sénateur Henri Revol, le député Claude Gatignol, le député Christian Bataille, Philippe Tourtelier, Yves Cochet, Didier Anger. J'aimerais aussi saluer les intervenants venus d'autres pays : Mme Eneqstrom, de la Société SKB Suède, Mme Kainurinne, de la société TVO de Finlande, le Dr Horst Schneider, de la Direction de l'énergie en Allemagne, le Dr Lee Chang Kun, membre de la commission de l'énergie atomique de Corée. J'adresse enfin un mot particulier à ceux qui suivent ce débat depuis plusieurs semaines, et qui y apportent une contribution essentielle. Je veux citer Jean Besson, député du Rhône, chargé de la relation avec les élus – locaux, nationaux ou européens, et le comité des sages, représenté par Pierre Castillon et Mac Lessgy.

### **II. Maîtriser la consommation d'énergie**

Nos cinq premières Rencontres ont clairement mis en évidence l'enjeu de ce débat : la croissance continue de notre consommation d'énergie n'est pas durable :

#### **pour des raisons environnementales évidentes et fondamentales**

Ce sont des dégâts écologiques, des catastrophes maritimes dues au transport du pétrole, qui continuent de frapper les belles côtes de cette région. Ces catastrophes doivent absolument être maîtrisées. Le Gouvernement a veillé notamment à accélérer au niveau européen le contrôle des matières à risques. Ce sont les émissions de gaz à effet de serre, qui augmentent dans des proportions vertigineuses, et dont les conséquences sur le changement climatique et le réchauffement de la planète sont un désastre programmé si nous n'agissons pas.

#### **pour des raisons économiques**

Les réserves d'hydrocarbures s'épuisent ; la demande des pays en voie de développement va croissant.

Nous avons donc le sentiment qu'un premier consensus est apparu d'ores et déjà, à l'issue des premières rencontres, une prise de conscience de plus en plus forte qu'il nous faut décupler nos efforts et notre créativité si nous voulons maîtriser notre consommation d'énergie.

J'ai eu l'occasion hier de dire pourquoi nous avons choisi Rennes pour cette double thématique des énergies renouvelables et du nucléaire. En premier lieu, la Bretagne symbolise la dimension nouvelle qui s'est créée autour des énergies renouvelables depuis quelque temps en France. J'ai cité comme exemple particulièrement significatif les 5 parcs éoliens qui fonctionnent déjà dans cette région. J'en veux également pour preuve le développement des chaufferies au bois, très nombreuses dans cette région, les trois projets de valorisation des déchets agricoles et le potentiel formidable que les côtes bretonnes offrent pour un développement futur de l'éolien offshore et, éventuellement, l'exploitation de la force des

courants marins. En second lieu, nous avons choisi Rennes car la question du nucléaire est, ô combien, délicate et sensible, particulièrement dans cette région. C'est parce que la question est difficile qu'elle doit être débattue sans tabou, avec toute la sérénité nécessaire, c'est-à-dire de manière pluraliste. C'est ainsi que j'ai tenu à ce que toutes les sensibilités sur le sujet puissent s'exprimer, tant dans les tables rondes que dans la salle.

Les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire ont été très longtemps opposées, alors qu'elles ont un point commun non négligeable : elles sont complémentaires pour lutter contre l'effet de serre. C'est un phénomène dont nous ne connaissions pas l'existence en 1980 et que nous devons intégrer impérativement dans notre réflexion et dans les propositions que nous ferons dans le futur.

### **III. Le nucléaire et les choix de la France**

Venons-en au thème qui nous réunit aujourd'hui : l'énergie nucléaire. L'interrogation un rien provocatrice du libellé de cette rencontre – «énergie d'avenir ou fausse solution ?» – me semble nécessaire à trois titres.

Tout d'abord, la France ne peut rester campée sur ses certitudes sans s'interroger de bonne foi sur les évolutions constatées à l'étranger à l'égard du nucléaire. Où en sommes nous ? D'un côté, certains pays européens, comme l'Allemagne, la Belgique ou la Suède, ont fait le choix d'en sortir progressivement. De l'autre, des pays comme les Etats-Unis, la Finlande, la Chine ou la Corée du Sud investissent massivement dans le développement de cette filière. Il reviendra à la troisième table ronde de cette journée de nous éclairer sur ces expériences étrangères et leurs conséquences en termes de politique énergétique et de respect des engagements pris à Kyoto. Je tiens à nouveau à remercier les orateurs cités précédemment de venir éclairer nos débats.

Ce débat est ensuite nécessaire pour sortir le nucléaire du cercle d'experts, d'initiés ou de partisans au sein duquel il a été trop longtemps enfermé. J'en veux pour preuve les idées reçues, la relative méconnaissance des Français sur ces sujets. L'enquête que nous avons effectuée en décembre dernier a, par exemple, fait apparaître que deux tiers de nos concitoyens pensent que l'énergie nucléaire émet des gaz à effet de serre. Pour qu'une politique énergétique soit durable, il faut que les Français y adhèrent. Parce qu'il n'est pas d'adhésion sans connaissance, compréhension des enjeux et des faits, il est urgent que l'Etat renoue le dialogue sur ce sujet des énergies, et notamment du nucléaire.

En toute hypothèse, une chose est sûre pour le Gouvernement : aucun projet ne peut voir le jour sans une transparence absolue à l'égard des citoyens, et leur association au processus de décision. Ce débat est donc d'une particulière actualité, car le temps des choix est venu. Ce n'est pas en 2020 que nous choisirons de sortir du nucléaire ou de le renouveler, c'est-à-dire à la veille du renouvellement du parc. En quelque sorte, pour le nucléaire comme pour toute grande question d'avenir, il nous faut préparer les réponses très en amont. Au cours de cette journée, je vous invite donc à débattre de deux questions essentielles : la France peut-elle envisager de sortir progressivement du nucléaire, comme le fait l'Allemagne, ou au contraire poursuivre résolument dans cette voie, comme la Finlande ? Si la France poursuit dans le nucléaire, quel devra en être le poids dans le bouquet énergétique de 2020 et de 2050 ? Pour préparer cet avenir, est-il souhaitable que nos industriels nationaux, EDF et AREVA, construisent un réacteur EPR dès maintenant, ou bien dans 5 ans ? Au contraire, est-il préférable de consacrer l'ensemble de nos efforts à la génération suivante de réacteurs ? La réponse à la première question nécessite que l'on compare les avantages et les inconvénients du nucléaire, aujourd'hui et demain.

Les avantages sont connus :

- la compétitivité de l'électricité produite en France, qui permet à notre pays d'exporter 15 % de sa production à l'étranger, et aux industriels et aux ménages de disposer d'une énergie bon marché ;
- une indépendance énergétique accrue, passée de 26 % en 1973 à 50 % aujourd'hui, qui nous rend moins vulnérables à la forte volatilité des prix du pétrole ou du gaz ;
- une énergie qui, à la différence du gaz ou du charbon, n'émet pas de gaz à effet de serre – la France évite ainsi l'émission dans l'atmosphère d'environ 30 millions de tonnes de carbone par an, soit 30 % de nos émissions liées à l'énergie.

Les interrogations que soulève le nucléaire sont tout aussi connues :

- les risques d'accident et de prolifération des matières radioactives ;
- la question du traitement des déchets nucléaires à longue durée de vie.

Certes, des catastrophes comme celles de Tchernobyl ont eu lieu dans des contextes de technicité et de norme de sécurité très différents des nôtres. Il n'empêche : la catastrophe de Tchernobyl reste présente à l'esprit de tous, tant elle nous rappelle le prix humain de tout incident. La sécurité doit être, dans le nucléaire, une préoccupation de tous les instants.

Il reviendra aux deux tables rondes de ce matin d'examiner les différentes questions, et de voir les réponses qui sont apportées aujourd'hui, ainsi que les voies d'amélioration possibles pour l'avenir. En particulier, quel contenu a-t-on donné à la loi sur la transparence nucléaire, pour aller encore plus loin en matière de sûreté ainsi que d'information du public ? Quelles sont les améliorations que pourraient apporter à cet égard les futurs réacteurs nucléaires ? Comment l'Agence internationale de l'énergie atomique peut-elle lutter plus efficacement contre la prolifération des matières nucléaires ? Gageons également que la table ronde sur les déchets nucléaires permette de dresser un état objectif et dépassionné de cette question. En effet, que nous poursuivions ou non dans la voie du nucléaire, la question des déchets est posée, et un choix devra être fait en 2006 entre les différentes solutions existantes. Je remercie à nouveau Mme Eneqstrom qui nous présentera le cas de la Suède, un exemple très intéressant, puisque ce pays a décidé de sortir du nucléaire et de recourir au stockage géologique pour résoudre la question des déchets.

Il conviendra ensuite d'aborder notre deuxième interrogation : faut-il continuer le nucléaire, et si oui, comment ? Chacun attend le Gouvernement sur ce sujet de société, qui n'a été abordé que de manière passionnée, révoltée ou trop convaincue. Le Gouvernement, par ce débat, répond présent : oui, nous en allons en parler, oui, nous examinerons à Rennes, dans cette salle, toutes les hypothèses, sans tabou, ouvertement, avec tous les citoyens. C'est ainsi que nous concevons le dialogue démocratique. Chacun doit pouvoir s'exprimer librement et sera entendu, car c'est de notre avenir qu'il s'agit, un avenir que nous inscrivons dans une démarche de développement durable. La conviction du Gouvernement sur ces sujets n'est pas faite. Elle doit mûrir, en s'appuyant notamment sur les éléments qui émergeront des débats, en particulier de la 4<sup>ème</sup> table ronde.

Quels constats pouvons-nous d'ores et déjà dresser ? En premier lieu, la moitié des centrales nucléaires sera probablement arrêtée entre 2020 et 2025. C'est donc à cette échéance qu'il conviendra d'être prêts, s'il y a lieu, à renouveler le parc. En second lieu, notre volonté de réduire par 4 nos émissions de gaz à effet de serre doit être le principal déterminant de nos

choix. Il nous faudra en effet trouver les moyens de produire au moins 300 TWh électriques sans émettre de CO<sub>2</sub>. A la différence des années 70, les choix énergétiques de demain seront réalisés dans un marché européen intégré et ouvert. Cela veut dire aussi que les nouveaux moyens de production seront financés par les industriels, et non par les consommateurs, qui pourront choisir leur électricité au meilleur prix. La réflexion devra également intégrer les dimensions sociales et d'indépendance nationale, et en particulier l'atout que représente pour notre pays le savoir-faire des 40 000 employés qui se consacrent au nucléaire au sein d'EDF et d'AREVA et de tous leurs sous-traitants.

Enfin, ce panorama ne serait pas complet sans parler de l'importance de la recherche et de l'innovation. Qu'il s'agisse des énergies renouvelables, où l'amélioration des technologies est absolument indispensable pour assurer leur rentabilité économique, ou qu'il s'agisse des solutions les plus adaptées au problème, par exemple, du traitement des déchets nucléaires. Je ne défile pas ce sujet que, dans un instant, Claudie Haigneré abordera.

#### **IV. Conclusion**

Le nucléaire est une des inventions les plus ambivalentes du XX<sup>ème</sup> siècle. Utiliser à des fins civiles la fission de l'atome, de ses applications à la médecine à la formidable source d'énergie qu'elle représente, constitue en effet une avancée scientifique et technologique majeure. Utiliser à des fins militaires son pouvoir destructeur est à l'aune de l'énergie libérée. Par son entrée tragique dans l'histoire et par les risques de prolifération qu'elle peut aujourd'hui susciter, l'énergie nucléaire inquiète et interroge fondamentalement chacun de nous, au plus profond de nos consciences sur une question simple : celle de l'avenir de notre planète. Ces questionnements, qui nous renvoient tous à nos responsabilités, et aux conséquences de nos décisions, sont primordiaux. Ils participent à la marche de l'humanité dans sa quête de progrès, parce qu'elle bâtit son avenir par ses interrogations et par ses espoirs.

C'est avec l'éclairage du débat qu'avant la fin de l'année, le Gouvernement prendra ses décisions dans le cadre de la loi d'orientation sur l'énergie que je soumettrai au Parlement. C'est pourquoi j'attache infiniment d'intérêt et d'importance à la richesse et à la contribution de vos travaux.

Je vous remercie.

## **Intervention de Madame Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche et aux nouvelles technologies**

### **I. Introduction**

Madame la Ministre, Chère Nicole, Mesdames et Messieurs les parlementaires, Mesdames et Messieurs les professeurs, Mesdames et Messieurs, je suis très heureuse de pouvoir vous rejoindre aujourd'hui pour ces sixièmes Rencontres du Débat national sur les énergies. Il est vrai que ce débat prépare de grandes décisions que notre pays devra prendre prochainement pour assurer dans le long terme notre indépendance énergétique et ce, dans une logique de développement durable. La ville de Rennes a été choisie pour traiter de questions particulièrement importantes dans ce débat : les énergies renouvelables, dont nous avons parlé hier, et le nucléaire, avec quelques interrogations clairement posées : « énergie d'avenir ou fausse solution ? ».

Ces deux questions évoquées pendant ces 48 heures touchent en fait à un même volet du débat : de quelle quantité d'énergie notre société doit-elle disposer dans 5 ans, 10 ans, 50 ou 100 ans ? Quelles matières premières et quels modes de production peuvent nous fournir une énorme quantité d'énergie ? Songeons qu'actuellement en France, chaque Français consomme en moyenne 3,2 tep, tout en satisfaisant les contraintes de plus en plus fortes que nous nous imposons. Ces contraintes sont celles d'une énergie économe des ressources, respectueuses de l'environnement, minimisant les émissions de gaz à effet de serre et les polluants. C'est une énergie au coût de production acceptable pour le consommateur et favorable à notre développement économique. C'est une énergie sûre, fiable, qui limite les risques pour la santé de nos concitoyens et celle des générations futures.

Hier, je n'ai pu être présente avec vous, devant évoquer à Bruxelles l'un des sujets inscrits dans le plus long terme : la fusion thermonucléaire contrôlée. J'ai donc demandé à mon Directeur de cabinet de vous faire partager l'état de nos réflexions, de nos propositions sur la question des énergies renouvelables, et des efforts de la part du monde de la recherche, de la communauté scientifique. Je suis heureuse de pouvoir aborder aujourd'hui la question de l'énergie nucléaire, avec cet apport et cette réflexion de la recherche.

### **II. La recherche au cœur de la réflexion sur l'énergie**

Rappelons tout d'abord que l'énergie nucléaire, qui représente aujourd'hui, en France, 34 % de notre production globale d'énergie, n'aurait jamais pu atteindre ce niveau ni son degré de fiabilité unique au monde sans l'appui d'un formidable effort de recherche au sein d'une communauté, fort réputée au niveau international et qu'il convient de saluer pour sa contribution. Certains sont présents aujourd'hui. Toutefois, cette source d'énergie ne saurait avoir d'avenir si cet effort de recherche n'est pas poursuivi. Vous savez comme moi que, même si nous cessons de produire de l'énergie nucléaire, nous devons poursuivre des recherches afin d'assurer le traitement définitif des déchets existants. Nicole Fontaine vient de rappeler que c'est l'une des stratégies d'un pays voisin. La recherche se trouve donc au cœur du débat sur l'énergie, et donc au cœur du débat sur l'énergie nucléaire.

Pour autant, la question nucléaire ne peut être traitée indépendamment de l'ensemble des questions touchant à l'énergie. Le scénario présenté récemment par le World Energy Council dessine des perspectives de recours croissant tant aux énergies renouvelables qu'à l'énergie nucléaire, au cœur de notre rencontre d'hier et d'aujourd'hui, ce qui renforce encore l'acuité du débat. Nous devons donc porter toute notre attention aux deux modes d'énergie qui sont aujourd'hui proposés au débat : énergies renouvelables et énergie nucléaire. Elles sont

appelées à voir leur production augmenter dans le monde de manière décisive dans le demi-siècle qui s'ouvre.

### **III. Le nucléaire : les scénarios possibles**

En France, comme dans les nombreux autres pays qui abritent l'un des 442 réacteurs actuellement en fonctionnement, le développement de la filière nucléaire suscite deux attitudes antagonistes. La première vise à fermer rapidement cette filière, en mettant en avant le fait que les risques d'exposition du public et des personnels des centrales au rayonnement, à la radio-toxicité des combustibles irradiés et des matériaux qui interviennent dans la constitution des réacteurs, sans parler de la dissémination, sont trop grands pour qu'il soit raisonnable de faire confiance aux hommes pour les maîtriser, notamment au long terme. Cette attitude doit nous renvoyer immédiatement à la question des sources de substitution ou du changement profond du mode de vie et de production de nos sociétés, questions auxquelles aucune réponse n'a pu être apportée. Les Allemands, pour leur part, ont fait le choix d'un arrêt programmé de leur filière nucléaire. Ils doivent déjà importer une part importante de leur énergie électrique, notamment de France. La production d'électricité est, à près de 80 %, d'origine nucléaire. Leur plan de sortie de la filière nucléaire et les exigences d'élimination des rejets de gaz à effet de serre ne peuvent qu'agrandir cette dépendance. Nous ne devons jamais oublier la cohérence entre les motifs de nos choix et leurs conséquences. La question du nucléaire ne peut être traitée de manière isolée, dans ce cadre de réflexion.

La seconde attitude, dans ce débat, consiste, tout en étant conscient des risques attachés à la production d'énergie nucléaire, à estimer nécessaire de poursuivre la production actuelle de notre électricité dans les 58 réacteurs de deuxième génération que nous possédons, et de préparer pour les futures générations des réacteurs disponibles à horizon 2015-2020, tout en veillant à retenir la meilleure des solutions pour le traitement des déchets existants, pour minimiser la production de nouveaux déchets, et faciliter le démantèlement des réacteurs actuels lorsqu'ils seront en fin de vie. Les tenants de cette seconde attitude estiment que le nucléaire est indispensable pour affirmer une certaine indépendance vis-à-vis des pays producteurs de sources d'énergies fossiles, et une stabilité vis-à-vis de l'économie du pétrole. Ils soulignent également l'intérêt de la filière nucléaire quant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la limitation des changements climatiques. Naturellement, ils savent bien que cette solution ne saurait être exclusive à l'échelle mondiale, mais qu'elle peut être adoptée.

### **IV. L'avenir du nucléaire : recherche et gestion des risques**

Le Premier ministre Jean-Pierre Raffarin a souhaité que le Parlement débattre et vote la loi d'orientation sur l'énergie en 2003-2004. La représentation nationale devra ainsi débattre des conditions de la poursuite ou non du nucléaire, et des caractéristiques de cet éventuel générateur du futur. Les parlementaires devront se prononcer sur la place de l'énergie nucléaire dans notre approvisionnement énergétique, sur la gestion de la filière, sur les déchets, sur la question de la sécurité des installations nucléaires, toutes questions que vous aborderez largement et de façon très ouverte dans le débat.

N'ayons aucun a priori : il n'y a pas de question tabou. Cette réflexion est menée parce que, dans la filière nucléaire, en particulier, il n'y a pas de d'évolution possible ni d'engagement sans une acceptabilité aussi large que possible du nucléaire par l'ensemble de nos concitoyens. Cette acceptabilité ne sera possible que si chacun a la possibilité de comprendre les raisons et les conséquences des choix associés. Il est donc absolument nécessaire, et c'est notre volonté, que la société se saisisse de cette question de l'énergie dans toutes ses

dimensions. Il est vrai que, de ce point de vue, les connaissances acquises par la recherche ont un rôle important à jouer. Il importe donc que les grandes institutions de recherche éclairent ce débat, en présentant l'état des lieux et les stratégies envisagées pour le futur, à partir de leur expertise.

La recherche devra être sollicitée pour apporter des éléments d'information, là où demeurent des incertitudes, pour soutenir et faire avancer l'innovation technologique, et être indispensable pour relever les défis en matière de production d'énergie, énergies renouvelables, en particulier dans le domaine du nucléaire. Si nous voulons que nos concitoyens puissent démocratiquement se déterminer sur les questions liées au nucléaire, il faut que, de notre côté, du côté également de la communauté scientifique, nous fassions preuve d'un effort d'écoute et d'explication des enjeux, en toute transparence.

Le débat est fondamental pour intégrer de multiples paramètres qui interviennent dans les éléments de décision (paramètres économiques, techniques, environnementaux et sociaux) pour éclairer la décision, répondre aux questions que chacun se pose : à quel prix sera le kWh d'électricité dans 5, 10, 15 ans en fonction de son mode de production ? Quelles sont les économies par les modifications de nos modes de consommation ? Quels sont les risques attachés à la filière nucléaire ? Saurons-nous quel type de réacteur choisir ? Quel sera l'impact de l'implantation d'un champ d'éolienne, d'un capteur solaire ou photovoltaïque, d'une centrale ou d'un lieu de stockage nucléaire pour l'entreprise, l'exploitation agricole, la vie quotidienne, les enfants ?

Cet effort de pédagogie est fait mais doit être poursuivi. Dans des discussions que nous devons dépassionner, que nous devons faire sortir d'un affrontement stérile entre les anti et les pro nucléaire qui veulent, plutôt que de faire partager des connaissances, imposer des convictions. Sans doute, la science peut apporter un éclairage complémentaire, différent, c'est pourquoi le Ministère de la Recherche souhaite prendre des initiatives dans ce débat, parce que la recherche française dans le domaine du nucléaire est l'une des toutes premières au monde, et peut apporter des éléments importants. Le CEA a présenté récemment ses vues sur les générateurs futurs. Les grands déterminants scientifiques et technologiques pour les générations suivantes de réacteurs sont aujourd'hui connus, mais au-delà de ces déterminants scientifiques et techniques, il s'agit aujourd'hui d'intégrer les notions économiques, grâce à un dialogue poussé avec l'industriel français du secteur : quelles voies devons-nous approfondir en priorité, à quelles échéances, avec quels moyens, et pour répondre à quel modèle économique de consommation ? Quelle est l'équation, telle qu'elle est posée aujourd'hui ? Tous les acteurs doivent répondre ensemble et en concertation, avec des échéances qui sont proches, c'est pourquoi le débat revêt une certaine acuité. La troisième génération, celle de l'EPR, attend sa première réalisation effective. La quatrième génération, débattue actuellement entre spécialistes internationaux dans le cadre du forum Génération 4 devra être encore plus sûre, et diminuer de façon drastique le nombre de déchets produits. A l'initiative du Department of Energy américain, 10 pays – Argentine, Brésil, Canada, France, Japon, Corée du Sud, Afrique du Sud, Suisse, Royaume-Uni et Etats-Unis – viennent de s'associer pour étudier les réacteurs nucléaires de 4<sup>ème</sup> génération qui seraient susceptibles d'être déployés à partir de 2030. Il s'agit donc de proposer des systèmes de production d'électricité durables, économiques, sûrs, fiables, et résistants, face au risque de prolifération nucléaire. Au sein de ce projet, 6 systèmes ont été sélectionnés, avec la mise en route des investissements qui permettront d'avancer dans les prochaines années.

