

N° 357

---

# SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2006-2007

---

---

Annexe au procès-verbal de la séance du 27 juin 2007

## RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*au nom de la mission commune d'information (1) sur la **sécurité d'approvisionnement électrique de la France et les moyens de la préserver,***

Par MM. Michel BILLOUT, Marcel DENEUX et Jean-Marc PASTOR,  
Sénateurs.

Tome II : Auditions et déplacements

---

(1) *Cette mission commune d'information est composée de : M. Bruno Sido, président ; MM. Gérard Longuet, Pierre Laffitte, vice-présidents ; M. Michel Esneu, Mme Nicole Bricq, secrétaires ; MM. Jean-Marc Pastor, Marcel Deneux, Michel Billout, rapporteurs ; M. Jean-Paul Amoudry, Mme Marie-France Beaufils, MM. René Beaumont, Gérard César, Éric Doligé, Claude Domeizel, Philippe Dominati, Ambroise Dupont, Serge Lagauche, Mme Élisabeth Lamure, MM. Dominique Mortemousque, Jackie Pierre, Xavier Pintat, Daniel Raoul, Thierry Repentin, Henri Revol, Michel Sergent, Jacques Valade, André Vallet, Mme Dominique Voynet.*

## SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
<b>AUDITIONS</b> .....	5
<b>AUTORITÉS ET ÉTABLISSEMENTS PUBLICS</b> .....	5
<i>M. François Loos, ministre délégué à l'industrie - 24 janvier</i> .....	5
<b>Commission de régulation de l'énergie (CRE) - 1<sup>er</sup> février</b>	
<i>M. Philippe de Ladoucette, président</i> .....	23
<b>Commissariat à l'énergie atomique (CEA) - 11 avril</b>	
<i>M. Alain Bugat, président du conseil d'administration et administrateur général</i> .....	33
<b>Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) - 9 mai</b>	
<i>Mme Michèle Pappalardo, présidente</i> .....	45
<b>Autorité de sûreté nucléaire (ASN) - 22 juin</b>	
<i>Courrier de M. André-Claude Lacoste, président</i> .....	59
<b>PRODUCTEURS ET ENTREPRISES DE LA FILIÈRE ÉLECTRIQUE</b> .....	63
<b>Union française de l'électricité (UFE) - 14 mars</b>	
<i>M. Pierre Bart, président</i> .....	63
<b>Electricité de France (EDF) - 8 février</b>	
<i>M. Pierre Gadonneix, président directeur général</i> .....	71
<b>SUEZ - 28 mars</b>	
<i>Gérard Mestrallet, président-directeur général</i> .....	87
<b>ENDESA France - 22 février</b>	
<i>M. Alberto Martin Rivals, directeur général</i> .....	101
<b>Gaz de France (GDF) - 9 mai</b>	
<i>M. Olivier Lecointe, directeur Electricité</i> .....	113
<b>Total - 21 mars</b>	
<i>M. Philippe Sauquet, directeur Stratégie Gaz Electricité</i> .....	123
<b>Groupement des producteurs autonomes d'énergie hydroélectrique (GPAE) - 18 avril</b>	
<i>Mme Anne Penalba, présidente, et M. Hugues Albanel, vice-président</i> .....	135
<b>Syndicat des énergies renouvelables (SER) - 15 février</b>	
<i>M. Jean-Yves Grandidier, vice-président</i> .....	147
<b>AREVA - 2 mai</b>	
<i>M. Bertrand Barré, conseiller scientifique auprès de Mme Anne Lauvergeon, présidente</i> .....	165
<b>TRANSPORTEUR ET DISTRIBUTEURS</b> .....	177
<b>Réseau de Transport d'Electricité (RTE) - 1<sup>er</sup> février</b>	
<i>M. André Merlin, président du directoire</i> .....	177
<b>Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR) - 11 avril</b>	
<i>M. Xavier Pintat, président</i> .....	193
<b>Union nationale des entreprises locales d'électricité et de gaz (UNELEG) - 16 mai</b>	
<i>M. Gérard Vincent, président, et M. Gérard Lefranc, vice-président de la Fédération nationale des SICAE (FNSICAE)</i> .....	205
<b>INTERMÉDIAIRES ET FOURNISSEURS</b> .....	217
<b>Association nationale des opérateurs détaillants en électricité (ANODE) - 22 février</b>	
<i>M. Fabien Choné, président</i> .....	217
<b>Bourse de l'électricité Powernext - 1<sup>er</sup> février</b>	
<i>M. Jean-François Conil-Lacoste, directeur général</i> .....	233
<b>CONSOMMATEURS</b> .....	241
<b>Mouvement des entreprises de France (MEDEF) - 11 avril</b>	
<i>M. Philippe Rosier, président du groupe Stratégies énergétiques et compétitivité</i> .....	241
<b>Confédération générale des petites et moyennes entreprises (CGPME) - 28 mars</b>	
<i>M. Jean-François Roubaud, président</i> .....	253