S'agissant des déchets nucléaires, question encore en suspens en France alors que d'autres pays ont déjà pris des décisions en la matière, la France s'est dotée d'une législation

innovante, avec la loi Bataille du 31 décembre 1991, qui encadre les recherches sur la gestion des déchets radioactifs, en définissant trois axes de recherche : la séparation-transmutation, le stockage et l'entreposage. Un rendez-vous est fixé en 2006 pour établir un bilan de ces recherches et en vue d'une nouvelle décision législative. Des retards sont intervenus, pour différentes raisons : l'indisponibilité de sources de neutrons rapides, comme Super Phénix, et le drame du laboratoire de Bure, qui a ralenti les recherches programmées sur le stockage. Nous sommes dans une étape où nous avançons de nouveau pour aller plus loin dans ces recherches et ces avancées. Phénix monte en puissance depuis l'autorisation de janvier, pour pouvoir irradier les échantillons de déchets transmutables et avancer sur la partie transmutation. La première extraction, après la reprise effective du forage de Bure, a eu lieu la semaine dernière. Les Américains et les Suédois ont décidé de sites de stockage. Cette expertise acquise en collaboration par des laboratoires qui existent dans plusieurs pays va permettre de partager les éléments sensibles d'expertise pour prendre une décision. Nous disposons de nombreux résultats de recherche. Le 30 avril dernier s'est tenu justement un débat de restitution sur les déchets nucléaires, avec des résultats encourageants. Ils sont à votre disposition sur le site du Ministère. Des documents remarquables sont publiés par le Comité national d'évaluation, ainsi qu'un document du Ministère relatif à la stratégie de recherche en matière de gestion des déchets nucléaires à haute activité et à vie longue, qui sont des éléments importants d'information sur l'état des recherches. En 2006, le Gouvernement pourra faire le point sur l'avancée des travaux concernant ces trois voies, et que nous pourrions débattre de ces options. Pour certains, il s'agira de poursuivre certaines études, d'en réorienter d'autres, de choisir entre diverses hypothèses, pour pouvoir arrêter des décisions de manière réfléchie, en connaissance de cause mais de manière courageuse, avec l'apport du plus grand nombre, qui aura été informé et qui aura entre les mains les éléments de la décision.

## **V. Conclusion**

En dépit des progrès considérables que donnent ces éléments d'information, le dialogue avec nos concitoyens demeure sans doute encore insuffisant. Il faut donc saluer l'initiative prise par le Gouvernement d'avoir lancé ce débat énergie, en la personne de Nicole Fontaine, que constitue ce grand Débat national sur les énergies, jalonné de plusieurs rendez-vous dans diverses villes de France. Avec les différents ministères concernés – Economie et Finance, Ecologie, Recherche, Direction de la Sécurité, ANDRA – nous nous organisons pour qu'un document de synthèse sur la recherche, la méthodologie mise en œuvre et un plan d'action soient disponibles et puissent être présentés dès 2004 pour préparer les décisions à prendre en 2006. Certaines échéances sont proches, d'autres à plus long terme. Les réponses apportées ne seront pas exclusives. Il serait absurde de nous priver des énergies renouvelables. D'un autre côté, il semble actuellement indispensable que l'énergie nucléaire de fission fasse encore partie du paysage jusqu'en 2030 ou 2050. Nous avons devant nous plusieurs rendez-vous : celui de 2006 pour les déchets, celui de 2010 pour les transports propres, avec les modes de consommation associés, celui de 2015, date de la potentielle construction des premiers réacteurs de troisième génération, et 2030, avec les objectifs du protocole de Kyoto. J'aimerais aller plus loin, jusqu'à la fin du siècle, avec la maîtrise industrielle d'une production d'énergie que pourrait représenter la fusion thermo-nucléaire contrôlée, avec ses avancées pleines de défis. Le grand projet international ITER représente un challenge considérable. Ce pourrait être une source d'énergie nouvelle et innovante en ce domaine.

La recherche est appelée à contribuer à ces diverses échéances, à apporter, en coordination avec les acteurs industriels et économiques, des réponses et des compléments d'information sur les différents choix. Cette contribution vous sera livrée à différentes occasions de la

journée. Je suis confiante dans la capacité de la recherche à relever ce défi. Nous avons tous cette capacité à avoir une réflexion bien conduite pour prendre de bonnes décisions en face de ces enjeux.

Je vous remercie.

Un film est projeté, mettant en scène un micro-trottoir réalisé à partir des trois thèmes de la journée.

## Première table ronde : Nucléaire : les risques sont-ils maîtrisés ?

Participaient à la table ronde :

Professeur André AURENGO, Chef du département de médecine nucléaire à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière

Henri REVOL, sénateur UMP de Côte d'Or, Président du groupe Energie au Sénat

Alain SCHMITT, Directeur général adjoint, Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Philippe THIEBAUD, Gouverneur français auprès de l'Agence internationale d'Energie atomique.

Dominique DUPARD, administrateur de WWF France

La table ronde était animée par Michel FIELD, journaliste.

Les questions reçues via Internet ou SVP étaient sélectionnées et rapportées par Sylvie COULON, journaliste.

### **Michel FIELD**

On connaît déjà les termes du débat : les partisans de l'énergie nucléaire soulignent ses avantages : son faible coût, l'indépendance énergétique qu'elle permet et l'absence d'émission de gaz à effet de serre. En outre, la France est très bien placée dans cette industrie qui emploie plus de 100 000 personnes. Il s'agirait donc d'une énergie formidable, si ne se posaient deux questions : celle de la sécurité et celle des déchets nucléaires. Nos deux tables rondes de ce matin seront consacrées à ces thèmes.

Comme nous l'avons vu dans le micro trottoir, le public associe immédiatement la notion de risque nucléaire à l'accident de Tchernobyl, mais aussi les pollutions et contaminations liées au fonctionnement d'une installation nucléaire, ainsi que la question des traitements des déchets.

Premièrement, qu'en est-il de la maîtrise des risques, Alain Schmitt ? Comment est gérée la sécurité nucléaire en France ? Quels sont les accidents les plus graves qui ont été constatés ? Certains sont-ils comparables avec ce qui s'est produit en Russie ?

### **Alain SCHMITT**

Il existe deux principes en matière de sûreté nucléaire. Le premier est le principe de responsabilité de l'exploitant. L'exploitant nucléaire est le premier responsable de la sûreté de ses installations. L'autorité de sûreté nucléaire, que je représente, est en quelque sorte le gendarme du nucléaire. Sa mission est d'assurer le contrôle des activités nucléaires, au nom de l'Etat, pour protéger la population, les travailleurs et l'environnement des risques liés au nucléaire.

Pour assurer la sûreté nucléaire, j'aimerais insister sur l'idée de défense en profondeur. L'autorité de sûreté nucléaire impose à l'exploitant d'ériger plusieurs barrières diversifiées qui doivent permettre de multiplier les obstacles avant qu'un incident ne puisse devenir un

accident. Je citerai quelques exemples simples. Le cœur du réacteur contient le combustible, placé dans des gaines étanches, lesquelles se trouvent elles-mêmes dans une cuve en acier très épais et résistant. Cette cuve se trouve elle-même placée dans une enceinte de confinement en béton armé, résistante également. Il s'agit d'une application du principe de défense en profondeur, avec plusieurs lignes de défense. Ce principe est généralisé en matière de sûreté nucléaire. Dans les centrales, par exemple, tous les systèmes de sécurité sont doublés, de sorte que la panne d'un système ne mette pas en cause la sûreté globale de l'installation. Cependant, la défense en profondeur n'est pas qu'une question de matériel : le facteur humain doit être pris en compte de façon tout aussi importante. Dans les centrales nucléaires, les organisations doivent fonctionner correctement. Nous contrôlons également le bon fonctionnement des organisations, de l'exploitation de la centrale.

J'en viens à des exemples d'accident nucléaire.

En 1990 a été mise en place une échelle internationale de gravité des accidents nucléaires, l'échelle INES (International Nuclear Event Scale), comprenant sept niveaux. Le niveau 1 correspond à l'anomalie courante (non-respect d'une règle de fonctionnement mais sans conséquence), et le niveau 7 définissant la gravité la plus grande, comme l'accident de Tchernobyl. Le niveau 4 est celui à partir duquel un incident est considéré comme un accident, mais correspond à des accidents ne présentant pas de risques pour l'environnement. Dans les pays de l'OCDE, l'on recense cinq accidents de niveau au moins égal à 4 sur cette échelle : trois de niveau 4 et deux de niveau 5. Parmi ces deux derniers, l'un est survenu au Royaume-Uni en 1957, à la suite d'un incendie dans un réacteur nucléaire. Le second est survenu aux Etats-Unis, avec une fusion partielle du cœur de la centrale de Three Miles Island. En France, on recense un accident de niveau 4 : l'endommagement du cœur d'un réacteur nucléaire à la centrale de Saint-Laurent, en 1980. Ce réacteur d'ancienne génération est aujourd'hui arrêté. En Union Soviétique, on a recensé en son temps deux accidents : un accident de niveau 7 – l'explosion du réacteur n°4 de Tchernobyl – et un accident de niveau 6 en 1957 – l'explosion d'une cuve dans une usine de retraitement.

### **Michel FIELD**

De nombreuses associations plaident pour que soit communiquée une liste détaillée des incidents constatés dans les installations nucléaires et dénoncent l'opacité sur ce sujet. Je crois que l'on risque de retrouver fréquemment ce thème au cours de cette journée.

### **Alain SCHMITT**

Il est vrai que, pour « l'homme de la rue », la transparence demeure un point faible de la filière nucléaire. Du point de vue de l'autorité de sûreté, nos textes statutaires nous donnent le devoir d'informer largement le public sur la sûreté nucléaire, et nous nous y efforçons. Nous avons mis en place au fil des années divers outils :

- un rapport annuel présenté à la presse, communiquant l'état de la sûreté nucléaire en France ;
- une revue bimestrielle, *Contrôle*, dans laquelle nous abordons des sujets de fond et des sujets d'actualité ;
- notre site Internet, inauguré en l'an 2000, sur lequel nous publions notamment les décisions que nous prenons vis-à-vis des exploitants nucléaires, les suites que nous donnons aux inspections, et des informations sur les incidents.

Pour les incidents, la règle est claire : les exploitants doivent obligatoirement déclarer tout type d'incident et nous publions, sur notre site Internet, un avis d'information pour tout incident de niveau supérieur à 1. En 2002, en France, 128 incidents de niveau 1 ont eu lieu dans les grandes installations nucléaires, auxquels s'ajoutent 12 incidents de niveau 1 dans le transport, ainsi qu'un incident de niveau 2 et un incident de niveau 3, relatif au transport. Il faut toutefois avoir conscience que les critères de déclaration d'incidents sont sévères, et consistent à « ratisser large ». De nombreuses anomalies sont déclarées. Corrélativement, le nombre des incidents ne reflète pas nécessairement la sûreté d'une installation. En outre, des mesures correctrices sont systématiquement prises afin que l'incident détecté ne se reproduise pas. Le retour d'expérience nous permet de progresser en termes de sécurité.

### **Michel FIELD**

Nous vous remercions. Henri Revol, j'aimerais revenir sur le thème de l'opacité. Nous avons l'impression que, dans la contestation d'une partie de nos concitoyens opposés au nucléaire, la culture de l'opacité est régulièrement évoquée concernant le nucléaire, culture d'opacité avec laquelle il faudrait rompre.

### **Henri REVOL**

Connaissez-vous d'autres industries qui aient l'obligation de déclarer la moindre anomalie par rapport aux normes de fonctionnement qui leur sont imposées ? Je n'en connais pas. L'information communiquée chaque année dans le rapport annuel de l'Autorité de sûreté provoque, semble-t-il, l'effet inverse dans la population. Au lendemain de la présentation à la presse du dernier compte rendu, les journaux locaux n'ont retenu que le nombre d'incidents. En Côte d'Or, par exemple, le journal local a titré « Nucléaire : 400 incidents dans les centrales nucléaires françaises ». Comme l'a indiqué Monsieur Schmitt, l'obligation faite à l'exploitant de déclarer la moindre anomalie classée de niveau 1 dans l'échelle INES multiplie nécessairement le nombre d'incidents. Il n'existe pas de compte rendu de ce type dans les industries chimiques ou pétrolières, en dehors de la déclaration des accidents de travail. Aucune industrie n'affiche une aussi grande transparence en termes de déclaration des incidents.

Dès 1987, le souci des autorités a été de trouver une échelle comparable à celle des tremblements de terre. Lancée en grande partie à l'initiative de la France, cette échelle est devenue, par le biais de l'OCDE et l'Agence internationale de Vienne, l'échelle INES. Je dois souligner à ce propos le rôle important qu'a joué le Conseil supérieur de la sûreté et de l'information nucléaire en France. Il a émis de nombreux avis sur cette échelle et a souhaité son extension aux incidents et accidents de transport, ce qui est devenu effectif récemment, en 2001, après une période expérimentale. Je ne crois donc pas que l'on puisse parler d'opacité sur le plan des incidents. Ce sont des experts qui ont fixé les niveaux, en face desquels sont donnés des exemples. Le public peut s'y retrouver et dispose de nombreux moyens d'information, y compris sur Internet.

### **Michel FIELD**

Alain Schmitt, un accident tel que celui de Tchernobyl serait-il envisageable en France ? Comment prendre en compte la réalité du vieillissement du parc des centrales en France ?

### **Alain SCHMITT**

L'accident de Tchernobyl a constitué une catastrophe majeure. Lorsque l'on porte un jugement à son endroit, la prudence s'impose. Néanmoins, les causes de cet accident sont aujourd'hui connues et font l'objet d'un consensus international :

- une mauvaise conception de ce type de réacteur, RBMK, qui se traduit par une instabilité de la réaction nucléaire à basse puissance ;
- des procédures de conduite insuffisantes ;
- le non-respect de ces procédures de conduite – lors de l'accident de Tchernobyl, l'équipe d'exploitation de la centrale a débranché les systèmes de sûreté, alors qu'elle se situait déjà bien en dehors du fonctionnement normal de l'installation ;
- d'une façon générale, une insuffisante culture de sûreté en Union soviétique à l'époque parmi l'ensemble des acteurs du nucléaire (exploitants et autorités).

Ces différentes conditions ne sont pas réunies dans les installations nucléaires françaises. C'est pourquoi je crois pouvoir affirmer, avec prudence mais conviction, qu'un tel accident a une probabilité d'occurrence extraordinairement faible en France.

Le vieillissement du parc constitue bien sûr un aspect que nous contrôlons de près, au fur et à mesure que la durée de vie des centrales augmente. Cet aspect est pris en compte dès la phase de conception des installations, en vertu du principe de défense en profondeur. Les installations sont conçues au regard des sollicitations auxquelles elles peuvent être soumises pendant leur durée de vie prévisionnelle, et en concevant les composantes en conséquence. Ensuite, on surveille les installations en service pendant leur durée de vie, à travers des expertises et des tests sur le comportement des composantes. Troisième ligne de défense, les dégradations constatées donnent lieu à réparation ou remplacement, y compris par anticipation.

Cet ensemble est régi par le cadre réglementaire suivant : tous les dix ans, l'autorité de sûreté demande à l'exploitant de faire un réexamen de la sûreté de ses installations. Ce réexamen consiste à regarder l'état des installations, à comparer l'installation avec des installations plus récentes, à définir des améliorations. A l'issue de cet examen, l'autorité de sûreté se prononce sur l'aptitude de l'installation à être exploitée pendant 10 ans.

A cet égard, je tiens à signaler que l'autorité de sûreté a pris position l'an dernier en reconnaissant la possibilité d'exploiter les premiers réacteurs construits, de 900 MW, au-delà de vingt ans. Notre position a fait l'objet d'une lettre disponible sur notre site Internet. Nous ne nous sommes cependant pas encore prononcés sur une éventuelle exploitation au-delà d'une durée de trente ans. Le réexamen de sûreté qui permettra une décision est en cours de lancement. Nous nous prononcerons à son issue, lorsque nous aurons toutes les assurances requises. Cette question est encore à l'examen. Elle devra être soumise aux experts.

### **Michel FIELD**

Dominique Dupard, comment réagissez-vous aux propos de Monsieur Schmitt concernant notamment la sûreté du parc nucléaire français ?

### **Dominique DUPARD**

J'aimerais communiquer deux réactions. Premièrement, il est vrai que le parc nucléaire français, ainsi que l'ensemble nucléaire, est assez satisfaisant. Il faut dire que les précautions prises par la France, avec un opérateur unique et une autorité de sûreté, montrent que, pour être correct, le nucléaire doit être fortement encadré. A partir de là, il est évident qu'il est

difficile d'exporter ce modèle. S'agissant deuxièmement de la transparence, s'il est vrai que des efforts sont produits dans ce domaine, l'impératif de transparence doit à mon avis se traduire par une information accessible à tous. Or des progrès importants doivent encore être réalisés dans ce domaine. Il existe par exemple des CLI (commissions locales d'information), dont le fonctionnement est très inégal. Une énergie aussi discutée que le nucléaire ne peut être acceptée qu'avec une compréhension du plus grand nombre. L'information disponible devrait être plus à la portée du grand public.

### **Michel FIELD**

Cependant, nous nous accordons tous pour reconnaître que cette information se heurte à une très grande complexité technique.

### **Dominique DUPARD**

Je reconnais que la tâche n'est pas facile, mais l'accessibilité de l'information est obligatoire si nous voulons parvenir à un consensus.

### **Henri REVOL**

C'est un domaine extrêmement difficile, tenant à la complexité du sujet et à sa technicité, d'autant plus qu'un sentiment de peur (justifié ou non) est souvent associé à la question nucléaire. Nos sociétés actuelles n'acceptent plus de prendre aucun risque. On oscille en permanence entre le rationnel et l'irrationnel. Cela implique des efforts permanents d'explication.

### **Michel FIELD**

Professeur Aurengo, quels sont les effets sur la santé des rayons ionisants ?

### **André AURENGO**

J'aimerais avant tout revenir sur la transparence et préciser que, Membre du Conseil d'Administration d'EDF, je ne m'exprime pas au nom de cette entreprise, pas plus qu'au nom de l'Assistance publique de Paris. Nous avons souligné que l'information était difficile à faire passer car le sujet est complexe. Un sondage effectué auprès du grand public a été évoqué, mais un sondage auprès des médecins a donné le même résultat, avec un degré d'ignorance considérable dans ces domaines. Vous avez donc raison d'en souligner la complexité. En termes d'unité, la radioactivité présente se mesure en Curie ou en Becquerel – le Curie valant 37 milliards de Becquerel. Les doses d'exposition seront exprimées en gray (Gy) ou en sievert (Sv). Mais le sievert est une unité à vocation réglementaire, qui présente l'avantage de permettre l'addition : on peut additionner une irradiation sur la main, une irradiation sur le pied ou une irradiation sur la thyroïde. Ces unités sont donc multiples et prêtent à confusion, d'autant qu'il existe deux versions du sievert, utilisant des coefficients complexes.

Il existe une irradiation naturelle : d'une part, chacun de nous est lui-même radioactif, à hauteur de 6 000 à 7 000 becquerels. Il existe d'autre part une irradiation provenant de la Terre, et une irradiation provenant de sources artificielles comme la médecine. L'irradiation naturelle est estimée à environ 2,5 mSv (millièmes de sievert ou milli-sievert) à Paris. Le taux à Rennes doit être légèrement supérieur en raison de la présence du massif granitique. Le taux moyen en France est compris entre 2,5 mSv et 5 mSv. Dans certaines régions du monde, il peut atteindre 35 mSv, sans que cela nuise à la santé, ni sur la descendance, ni sur l'occurrence des cancers.

L'industrie nucléaire, toutes causes confondues et hors accident représente une irradiation d'environ 15 microSievert, soit 15 millièmes de milli-Sievert. Ce taux est équivalent à la différence entre le taux d'irradiation au Rez-de-Chaussée par rapport au 6<sup>ème</sup> étage. Le taux est plus élevé en hauteur, du fait des rayons cosmiques. Il faut donc avoir en tête ces ordres de grandeur.

Quels sont les effets des rayonnements ionisants ?

Les rayons ionisants, à partir d'environ 700 mSv, vont commencer à produire des effets non stochastiques, c'est-à-dire qui vont se produire tout le temps. Ils vont être d'autant plus graves que l'irradiation est forte. Dans le débat actuel, les personnes concernées par de telles irradiations sont par exemple les pompiers intervenus à Tchernobyl. Il ne s'agit donc pas des effets les plus redoutés par la population : ceux-ci sont les effets stochastiques ou aléatoires, qui se produisent au hasard. Ces effets sont connus, par les données résultant de la surveillance des survivants d'Hiroshima et Nagasaki, de la radiothérapie, de la médecine nucléaire ou, plus ou moins, à travers Tchernobyl. Dans le cas d'Hiroshima et Nagasaki, il s'agit de doses à haut débit, c'est-à-dire instantanées, très fortes. Le débit de la dose joue, dans ce débat, un rôle essentiel. En effet, notre organisme est équipé de défenses contre les rayons ionisants, dans la mesure où nos cellules sont en permanence agressées par ces rayonnements, et par des sources internes du métabolisme qui provoquent des cassures de l'ADN, que nous sommes obligés de réparer pour survivre. A partir d'un certain débit de dose, nos défenses sont submergées. Elles ne réparent plus. Il en résulte des inductions de cancer, dont les effets sont connus. L'épidémiologie les met en évidence au-delà du seuil de 100 mSv chez l'enfant, avec une fragilité particulière du sein et de la thyroïde, et au-delà de 200 mSv chez l'adulte. Ces deux seuils sont donnés pour des doses à débit élevé. S'agissant de Tchernobyl, l'imprécision reste forte sur le débit des doses.

S'agissant des effets héréditaires, on ne connaît pas ces effets chez l'homme. Même à Hiroshima et Nagasaki, aucun effet héréditaire transmissible à la descendance n'a été mis en évidence chez l'homme malgré les nombreux travaux réalisés dans ce domaine. Ces effets sont connus chez l'animal. On connaît en revanche les conséquences d'une irradiation chez l'embryon, qui peut développer par exemple un retard mental sévère, ou des leucémies ou des cancers de la thyroïde, comme cela a été le cas après Tchernobyl. Ce n'est pas héréditaire.

### **Michel FIELD**

Ces éléments sont assez contestés. Vous avez étudié les conséquences sanitaires en Ukraine après l'accident de Tchernobyl, notamment au niveau du cancer de la thyroïde. Que peut-on en dire aujourd'hui ? Dans l'imaginaire collectif, cet aspect a beaucoup marqué.

### **André AURENGO**

J'ai effectué de nombreux voyages en Ukraine et traité, dans mon service, une trentaine d'enfants souffrant de cancer de la thyroïde, avec l'aide de l'association Les enfants de Tchernobyl. Tout d'abord, ces cancers sont apparus de façon très précoce, et ont essentiellement concerné de très jeunes enfants : 98 % d'entre eux avaient moins de 10 ans ou étaient in utero lors de l'accident, et 80 % avaient moins de cinq ans. Ceux que nous avons accueillis à la Pitié étaient d'ailleurs très jeunes. Les premiers effets sont apparus deux ans et demi à trois ans après l'accident. A partir de 1989 et 1990, les statistiques s'envolent. En Biélorussie, qui a été très touchée, en Ukraine et, dans une moindre mesure, en Russie, l'on compte depuis l'accident 1 800 à 2 000 cancers de la thyroïde en excès. Il s'agit de formes papillaires, c'est-à-dire la forme la moins grave de ces cancers. Cela étant, les cancers que

nous avons constatés s'avéraient toutefois particulièrement agressifs, d'autant plus qu'ils ont été diagnostiqués et traités très tardivement. Par exemple, nous avons dépisté sur un enfant un cancer qui avait déjà atteint 6 centimètres de diamètre, ce qui est profondément anormal. Les cancers ne sont absolument pas traités de manière optimale, et le nombre de métastases pulmonaires est supérieur aux normes habituelles chez les cancers spontanés de l'enfant. En résumé, il s'agit de cancers d'un type de faible gravité, mais qui est plus grave chez ces enfants, pour des raisons que l'on ignore. Alors que la mortalité moyenne du cancer de la thyroïde de forme papillaire ne dépasse pas 5 à 6 %, on atteindra environ 8 % pour ces cancers-là. Il faut avoir ce chiffre en tête. L'on remarque également que le nombre de cancers thyroïdiens chez les enfants nés ou conçus après l'accident a rejoint l'incidence normale du cancer de la thyroïde.

Par ailleurs, les pays de l'ancienne Union soviétique sont confrontés à un très gros problème financier.

### **Michel FIELD**

Vous avez également participé à une étude lancée par le Gouvernement afin de mesurer les conséquences sanitaires en France de l'accident de Tchernobyl. Pouvez-vous en rappeler les conclusions ? Cette question est en effet sujette à polémique.

### **André AURENGO**

L'étude que vous évoquez, qui m'a été commandée par les ministres de l'Ecologie et du développement durable et de la Santé ne porte pas, pour l'instant, sur ces aspects. Nous nous sommes fixé comme premier objectif de rassembler et de rendre librement disponibles sur Internet toutes les données factuelles touchant aux résultats des mesures réalisées. C'est en effet un aspect que l'on perd trop souvent de vue. Je ne communiquerai donc pas l'opinion de cette commission sur ces sujets. Je me contenterai de citer le point de vue du groupe de recherche sur la thyroïde (GRT), émanation de la Société française d'endocrinologie, et dont je ne fais pas partie. Il s'est prononcé sur le débat que vous évoquez, à la suite de plaintes déposées par plusieurs centaines de personnes qui attribuent leurs pathologies de la thyroïde à l'accident de Tchernobyl, en raison d'une absence de protection. Le GRT a affirmé de façon claire qu'aucun élément ne permettait de rattacher les pathologies thyroïdiennes que l'on observe en France à l'accident survenu en Ukraine et ce, pour plusieurs raisons.

En premier lieu, l'accident de Tchernobyl a touché, du point de vue de la cancérogenèse thyroïdienne, des enfants, et même des petits enfants. Or en France, on ne constate pas d'évolution du cancer chez l'enfant. Les cancers ayant augmenté en France sont ceux de l'adulte et ce, à partir de 1975, c'est-à-dire plus de 10 ans avant l'accident de Tchernobyl. Cette augmentation n'a pas concerné ceux de l'enfant comme en Ukraine ou en Biélorussie. Or on n'observe aucune rupture dans la courbe depuis l'accident. Cette augmentation est du reste constatée dans la plupart des pays développés, et coïncide avec le développement des échographies. Bien avant Tchernobyl, on savait qu'il existait un gisement de cancers de la thyroïde non diagnostiqués. Parmi les 300 personnes présentes aujourd'hui dans cette salle, 1 sur 5 ou 1 sur 6 est potentiellement ou de façon certaine atteinte d'un cancer de la thyroïde. Dès lors que l'on commence à dépister ces cancers, il est évident qu'on les trouve. On a aujourd'hui la possibilité, en effet, de dépister un cancer d'une taille légèrement supérieure à 1 mm de diamètre, grâce à l'échographie. C'est donc le dépistage des cancers qui provoque leur augmentation. On constate d'ailleurs que la croissance de ces cancers en France est sans rapport avec la contamination de Tchernobyl. Elle est de facteur 4 dans le Calvados et de facteur 2 dans le Haut-Rhin, or la Normandie a été beaucoup moins touchée par l'accident que

l'Alsace. En outre, le GRT met en avant certaines particularités biologiques de mutation, très fréquentes à Tchernobyl et non en France. Ces constats ont permis d'affirmer qu'il n'y avait pas de relation entre les deux.

### **Michel FIELD**

Dominique Dupard, quelle est votre réaction ?

### **Dominique DUPARD**

Je n'ai pas étudié les aspects médicaux, mais ceci illustre également le fait que nous sommes clairement confrontés à un problème de société. Ainsi, à l'époque, le Gouvernement français était le seul en Europe à prétendre que le nuage radioactif s'était arrêté aux frontières françaises... Cette attitude n'est pas propre au nucléaire. On a observé la même chose dans le cadre de graves accidents industriels récents. L'an dernier, à la suite d'un grand incident dans l'industrie chimique, la solution était avancée dès le soir même par un préfet et un magistrat instructeur.

Si j'adhère aux propos du professeur Aurengo sur les aspects médicaux, je maintiens que le besoin d'information et de transparence apparaît là aussi de façon très claire.

### **Henri REVOL**

L'affirmation touchant au nuage de Tchernobyl est une imposture : les pouvoirs publics de l'époque n'ont jamais affirmé que le nuage s'était arrêté à nos frontières, bien que des médecins soutiennent le contraire à leurs patients à l'heure actuelle. La justice a d'ailleurs tranché sur ce sujet, au détriment du journaliste qui avait colporté cette information. Il a été condamné, ce qui n'a donné lieu qu'à un communiqué très succinct dans la presse. Remettons les choses au point : les autorités françaises de l'époque ont effectué de multiples mesures de radioactivité. A aucun moment cette radioactivité n'a été dissimulée aux Français. Dans les heures qui ont suivi l'arrivée du nuage radioactif au-dessus du territoire, des dizaines de communiqués ont été relayés par l'Agence France Presse, et utilisables par l'ensemble des médias français. Dans l'année qui a suivi, plus de 10 000 mesures des retombées ont été effectuées sur le territoire français. Depuis, l'IPSN (devenu tout récemment l'IRSN) a poursuivi ces travaux. Une nouvelle carte, dont la presse s'est largement fait l'écho, a ainsi pu être publiée, même s'il est faux de dire que l'on a ainsi « dévoilé » enfin l'état de la contamination sur le sol français : ceci n'est pas exact. On a peut-être amélioré la connaissance, mais on ne peut parler de brusque lever du voile. On ne peut en permanence abuser l'opinion publique. Chacun s'accorde pour reconnaître qu'il s'agit d'un accident majeur, que la France et d'autres pays d'Europe ont subi des retombées radioactives, mais qu'il n'existe pas de conséquence sanitaire pour la population en France. C'est ce que les pouvoirs publics ont affirmé à l'époque, et je crois entendre dans les propos du Professeur Aurengo que, s'agissant par exemple du cancer de la thyroïde, rien ne démontre à l'heure actuelle que l'accident survenu à Tchernobyl a eu pour conséquence une augmentation de son occurrence.

### **André AURENGO**

Il est vrai que des cartes ont été publiées récemment dans la presse, à l'occasion de l'anniversaire de Tchernobyl, et présentées comme si, enfin, la vérité éclatait. J'aimerais insister sur le fait que ces cartes résultent de modèles, qu'il serait souhaitable de confronter à la réalité des faits mesurés. En revanche, les personnes ayant élaboré ces cartes se sont quasi-exclusivement basées sur des mesures du SCPRI datant des jours et semaines suivant

l'accident, soit le bulletin de mai 1986, jusqu'à la page 19. S'ils étaient allés au-delà de cette page, elles auraient constaté que ce qu'elles présentent actuellement comme des données de contamination par mètre carré ont été effectivement mesurées par le SCPRI, sur la base de pluviomètres autour des installations nucléaires. Mais en comparant les modèles, qui ne sont que des hypothèses de calcul, avec les faits, il apparaît une contradiction. Les valeurs présentées dans cette carte, considérée comme le nec plus ultra de la contamination sont en contradiction avec les mesures réelles. Du point de vue méthodologique, un modèle n'a de sens que si on le confronte avec la réalité. Il ne faut pas imaginer que l'on peut, avec un modèle, trouver des choses que l'on ne connaît pas, si l'on est déjà incapable de retrouver des choses connues.

### **Michel FIELD**

D'un point de vue sanitaire, quels faits peuvent être reliés à l'accident de Tchernobyl ? Que s'est-il passé en France ?

### **André AURENGO**

D'un point de vue sanitaire, la contamination a d'abord concerné le césium 137 et l'iode 131, avec des estimations extrêmement difficiles à faire. Cela oblige en effet à connaître l'origine des produits alimentaires. L'on estime toutefois que les territoires les plus contaminés ont connu un pic de contamination par l'iode 131 dans l'année qui a suivi l'accident. Les études de grande ampleur portant sur plusieurs milliers d'enfants ont montré, comme je l'indiquais, qu'aucun effet significatif n'apparaissait en dessous de 100 mSv d'exposition. Chez l'adulte, on n'a pas mis en évidence d'effet significatif de l'iode 131, même à des seuils plus élevés. C'est pourquoi les spécialistes pensent que ces doses ne peuvent avoir causé de cancers de la thyroïde.

Les faits et les données sont ce qu'ils sont. Il est indispensable d'y revenir et c'est ce que nous ferons dans le cadre du groupe constitué à la demande des ministres.

### **Michel FIELD**

Abordons maintenant le problème de la prolifération, qui figure également en bonne place parmi les inquiétudes collectives. Philippe Thiébaud, comment le risque de prolifération est-il géré au niveau mondial ?

### **Philippe THIEBAUD**

Je ferai d'abord un constat historique. Dès l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques est apparue la nécessité d'une prise en compte du risque de prolifération. C'est en 1953 qu'ont été posés les principes de cette gestion, dans le cadre de l'initiative Atome pour la paix :

- la légitimité des coopérations à des fins pacifiques, d'une part ;
- la nécessité d'un contrôle par une agence internationale des risques de détournement de ces matières à des fins de prolifération, d'autre part.

Aujourd'hui, le système s'articule autour du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, conclu à la fin des années 60. Il distingue deux catégories :

les Etats dotés d'armes nucléaires que sont la Chine, la Russie, les Etats-Unis, le Royaume-Uni et la France, qui se voient reconnaître le droit de détenir des armes nucléaires ;

les autres Etats qui, en contrepartie de l'accès à la technologie, s'engagent à ne pas chercher à acquérir d'armes nucléaires.

Aujourd'hui, le Traité est en voie d'universalisation, puisqu'il compte 187 Etats parties, ce qui signifie que 182 pays se sont engagés à ne pas se doter d'armes nucléaires. Trois pays restent en dehors du dispositif : l'Inde et le Pakistan, qui ont procédé en 1998 à des essais nucléaires, et Israël.

Les engagements du Traité sont vérifiés par des accords de garantie appliqués par l'Agence internationale de l'Energie atomique. Ils visent essentiellement à s'assurer qu'il n'y a pas de détournement des matières vers l'arme nucléaire. Ce système a montré ses limites au début des années 90, avec le cas de l'Iraq, qui a développé un programme clandestin indépendamment des installations soumises au contrôle de l'AIEA, et le cas de la Corée du Nord, qui a refusé à l'Agence internationale de l'Energie atomique l'accès à certaines installations où des activités clandestines étaient développées. Un système de protocoles additionnels et des instruments plus intrusifs sont en cours de mise en place, permettant à l'AIEA non seulement de vérifier la conformité des déclarations faites par les pays mais aussi d'avoir accès à des installations, pour s'assurer qu'un pays n'a pas d'activité clandestine. Actuellement, 72 % de ces protocoles ont été signés et sont en cours de mise en œuvre. Ce moyen renforcera considérablement la capacité d'investigation de l'AIEA.

Le dispositif est par ailleurs complété par trois séries de mesures. La première correspond à des mesures prises par les fournisseurs nucléaires (ou groupes de fournisseurs nucléaires), qui ont édicté un certain nombre de principes définissant les conditions dans lesquelles ils transfèrent des équipements, des technologies ou des matières nucléaires. Ils ont pour règle de base de ne pas fournir un pays qui n'a pas soumis toutes ses installations au contrôle de l'AIEA, afin d'éviter un détournement des matières.

Le deuxième élément correspond les mesures prises pour assurer la protection physique des matières nucléaires, y compris contre le risque d'attaques terroristes, dont la perception a été accentuée depuis le 11 septembre. Un effort considérable est déployé actuellement pour renforcer la sécurité des installations et aider les pays les plus pauvres à se doter de dispositifs en la matière.

Enfin, des mesures sont prises afin de s'assurer que ne sont pas détournées, à des fins terroristes ou à des fins de trafic, les matières en excès présentes en ex-Union soviétique, notamment par la constitution de centres internationaux pour la science et la technologie en Russie et en Ukraine. Ces centres ont permis de reconverter sur place les ingénieurs russes et ukrainiens, afin d'éviter qu'ils ne soient l'objet de sollicitations de la part de pays potentiellement dangereux.

### **Michel FIELD**

Le Traité de non prolifération vous semble-t-il efficace au regard de ses objectifs ?

### **Philippe THIEBAUD**

Tous les experts craignaient, au moment où le Traité a été signé, en 1970, que 40 Etats ne possèdent l'arme nucléaire en 2000. Force est de constater que ce n'est pas le cas. Aujourd'hui, cinq Etats sont dotés de l'arme nucléaire autorisée par le Traité et trois pays ont une capacité nucléaire reconnue, l'Inde et le Pakistan qui ont procédé à des essais nucléaires et Israël qui, de l'avis de tous les experts, dispose d'un arsenal nucléaire. En revanche, les pays dits « du seuil nucléaire » à l'époque sont rentrés depuis dans le régime du TNP.

L'Afrique du Sud avait développé sept charges nucléaires à la fin des années 70 et dans les années 80. Elle a démantelé ses charges, elle a signé le TNP et elle a mis toutes ses installations sous contrôle. Des pays comme le Brésil ou l'Argentine avaient des programmes qui n'étaient pas soumis aux contrôles internationaux : ils y ont renoncé, ils ont signé le TNP et ils ont mis en place des agences de vérification mutuelle. L'Algérie, qui avait un programme qui n'était pas soumis au contrôle international, a également été mise sous contrôle international.

### **Michel FIELD**

Le système est donc efficace.

### **Philippe THIEBAUD**

Oui, pour autant, le système n'est pas parfait. Les principales difficultés sont posées par des cas comme l'Irak ou la Corée du Nord, qui a cherché à se doter de façon autonome de capacités nucléaires militaires et qui est aujourd'hui engagée dans un exercice difficile de négociation avec les Etats-Unis et le reste de la communauté internationale. La communauté internationale va essayer d'obtenir que la Corée du Nord accepte de rentrer dans le TNP, de renoncer à son programme nucléaire, en contrepartie d'une assistance économique et d'une garantie de sécurité. Par ailleurs, environ 70 pays disposent de capacités nucléaires civiles significatives, mais font l'objet de contrôles internationaux ou régionaux réguliers, notamment dans le cadre d'EURATOM, et aucun détournement de matière nucléaire à des fins de prolifération n'a été constaté à ce jour. En somme, nous avons affaire à un risque tout à fait sérieux. Un certain nombre de moyens sont nécessaires pour renforcer la crédibilité des contrôles, mais les solutions techniques existent : le problème est essentiellement un problème de volonté politique.

## **Débat avec la salle**

**Sylvie COULON**

De nombreuses questions nous sont parvenues via Internet, en particulier sur les questions de sûreté et de sécurité des installations nucléaires nationales et internationales. Un élève de CM2 nous demande si des gens sont morts en travaillant sur des centrales nucléaires.

**Alain SCHMITT**

Des accidents mortels ont en effet eu lieu dans les installations nucléaires comme il en arrive dans d'autres installations industrielles. Par exemple, l'accident de Tokai Mura, au Japon (démarrage incontrôlé d'une réaction nucléaire dans une usine de retraitement du combustible) a causé l'irradiation de trois salariés, dont deux sont décédés.

**Sylvie COULON**

De nombreuses questions portent sur l'éventualité d'attaques terroristes du type « 11 septembre 2001 » et sur les mesures prises en France face à ce risque.

**Alain SCHMITT**

Les centrales nucléaires sont dimensionnées de telle sorte qu'elles puissent faire face aux risques d'agressions externes, comme les séismes, en incluant le risque de chute accidentelle de type avions d'affaires. Cependant, les attentats tels que ceux du 11 septembre 2001 sont d'une autre dimension et relèvent des missions de la police et de la défense nationale. Des mesures sont bien évidemment prises dans ce domaine dans le cadre du plan Vigipirate. Je ne les détaillerai pas pour des raisons évidentes de confidentialité.

**Michel FIELD**

Henri Revol, êtes-vous satisfait du contrôle dont dispose le Parlement dans ce domaine ?

**Henri REVOL**

Le Parlement exerce son contrôle, dans ce domaine comme dans d'autres, avec les pouvoirs qui sont les siens. Dans le cadre de l'examen de la loi de finances, chaque Ministre vient présenter le budget des secteurs qui le concernent. Par ailleurs, les commissions d'étude du Parlement peuvent mener à tout moment des auditions de tous les acteurs du secteur, et elles ne s'en privent pas. En outre, la France a été le premier pays au monde à voter une loi sur la gestion des déchets nucléaires, la loi Bataille. De plus, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, qui rassemble 18 députés et 18 sénateurs, peut être saisi par l'une ou l'autre des Assemblées. Ce fut le cas notamment en 1990 sur la question du contrôle du fonctionnement de la sûreté nucléaire en France, à l'initiative d'une commission de l'Assemblée nationale. Depuis cette date, l'Office parlementaire a produit 18 rapports sur la sûreté nucléaire, les déchets nucléaires, etc.

**Michel FIELD**

Les institutions fonctionnent tout à fait normalement.

**Henri REVOL**

Oui.

### **Francis SORIN, société française d'énergie nucléaire**

Avant de lancer son programme électronucléaire au milieu des années 70, la France tirait la majeure partie de son électricité des combustibles fossiles, en particulier le charbon. Or si l'on dresse le bilan de la production d'électricité entre les années 1945 et le milieu des années 70, sur le plan de la sécurité des personnes, et qu'on le compare avec le bilan qui peut être dressé pour la période dominée par le nucléaire, il apparaît de façon évidente que ce bilan est beaucoup plus favorable en ce qui concerne l'énergie nucléaire. Cela peut-il être souligné tout en restant objectif ?

### **Alain SCHMITT**

Nous n'avons pas procédé à de telles comparaisons. Il est clair que des problèmes de sécurité existent dans l'industrie classique, mais à notre connaissance, ce type de bilan n'existe pas.

### **André AURENGO**

Des études européennes destinées à évaluer les effets sur la santé de tous les modes de production d'énergie existent. Il s'agit, à ma connaissance, d'une des seules réflexions globales menées sur ces questions. Les partisans du nucléaire disent que ces études sont sévères à l'encontre du nucléaire tandis que les partisans du charbon disent qu'elles sont sévères à l'encontre du charbon. Je crois pour ma part qu'elles sont sévères à l'encontre de tous les modes de production. L'industrie nucléaire apparaît, dans ce rapport, comme beaucoup plus sûre pour la santé que d'autres sources d'énergie. Mais ceci doit bien sûr être retenu avec prudence, car beaucoup d'éléments sont hypothétiques.

Concernant l'accident de Tchernobyl, il existe vraisemblablement des cancers de la thyroïde, quelques dizaines de leucémies chez les liquidateurs et quelques leucémies chez les enfants. En règle générale, on considère que le nombre de décès dus à l'accident de Tchernobyl est compris entre 500 et 1 000 morts. Il ne faut pas oublier que, depuis l'accident, il y a eu en moyenne un mort par jour dans les mines de charbon en Ukraine.

### **Jacques FROT, AEPN**

L'AEPN est présente dans 43 pays et s'efforce de promouvoir d'une part l'efficacité énergétique, c'est-à-dire les économies d'énergie, et d'autre part l'usage des énergies non génératrices de gaz à effet de serre. Un certain nombre de pays détenteurs de l'arme nucléaire, comme les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et la France, ont été capables de la fabriquer avant que n'existent des réacteurs de puissance. Si l'on supprimait les réacteurs de puissance, supprimerait-on en même temps la possibilité de fabriquer des armes nucléaires ?

### **Philippe THIEBAUD**

Un certain nombre de pays qui se sont dotés de programmes ou qui ont cherché à se doter de programmes nucléaires militaires, ne l'ont pas fait à travers des réacteurs de puissance, mais avec des réacteurs de recherche ou avec une assistance étrangère. Aujourd'hui 71 pays dans le monde disposent de capacités nucléaires et une trentaine exploitent des réacteurs de puissance. Tous les cas de prolifération détectés résultent d'opérations clandestines, distinctes des programmes de réacteurs de puissance. Il est clair que les réacteurs de puissance, sous contrôle international, ne sont pas la voie de la prolifération.

### **Didier ANGER, conseiller régional « vert » de Basse-Normandie**

Quoi que l'on en dise, un accident nucléaire pourrait-il survenir en France ? En 1994, le risque d'accident nucléaire grave en France avait été estimé par Monsieur Tanguy, le responsable de la sûreté nucléaire à EDF de l'époque, à 10 % pour les quarante années suivantes.

Par ailleurs, s'agissant des mesures à prendre, le PPI (plan particulier d'intervention) est souvent évoqué. En revanche, on se garde de parler de plan ORSEC, pour ne pas faire peur aux populations. Je vous lis ce que m'écrivait Bertrand Landrieu, qui en 1986 était en charge du dossier au Ministère de l'Intérieur et qui est aujourd'hui préfet de la région Ile-de-France : « Il convient de souligner que le PPI ne fait que mettre en place un dispositif de première intervention, mais que la gestion des suites de l'accident entre dans le cadre des dispositions opérationnelles d'une situation de crise, mettant en œuvre des moyens bien supérieurs à ceux du département. » Il ne faut donc pas minimiser les risques.

### **Alain SCHMITT**

Ceci est connu : le « risque zéro » n'existe pas. Je ne connais pas précisément l'origine des chiffres que vous citez. Je puis cependant dire qu'en matière de sûreté nucléaire, l'on raisonne toujours, dans une logique de prévision, sur la base d'hypothèses pessimistes, tant en ce qui concerne les conséquences, le fonctionnement des systèmes de sûreté, qu'en termes de probabilité.

Quant aux mesures à prendre, nous demandons à l'exploitant de prendre toutes les dispositions visant à prévenir les accidents pour lesquels un risque est détecté, en particulier au niveau du cœur des réacteurs, et à limiter leurs conséquences. Aujourd'hui, les centrales nucléaires sont conçues pour résister à des accidents importants et très peu probables comme par exemple la rupture totale d'une grosse conduite de refroidissement du cœur. Comme je le disais précédemment, la probabilité d'occurrence de tels événements est très faible. Il est également demandé à l'exploitant de définir des plans d'urgence détaillés, au cas où ces accidents surviendraient néanmoins. Des débats d'experts ont essayé d'apprécier le risque de dégagement d'hydrogène dans l'enceinte du réacteur. Constatant que ces débats d'experts avaient du mal à aboutir, nous avons tranché et nous avons imposé à EDF d'équiper tous ses réacteurs de recombineurs d'hydrogène, c'est-à-dire des dispositifs qui permettent d'éliminer l'hydrogène.

### **Pierre RADANNE, ancien Président de l'ADEME**

La sûreté nucléaire en France a progressé : il y a là un constat à partager ensemble. En revanche, la vulnérabilité des installations a augmenté, en particulier au regard du risque terroriste. A l'évidence, les installations nucléaires peuvent être des cibles civiles de destruction massive, même si, comme chacun sait, une installation nucléaire qui serait touchée par une attaque n'explorerait pas. Envisage-t-on un traité international qui ferait des installations nucléaires des lieux totalement protégés en cas de conflit, de l'accord même des Etats qui accepteraient de le signer ?

### **Philippe THIEBAUD**

Les Conventions de Genève contiennent déjà des engagements prévoyant de ne pas prendre pour cible les installations nucléaires civiles. Un certain nombre de pays comme l'Inde et le Pakistan qui sont dans une situation de tension ont pris un engagement bilatéral de ne pas viser les installations nucléaires de l'autre comme cible. La difficulté, au regard du risque terroriste, réside dans le fait que l'on n'a pas affaire à des Etats, mais à des groupes terroristes

qui, par définition, ne s'embarrassent pas des conventions bilatérales ou multilatérales entre les Etats.

### **Gérard JOUAN**

La libéralisation du secteur de l'énergie est-elle envisagée et quelles seraient ses conséquences sur le plan de la sûreté nucléaire ?

Par ailleurs, les organismes indépendants de contrôle, tels que Greenpeace et la CRIRAD, ont-ils une place dans la fonction de vigilance et de contrôle des installations nucléaires ?

### **André AURENGO**

Je crois que ces associations et organismes jouent un rôle très utile. A ce propos, je voudrais citer Voltaire : « Je ne suis pas d'accord avec tout ce que vous dites, mais je me battraï jusqu'au bout pour que vous ayez le droit de le dire ». Notre société doit être ouverte, pluraliste et, même si les points de discordance sont nombreux, il faut maintenir une écoute de ces associations. J'ajoute que je redemande à la CRIRAD de bien vouloir participer au débat dont m'ont chargé les ministres.

### **Henri REVOL**

La libéralisation du secteur de l'énergie est en marche, avec d'abord la libéralisation du marché de l'électricité (libéralisation totale prévue en 2007) et dans un futur proche également celle du marché du gaz. Cette libéralisation ne signifie pas, cependant, l'abandon des règles qui existent en matière de sûreté.

### **Alain SCHMITT**

Il est vrai que la libéralisation constitue un enjeu de premier plan et nous suivons ses conséquences potentielles de très près. Une diminution des dépenses de maintenance qui résulterait d'une pression sur les prix figure notamment parmi les risques connus à cet égard.

### **De la salle**

Je souhaiterais avoir des informations sur l'existence éventuelle de malversations, évoquées notamment dans un rapport de la COGEMA, faisant état d'erreurs d'inventaire au Japon portant sur quelque 200 kilos de plutonium de retraitement dans le centre de Tokai Mura, ayant causé l'émoi des inspecteurs de l'AIEA. Je cite le rapport : « L'exploitant attribue cette anomalie d'inventaire à une erreur d'estimation (estimation erronée du rendement du retraitement). Au Japon toujours, les falsifications dans les chapitres 2 et 3 de documents concernant la sûreté par des exploitants d'installation nucléaire jettent le doute sur cette industrie dans l'esprit des magistrats du public. » Comment la DGER peut-elle garantir dix ans de continuité d'exploitation des 34 sites qu'elle vient de donner à EDF et à la COGEMA ?

### **Philippe THIEBAUD**

Les méthodes comptables utilisées par l'AIEA et par les autorités japonaises étaient en effet différentes depuis des années. Ces différences ont conduit à des évaluations non concordantes des stocks de matière à l'intérieur de l'installation. Ce point a été réglé depuis lors de manière satisfaisante par l'AIEA en accord avec les autorités japonaises et elles ont maintenant convergé sur les quantités de plutonium en cause. Par ailleurs, des directives sont publiées chaque année par les principaux producteurs de plutonium, avec des décomptes très précis de toutes les quantités de matière considérée.

## **Alain SCHMITT**

Le problème japonais auquel il est fait référence – fissures non déclarées sur des réacteurs – est réel et affecte la confiance dans le nucléaire et dans les autorités dans ce pays. Mais il s'agit là essentiellement d'un problème de transparence des exploitants vis-à-vis de l'autorité et d'un problème d'attitude de l'autorité. Ce problème est largement culturel. Pour ce qui est de la France, nous estimons que les exploitants, et notamment EDF, font preuve aujourd'hui d'une transparence satisfaisante. Nous resterons d'ailleurs intraitables sur ce point. Nous n'accepterons pas un recul de cette transparence.

## Deuxième table ronde : Quelles solutions pour les déchets nucléaires ?

Participaient à la table ronde :

Bernard TISSOT, Président de la Commission nationale d'Evaluation ;

Christian BATAILLE, député du Nord, PS ;

Didier ANGER, Conseiller régional Les Verts ;

François JACQ, Directeur général, Agence nationale pour la Gestion des Déchets radioactifs ;

Saida ENEGSTROM, SKB, Suède.

La table ronde était animée par Michel FIELD, journaliste.

Les questions reçues via Internet ou SVP étaient sélectionnées et rapportées par Sylvie COULON, journaliste.

### **Michel FIELD**

Toute activité engendre des déchets. L'industrie nucléaire comporte toutefois deux spécificités fortes : d'une part, certains de ses déchets s'avèrent fortement radioactifs, donc potentiellement dangereux sur une longue période ; d'autre part, aucune solution de stockage définitif n'a été choisie pour l'instant. François Jacq, qu'est-ce qu'un déchet nucléaire ? Quelles sont ses spécificités par rapport aux déchets produits par les autres industries ?

### **François JACQ**

Rappelons qu'une substance est considérée comme un déchet s'il s'agit d'un matériel contaminé par des éléments radioactifs, naturels ou non, et non susceptible de traitements divers. On classe ces déchets en fonction de leur durée de vie (c'est-à-dire le temps nécessaire à la division par deux de leur radioactivité) et leur activité, c'est-à-dire leur degré de radioactivité. Le croisement de ces deux critères permet de distinguer quatre ou cinq catégories de déchets, allant des déchets de très faible activité (les TFA) aux déchets de haute activité (les cendres extraites du combustible usé des centrales nucléaires et les déchets technologiques associés au processus de retraitement), en passant par les déchets de faible activité à vie courte et les déchets de faible activité à vie longue (présents en quantité importante en France du fait de l'histoire avec les travaux des années 1920-1930).

On a coutume de dire que les déchets nucléaires représentent environ un kilo par habitant et par an, dont 10 grammes environ pour les déchets de haute activité, 90 grammes pour les déchets de moyenne activité et 900 grammes pour les déchets de moyenne et faible activité. Avec les TFA, il faut rajouter un kilo supplémentaire. Pour mémoire, les déchets ménagers représentent plusieurs centaines de kilos par habitant et les déchets industriels spéciaux plusieurs dizaines de kilos. Les déchets nucléaires ne posent donc pas de problème de volume ou de poids. En revanche, nous devons tenir compte de leur danger potentiel, ce qui explique l'acuité de leur prise en charge et de leur surveillance.

Actuellement, pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte, la France a opté pour une solution définitive de stockage en surface, dans l'Aube, sous l'égide de l'ANDRA. Une deuxième catégorie de déchets, les TFA, trouvera une solution définitive dès l'été prochain, dans un centre qui sera ouvert dans l'Aube également. Il n'existe pas, à ce jour, de solution définitive pour les déchets faiblement radioactifs à vie longue ni pour les déchets de

haute activité à vie longue, même si pour ces derniers une loi, du nom de Monsieur Bataille ici présent, prévoit les trois voies de recherche déjà évoquées.

**Michel FIELD**

Le démantèlement des réacteurs usagés rend-il exponentielle la question des déchets ?

**François JACQ**

Non, la plupart des déchets issus du démantèlement seront faiblement radioactifs (gravats, ferrailles...). Les quantités correspondantes sont dans l'ensemble connues. Ces déchets seront stockés dans le centre qui va ouvrir dans l'Aube à l'été 2003.

**Michel FIELD**

Didier Anger, partagez-vous cette analyse ?

**Didier ANGER**

Il semble que tout soit déjà décidé, comme en attestent la réduction de 34 % du budget de l'ADEME, la décision d'étendre les capacités de l'usine de La Hague, l'autorisation de redémarrer le petit Phénix à Marcoule... Etant très attaché à la démocratie, je ne peux qu'être déçu par les choix du Gouvernement. En démocratie, on débat avant de décider. Aujourd'hui, c'est le contraire qui se passe : on décide avant de débattre.

Je regrette également que l'on ait de nouveau mis en avant l'argument de l'indépendance énergétique de la France grâce au nucléaire : or depuis trois ans, il n'y a plus une mine d'uranium en fonctionnement en France. Un tel argument est aussi incongru qu'affirmer que nous sommes indépendants en matière d'hydrocarbures parce que nous possédons des raffineries de pétrole.

La lutte contre l'effet de serre doit se faire globalement et pas uniquement sur le territoire français. Tout le monde sait que, d'une part, l'énergie nucléaire n'est pas généralisable à la planète et que, d'autre part, 80 % de l'effet de serre est dû à notre mode de transport. Si nous voulons vraiment lutter contre l'effet de serre, ne nous contentons pas de grandes déclarations sur la nécessité de changer nos modes de déplacement, mais faisons en sorte que le fret rail se développe en France.

**Michel FIELD**

Merci de répondre à ma question !

**Didier ANGER**

En matière de déchets provenant des centrales nucléaires, il a été dit que nous effectuerions du retraitement (c'est-à-dire de l'extraction du plutonium) et qu'il n'y aurait plus que 3 % à 4 % de déchets de haute activité. Or aujourd'hui seuls deux réacteurs utilisent de l'uranium issu du retraitement. *Quid* de cet uranium ? Est-ce un déchet ou non ? Plusieurs dizaines de tonnes de plutonium sont stockées à l'usine de La Hague : va-t-il être retraité une deuxième fois ou va-t-il être transformé en déchets ? En outre, les déchets « technologiques du retraitement » commencent à être traités à La Hague, mais la quantité de déchets dont nous disposons actuellement est sensiblement supérieure à ce qui nous avait été annoncé il y a 30 ans.

**François JACQ**

Le point de jonction de nos propos est simple : il est aujourd'hui considéré, dans le cadre de la politique énergétique française, que les combustibles usés ne sont pas des déchets, car ils sont potentiellement réutilisables. Je n'ai pas de jugement à porter sur ce point. Cela dit, dans l'inventaire de toutes les matières nucléaires dressé par notre Agence, figure l'uranium de retraitement, de même que les combustibles. Nous sommes donc d'accord sur l'ampleur du périmètre. Ce qui doit être considéré comme un déchet relève d'un autre type de décision.

### **Michel FIELD**

Le stockage des déchets haute activité à longue vie a fait l'objet de décisions claires dans d'autres pays. En Suède, ce stockage sera effectué en profondeur. Comment a été prise cette décision ?

### **Saida ENEGSTROM**

Cette décision a été prise par étape. Nous avons trouvé un terrain d'accord sur le plan national. En effet, opposants et partisans du nucléaire se sont accordés sur deux points :

- d'une part, les déchets existent et il faut les gérer ;
- d'autre part, il a également été largement reconnu que les générations d'adultes actuels ont bénéficié des avantages de l'énergie nucléaire, mais ne pouvaient décentement en laisser tous les inconvénients aux générations suivantes.

Ces deux points d'accord ont permis de bâtir un programme qui a rendu possible la solution de la gestion des déchets nucléaires. En pratique, des études de faisabilité ont été menées dans huit municipalités candidates. Nous en sommes aujourd'hui à la phase de forages, dans deux municipalités candidates. Le choix du site définitif sera fait dans cinq ans. Nous avons opté pour un stockage profond des combustibles usés directs, sans retraitement. La définition des déchets nucléaires est tout autant scientifique que sociale et politique.

### **Michel FIELD**

Quelle est l'attitude des populations autour des sites pressentis ?

### **Saida ENEGSTROM**

Les deux municipalités participent de façon volontaire à ce processus et savent qu'elles peuvent s'en retirer à n'importe quel moment. Cela les place en position de force vis-à-vis de la SKB, l'opérateur que je représente.

Tout ceci a été précédé par un référendum à l'issue duquel la décision a été prise de sortir du nucléaire. La génération des Suédois âgés de trente ans aujourd'hui a très peu participé à cette consultation, hélas, ce qui explique qu'aujourd'hui cette décision soit assez mal acceptée.

### **Michel FIELD**

Christian Bataille, quel est votre commentaire sur le cas suédois, dans la résolution du problèmes des déchets et dans cette complication politique que vient d'évoquer Madame Eneqstrom ?

### **Christian BATAILLE**

L'on peut rapprocher la démarche suédoise de la démarche française. La loi de 1991 décrit d'ailleurs le même itinéraire. A la suite de la loi, j'avais moi-même été chargé par le

gouvernement de Monsieur Bérégovoy puis celui de Monsieur Balladur d'aller sur le terrain afin d'explorer les possibilités de sites de stockage éventuels. L'on retrouve donc le même processus démocratique qu'en Suède.

Mais il convient de rappeler sur quelles bases a démarré la démarche française. Il ne s'agit nullement d'une démarche politique ou « politicienne » : les notions de droite et de gauche sont à relativiser sur de tels enjeux. La réflexion a ainsi été menée de façon ouverte, autour de trois principes que j'avais mis en avant depuis longtemps :

- la responsabilité (qui nous ordonne de traiter les déchets nucléaires chez nous et de prendre une décision sans reporter sur les générations suivantes les choix difficiles) ;
- la transparence (car le nucléaire civil reste encore marqué par la culture du secret, née de ses origines) ;
- la démocratie (qui impose de faire une place tant au Parlement qu'aux collectivités locales pour la prise de décision).

La représentation nationale a d'ailleurs joué son rôle, en votant la loi de 1991. Celle-ci définit un processus à mettre en œuvre, en vue de l'échéance de 2006, date à laquelle un choix de site de stockage devra être effectué en fonction des résultats des recherches qui seront alors disponibles. Les recherches ont été menées dans trois directions. La recherche fondamentale a été réactivée, elle est respectée dans le monde entier, elle a été menée de manière pluraliste par le CEA, par les universitaires, par le CNRS, et elle a permis d'ores et déjà de faire des avancées pour réduire la nocivité et le volume des déchets. L'entreposage en surface ou en sub-surface est peut-être le volet le plus faible des recherches, mais l'on a tout de même beaucoup avancé. Enfin, les recherches sur le stockage en profondeur – je préfère le terme de « stockage » à celui d'« enfouissement » qui est péjoratif – avancent, notamment sur le site de l'ANDRA à Bure.

### **Michel FIELD**

Bernard Tissot, vous présidez la Commission nationale d'évaluation qui a été mise en place par la loi de 1991. Que bilan pouvez-vous dresser de vos travaux ?

### **Bernard TISSOT**

La première piste est celle de la séparation et de la transmutation, qui concourent à la même finalité : détruire les radioéléments les plus actifs ou les remplacer par un isotope stable ou à vie courte. Or si la séparation est aujourd'hui très bien connue et sera réalisable dès 2005, la transmutation l'est beaucoup moins et les perspectives de solutions industrielles dans ce domaine ne pourront voir le jour avant 2030 ou 2050.

Le conditionnement des déchets est de toute façon indispensable. Il peut être réalisé par du verre, du béton, de la céramique ou du bitume : cette matrice doit elle-même être protégée par un conteneur métallique ou, dans certains cas, en béton. Le choix de conditionnement dépend aussi de la destination prévue pour les déchets, suivant qu'il s'agit d'un stockage définitif ou suivant que l'on mise sur la « réversibilité » (pour laquelle la CNE s'est prononcée favorablement en 1998). Celle-ci, consiste à prévoir la possibilité, à une échéance connue à l'avance, de récupérer les déchets stockés. Qu'est-ce que le stockage en formation géologique profonde ? Les conteneurs sont placés dans une cavité de stockage à 400-500 mètres de profondeur. La première « barrière » formée du conteneur et de la matrice, peut tenir pour les déchets de haute activité jusqu'à 10 000 ans. La deuxième barrière dite « ouvragée » a

vocation à boucher la cavité avec soit des argiles soit du béton. Enfin, la troisième barrière est constituée par la formation géologique elle-même, par exemple une épaisseur d'argile d'une centaine de mètres. L'argile est considéré par les géologues et par les mécaniciens des fluides comme imperméable.

Les recherches en cours ont pour but de vérifier que les résultats des forages et la géophysique sont bons, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de faille qui vienne recouper le massif argileux. Il s'agit aussi de mener des expériences afin d'étudier la migration des radionucléides, ce qui est l'une des vocations du laboratoire souterrain de Bure. Historiquement, nous avons l'exemple d'un réacteur naturel qui a fonctionné il y a 2 milliards d'années au Gabon. A cette époque, compte tenu de la décroissance de la radioactivité, les teneurs en uranium 235 étaient beaucoup plus élevées qu'aujourd'hui, à telle enseigne qu'un réacteur naturel pouvait se mettre à fonctionner tout seul dans un minerai riche ! Eh bien, les déchets de la réaction ne se sont déplacés que de quelques mètres au plus.

### **Didier ANGER**

Pour avoir moins de déchets à gérer, il suffit de programmer l'arrêt du fonctionnement du producteur. Par ailleurs, il apparaît que la Suède, après un certain nombre de luttes, a décidé démocratiquement que n'ayant pas besoin de plutonium à des fins civiles ou militaires, la meilleure option était le stockage direct et non le retraitement.

Enfin, je reviens sur le terme d'enfouissement, car tel est bien le terme utilisé par nos concitoyens, avec quelque raison. En fait, la préoccupation des populations est d'ordre moral : même si aucun inconvénient n'existe aujourd'hui, on ne peut écarter une telle éventualité, *a fortiori* à l'échelle des temps géologiques. Il devient dès lors inacceptable de laisser une bombe à retardement, sur le plan écologique, aux générations futures. Il faut donc mener des recherches non pas sur la séparation/transmutation qui ne fait que transférer certains types de risque vers d'autres types de risque, mais sur l'élimination des déchets nucléaires. Je sais que, pour l'instant, ce n'est que très hypothétique, mais il faut absolument mener cette recherche qui, techniquement, est la plus satisfaisante.

### **François JACQ**

Cela fait longtemps que les recherches ont été lancées là-dessus. Christian Bataille a eu raison de souligner le caractère novateur et exemplaire de la loi de 1991. Suite à la mission de Christian Bataille, plusieurs sites étaient envisagés pour les laboratoires, dont un site dans la Vienne qui a été écarté, non pas en raison de l'opposition de la population, mais pour des raisons scientifiques. Ceci montre que l'étude a été faite avec acuité et vigueur dans la critique scientifique.

Par ailleurs, les laboratoires constituent-ils un leurre ? Il est clair qu'il ne s'agit pas de laboratoires de recherche fondamentale. Les recherches ont un but finalisé, celui de déterminer si, un jour, il sera possible de réaliser un stockage à cet endroit. La nuance importante entre enfouissement et stockage tient à l'esprit de responsabilité des acteurs en charge du dossier : étudier le stockage, ce n'est pas l'oublier, ce n'est pas l'enfourer, eu égard aux précautions prises lors de la phase de conception, et jusqu'à la phase de prise de décision éventuelle. Par ailleurs, ne nous voilons pas la face : le scientifique ne résoudra pas tout et la décision sur un éventuel stockage sera une question éminemment politique.

### **Christian BATAILLE**

En effet, le stockage profond n'est pas encore décidé et cette décision reviendra au Parlement, avant le 31 décembre 2006, par un vote souverain, au vu des résultats des recherches. J'abonde également dans le sens des propos de Monsieur Jacq : après la phase d'études et de recherches, la phase de décision doit venir.

**Monsieur LEBRETON, ex-professeur à la faculté des sciences de Tours**

Le problème de la formation de gaz (hélium) à l'intérieur des conteneurs a été soulevé à Berlin. Comment peut-on encore parler de réversibilité du stockage exigée par la loi Bataille alors que les « colis gonflés » au bout de quelques dizaines d'années seront coincés dans la deuxième et troisième barrière ? A-t-on fait des simulations ? Par ailleurs, ces « colis gonflés » deviendront poreux avec le temps et se fissureront. De leur côté, les roches présentant de nombreuses fractures verticales favoriseront les infiltrations d'eau au cours des milliers d'années de stockage. Depuis avril 2000, on sait que l'oxyde de plutonium est une perte libre, ce qui va entraîner au contact de l'eau une réaction et une formation d'hydrogène. Comment compte-t-on éviter cette réaction de l'eau sur les colis fissurés ?

Par ailleurs, le MOX est coûteux, dangereux, encombrant et il n'est recyclable qu'une fois. Comment confiner les nouveaux radionucléides très nombreux ? Quel sera leur devenir ? Pourquoi continuer à retraiter le déformement classique uranium 235-238 pour un MOX peu recyclable et coûteux ?

**François JACQ**

Il est connu que certains colis relâchent des gaz et ceci est effectivement pris en compte dans les études d'ingénierie sur la réversibilité. Nous venons d'ailleurs de terminer une revue internationale effectuée par des experts indépendants, lesquels ont attiré l'attention sur cette gestion des gaz dans un stockage. Aujourd'hui, ce que l'on connaît des relâchements de gaz ne correspond pas aux grandeurs que vous indiquez. Si les colis gonflaient en quelques dizaines d'années, ce phénomène aurait été constaté dans les entreposages pour des produits qui ont vingt ou trente ans, ce qui n'est pas le cas. Par ailleurs, la gestion du gaz dans les stockages relève des analyses de fonctionnement et de sûreté, mais ne semble pas poser de problèmes insurmontables.

Concernant les fractures et les infiltrations d'eau, le problème qui se peut se poser dans un stockage est effectivement que de l'eau arrive au contact des colis et emporte de la radioactivité. Toute la question est donc de savoir quand cette eau arrivera (demain ou dans un million d'années quand les déchets ne seront plus radioactifs) et si le milieu a été bien choisi pour éviter les infiltrations d'eau. Je ne sais pas si l'argile de Bure présente de nombreuses failles comme vous l'indiquez. En tout cas, pour l'instant, avec l'ensemble des nombreux moyens expérimentaux (forage, sismique, 3D) que nous avons déployés, rien n'a été observé en ce sens. Cela dit, je ne prétends pas avoir de conclusion définitive. Si demain, des fissures sont détectées, nous présenterons les résultats.

S'agissant du degré d'oxydation de l'oxyde de plutonium et du  $PUO_2$ , B. Tissot suggérait que d'éminents chimistes présents dans la salle pourraient répondre beaucoup mieux que moi. J'ai compris – et je parle sous le contrôle de Robert Guillaumont – que les conditions dans lesquelles les expériences sur le degré d'oxydation du plutonium avaient été réalisées étaient relativement particulières et ne pouvaient être étendues aux études de stockage. Dans le même ordre d'idée, ce qui avait été observé sur la vitesse de déplacement du plutonium sur les sites des essais nucléaires correspondait à des mélanges intimes entre le Plutonium et la roche par les explosions, bref, les conditions étaient très éloignées de ce que l'on pouvait trouver dans un stockage.

**Patrick MENON, Président d'une association de défense de l'environnement et président d'une association d'ingénieurs**

Tous les experts confirment que les ressources fossiles doivent s'épuiser dans quelques dizaines d'années. Dès lors, si l'on devait arrêter les centrales nucléaires en 2030 comme le souhaite Monsieur Anger, quelles solutions préconise-t-il pour satisfaire les besoins énergétiques ?

**Didier ANGER**

En France, un certain nombre de scénarios ont été étudiés depuis une dizaine d'années, notamment par Pierre Radanne. En gros, il existe trois pistes principales :

21. les économies d'énergie et l'utilisation rationnelle de l'énergie ;
22. les énergies renouvelables ;
23. le recours éventuel à des énergies fossiles (avec une préférence pour le gaz, moins producteur de gaz carbonique que le charbon et le fioul, et pouvant être utilisé de façon décentralisée et rationnelle), en cas de besoin majeur.

Au passage, il me semble important de souligner que l'uranium est, lui aussi, une énergie fossile : son avenir est plus lointain, mais il est également assorti d'une échéance d'épuisement à terme. S'il n'y a pas de pénurie d'uranium aujourd'hui, c'est parce que ce qui avait été imaginé il y a une vingtaine d'années, 200 réacteurs en France et plus de 800 dans le monde, ne s'est pas réalisé.

Je souhaiterais répondre à l'un de mes voisins sur l'irréversibilité. Sachez que dans le centre de stockage Manche dit de faible et moyenne activité, qui était géré à l'origine par une entreprise sous-traitante du CEA, Infracore, qui n'existe plus aujourd'hui, et qui a été confié par la suite à l'ANDRA, ont été stockés sur la terre, à cru, des déchets que l'on est aujourd'hui réduit à aller rechercher. Certes, l'ANDRA n'était pas responsable de cette situation, mais elle l'est devenue en héritant de ce centre. Je ne me contenterai pas de déclaration d'intention. Dans les faits, l'ANDRA ne va pas rechercher ces déchets à dix mètres sous terre. Moi, je ne crois pas les propos et je ne prends en compte que les faits.

**François JACQ**

Je suis d'accord avec ce que vient de dire Didier Anger : le centre Manche a été fait dans des conditions qui n'auraient plus cours aujourd'hui. Cela dit, il est facile de juger nos prédécesseurs à la lumière des connaissances dont nous disposons aujourd'hui et dont eux-mêmes ne disposaient pas. Une commission a été mise en place par Corinne Lepage en 1996. Cette commission, placée sous la présidence de Michel Turpin, comprenait des représentants de tous bords et a examiné la situation du centre et en particulier la question de la reprise d'un certain nombre de déchets. Cette commission Turpin a conclu qu'il était possible d'aller reprendre un certain nombre de déchets, mais que, comme aujourd'hui l'impact est nul sur la population, il lui semblait plus dangereux d'aller rechercher les déchets que de laisser les choses en l'état, de continuer à surveiller et d'agir le moment venu, si la nécessité s'en faisait sentir. En conclusion, la réversibilité est possible, mais si l'on veut la réversibilité, il faut accepter d'en payer le coût et les conséquences.

**Didier ANGER**

En clair, on attend l'accident !

### **Serge PEREZ, Droit à l'Énergie**

Nous sommes pour toutes les énergies, pourvu que nous laissons une planète propre à nos enfants et à nos petits-enfants. N'oublions pas que nous empruntons la Terre à nos enfants et petits-enfants.

Existe-t-il des réflexions au niveau européen et des directives en préparation sur la gestion des déchets nucléaires ? Par ailleurs, existe-t-il un organisme international dans lequel est débattue cette problématique ? Enfin, existe-t-il une réflexion sur le financement de la recherche et les solutions industrielles envisagées ?

### **Christian BATAILLE**

Madame De Palacio a en effet préparé une directive relative à la gestion des déchets nucléaires en Europe, même si ceci ne relève pas *a priori* des compétences européennes. A ce jour, la vision européenne privilégierait des stockages régionaux de déchets, qui seraient en réalité des stockages transfrontaliers. Or une telle perspective, signifiant la coopération entre plusieurs pays, ne me paraît pas tout à fait prudente à ce stade : il convient plutôt que ce problème demeure de la responsabilité de chaque Etat. D'ailleurs, la loi indique clairement qu'en France, le stockage des déchets nucléaires étrangers est interdit. Cela me paraît tout à fait normal. Je suis inquiet quand je vois les Russes faire appel, moyennant subsides, aux déchets étrangers. Je pense que les Allemands risquent, courageusement, de se décharger de leurs déchets nucléaires sur la Russie. L'avenir le dira.

### **Saida ENEGSTROM**

Je suis tout à fait d'accord avec cette approche. D'ailleurs, tous les pays démocratiques mettent sur pied des programmes propres pour résoudre le problème. Il faut privilégier une voie parfaitement pragmatique sur la question du nucléaire, et convaincre le citoyen de la pertinence des choix envisagés. La diversification constitue en tout cas à mes yeux une notion clé. J'en comprends d'autant moins l'opposition très vive qui existe aux énergies renouvelables en Suède, actuellement. Les Suédois, qui ont voté l'arrêt du nucléaire, sont farouchement opposés à l'implantation d'éoliennes ! C'est une attitude irresponsable : on ne quitte pas son travail avant d'en avoir trouvé un nouveau.

### **Sylvie COULON**

Trois questions portent sur la méthode d'évaluation du coût de la gestion et du contrôle des déchets et sur la façon dont il est intégré dans le coût du kilowattheure nucléaire.

### **Christian BATAILLE**

Je crois que l'on peut encore progresser dans ce domaine. Jusqu'à présent, le coût futur était intégré, à l'avance, par le producteur, et était ventilé dans les comptes généraux. Je crois davantage, pour l'avenir, à la constitution de fonds dédiés qui permettraient une vision plus claire sur l'évolution de la gestion financière particulière concernant les opérations de recherche et de construction éventuelle de centres de stockage.

### **Monsieur GARRIGUE, auteur d'un livre sur l'environnement « Olga et la rue de l'écolo »**

Les déchets issus du MOX usagé ne pourraient sans doute être enfouis à grande profondeur avant une centaine d'années, en raison de leur très haute température. En conséquence, l'enfouissement à grande profondeur paraît une hypothèse assez abstraite. La vraie réponse ne

réside-t-elle pas dans l'arrêt de la production du plutonium et par conséquent dans la fermeture de La Hague ? En effet, contrairement à ce que l'on espérait il y a trente ans, il n'y a pas aujourd'hui d'utilisation du plutonium.

### **Didier ANGER**

Je tiens à préciser que pour notre part, nous n'avons jamais préconisé la fermeture de La Hague. Il serait totalement irresponsable de fermer la Hague alors que plusieurs dizaines de tonnes de plutonium y sont stockées. Pour nous, il faut arrêter le retraitement, mais il faut neutraliser ce plutonium, comme l'ont fait l'Allemagne et les Etats-Unis. Il s'agit de réintroduire le plutonium, par petites quantités, dans les déchets, ce qui représenterait une charge de travail d'au moins vingt ans pour l'usine de La Hague. Pour une fois, on pourrait gérer en même temps les problèmes d'emploi et les problèmes d'écologie. Je mets à la disposition de ceux qui sont intéressés le travail réalisé par l'Eco Institute allemand sur cette question.

### **De la salle**

Je suis un représentant de la « France d'en bas ». Je note un discours très technicien, mais le sujet, très complexe, le requiert très certainement. Je trouve inquiétante la difficulté à tenir leurs engagements de la part des politiques dans leur ensemble. Je fais référence notamment au démarrage de l'activité électronucléaire en France, puisqu'il avait été affirmé à l'époque par Valéry Giscard d'Estaing qu'il ne s'agissait que d'une énergie de transition pour trente ans.

En termes de gestion des déchets nucléaires, quel est le nombre de générations futures qui seraient concernées par cette gestion ?

### **François JACQ**

Il y a plusieurs types de réponse à cette question, car les déchets nucléaires comportent des éléments très divers, n'ayant pas la même durée de vie. Ceux ayant la plus longue durée de vie ont une durée d'activité supérieure à plusieurs centaines milliers d'années. Les études de sûreté menées prennent en compte cette échelle de temps.

### **De la salle**

Je suis chercheur au CNRS. Quand je suis rentré au CNRS, les règles du jeu étaient totalement différentes de celles qui sont édictées aujourd'hui. Le 30 avril, on nous a montré un schéma où les seuls qui conservaient une crédibilité et une compétence dans notre pays étaient les médecins et les chercheurs du CNRS. Or la mise en place de l'Europe de la recherche conduit à une bureaucratisation et une hiérarchisation de plus en plus dure d'une part et à une orientation des projets de plus en plus dure. Nous perdons petit à petit ce que certains appellent nos « privilèges », mais qui sont en fait les conditions d'exercice de la recherche, c'est-à-dire notre liberté d'expression et de recherche. Je parle aussi au nom des professeurs d'université et des maîtres de conférence. Je m'adresse aux politiciens : comment vont-ils maintenir une recherche en France ?

### **Michel FIELD**

Votre question est à la limite du hors sujet.

### **De la salle**

Comment vont-ils maintenir une recherche en France, à la suite du changement des statuts du CNRS ?

### **Un intervenant**

Permettez à un politicien non gouvernemental de répondre. S'agissant de la recherche sur le nucléaire, et plus spécifiquement sur les déchets nucléaires, je crois que la capacité française, qui s'appuie sur les universitaires, le CNRS et le CEA, est reconnue et doit être préservée à tout prix. Il serait désastreux de réduire les moyens dont dispose cette recherche : ce n'est pas le cas à l'heure actuelle. Beaucoup d'efforts ont été consentis ces dernières années, et je crois que nous disposons d'un véritable atout international non seulement dans le domaine des déchets, mais également dans le domaine des réacteurs. J'ai pu le constater récemment aux Etats-Unis, où la France est très considérée pour sa connaissance et sa compétence dans ces différents domaines. Je crois donc qu'il faut miser beaucoup plus sur la recherche pour l'avenir de notre pays que sur les dossiers qui sont aujourd'hui plus polémiques.

### **Sylvie COULON**

Je choisis une dernière question. La France dispose d'environ 300 000 tonnes d'uranium appauvri, qui pourra être utilisé dans les réacteurs rapides. Est-ce une solution de développement durable ?

### **François Jacq**

Cela renvoie à ce que disait Didier Anger tout à l'heure. Pour préparer du combustible, on utilise de l'uranium enrichi. Cela conduit à un sous-produit qui est de l'uranium moins riche en isotope 235. Aujourd'hui, cet uranium issu de l'enrichissement est entreposé sur les sites de production et est considéré comme une réserve énergétique. En effet, en utilisant dans le réacteur de Tricastin. En utilisant des réacteurs à neutrons rapides, on pourrait utiliser cet uranium comme matière première. Quant à savoir s'il s'agit d'une solution de développement durable, il ne m'appartient pas de me prononcer.

## **I. Finlande**

### **Madame Kaija Kainurinne, Directrice de la représentation de TVO à Bruxelles**

Bonjour à tous. Je suis heureuse de participer à ce débat, qui revêt une grande importance pour la France, la Finlande et l'Europe.

#### **1. Introduction**

TVO est une société privée, ayant pour actionnaires certains des principaux acteurs industriels et fournisseurs d'énergie finlandais. TVO exploite depuis vingt-cinq ans deux centrales nucléaires, d'une puissance de 1 840 MW, avec d'excellents résultats. La principale mission de TVO est la fourniture d'électricité à ses actionnaires. La production totale d'électricité du pays en 2002 s'appuie sur un *mix* énergétique bien équilibré, guidé par la volonté d'assurer la sécurité des approvisionnements et de minimiser le prix de l'électricité. Un tiers de l'électricité est fourni par la production hydraulique et la biomasse, un quart par le nucléaire, un cinquième par les combustibles fossiles. Les importations d'électricité des pays voisins couvrent le reste de la consommation du pays (environ 15 % en ce moment). Le marché de l'énergie est dérégulé depuis des années en Finlande et dans les pays nordiques. La Finlande est très dépendante des énergies importées. Plus de 70 % est importé des pays extérieurs : la plupart vient de la Russie. Une telle proportion fait peser un risque sur la sécurité de l'approvisionnement.

Du côté de la production, cogénération et énergies renouvelables sont exploités intensivement. Quelques éoliennes ont été installées, mais leur rôle demeurera marginal. La Finlande s'est engagée depuis des années dans une politique d'économies d'énergie, car notre électricité est « délicate » et chère. La priorité a été donnée aux moyens de production permettant une réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il n'en demeure pas moins que la consommation par habitant est très élevée, notamment en raison du taux d'industrialisation et des caractéristiques climatiques du pays. Les industries, qui représentent 55 % de la consommation, génèrent une forte demande d'électricité de base. Au cours de la dernière décennie, la consommation a augmenté de 2,2 % par an, mais sur les derniers mois, elle a progressé de plus de 5 %, en raison de l'hiver qui a été particulièrement rigoureux.

#### **2. Les raisons du choix du nucléaire**

Il existe ainsi un besoin de 21 TWh supplémentaires pour subvenir aux besoins des dix prochaines années, et la 5<sup>ème</sup> unité nucléaire qu'il est prévu de mettre en service durant cette période ne couvrira qu'une partie de ces besoins. Les autres moyens de production devront être augmentés dans le même temps, pour garantir l'équilibre du système énergétique. La décision ayant conduit au choix du nucléaire tient autant à l'indépendance énergétique qu'il favorise qu'à ses performances économiques (le coût de l'électricité nucléaire est très bas) ou aux conséquences environnementales plus favorables qu'il permet. La nouvelle centrale contribuera à réduire les émissions de gaz carbonique et à respecter les engagements du protocole de Kyoto. De plus, le bilan d'exploitation des quatre centrales nucléaires finlandaises est très positif, et la stabilité à long terme du prix de l'électricité nucléaire est considérée dans notre pays comme un avantage capital. Le prix de l'électricité nucléaire à long terme est plus bas à long terme que le prix de l'électricité produite avec du charbon ou du gaz.

Certes, les déchets nucléaires constituent une préoccupation importante. A cet égard, la solution de l'enfouissement des déchets dans la couche géologique profonde a été retenue, en mai 2001, à l'issue d'un débat démocratique très ouvert. Les citoyens finlandais plaident assez largement pour un maintien d'un *mix* énergétique équilibré. Les énergies renouvelables comme l'hydraulique, les éoliennes et la biomasse doivent se développer, mais dans le même temps, l'utilisation du gaz naturel et du nucléaire doit être augmentée. Le charbon et le pétrole doivent être abandonnés pour la production d'électricité.

### **3. Conclusion**

Les débats ayant conduit au choix de construire une 5<sup>ème</sup> unité nucléaire ont mis en lumière une grande importance donnée à la croissance économique, à l'emploi et aux conditions économiques d'exploitation de la filière nucléaire, ainsi qu'à l'indépendance énergétique du pays et aux conséquences moins défavorables d'un tel choix, à long terme, pour l'environnement. Il y a un mois, des élections ont eu lieu en Finlande et un nouveau Gouvernement est sorti des urnes. Dans le nouveau programme gouvernemental, il est bien indiqué que la construction de la 5<sup>ème</sup> unité nucléaire ne sera pas retardée et que celle-ci devrait être opérationnelle en 2009.

## **II. Allemagne**

### **Horst Schneider, Responsable de l'énergie nucléaire à la Direction générale de l'énergie au Ministère fédéral de l'Economie et du Travail**

Je vous remercie de m'avoir invité à cette réunion très importante et fort intéressante.

#### **1. La sortie du nucléaire : une question politique**

La préoccupation pour le développement durable est très présente en Allemagne. Les questions de protection de l'environnement, de sécurité d'approvisionnement et de compétitivité de l'économie allemande (qui suppose une énergie à des coûts économiquement raisonnables) constituent « le triangle de préoccupations ». Un certain degré de concurrence existe toutefois entre ces trois pôles.

Aujourd'hui, un tiers de l'électricité en Allemagne est produit par le nucléaire. Sur le plan environnemental, les raisons ayant plaidé en faveur de la sortie du nucléaire tiennent à :

- la sûreté des installations (compte tenu du risque d'accident majeur, aux dommages de grande envergure) ;
- la gestion des déchets radioactifs, sachant qu'il n'existe nulle part dans le monde à ce jour d'installation de stockage définitif des combustibles usés ;
- le mauvais accueil des sites de stockage par le public ;
- le risque de prolifération, déjà largement évoqué ce matin.

Une fois ces arguments posés, demeure la question de la substitution de l'énergie nucléaire, qui, je le répète, représente un tiers de la production électrique totale en Allemagne. Le choix fait est celui d'une sortie progressive, avec pour objectif de favoriser un approvisionnement énergétique durable et sans risques, misant notamment sur les économies d'énergie et sur le recours aux énergies renouvelables, quand bien même la rentabilité de celles-ci demeure très faible et la production hydraulique est limitée. Il existe en Allemagne des surcapacités sur le marché énergétique et surtout sur le marché de l'électricité.

Ainsi, la loi sur l'abandon du nucléaire prévoit une sortie progressive du nucléaire s'étalant sur vingt ans, n'exigeant pas de solution immédiate de substitution totale, mais favorisant une évolution progressive du *mix* énergétique. Quel est le coût d'un tel choix ? Cette question est très contestée. D'après l'exposé des motifs de la loi, il ne devrait pas y avoir d'augmentation des prix ou du moins l'augmentation devrait être modérée. Toutefois, des experts, du côté des entreprises, ont estimé le coût de la sortie du nucléaire à plusieurs dizaines de milliards d'euros. Par ailleurs, comment réduire les émissions de gaz à effet de serre en supprimant le nucléaire ? Le Gouvernement allemand s'est fixé comme objectif de réduire de 25 % les émissions de gaz carbonique d'ici à 2020. Les Verts quant à eux militent pour une réduction de 40 % des émissions de gaz carbonique entre 1990 et 2020.

Selon les estimations du Ministère allemand de l'Economie, la sortie progressive du nucléaire ne devrait pas poser de problème au niveau des émissions de gaz carbonique jusqu'en 2015. Il faudra donc prendre des mesures complémentaires, notamment en termes d'efficacité de la production et d'économies d'énergie, par exemple par une meilleure isolation des bâtiments. Cela devrait être rendu possible par un recours plus important à la cogénération, qui a une efficacité de 57 %, et aux énergies renouvelables (en particulier l'éolien, qui fournit déjà 2 % de la production d'électricité du pays, et dont la part doit être portée à 12,5 % en 2010).

La production d'électricité à partir du charbon ne sera cependant pas abandonnée, d'autant plus qu'il existe des ressources importantes de lignite dans le pays. Il s'agit maintenant de développer des techniques de production d'électricité propres à partir du charbon. Quant à la mise en application de la sortie du nucléaire, aucune directive étatique concrète n'a été prise, mais le choix a été fait de confier le remplacement des centrales nucléaires aux entreprises privées du secteur. Toutefois, les entreprises n'ont pas encore établi de plan concret pour la substitution des centrales. A mon avis, l'industrie allemande est encore à la recherche de la voie à prendre pour les années à venir, dans le marché libre de l'électricité.

## **2. Perspectives**

Un objectif a été fixé par l'Etat : la sortie définitive du nucléaire, associée à la promotion des énergies renouvelables. Ce choix reflète surtout la volonté d'inscrire le pays dans un programme de développement énergétique durable, dont la réduction des émissions de gaz à effet de serre sera l'un des volets, même si pouvoirs publics et entreprises s'accordent à reconnaître qu'aucune décision ne doit être prise hâtivement dans ce domaine. Je vous remercie pour votre attention.

## **III. Corée**

### **Dr Lee Chang Kun, Membre de la Commission d'Energie Atomique de Corée**

La première question qui vient à l'esprit lorsque l'on s'intéresse à l'évolution de la Corée dans le domaine de l'énergie porte sur le choix du nucléaire. Il s'explique tout d'abord par la contradiction entre la pauvreté du pays et ses nombreuses obligations au niveau international. En effet, la Corée possède très peu de ressources naturelles, et manque notamment d'énergies fossiles. Par conséquent, 97 % des ressources énergétiques primaires sont importés. L'entretien des infrastructures sociales devient alors très difficile, sans parler des besoins de la défense nationale.

La deuxième raison pouvant expliquer ce choix nous amène à une deuxième contradiction : alors que le territoire national est très réduit, la population coréenne est extrêmement importante. Certaines régions sont parmi les plus densément peuplées au monde. Nourrir

autant d'individus en disposant de si peu de ressources est un défi au quotidien. La Corée est également un pays à la fois jeune et vieux : en termes de développement socio-économique et industriel, elle n'en est qu'à ses balbutiements, mais elle est l'héritière d'une longue histoire. Une visite de la Corée permet de voir les tombes imposantes des rois qui vécurent il y a des milliers d'années, mais également d'admirer les installations rutilantes du nouvel aéroport international ou de prendre le TGV coréen, construit grâce aux technologies françaises.

La technologie du nucléaire présente la particularité de miser de façon importante sur le savoir-faire et le capital scientifique et intellectuel. Ceci constituait un premier intérêt pour la Corée, en raison des caractéristiques précédemment citées : depuis des siècles, la Corée se bat contre le manque de ressources pour continuer d'avancer. Aujourd'hui, elle tente désespérément de rattraper son retard, de propulser ses citoyens dans le nouveau millénaire, d'illuminer ses villes et ses grands bâtiments. Les travaux préparatoires à l'entrée dans le nucléaire ont été engagés dans les années 60, les Coréens se démenant alors, tels des boxeurs déchaînés, qui n'ont pas d'autre choix que de gagner leur combat, s'ils veulent survivre jusqu'au lendemain. La crise énergétique des années 70 a confirmé la pertinence de ce choix : la crise nous a violemment frappés et nous a décidés à nous libérer de la dépendance excessive du pays à l'égard des alliances pétrolières et des énergies fossiles. Les premières mesures prises ont porté sur la formation de cadres à la technologie du nucléaire. Les investissements dans les ressources humaines et dans le « capital humain » ont été très importants, chaque nouveau cadre valant « son pesant d'or », suite à cette formation. Aujourd'hui, les hommes constituent le principal actif matériel du pays dans le domaine de la politique énergétique, les biens immatériels étant les compétences techniques, cette expérience longue de plusieurs décennies, et le dévouement sans relâche des travailleurs.

### **1. Le facteur économique**

Le choix du nucléaire a permis non seulement le maintien des coûts au plus bas, s'agissant de la production d'électricité, mais il a aussi permis une moindre exposition du pays aux fluctuations des taux de change et aux variations de sa balance des échanges avec l'étranger, puisque les exportations restent très modestes. D'après les statistiques, le prix de l'électricité aurait même baissé. Entre 1982 et 1990, alors que l'indice général des prix a augmenté de 51 %, le prix de l'électricité a connu une baisse de 28 %. On a par ailleurs démontré que, si la Corée a su aussi rapidement se libérer du carcan financier du FMI, c'est en grande partie grâce à l'énergie nucléaire. Le choix du nucléaire a également eu un effet positif très marqué sur la diffusion des technologies et des savoir-faire dans l'ensemble du pays. Il en est résulté un effet de levier sur les connaissances et l'ingénierie pouvant être mises en œuvre dans l'ensemble du territoire. L'exemple du dispositif de contrôle et d'assurance qualité en témoigne.

### **2. Capacités installées et impact environnemental**

Aujourd'hui, les capacités installées de la Corée représentent 15,7 GW, en 18 tranches. Le réseau d'approvisionnement en direction de la Corée est très vaste et reste vulnérable à de nombreux éléments, dont les circonstances politiques, notamment en ce qui concerne les branches qui remontent du Moyen-Orient. Aussi, les conclusions des réunions de l'OPEC et les conflits dans cette région influent directement sur la vie sociale, politique et économique en Corée.

L'année dernière, nos sites ont fourni une production de 119 milliards de kWh, soit 38,9 % de la production globale d'énergie coréenne. Rappelons que seuls 29 % des capacités installées

étaient utilisés. Le degré de disponibilité des installations a atteint 92,7 % en 2002 et les incidents imprévus ayant entraîné un arrêt sont demeurés à un niveau très faible.

### **3. Conclusion**

Pour l'avenir, les perspectives s'avèrent plus mitigées, en particulier en raison de difficultés prévisibles sur le plan des ressources humaines. En effet, la filière nucléaire connaît une relative désaffection dont rien n'annonce l'inversion pour le moment : le nombre des élèves du secondaire se dirigeant vers des filières scientifiques et technologiques est retombé de 353 000 en 1996 à 200 000 l'année dernière. Les jeunes sont en effet plus attirés par les milieux de la banque, du spectacle ou du sport. Par ailleurs, cette évolution s'opère dans un contexte de renforcement des convictions anti-nucléaires (en partie sous l'influence d'ONG occidentales et, notamment, européennes). La Corée n'en a pas moins fait le choix de poursuivre son investissement dans le parc nucléaire, au travers de la définition d'un plan de moyen terme qui prévoit de porter la capacité installée à 26 tranches en exploitation en 2015, pour une capacité totale installée qui devrait alors atteindre 26 GW, soit près de 35 % de la production totale estimée d'électricité du pays à cette date.

Depuis 1996, les ingénieurs coréens travaillent à la conception d'un réacteur à deux puissances, SMART, capable de générer 100 MW d'électricité et 40 000 tonnes d'eau par jour. La construction est prévue en 2008. Cette technologie sera très recherchée dans de nombreuses régions au monde, qui n'ont pas accès à une eau de qualité, nécessaire à la survie des individus.

Pendant que les pays occidentaux font des choix brutaux, aujourd'hui marqués par des hésitations à l'égard du nucléaire, les pays asiatiques (au premier rang desquels la Corée) poursuivent à leur rythme leurs investissements dans cette filière. Ils approfondissent et développent surtout les compétences et les connaissances de haut niveau indispensables à cette technologie, parfaitement adaptée à un pays pauvre en ressources naturelles, mais très riche en ressources humaines, comme l'est la Corée. Je vous remercie pour votre attention.

(En conclusion, plusieurs images de sites coréens sont projetées.)

## **Débat avec la salle**

### **Monsieur GARRIGUE, auteur de « Olga et la rue de l'écolo »**

Un accident nucléaire grave en France causerait des dégâts évalués généralement à environ 200 milliards d'euros. EDF n'étant pas, bien entendu, assurée pour cela, c'est donc le contribuable français qui serait sollicité. Si un tel accident se produisait sur une frontière orientale du pays un jour de grand vent d'ouest, qui est le vent dominant chez nous, ces dégâts exerceraient à coup sûr leurs effets sur nos voisins et l'on peut se demander comment ils réagiraient.

### **Horst SCHNEIDER**

Si vous sous-entendez que l'Allemagne demanderait des dédommagements, je ne peux que constater l'existence de la Convention de Paris. En Allemagne, nous savons très bien que les dispositions légales qui existent en France en matière de responsabilité civile sont assez limitées.

### **André SCHAPIRA, CNRS, CNE**

L'engagement de l'Allemagne de diminuer de 25 % les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2020 n'est-il pas né, en grande partie, du constat fait après la réunification de la piètre qualité du tissu industriel de l'ex-Allemagne de l'Est composé d'usines très polluantes, et de l'importante production d'énergie à partir du charbon. En somme, vous faites de nécessité vertu. Vous pourriez attribuer cet effort au développement des énergies renouvelables, alors que, pour une large part – mais j'aimerais que vous me précisiez cette part – cette situation est due à la base sur laquelle ont été calculées les émissions de gaz à effet de serre en 1990.

### **Horst SCHNEIDER**

Votre analyse est exacte quant à la situation de l'ex-Allemagne de l'Est. Cependant, nous avons aussi consenti de véritables efforts – qui pèsent d'ailleurs lourdement sur notre économie – afin d'augmenter la part des énergies renouvelables. L'industrie allemande s'oppose toujours aux coûts extraordinaires de ces énergies. Il faut donc trouver une solution, ce à quoi s'emploie le Ministère de l'Economie, pour que le coût de l'énergie ne grève pas la compétitivité de l'industrie allemande.

### **Monsieur LONG, EPN**

Quel est le calendrier des réacteurs de prochaine génération en Corée ?

### **Dr Lee CHANG KUN**

Ce calendrier est basé sur le plan de développement à moyen terme de l'industrie nucléaire dont notre pays s'est doté, misant notamment sur des réacteurs d'une capacité de 1 450 MW, en espérant que les coûts de développement de chaque tranche pourront être maintenus aux niveaux constatés par le passé. Ces sites seront plus concurrentiels que les sites fonctionnant au charbon.

Quant à la prochaine génération, nous travaillons beaucoup avec l'AIEA et avec le Département américain de l'Energie, au travers de différents projets. Plusieurs solutions s'offrent à nous, mais nous n'en sommes pas encore au stade des conclusions : les projets sont encore à l'étude. L'un de nos objectifs consiste à développer un EPR pour fabriquer de

l'hydrogène, dans une optique de très long terme. Quoi qu'il en soit, la communauté internationale doit tout mettre en œuvre sur ce type de projet, si nous voulons remplacer à terme le gaz carbonique par l'hydrogène.

### **Pierre RADANNE, ancien Président de l'ADEME**

Ce débat sur le nucléaire qui peut exister entre la France et l'Allemagne – compte tenu d'options très différentes – occulte malheureusement tout le reste du débat énergétique. Il n'existe pas de coopération franco-allemande en matière d'énergie. Il n'y a pas de moteur franco-allemand et il n'y a pas de politique énergétique européenne. J'ai le sentiment que nos deux pays, sans rompre avec leurs traditions et leurs positions en matière de nucléaire, pourraient travailler ensemble sur les questions relatives à l'efficacité énergétique, aux énergies renouvelables et aux liens avec les politiques de transport, nos deux pays étant fortement dépendants en matière de combustibles fossiles. Je crois que si nous avons une coopération franco-allemande et plus généralement européenne sur ces thèmes, le débat sur le nucléaire serait facilité pour les années à venir.

### **Horst SCHNEIDER**

Je dois malheureusement vous décevoir. Il existe toujours une coopération très étroite entre la France et l'Allemagne, au niveau de leurs instances gouvernementales, la Direction de l'Energie du Ministère de l'Economie allemand et le Ministère de l'Industrie français, sur les questions liées à la politique énergétique. Un sommet entre Madame la Ministre Nicole Fontaine et le Secrétaire d'Etat Adamovitch a eu lieu le 26 mars dernier à Paris, sur deux champs de coopération, dont l'énergie. Chaque pays défend ses intérêts spécifiques, mais à la suite du 40<sup>ème</sup> anniversaire du Traité de l'Elysée, nous avons assisté à une renaissance de la coopération franco-allemande. Personnellement, je coopère très intensément sur les questions nucléaires avec mon homologue à Paris. Merci beaucoup.

### Troisième table ronde : Quelle place pour l'énergie nucléaire demain ?

Participaient à la table ronde :

Jacques BOUCHARD, Directeur de l'Energie au Commissariat à l'Energie atomique (CEA) ;

Anne LAUVERGEON, Présidente d'AREVA ;

Bruno LESCŒUR, Directeur de la Branche Energies, EDF ;

Yves COCHET, Député de Paris, Les Verts, ancien ministre de l'Environnement ;

Claude GATIGNOL, Député de la Manche, UMP, Président du Groupe d'Etude sur l'Energie à l'Assemblée nationale.

La table ronde était animée par Michel FIELD, journaliste.

Les questions reçues via Internet ou SVP étaient sélectionnées et rapportées par Sylvie COULON, journaliste.

#### **Michel FIELD**

Peut-on aujourd'hui dresser un bilan de l'aventure nucléaire française de ces vingt-cinq ou trente dernières années ?

#### **Bruno LESCŒUR**

EDF exploite en fait depuis plus de quarante ans l'énergie nucléaire et fait tourner aujourd'hui 58 réacteurs. Le bilan que l'on peut en tirer est très clair à mes yeux : il s'agit d'un moyen sûr, propre et compétitif pour produire de l'énergie en France.

#### ▪ **une énergie sûre**

En matière de sûreté, il faut faire des progrès tous les jours. Je retiendrai un seul indicateur pour montrer que nous sommes dans cette logique. Nous avons divisé par deux le nombre d'arrêts automatiques de nos réacteurs, ce qui est un bon indicateur de la qualité de l'exploitation au quotidien. Qui dit sûreté, dit transparence. La transparence est nécessaire en interne, pour être sûr de continuer à progresser et d'apprendre tous les jours de nos erreurs. Elle est également requise vis-à-vis du grand public et de l'Autorité de Sûreté. 300 inspections sont effectuées tous les ans par celle-ci. Nous recevons également une dizaine de visites de collègues étrangers ainsi que quelques inspections de l'AIEA.

#### ▪ **une énergie propre**

Avec l'hydraulique et le nucléaire, EDF produit 95 % de son électricité sans émission de gaz à effet de serre. Grâce à ce *mix* énergétique, en France, chaque habitant produit 5 tonnes de gaz carbonique, contre 10 tonnes par habitant en Allemagne et 11 tonnes par habitant au Danemark.

- **une énergie compétitive**

Depuis quinze ans, nous exportons 15 % de notre production en Europe, après avoir couvert tous les coûts de production, y compris les coûts d'assurance dont on a parlé tout à l'heure.

Pour nous, il s'agit d'une énergie d'avenir. Il est donc souhaitable que le nucléaire demeure l'une des possibilités de produire de l'électricité dans le futur.

**Anne LAUVERGEON**

Ce bilan est aussi celui de la création d'une industrie française, pour construire le parc d'EDF, pour fabriquer du combustible et pour traiter le combustible usé. AREVA constitue aujourd'hui l'un des fleurons de cette industrie. Je vous rappelle en effet qu'AREVA est devenu le leader mondial du secteur nucléaire. AREVA réalise moins de 50 % de son chiffre d'affaires en France et s'est fortement développé en Asie et aux Etats-Unis. Le nucléaire est une activité très compétitive pour les électriciens : on le voit un peu partout dans le monde chez nos clients électriciens. Elle est aussi très compétitive pour les industriels fournisseurs de technologies. Nous faisons travailler des milliers de chercheurs, notamment au CEA. Les technologies françaises sont reconnues dans le monde entier. En 2002, les Américains nous ont acheté deux technologies fondamentales « sur étagère », l'une pour la fabrication du MOX et l'autre pour la défluoration de l'uranium

**Michel FIELD**

Comment percevez-vous, dès lors, les critiques adressées au nucléaire ?

**Anne LAUVERGEON**

Les critiques sont toujours intéressantes.

**Michel FIELD**

Lesquelles entendez-vous ?

**Anne LAUVERGEON**

J'en entends beaucoup ! Elles ont d'ailleurs évolué au fil du temps. La critique anti-nucléaire est née dans les années 70, notamment pour des raisons d'absence de concertation, mais le nucléaire n'était pas spécifique par rapport aux autres industries. Les décisions imposées « d'en haut » étaient dans la culture de l'époque. Mais les contestations nous ont obligés collectivement, peut-être un peu tardivement, à des efforts de dialogue, d'ouverture, de transparence et de concertation, qui font aujourd'hui du nucléaire une industrie plutôt en avance dans ce domaine. Je crois donc qu'il ne faut pas nier la critique. Il est vrai que, parfois, elle peut être irritante parce que le discours n'a pas évolué depuis les années 70. Nous aimerions pour notre part avoir un dialogue plus riche et plus constructif.

**Yves COCHET**

Je crois au contraire des deux intervenants précédents que le nucléaire n'est ni sûr ni compétitif ni propre et qu'il faut en sortir au plus vite, tant en France qu'ailleurs dans le monde. L'on met souvent en avant, pour expliquer l'apparition puis le développement du nucléaire, les avancées technologiques. Je crois pourtant que la principale raison d'engouement pour le nucléaire est historique. Pour avoir un nucléaire qui ait les qualités prétendues, sûr, propre et compétitif, il faut une société qui soit très technologique, très stable

et très sûre à long terme. Il y a un siècle, l'Europe ne réunissait pas ces conditions. Si, dans les années 30 ou 40, quelques pays européens avaient eu le nucléaire comme nous l'avons maintenant en Europe, je me demande ce qu'il serait advenu dans les années 40 et 50. L'on peut donc s'interroger sur les arguments mis en avant aujourd'hui pour un développement beaucoup plus large du nucléaire dans le monde (de 430 aujourd'hui à quelque 800 réacteurs), d'autant plus que celui-ci ne participe pas à la lutte contre l'effet de serre. Je pourrai le démontrer si j'en ai le temps. Qui peut parier qu'en Europe ou dans le monde, les sociétés qui seraient nucléarisées à 30, 50 ou 80 %, seront des sociétés technologiques, démocratiques et stables ? Il semble en fait que la vision des nucléocrates soit a-historique et ne tienne aucun compte des réalités du développement dans le monde – en incluant ses heurts, qui sont inévitables. Est-il envisageable, par exemple, de vendre à des pays comme la Corée du Nord ou l'Iran des centrales nucléaires ? Ce serait une folie de le croire. Quand je vois la désagrégation de la Russie, je suis très inquiet. Les nucléocrates réfléchissent d'une manière technicienne, dans un monde pur et parfait. Or un tel monde n'existe pas, parce que les humains sont les humains.

En outre, le prix du kilowattheure proposé par EDF, 3 centimes d'euros à la sortie de la centrale, est faux, car ce coût n'inclut pas le coût de l'assurance. Le nucléaire est la seule industrie qui ne paye pas du tout ou presque le coût de ses assurances. On a dit tout à l'heure qu'un accident majeur coûterait 200 milliards d'euros : EDF n'est pas assurée pour un tel montant. D'ailleurs, c'est l'Etat qui est son propre assureur puisque tout est étatisé en France. Mais même dans les pays où le nucléaire est libéralisé, les Etats-Unis par exemple, des lois stipulent que les risques d'accident sont garantis par l'Etat. Or la catastrophe de Tchernobyl a coûté à la Biélorussie, à l'Ukraine et à la Russie quelque 300 milliards d'euros. Comment peut-on s'assurer contre un tel risque ? En revanche, TotalFinaElf ou Rhodia, qui sont aussi des industries à risques, assurent tous leurs risques auprès d'assureurs privés. Dire que le nucléaire est compétitif est faux, car le nucléaire ne paye pas le coût de ses assurances. En fait, l'abonné à EDF paye deux fois son électricité, une fois en tant qu'abonné et une fois parce que l'Etat garantit les accidents nucléaires éventuels.

### **Bruno LESCE UR**

L'industrie nucléaire fait l'objet d'un régime d'assurance gouverné par les conventions de Bruxelles et de Vienne. EDF paye sa juste part de cotisations d'assurances par ce mécanisme. Il s'agit d'un mécanisme par lequel, dès qu'un incident est constaté, l'on sait vers qui se retourner : c'est l'exploitant qui est responsable. J'aimerais que les autres filières énergétiques aient la même clarté pour la détermination des responsabilités des dommages qu'elles causent parfois.

### **Michel FIELD**

Je vous prie d'éviter les sifflets et les applaudissements : nous ne sommes pas dans un meeting.

### **Anne LAUVERGEON**

Je voudrais rappeler à Monsieur Cochet que nous n'exportons nos produits, nos prestations, nos technologies que dans les pays se conformant à la discipline des *full scope*, c'est-à-dire des contrôles intégraux. Il s'agit de contrôles en continu, enregistrés sous forme vidéo, sous l'égide de l'AIEA. Il est de notoriété publique qu'une caméra peut tomber en panne, mais pas trois à la fois. Nous ne travaillons pas du tout avec l'Iran, contrairement à d'autres entreprises appartenant à d'autres secteurs. L'Inde, qui a été évoquée, a refusé de signer cette procédure

de contrôle : nous ne faisons donc rien avec l'Inde. Au-delà de ces contrôles, nous n'exportons nos centrales nucléaires que dans les pays qui ont un potentiel suffisant en termes de ressources financières et en termes de compétences, au sein de l'opérateur du pays en question. Nous ne proposons donc nos services qu'à de grands pays en développement tels que le Brésil, l'Afrique du Sud ou la Chine, par exemple. Nous ne vendons pas de centrales nucléaires au Bangladesh ou à d'autres pays de ce type.

### **Michel FIELD**

Comment percevez-vous le choix de certains pays européens de sortir du nucléaire ? La France devrait-elle leur emboîter le pas ?

### **Anne LAUVERGEON**

Je crois que les situations sont très différentes suivant les pays, par exemple entre les Etats-Unis, la Chine ou la Corée, qui ont décidé de renforcer leurs investissements dans cette filière, et d'autres pays ayant fait un autre choix. Dans tous les cas de figure, il y a eu fort peu de débat public, parce que, traditionnellement, la question du nucléaire, comme celle du pétrole, du charbon, etc. était une affaire de spécialistes et de politiques. Je crois qu'il est très intéressant que ce débat puisse avoir lieu et que l'on puisse en discuter de manière ouverte. Je constate que les pays ayant fait le choix de sortie du nucléaire, du moins pour l'Allemagne, l'ont fait sur la base d'une plate-forme électorale passée entre partis politiques, sans aucun débat public. Je dirai que cette décision n'a fait l'objet ni d'un référendum ni d'un grand débat national.

### **Yves COCHET**

Au contraire, il n'existe pas de meilleur référendum que des élections législatives générales pour présenter les enjeux, de façon claire et transparente. Par deux fois, en 1998 et en 2002, les Allemands se sont prononcés en faveur de ceux qui prônaient la sortie du nucléaire. Si les électeurs avaient regretté leur premier choix, ils n'auraient pas reconduit le même gouvernement en 2002.

### **Anne LAUVERGEON**

Je constate que, si cette coalition rose-vert venait à perdre, la décision serait remise en cause.

### **Yves COCHET**

Il faudrait poser la question à notre ami allemand ici présent. L'on peut même se demander si les acteurs privés seraient prêts à réinvestir massivement dans de nouvelles centrales nucléaires, en Allemagne et dans d'autres pays encore.

### **Anne LAUVERGEON**

En Finlande, un électricien privé a décidé de construire un 5<sup>ème</sup> réacteur nucléaire et a lancé un appel d'offres : nous y avons répondu il y a tout juste quinze jours.

### **Claude GATIGNOL**

Je ne partage pas l'analyse selon laquelle il faudrait sortir du nucléaire, au motif qu'il serait non compétitif et qu'il ne participerait pas à la lutte contre l'effet de serre. Le parc nucléaire français présente l'intérêt d'être générique, et peut en outre s'appuyer sur une expérience estimée généralement à plus de mille années cumulées, ce qui constitue un atout déterminant.

Une autre caractéristique de la filière française consiste à retraiter les résidus de l'exploitation pouvant encore receler un potentiel de libération d'énergie, au lieu d'en faire de simples déchets.

S'agissant de l'exemple allemand, je confirme qu'il s'agit d'un choix politique momentané, car aucune alternative n'est proposée. L'Allemagne a des voisins, la France et les pays d'Europe de l'Est, qui sont susceptibles de lui fournir des kilowattheures. La France a pris une autre décision, et je dirai que les différents votes qui ont eu lieu depuis vingt-cinq ans ont confirmé l'orientation de notre pays de produire la majorité de l'électricité à partir de l'énergie nucléaire. Christian Bataille le rappelait ce matin. J'ajoute que, sur le plan technologique, un certain nombre de données sont certifiées par le Parlement, à travers l'Office parlementaire des choix scientifiques, et peuvent utilement éclairer le débat, par exemple sur la disponibilité du parc nucléaire français, sur sa sûreté et sur sa sécurité. Nous avons des salariés dans le monde nucléaire qui savent ce qu'ils font, qui sont conscients de leurs responsabilités et qui font bien leur travail. Conservons, par conséquent, le nucléaire, qui constitue à l'évidence, une énergie sûre, compétitive et d'avenir, mais, pour autant, ne nous privons pas d'innover.

### **Michel FIELD**

Yves Cochet, vous remettez en cause la capacité du nucléaire à lutter contre l'effet de serre. Pouvez-vous approfondir ce point ?

### **Yves COCHET**

La capacité énergétique totale installée dans le monde est de l'ordre de 15 000 térawattheures actuellement et devrait doubler à l'horizon 2030. Or le *mix* énergétique mondial est aujourd'hui composé d'environ 17 % de nucléaire, de 17 % d'hydraulique, de 17 % de gaz, de 40 % de charbon, le reste se répartissant entre les autres technologies. Dès lors, la perspective d'un besoin de 20 000 térawattheures dans le monde à l'horizon 2010 supposerait, en faisant le pari du choix exclusif du nucléaire pour apporter les capacités nouvelles, que 850 centrales soient installées : en clair, il faudrait construire en dix ans le double de centrales que l'on n'en a construit depuis quarante ans ! Pour des raisons d'investissement, des raisons technologiques et autres, cette entreprise est tout à fait impossible. Par conséquent, le choix du développement du nucléaire ne permettra pas de lutter contre l'effet de serre. Les efforts doivent porter sur le transport, la suppression du chauffage électrique, les économies d'énergie tous azimuts. Si, dans chaque foyer français – il y a 25 millions de foyers en France –, une ampoule à incandescence était remplacée par une ampoule de contact, nous pourrions économiser l'équivalent d'un réacteur nucléaire !

### **Michel FIELD**

La question du choix entre le gaz et le nucléaire a également été évoquée. Le débat peut-il être posé en ces termes ?

### **Anne LAUVERGEON**

Il nous faut en effet trouver une façon de produire davantage d'énergie en rejetant moins de CO<sub>2</sub>. Or seules quatre technologies ne produisent pas de gaz à effet de serre : l'hydraulique, le nucléaire, l'éolien et le solaire, sachant que seules les deux premières peuvent fonctionner de façon continue sans être soumises aux aléas climatiques. Quant aux coûts, il faut savoir que l'hydraulique et le nucléaire coûtent 3 centimes d'euros le kilowattheure, que l'éolien coûte deux fois plus cher et que le solaire coûte dix fois plus cher. Au demeurant, l'éolien a fait des

progrès remarquables et nous sommes le premier producteur d'éolien en France. Yves Cochet disait que, si l'on ne développait que le nucléaire, il faudrait construire 850 centrales supplémentaires, mais nous n'avons jamais dit qu'il ne fallait développer que le nucléaire. Nous disons simplement que nous ne pouvons envisager l'avenir sans le nucléaire.

Il faudra donc trouver, à l'avenir, un *mix* énergétique permettant de fournir au consommateur une énergie bon marché. Le gaz produit un peu moins d'effet de serre que le charbon et le pétrole, mais beaucoup plus que le nucléaire et l'hydraulique. Par ailleurs, s'il requiert des investissements immédiats moindres, il peut être soumis à de fortes fluctuations quant aux prix de marché, comme nous le voyons en particulier aux Etats-Unis. Aux Etats-Unis, le prix du gaz a été multiplié par trois, ce qui constitue une catastrophe financière pour les électriciens. Je ne crois donc pas qu'il existe de solution « miracle ». La concurrence des filières doit être dépassée pour parvenir collectivement à construire le mix énergétique de 2050 : le Congrès mondial de l'énergie l'a fait. Pour répondre aux besoins à cet horizon, nous aurons besoin de développer toutes les énergies, hormis le pétrole et le charbon.

### **Michel FIELD**

Quelle est à vos yeux, Yves Cochet, la place du nucléaire pour demain ? Faut-il arrêter le nucléaire en France, partout dans le monde ? Si telle est votre position, comment répondez-vous aux arguments avancés par Anne Lauvergeon ?

### **Yves COCHET**

Je crois qu'il faut, dans un premier temps, réduire la part du nucléaire, avant d'en sortir de façon progressive, sur une période de 25 ans. Si Monsieur Raffarin me proposait de signer demain un projet de loi inscrivant l'arrêt progressif du nucléaire d'ici à 25 ans, je signerais tout de suite.

### **Michel FIELD**

Je ne sais pas s'il vous fera une telle proposition !

### **Yves COCHET**

Nous verrons bien. Le Gouvernement va proposer une loi d'orientation, qui sera débattue au Parlement à l'automne prochain. Pour sortir du nucléaire, il s'agit, à terme, de trouver un *mix* énergétique nouveau, qui doit, à mon avis, provenir pour un tiers de l'amélioration de l'efficacité énergétique, tant au niveau de la production que de la consommation, pour un tiers des énergies renouvelables et pour un dernier tiers de transition vers le gaz. De nombreux documents montrent que ces perspectives sont réalistes. La sortie du nucléaire n'est pas un problème technique, mais un choix politique.

### **Anne LAUVERGEON**

Les deux principaux pays producteurs de gaz sont la Russie et de l'Iran, ce qui ne va pas sans poser des problèmes en termes de sécurité des approvisionnements.

### **Yves COCHET**

La France a-t-elle des gisements d'uranium ?

### **Anne LAUVERGEON**

On trouve de l'uranium partout dans le monde, ce qui garantit la sécurité des approvisionnements.

**Yves COCHET**

Pour combien de temps ?

**Anne LAUVERGEON**

Les réserves prouvées s'élèvent à 70 ans. Elles peuvent être portées à 250 ans si le prix de l'uranium augmente un peu. En outre, je rappelle que l'uranium, contrairement aux énergies fossiles, ne rentre que pour 8 % dans le prix de l'énergie nucléaire. Même si le prix de l'uranium venait à doubler, cela n'aurait pas d'impact sur le consommateur.

Par ailleurs, il faut conserver à l'esprit que 2 milliards d'individus à travers le monde n'ont pas accès à l'électricité aujourd'hui et que la planète sera peuplée de 3 milliards d'individus supplémentaires d'ici à 2050. Il faut donc trouver de l'électricité pour 5 milliards de personnes supplémentaires. Il s'agit d'un défi exigeant, que nous devons relever parce que, comme l'OMS l'a démontré, sans électricité, l'espérance de vie est inférieure à 35 ans ! La solution que vous proposez est irréaliste. Vous dites qu'il suffit de réduire d'un tiers la consommation : or tous ces gens n'ont pas de consommation.

**Yves COCHET**

Je parlais de réduire d'un tiers la consommation en France !

**Anne LAUVERGEON**

Vous proposez de remplacer le nucléaire par du gaz, qui va produire de l'effet de serre en grande quantité et qui va nous rendre dépendants de pays peu sûrs. Je vous rappelle le Livre vert publié par Madame de Palacio en 2001, qui dit clairement que, si l'Allemagne poursuit sa politique d'abandon du nucléaire, l'Europe sera à 70 % dépendante de l'extérieur pour son énergie à l'horizon 2030. Quant aux énergies renouvelables, considérer qu'elles représenteront un tiers de la production en 2050 me paraît être un pari fort osé, avec les technologies dont nous disposons aujourd'hui.

**Michel FIELD**

Abordons le problème de la durée de vie des centrales et de leur vieillissement. Cela ne pose-t-il pas des problèmes de sûreté ou de coûts d'investissement ? L'âge moyen du parc nucléaire français est d'environ quinze ans...

**Bruno LESCÈ UR**

Tout à fait. Nos plus anciennes centrales n'ont pas encore dépassé 30 ans et nous avons vu ce matin lors de la première table ronde le processus par lequel l'Autorité de sûreté délivrera les autorisations nécessaires à la poursuite de l'exploitation au-delà de 30 ans. Les centrales ne continueront à fonctionner que si elles sont sûres, bien entendu. Nous sommes raisonnablement optimistes, car nous avons déjà travaillé afin que nos centrales puissent durer 40 ans. Je précise que nos centrales sont d'un modèle assez courant. Elles ont été précédées par une bonne cinquantaine de centrales du même modèle aux Etats-Unis, ces dernières ayant à peu près dix ans de plus qu'elles. Nous suivons le vieillissement de ces centrales avec nos collègues américains. Certaines de ces centrales, aux Etats-Unis, ont déjà obtenu l'autorisation de fonctionner jusqu'à 60 ans. Nous nous servons de ce que nous observons sur

ces centrales, plus vieilles que les nôtres, pour être certains, par anticipation, de pouvoir voir vieillir sereinement nos centrales. Nos centrales vieilliront de plus de façon sûre.

**Michel FIELD**

Quand devons-nous nous préoccuper du renouvellement du parc ?

**Bruno LESCŒ UR**

Il ne s'agit pas là d'une question politique, mais industrielle. A partir de 2020, un grand nombre de nos centrales – quatre ou cinq chaque année – dépasseront les 40 ans. Il semble donc prudent de disposer, avant 2020, d'une solution de remplacement de ces installations si elles devaient être arrêtées.

Si la politique énergétique du pays permet alors que ces installations puissent être remplacées par des centrales nucléaires, nous devons nous y préparer dès maintenant, afin de pouvoir les déployer de façon industrielle. Monsieur Gatignol a indiqué que la raison de la compétitivité de nos centrales est leur production « en série ».

Pour déployer à l'échelle industrielle les centrales qui remplaceront les centrales actuelles, à partir de 2020, nous devons disposer d'un exemple éprouvé au niveau industriel pendant les quatre ou cinq années précédentes. Il faudra donc prendre la décision en 2015. Pour avoir un peu d'expérience en 2015, il faut que le premier modèle, le « démonstrateur industriel » de cette centrale, ait fonctionné pendant trois ou quatre ans. Il faut donc qu'il ait été mis sur le réseau à partir de 2010 ou 2011.

**Michel FIELD**

Il y a donc urgence, finalement...

**Bruno LESCŒ UR**

Même si nous sommes très bons, la construction d'une centrale demande 60 mois, plus les délais d'autorisation. En conclusion, nous devrions pouvoir engager dès maintenant un modèle de réacteur nucléaire de nouvelle génération. Les réacteurs que nous pourrions déployer de façon industrielle à partir de 2020 tourneront encore en 2060 ou 2070.

Pour revenir à la question de Monsieur Cochet, nous pouvons nous contenter d'attendre 2020. Néanmoins, de quelle solution disposerons-nous alors ? Nous sommes favorables aux économies d'énergie, l'électricité non produite étant forcément la moins chère. Nous encourageons donc ces économies, comme le montrent nos accords avec l'ADEC. Je rappelle que la meilleure façon d'encourager les économies d'énergie est d'indexer la tarification sur les coûts. Nos tarifs devraient donc refléter davantage les coûts futurs du gaz et de l'électricité (ils sont légèrement sous-évalués).

Certes, nous n'avons pas beaucoup d'opportunité de développement de l'énergie hydraulique en France. Nous devons bien entendu développer les énergies renouvelables mais celles-ci ne sont pas compétitives en France aujourd'hui, et doivent être subventionnées. Si tout cela ne suffit pas, Monsieur Cochet a suggéré que nous nous rabattions sur le charbon et le gaz.

Actuellement, en Europe, plusieurs pays sont confrontés au remplacement d'un parc vieillissant. Nos collègues allemands vont fermer leurs centrales nucléaires. Ils disposent de quelques autres centrales qui devront être remplacées à partir de 2015. La situation est analogue au Royaume-Uni comme dans le reste de l'Europe.

Si nous ne disposons pas, à terme, de centrales nucléaires de remplacement produites selon un mode industriel, nous recourrons alors massivement au gaz ou au charbon, ce qui ne paraît pas une solution d'avenir.

### **Michel FIELD**

Par quoi allons-nous remplacer les centrales actuelles, en fonction de la date de renouvellement ? J'ai vu dans la documentation les termes de « génération 3 » ou « génération 4 ». Pouvez-vous les expliciter, Anne Lauvergeon ?

### **Anne LAUVERGEON**

Effectivement, nous parlons de générations 1, 2, 3 et 4. La troisième génération, celle de l'EPR, développé par Framatome et Siemens depuis le début des années 1990, est prête. L'EPR a été certifié. Il permet de produire de l'électricité pour un coût de revient de 10 % inférieur, un rejet de déchets de 15 % inférieur, et dans des conditions encore plus sûres que pour la génération 2 (celle du parc existant). Il s'agit d'un gros réacteur (1 700 MW). Nous avons fusionné nos activités avec Siemens. Il s'agit ainsi d'une technologie Areva. Nous pouvons aujourd'hui vendre cette technologie à EDF et construire un démonstrateur.

La « génération 4 » est plus complexe : elle comporte six familles de réacteurs. Le concept a été lancé aux Etats-Unis, pour relancer l'image du nucléaire. Ces six familles, dont Jacques Bouchard pourra certainement nous parler de façon plus experte que je ne le puis, seront développées de façon industrielle. Les premiers prototypes pourraient être développés au plus tôt en 2035, soit après le renouvellement du parc européen.

### **Jacques BOUCHARD**

Je confirme ces informations. Je rappelle que les réacteurs de génération 1 étaient les premiers prototypes des années 1950 et 1960. Il n'en existe pratiquement plus aucun en service dans le monde, mis à part quelques-uns en Grande-Bretagne. La génération 2 est celle des réacteurs actuels, soit l'essentiel des 430 à 440 réacteurs qui fonctionnent dans le monde. En grande majorité, il s'agit de réacteurs utilisant de l'eau dans le circuit de refroidissement. Ce sont des modèles très éprouvés et satisfaisants.

Pourquoi un autre type de réacteur ? Les premières études de la fin des années 1980 sur la troisième génération de réacteurs sont notamment dues aux conséquences des accidents de Three Miles Island et Tchernobyl. Le but essentiel de ces projets était d'améliorer la sûreté des réacteurs. Certes, le RBMK n'avait rien de commun avec les réacteurs français ou américains. Malgré tout, l'ensemble de la communauté a analysé la question de la sûreté. L'EPR constitue une très bonne réponse.

Aujourd'hui, il existe une douzaine de modèles commerciaux de troisième génération, dont certains commencent à être construits dans certains pays (Japon, Corée). Tous ces projets ont un niveau de développement analogue et ont la caractéristique commune d'améliorer sensiblement la sûreté.

Même en cas de grand accident – ce qui n'arrivera certainement jamais sur les réacteurs construits – des dispositions de sécurité sont prises au niveau du réacteur pour limiter les conséquences : la radioactivité ne se propagerait pas notablement à l'extérieur du site. A terme, nous pourrions supprimer les plans d'intervention externe sur les réacteurs.

Après quinze ans d'études, des modèles de réacteurs sont disponibles. D'autres développements sont intervenus, et notamment sur site, pour optimiser la production de déchets et le recyclage du plutonium. Pour nous, les réacteurs de troisième génération sont devenus une technologie mature.

Nous parlerons ultérieurement de la quatrième génération.

### **Yves COCHET**

Je crois rêver ! L'exposé de Monsieur Bouchard est une véritable profession de foi digne d'un dépliant publicitaire : « cette troisième génération de réacteurs est prête et mature... » Pourtant, il n'en existe pas un seul exemplaire en fonctionnement dans le monde ! Comment voulez-vous qu'elle soit mature ? L'EPR est une espèce de PWR amélioré, comme le Palier 4 que nous avons à Civeau. Cette amélioration n'est pas mature puisqu'elle n'existe pas ailleurs que sur le papier.

Je suis d'accord pour remplacer nos centrales actuelles à partir de 2020. La sortie du nucléaire est probable, comme je l'ai indiqué. Nous avons deux stratégies alternatives. Vous ne pouvez pas, à la fois pour des raisons politiques, financières et budgétaires – ces dernières étant rappelées constamment par Monsieur Raffarin – mener massivement de la recherche et développement à la fois dans la sortie du nucléaire et l'EPR ou la quatrième génération.

La preuve en est que la deuxième génération a été décidée par le gouvernement Mesmer, en 1974. 80 % de la recherche publique dans le domaine énergétique est dévolue au nucléaire depuis 28 ans, contre 2 % seulement pour l'efficacité et les énergies renouvelables. Comment voulez-vous que ces dernières se développent dans ces conditions ? Combien valait 1 KWh en 1950 ou en 1973 ? Aujourd'hui, l'énergie photovoltaïque et l'énergie éolienne ne sont pas compétitives mais qu'en était-il en 1950 pour l'énergie nucléaire ?

Ce sont des choix avant tout politiques qui président en matière énergétique. La raison de la mise en œuvre du nucléaire est avant tout militaire. Il existe une relation congénitale entre le nucléaire militaire et le nucléaire civil. Partout dans le monde, le développement du nucléaire implique de disposer de plutonium, d'usines d'enrichissement, ce qui permet également de fabriquer des bombes atomiques. Il est très facile de fabriquer une bombe avec du plutonium : il suffit de six kilogrammes. Cette bombe a la taille d'une orange. Chacun peut le faire. La preuve en est qu'aucun essai nucléaire dans le monde n'a jamais échoué. Israël a des armes nucléaires mais n'a jamais procédé à aucun essai. Je suis prêt à parier que si Israël décidait un jour – Dieu nous en préserve – de faire exploser une bombe atomique, elle fonctionnerait ! Voilà l'avenir qui nous est proposé !

Applaudissements dans la salle.

### **Jacques BOUCHARD**

Je me suis mal fait comprendre. Nous pouvons construire des prototypes de troisième génération. Nous ne construirons pas un réacteur de 1 500 MW sans avoir procédé à des essais.

### **Michel FIELD**

Ce débat a été contesté par un certain nombre d'associations. Je sais que Greenpeace a été invitée et a décliné l'offre, partant du fait que ce débat n'infléchirait pas les décisions politiques. Que pensez-vous de cette critique ?

## **Claude GATIGNOL**

Personne n'en sait rien. Le Parlement est souverain. Des textes législatifs ont permis ce débat public, lequel sera suivi par un débat au Parlement. Une loi d'orientation énergétique sera votée et, comme la loi le prévoit, des décisions de grands investissements auront lieu dans le cadre d'une programmation pluriannuelle d'investissements. Il s'agit donc bien d'une décision politique, mais qui se fonde sur des constats, une étude prospective sur les décennies futures et l'expérience acquise.

## **Michel FIELD**

Yves Cochet présente un argument marquant lorsqu'il montre les différences d'investissement de l'Etat entre les énergies renouvelables et le nucléaire.

## **Claude GATIGNOL**

C'est la vision d'Yves Cochet. Je ne la partage pas. Il a un certain talent pour nous brosser le tableau le plus noir qui soit. Il faut distinguer à la fois des sources et des usages différents de l'énergie produite. Nous parlons de l'énergie nucléaire, qui ne produit qu'une seule sorte d'énergie consommable : l'électricité. Si l'on considère l'ensemble de la filière énergétique, la part du nucléaire est faible et restera faible dans le monde, pour les raisons géopolitiques que nous avons évoquées.

A la question : « Existe-t-il un scénario sans EPR ? », Jean-Michel Charpin a répondu non, et je partage cet avis. Une disponibilité de 5 000 heures par an du réacteur offre une disponibilité sans comparaison aucune avec ce que permettent les énergies renouvelables. Je ne comprends pas que l'on puisse opposer les énergies les unes aux autres. Avec la croissance, nous aurons besoin de toutes.

Si le nucléaire produit de l'électricité, je suis bien placé pour savoir, étant auteur, avec Robert Galley, d'un rapport de l'Office parlementaire sur la pile à hydrogène, qu'il sera possible, avec des réacteurs qui restent à être mis au point (sauf pour les modèles existants au Japon, aux Etats-Unis et en Russie), de produire de l'hydrogène à partir d'un réacteur nucléaire. J'ai la faiblesse de penser que l'hydrogène sera le combustible des véhicules de demain. J'ai même parlé du vingt-et-unième siècle comme marquant l'arrivée de la civilisation de l'hydrogène. Nous parlons de térawatts heure. Nous ne pourrions pas en produire, aussi importants les investissements soient-ils, avec les énergies renouvelables seules. Je répète que le nucléaire nous offre de la disponibilité. Nous oublions la Conférence de Rio, le sommet de Kyoto, les directives européennes qui nous contraignent. Il s'agit d'un engagement moral plus qu'une autre contrainte que de respecter l'absence de conséquences climatiques de nos usages. Le transport, l'habitation et l'industrie sont trois domaines différents. Nous devons réfléchir et prendre la décision politique adéquate. Je maintiens qu'il s'agit d'un choix économique, écologique, d'un choix de société.

## **Michel FIELD**

L'EPR sera-t-il un choix des hommes politiques ou des entreprises ?

## **Bruno LESCŒ UR**

Le nucléaire n'a pas que des avantages. En particulier, ce moyen de production est coûteux en investissement. Les économies d'énergie consomment le plus d'investissement. Viennent ensuite, dans l'ordre, les énergies renouvelables, le nucléaire, le charbon et le gaz. Je rassure

Monsieur Cochet : le contribuable ne paiera pas pour ce genre de décisions, qui émanent des entreprises. Le point capital est le financement. L'exemple finlandais nous montre qu'un réacteur nécessite un financement, sous condition que nous ayons une politique énergétique claire et un climat réglementaire et institutionnel stable. En France, nous allons transposer la directive européenne relative qui fixera le cadre du marché européen d'électricité. J'espère qu'il ressortira de ce débat une politique énergétique claire dans laquelle nous pourrions éventuellement prendre la décision de remplacer tout ou partie de notre parc nucléaire.

**Anne LAUVERGEON**

Le débat sur les subventions n'est effectivement pas passionnant. Toutes les formes d'énergie ont été subventionnées ou sont subventionnées. Ce fut le cas du nucléaire à ses débuts, comme pour le pétrole, le charbon et la production éolienne et photovoltaïque. Monsieur Cochet est d'ailleurs à l'origine des subventions pour les énergies renouvelables et je suis étonnée qu'il ne s'y reconnaisse pas. Je ne suis pas choquée du fait qu'une forme d'énergie ayant un coût de revient important soit subventionnée dans un premier temps.

Toutefois, une confusion s'est fréquemment produite dans les esprits : la compétitivité d'une forme d'énergie paraissait seulement dépendre des investissements : elle deviendrait compétitive à condition d'y consacrer beaucoup de moyens financiers. Cela n'a pas de sens sur le long terme : il existe des sources d'énergies plus compétitives que d'autres pour des raisons physiques. Des investissements énormes ont été consentis, par exemple, pour la géothermie en Ile-de-France. Les résultats enregistrés pendant les années 1970 et 1980 sont néanmoins décevants. Je ne pense que nous ne devrions pas penser que le niveau d'investissement conditionne le résultat. Nous avons grandement réduit le coût de l'éolien. Néanmoins, ce moyen de production reste deux fois plus cher, et ne fonctionne que lorsque le vent souffle.

**Un intervenant**

Entre les investissements du nucléaire et de l'éolien en France, le rapport est de un à cent.

**Anne LAUVERGEON**

Je viens de dire que le niveau d'investissement ne conditionnait pas exclusivement le coût de production.

**Un intervenant**

Vous avez raison. Nous avons beau avoir investi 1 500 milliards de francs dans le nucléaire, depuis le programme Mesmer, ce moyen de production n'est pas compétitif.

## Débat avec la salle

### Sylvie COULON

Au Royaume-Uni, la libéralisation du marché de l'énergie s'est accompagnée d'une baisse des financements, laquelle s'est effectuée au détriment de la sécurité. Que se passerait-il si nous recourions massivement à la sous-traitance dans les activités de maintenance des centrales ?

### Bruno LESCŒ UR

L'exploitant est responsable de la sûreté. Le changement d'actionnariat ne réduira donc pas sa responsabilité. Quoi qu'il arrive, la sûreté demeure la priorité de l'exploitant.

Par ailleurs, ayant séjourné en Angleterre, je ne prendrais pas le système local comme référence pour la conduite de la privatisation de l'énergie.

Enfin, nos réacteurs nécessitent un entretien pendant des périodes relativement courtes. Par conséquent, comme dans d'autres industries employant des hautes technologies, le recours à la sous-traitance est parfaitement légitime. Nous ne pouvons pas utiliser des moyens internes seulement trois semaines par an. Le degré de recours à la sous-traitance nécessite un réglage fin. Nous en discutons régulièrement avec nos partenaires et essayons de trouver la méthode de travail optimale. Notre intérêt est que le personnel d'EDF comme celui de nos partenaires travaille dans de bonnes conditions. Les intervenants externes sont surveillés de la même façon que nos propres employés dans le cadre de la radioprotection. Nous avons certes des progrès à faire : c'est pour cela que nous échangeons avec nos partenaires.

### De la salle

Je suis venu assister à ce débat pour me forger ma propre conviction. Mon constat est pessimiste car je constate une relative stagnation. Je ne parviens pas à déterminer si le nucléaire est un danger pour l'homme ou pour l'environnement. Parmi les sites de stockage en granite et en argile, lesquels sont préférables ? Le nucléaire est-il bénéfique pour l'emploi ? Est-il économiquement viable pour les compagnies d'assurance ? Après le débat auquel j'ai assisté, je ne parviens pas à trancher ces questions.

Je viens de terminer des études en biologie. La question du développement durable est fréquemment évoquée. Je constate que, contrairement au nucléaire, beaucoup de personnes s'accordent sur ce sujet. Chacun accueille favorablement le tri sélectif, la protection de l'environnement, l'agriculture biologique, la sauvegarde de l'eau potable et celle du cycle naturel du carbone. Il m'apparaît au contraire que le nucléaire peut hypothéquer toutes ces bonnes volontés. Une explosion nucléaire serait catastrophique : nous y perdriions des vies humaines mais aussi notre biotope. J'espère que le futur sera le meilleur possible. J'ai 23 ans, tandis que certains intervenants ont 55 ou 60 ans...

Rires dans la salle.

### Yves COCHET

Je suis satisfait du fait que vous ayez choisi une filière scientifique. Comme le disait notre ami coréen, les étudiants en science sont trop peu nombreux en France, en Corée, ou partout ailleurs. Nous devons faire renaître la motivation pour les études scientifiques, la recherche et l'industrie.

Par ailleurs, vous avez parlé du développement durable. Des sommets ont eu lieu à Rio de Janeiro et Johannesburg. Le développement durable est un concept très large dans lequel nous sommes tous impliqués. La question est : le nucléaire peut-il s'inscrire dans le développement durable ? Ma réponse est qu'il est incompatible avec le développement durable. D'autres diront au contraire qu'il est plus écologique que d'autres sources d'énergie. Le développement durable n'a pas été un critère discriminant entre les partisans et les opposants du nucléaire.

### **Jacques BOUCHARD**

Nous n'avons pas eu le temps de parler de la quatrième génération de réacteurs. Le développement durable constitue l'articulation de cette génération. A présent que nous avons atteint un échelon industriel dans de bonnes conditions de fonctionnement, que nous avons réglé de façon satisfaisante les problèmes de sûreté, et plus encore avec la troisième génération, une dizaine de pays travaille sur cette quatrième génération (Etats-Unis, Corée, Canada, Royaume-Uni, Japon, France...), de façon à inscrire le nucléaire dans le développement durable.

L'on constate après examen que le développement durable est constitué, d'une part, de l'utilisation des ressources, et de l'autre, du traitement des déchets. Ainsi, nous rejoignons les problématiques du nucléaire. Aujourd'hui, le problème des déchets se résume par la capacité, comme dans toutes les autres industries, à trier et recycler la plus grande quantité possible de déchets. Anne Lauvergeon a rappelé que cette quatrième génération se décline en six concepts. Je rappelle qu'il s'agit d'une action internationale. D'ailleurs, un second groupe travaille sur le même sujet. Six concepts ont été sélectionnés, dont cinq fonctionnent en cycle fermé : les déchets sont intégralement recyclés. Il s'agit là d'un aspect essentiel pour le développement durable. Monsieur Gatignol a par ailleurs évoqué une autre utilisation possible du nucléaire : la production d'hydrogène. Avec le dessalement de l'eau, il s'agit d'une industrie essentielle.

### **Anne LAUVERGEON**

Le concept de développement durable est très intéressant : il permet de rendre compte de nos pratiques et de nous comparer mutuellement. Cette approche est utile dans la réflexion sur la constitution d'un équilibre futur entre les sources d'énergie. Monsieur Cochet nous explique avec une grande éloquence qu'il existe une énergie « diabolique » (le nucléaire) et que, pourvu qu'elle soit stoppée, il n'est pas grave de brûler du charbon et de rejeter du dioxyde de carbone !

Je souhaite que nous puissions comparer les avantages et inconvénients respectifs des différentes sources d'énergie en nous basant sur des données objectives : quantité de dioxyde de carbone rejeté, consommation d'eau, impact sur l'environnement et le climat, gestion des déchets, etc. Vous disiez que le sommet de Johannesburg a été l'occasion de traiter des sujets très divers. Néanmoins, c'est une approche internationale ayant obtenu la collaboration des entreprises. Nous sommes entrés dans le World business Council for sustainable development, qui regroupe 160 entreprises mondiales. En son sein travaillent quatre groupes de travail, dont un consacré à l'énergie, au développement et au climat. Le mot « développement » doit être souligné : il fait partie de l'expression « développement durable ». Je pense que nous sommes au cœur du sujet, un sujet complexe. La biologie cellulaire ne s'apprend pas en 24 heures. Cela demande un investissement personnel fort. Nous souhaitons fournir aux diverses parties prenantes tous les éléments nécessaires pour former leur jugement.

### **Yves COCHET**

L'ONU, organisatrice de sommets comme ceux de Rio ou de Johannesburg, n'a pas retenu le nucléaire comme un élément d'avenir pour le développement durable. L'IPCC, une institution qui participe à des études sur l'effet de serre et le réchauffement climatique, et qui organise des conférences semestrielles en relation avec le protocole de Kyoto et la convention climatique de Rio, n'a pas non plus retenu le nucléaire comme moyen de lutter contre l'effet de serre.

### **Anne LAUVERGEON**

Je suis désolée de vous informer que j'ai été recrutée parmi les 12 conseillers mondiaux auprès de l'ONU pour la gestion de l'énergie et du climat !

Applaudissements de la salle.

### **Jacques FROT, AEPN**

Ma première remarque s'adresse à Monsieur Cochet : vous émettez sur l'électronucléaire un jugement tranché – ce que j'accepte – négatif – ce qui se défend – et définitif – ce qui ne paraît pas acceptable. Il n'est pas possible de juger définitivement l'énergie nucléaire à l'aune de son aspect actuel. Elle en est encore à l'aube de son histoire et possède encore un potentiel de développement et d'amélioration considérable. Monsieur Bouchard, Madame Lauvergeon et le député de la Manche ont signalé quelques perspectives :

- la quatrième génération ;
- les réacteurs à neutrons rapides qui multiplieront par 50 ou 100 l'énergie disponible dans le sol sous forme d'uranium ou même de thorium ;
- la réduction des déchets ;
- la maîtrise du stockage.

Juger l'électronucléaire aujourd'hui s'apparente à condamner le chemin de fer à ses premiers balbutiements.

Je profite de l'occasion qui m'est offerte pour poser une question aux cinq intervenants et à Monsieur Field : que faire pour que les médias (radios et télévisions essentiellement) cessent de nous parler du nucléaire d'une façon exclusivement négative ? Je n'accepterai pas non plus que l'on ne me parle du nucléaire qu'en bien : il est trop jeune pour avoir atteint la perfection.

### **Yves COCHET**

Je refuse la comparaison avec les opposants de la première heure du chemin de fer. Je suis un scientifique. Je suis donc raisonnable.

### **Jacques FROT**

Vous déformez mes paroles !

### **Yves COCHET**

Vous avez expliqué que, s'agissant d'une industrie naissante, le nucléaire devait disposer de moyens de développement (quatrième génération, surgénérateurs, générateurs à neutrons rapides, etc.). J'appelle cela une profession de foi en l'avancement durable d'une technologie pendant plusieurs siècles, dans des pays en permanence démocratiques et sécurisés. L'histoire

humaine, dont celle de la France, l'Allemagne, l'Italie et la Russie, montre que ce pari est osé. Voulez-vous parier que, pendant trois siècles, la démocratie au sens où nous l'entendons aujourd'hui se développera et s'améliorera dans tous les pays du monde ? Je ne suis pas prêt à le faire.

Pour moi, cette profession de foi est « techniciste » : la technologie sauverait le monde en dépit de l'histoire. Non ! Les hommes restent des hommes. Quelle est la différence entre le chemin de fer, le solaire, les éoliennes et le nucléaire ? Vous ne pouvez pas détourner l'usage des trois premiers pour faire de grosses bêtises ! Vous pourrez toujours utiliser le nucléaire à des fins terroristes, intercepter un camion rempli de plutonium ou précipiter un avion gros-porteur sur une centrale nucléaire. En quoi une éolienne ou un capteur solaire sont-ils dangereux ? Nucléaire rime avec radioactivité et risque d'explosion.

### **Un intervenant**

Je vous rappelle, Monsieur, que les Etats-Unis, le Royaume-Uni, la France et la Russie ont disposé de l'arme nucléaire avant d'avoir des réacteurs de puissance électrique. Ce n'est pas en supprimant les réacteurs nucléaires que l'on fera disparaître les arsenaux nucléaires.

J'ajoute que les énergies renouvelables, elles aussi à l'aube de leur histoire, souffrent d'un handicap contre lequel l'inventivité des hommes ne pourra rien : ce sont des énergies « douces ». Quoique nous fassions, elles demeureront coûteuses.

### **Claude GATIGNOL**

Le débat semble distinguer un nucléaire « non fréquentable », débouchant sur des applications militaires – l'arme nucléaire est désormais primordiale dans l'arsenal défensif stratégique – et le nucléaire civil. Je suis ravi de la question de l'étudiant en biologie. Je crois que, grâce à la biologie, qui confine à la philosophie, nous ne pouvons qu'avoir une réaction positive à l'égard du nucléaire.

Tous les modes de production d'énergie comportent des avantages et des inconvénients. Nous savons au moins que le nucléaire a débouché sur la médecine nucléaire. La première caméra à positons est apparue à Caen. Les sciences du vivant sont un domaine particulier du CEA. Le nucléaire a de multiples autres applications. Nous en sommes encore à l'aube de l'exploitation de cette énergie. Pourquoi confondre vitesse et précipitation ?

Monsieur Cochet ne semble pas faire confiance à l'homme. Quant à moi, je fais confiance aux responsables des outils industriels et technologiques. Nous devons prendre nos responsabilités et mesurer nos enjeux. Je pense que l'énergie nucléaire peut apporter une réponse sur divers plans, pour un pays moderne et démocratique, lors du choix des politiques futures.

### **Anne LAUVERGEON**

La séparation du nucléaire civil et du nucléaire militaire est totale. Chez Areva, nous ne réalisons que 2 % de notre chiffre d'affaires dans le domaine militaire : nous produisons du combustible pour les sous-marins nucléaires et les réacteurs des porte-avions nucléaires. Hormis cela, nous travaillons exclusivement dans le domaine civil. Les industries sont totalement séparées du domaine militaire. Nous travaillons exclusivement avec les pays et électriciens qui acceptent les contrôles intégraux : ils ne peuvent pas utiliser les matériaux autrement que pour la production électrique.

Par ailleurs, je rappelle à Yves Cochet que les énergies renouvelables sont sujettes aux aléas météorologiques. Comment aurions-nous de la lumière dans cette salle fermée avec des éoliennes s'il n'y avait pas de vent ? Le Danemark utilise 13 % d'énergie éolienne et a décidé d'arrêter les subventions aux éoliennes car se posait un problème : par absence de vent, le Danemark était obligé d'acheter massivement de l'électricité à l'étranger.

### **De la salle**

J'ai été interpellé par l'intervention de l'étudiant en biologie, qui ne semblait pas comprendre le déroulement de ces « débats de vieux ». La compréhension des systèmes et de notre univers constitue un problème fondamental. De nombreux jeunes ont assisté ce matin aux interventions de Madame la ministre de l'industrie et de Madame la ministre déléguée à la recherche. Il est dommage qu'ils n'aient pas pu rester toute la journée. Je pense que cela aurait pu être instructif pour eux et qu'ils auraient pu communiquer leurs propres interrogations. Le problème de la formation comporte celui de la terminologie. Le mot « nucléaire » est chargé d'un lourd historique. Rappelons que nous vivons dans un univers nucléaire : le Soleil est un réacteur thermonucléaire, des réactions thermonucléaires interviennent au centre de la Terre. Nous sommes nous-mêmes les produits de l'énergie nucléaire.

### **Un intervenant**

Sauf Yves Cochet, visiblement !

Rires dans la salle.

### **De la salle**

En définitive, qu'est-ce qu'être anti-nucléaire ?

### **Yves COCHET**

Le Soleil fonctionne en effet à l'énergie nucléaire, et même grâce à la fusion nucléaire – dommage que nous n'en ayons pas parlé, d'ailleurs. La fusion nucléaire, ce serait le Soleil maîtrisé sur terre. Bien sûr, nous sommes dans un univers nucléaire. Le Big Bang, il y a quinze milliards d'années, était sans doute une explosion nucléaire. Et alors ? Nous sommes sur la Terre, une biosphère limitée aux ressources limitées. Nous cherchons à produire de l'électricité à grande échelle. La question n'est pas de savoir si le monde est d'origine nucléaire : il n'est pas question de physique de base ici.

Je ne m'oppose pas au nucléaire en tenant un discours médiéval et obscurantiste. Je ne dis pas qu'il faut oublier le nucléaire. La médecine nucléaire est un bienfait, bien entendu. Je dis simplement que produire de l'électricité à grande échelle pour la Chine, l'Inde, le Brésil et les pays du Sud constitue une impasse totale pour l'écosystème. Le nucléaire n'est pas la solution au problème énergétique. Nous devons l'arrêter car, contrairement à toutes les énergies renouvelables, il est dangereux par nature.

Contrairement à ce que pense Monsieur Gatignol, je m'appuie sur l'actualité récente et l'histoire humaine, qui montrent que l'homme est souvent un loup pour l'homme. Le nucléaire remet ainsi en cause la survie de l'humanité. Je préfère que nous utilisions les technologies alternatives, plus sûres.

### **De la salle**

J'ai entendu parler de l'indépendance énergétique. Si j'ai bien compris, pourtant, 100 % du minerai nucléaire est importé.

Par ailleurs, sur le plan du financement, nous constatons un changement majeur au niveau européen : l'ouverture du marché. Il semble que les fournisseurs d'électricité seront profitables pendant les périodes de crête, c'est-à-dire lorsque la demande excèdera l'offre. Or il me semble que le nucléaire est incapable de répondre à la demande. Ma question est donc : comment financer le nucléaire ?

**Anne LAUVERGEON**

Une centrale nucléaire consomme très peu d'uranium : dix mètres cube tous les dix-huit mois suffisent. Nous n'en avons donc besoin qu'en très faibles quantités. En outre, cet uranium a le bon goût d'être présent dans de multiples régions du monde : dans le Grand Nord canadien, qui constitue notre premier lieu d'exploitation, mais également au Kazakhstan, en Australie, en Afrique, en France...

L'uranium représente 8 % du coût du kilowatt heure nucléaire. Si nous avons besoin de davantage d'uranium, nous pourrions même en trouver dans l'eau de mer. Les coûts d'extraction seraient très supérieurs à ceux d'aujourd'hui mais le prix de kilowatt heure n'en serait pas augmenté de façon excessive. Aujourd'hui, le cours de l'uranium est très faible (11 dollars la livre) alors qu'il a atteint jusqu'à 40 dollars. Nous menons des opérations très rentables dans diverses régions du monde. Nous disposons de 70 ans de réserves prouvées. Il n'existe pas de problème d'indépendance énergétique car nous extrayons le minerai en Australie ou au Canada, pays politiquement stables.

**Un intervenant**

Je rappelle que les réserves d'uranium contenues dans l'eau de mer sont mille fois plus importantes que les réserves reconnues d'uranium à niveau correct d'enrichissement. Divers laboratoires, et notamment des laboratoires japonais, ont prouvé que nous étions capables d'extraire l'uranium de l'eau de mer, pour un coût cinq à dix fois supérieur au coût actuel. L'uranium entrant pour 8 % dans le coût du kilowatt heure, si nous devions recourir à cette extrémité, le prix du kilowatt heure augmenterait donc de 30 à 70 % environ.

**Sylvie COULON**

Les Français peuvent-ils se permettre d'abandonner le secteur nucléaire industriel où ils sont *leaders* et quelles en seraient les conséquences ?

**Anne LAUVERGEON**

Pour les producteurs d'énergie, les conséquences industrielles seraient bien sûr significatives. Notre effectif est de 50 000 personnes à travers le monde. Nous possédons une forte implantation en France. Lorsque nous développons de l'emploi aux Etats-Unis, nous en créons également en France. Les conséquences de l'arrêt du nucléaire seraient considérables. Cela signifierait également que notre avance technologique, qui est très forte sur l'aval du cycle, serait remise en cause. Par exemple, nous sommes capables aujourd'hui de réaliser les arrêts de tranches les plus courts de la planète. C'est comme cela que nous avons conquis de très nombreux contrats aux Etats-Unis. Ayant perdu notre avance technologique, nous deviendrions un « suiviste », avec toutes les conséquences que cela entraîne.

**Bruno LESCŒ UR**

Si nous fermions les réacteurs progressivement, les conséquences à court terme pour l'électricien ne seraient pas calamiteuses. Ma préoccupation serait alors d'attirer des jeunes bien formés pour continuer d'exploiter de façon satisfaisante les réacteurs existants. J'ai déjà évoqué les conséquences à plus long terme.

Supposons que nous abandonnions le nucléaire en 2020. Comment renouveler alors notre parc productif ? En recourant au gaz et au charbon, après avoir engagé toutes les économies d'énergie et toutes les formes d'énergie renouvelable possibles. Cela provoquera incontestablement une augmentation du prix de revient de l'électricité (et donc du prix de vente) et une augmentation des rejets de dioxyde de carbone.

### **De la salle**

Monsieur Gatignol a manifesté l'intention de conserver le nucléaire. Je suppose qu'il parle au nom de son groupe parlementaire. La loi d'orientation proposera donc le développement du nucléaire. Quelle sera, dans cette future loi, Monsieur Gatignol, la place des énergies renouvelables ? Comment pourraient-elles se développer et quelle serait la répartition des sources d'énergie utilisées en 2010 ?

### **Claude GATIGNOL**

Ce développement serait très facile. Si l'on excepte la production d'énergie de masse offerte par les centrales nucléaires, toutes les énergies renouvelables sont possibles et nécessaires. Certaines en sont à l'aube de leur développement. L'Allemagne, les Pays-Bas l'Espagne ou le Danemark les ont davantage développées que nous. Je penche personnellement pour le solaire, qu'il s'agisse du « solaire thermique » (produisant de la chaleur et non de l'électricité) ou de la production photovoltaïque, dont la productivité est sans cesse améliorée. Les biocarburants nous rappellent que l'agriculture peut apporter sa contribution. Toutefois, nous devons être vigilants car il faudrait des surfaces cultivées considérables pour produire suffisamment de biocarburant.

A l'horizon 2010, ce sont les domaines accessibles. Au-delà, nous souhaitons développer toutes les formes d'énergie. D'ailleurs, le Premier ministre, dans son discours d'ouverture du débat public à la Cité des sciences, a déjà parlé de la programmation pluriannuelle d'investissement pour les énergies renouvelables.

J'espère qu'en 2010, la recherche nous permettra d'utiliser l'hydrogène, d'abord pour des voitures hybrides, puis peut-être pour des voitures électriques. Cela demande encore des efforts de recherche. Je préfère parler de bouquet énergétique, car toutes les options sont ouvertes. En tant que Président du groupe d'étude sur les énergies et Vice-Président de l'office parlementaire des choses scientifiques, je me refuse à opposer les énergies les unes aux autres. Pour chacune, il existe des potentiels de recherche, des chercheurs compétents et des personnes passionnées.

Ne jetons pas l'anathème sur le nucléaire : nous en avons besoin. C'est un choix raisonnable et raisonné. Je fais confiance aux responsables de l'exploitation. Faisons en sorte que la France dispose de suffisamment d'énergie, à un prix compétitif et en respectant l'écosystème.

### **Michel FIELD**

Mesdames et Messieurs, je vous remercie. Jean Besson va conclure cette journée. Je vous remercie de votre présence. La suite de nos débats se déroulera à Paris le samedi 24 mai. Nous reviendrons ainsi à notre point de départ. La parole est à Jean Besson.

## Clôture de la journée

### **Jean Besson, Député du Rhône, en mission parlementaire sur le Débat national sur les énergies**

Mesdames et Messieurs, les échanges de ce débat ont été particulièrement denses et mes propos n'en seront que plus brefs. Je voudrais tout d'abord remercier les participants de cette dernière journée et l'ensemble des débatteurs en région. Je me réjouis de la sérénité des débats. Ils ont été parfois techniques, voire complexes, mais toujours courtois et pluralistes. Je crois que c'est une des premières grandes leçons de ce débat. Malgré certains oracles, le débat a bien eu lieu. Je remercie très chaleureusement les intervenants et particulièrement ceux venant de Suède, de Finlande, d'Allemagne et de Corée, qui ont montré la diversité et, parfois, la complexité des motivations des différentes stratégies.

Je retire pour ma part de ce débat quelques conclusions, et en particulier sur le bouquet énergétique. Je note qu'il existe un consensus global entre les partisans et les opposants du nucléaire pour développer les énergies renouvelables et mieux maîtriser l'énergie. Il semble également que si le potentiel des énergies renouvelables est important, il pourrait ne pas satisfaire la demande en 2010 ou en 2050, même si cette dernière est fortement maîtrisée. Le choix entre le gaz et le nucléaire a été plusieurs fois évoqué. Ce choix doit être fait à l'aune des conséquences sur l'écosystème et sur l'indépendance énergétique.

La question de la sûreté nucléaire est centrale, en France, mais également dans les pays qui ont développé (ou vont le faire) le nucléaire. Le fait que la situation s'est améliorée fait l'objet d'un consensus mondial. Je reprends ici les propos de Monsieur Radanne. Cet effort est néanmoins nécessairement de longue haleine, et permanent. La sûreté exige la crédibilité, qui elle-même suppose la plus parfaite transparence, qui implique la clarté des propos et le débat. Cette journée montre que nous y contribuons. Le débat est nécessaire, comme l'a montré l'exemple de la Suède. Il faut que chacun puisse se forger une opinion sur des sujets souvent complexes.

Nos échanges ont ainsi permis d'aborder des thèmes insuffisamment vulgarisés, qui ont fait l'objet de vives polémiques. J'ai en particulier apprécié les éléments que le Professeur Aurengo a versés au débat sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en Ukraine et en Russie.

Le débat a également permis de situer le processus démocratique qui doit aboutir à une décision en 2006 entre les options concernant les déchets nucléaires. Je remercie à cet égard Monsieur Tissot pour son exposé didactique sur les différentes solutions, et notamment le stockage en profondeur, et surtout pour les avoir hiérarchisées dans le temps. La Suède est peut-être là encore l'exemple à suivre.

Enfin, au sujet des liens entre le nucléaire civil et le nucléaire militaire, soulevés à juste raison par Yves Cochet, je pense que Monsieur Thiébaud a apporté la réponse. Il est malheureusement possible de développer du nucléaire militaire sans produire de réacteurs de puissance à vocation civile. Ce débat est sans doute plus philosophique : la position de chacun dépend de sa confiance en l'homme.

Je retire finalement du débat qu'il n'y a pas unicité de solution. Nous avons l'ardente obligation de constituer une complémentarité efficace qui satisfasse les besoins et qui soit vertueuse pour l'environnement. Le descendant d'une famille d'agriculteurs que je suis penche pour l'expression de « bouquet énergétique », que Claude Gatignol a employée. J'ai

peut-être trouvé mieux : l'élus du Beaujolais que je suis a été séduit par les mots de Madame Lauvergeon : elle a parlé de « cocktail énergétique ».

### **De la salle**

Un peu explosif, le cocktail !

### **Jean BESSON**

En attendant de trouver la composition de ce cocktail énergétique, j'emprunte ma conclusion à Madame Enegröm, qui a indiqué ce matin, en réponse à une question : « on ne quitte pas son travail avant d'en avoir trouvé un autre ». Nous pouvons, je pense, appliquer le même précepte aux solutions énergétiques.

Je vous remercie tous pour votre collaboration.