<b>Union des industries utilisatrices d'énergie (UNIDEN) - 14 mars</b>	
<i>M. Laurent Chabannes, président</i> .....	263
<b>Comité de liaison des entreprises (CLEE) - 16 mai</b>	
<i>M. Franck Roubanovitch, président, et M. Roland Gérard, vice-président</i> .....	279
<b>ARKEMA - 14 mars</b>	
<i>M. Nicolas de Warren, directeur des relations institutionnelles</i> .....	291
<b>Consommation, Logement et Cadre de Vie (CLCV) - 21 mars</b>	
<i>Mme Reine-Claude Mader, présidente</i> .....	303
<b>EXPERTS ET UNIVERSITAIRES</b> .....	315
<i>M. Jean-Michel Glachant, professeur en sciences économiques à l'université Paris XI - 16 mai</i> .....	315
<i>M. Bernard Laponche, ancien directeur général de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (ADÈME), expert en politique de l'énergie - 28 mars</i> .....	327
<i>M. Henri Prévot inspecteur général des mines et auteur du livre « Trop de pétrole ! Energie fossiles et réchauffement climatique » - 22 février</i> .....	337
<i>M. Pierre Radanne, auteur du livre « Energies de ton siècle ! Des crises à la mutation » - 8 février</i> .....	351
<i>M. Jean-Luc Thomas, professeur titulaire de la chaire d'électrotechnique au Conservatoire national des arts et métiers (CNAM) - 21 mars</i> .....	361
<b>PERSONNALITÉS DIVERSES</b> .....	375
<b>Fédération nationale des mines et de l'énergie de la Confédération générale du travail (CGT) - 2 mai</b>	
<i>M. Jean-Pierre Sotura, responsable des questions économiques et industrielles</i> .....	375
<b>Compagnie européenne d'intelligence stratégique (CEIS) - 2 mai</b>	
<i>M. Olivier Darrason, président</i> .....	385
<b>Electricité de France (EDF) - 16 mai</b>	
<i>M. Yves Bamberger, directeur de la recherche et du développement</i> .....	391
<b>ENTRETIENS À L'ÉTRANGER</b> .....	403
<i>Bruxelles - 5 et 6 mars</i> .....	403
<i>Allemagne - 2 au 4 avril</i> .....	417
<i>Pologne - 4 au 6 avril</i> .....	431
<i>Royaume-Uni - 18 et 19 avril</i> .....	443
<i>Italie - 23 et 24 avril</i> .....	455
<i>Suisse - 25 avril</i> .....	471
<i>Espagne - 26 et 27 avril</i> .....	479
<b>VISITES DE SITES EN FRANCE</b> .....	491
<b>Centre national d'exploitation du système (CNES) de Réseau de Transport d'Electricité (RTE) à Saint-Denis - 2 mai</b> .....	491
<b>Centre de recherche et de développement d'Electricité de France (EDF) à Chatou - 3 mai</b> .....	491
<b>Centrale à cycle combiné à gaz DK6 de Gaz de France (GDF) à Dunkerque - 9 mai</b> .....	492
<b>Ferme éolienne de Total à Mardyck - 10 mai</b> .....	492
<b>Centre nucléaire de production d'électricité (CPNE) d'Electricité de France (EDF) à Gravelines - 10 mai</b> .....	492

**M. Pierre Radanne,**  
**auteur du livre « *Energies de ton siècle ! Des crises à la mutation* »**  
**8 février**

**M. Bruno Sido, président** – Chers collègues, nous allons entamer notre séance sans plus tarder. J'accueille M. Pierre Radanne que vous connaissez tous puisqu'il a été directeur de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et qu'il dirige aujourd'hui un cabinet d'expertise. Vous vous présentez devant la mission commune d'information du Sénat qui est chargée d'examiner la question de la sécurité d'approvisionnement en électricité en France. Nous vous avons demandé, en tant qu'expert, de venir nous exposer cette problématique et d'évoquer les mesures tendant à renforcer cette sécurité. Sans plus tarder, je vous laisse la parole.

**M. Pierre Radane, auteur du livre « *Energies de ton siècle ! Des crises à la mutation* »** – Bonjour Mesdames et Messieurs. La France a connu, par habitant, une croissance économique de 105 % de 1973 à 2005. Quelle a été, selon vous, la croissance de la consommation d'énergie par habitant sur cette période ? La réponse va vous étonner. Cette hausse a atteint 2,85 % sur une période de 33 ans. Ceci signifie que vous êtes dans un pays dont la consommation d'énergie est d'ores et déjà stabilisée. Cette mutation a commencé, en 1973, en réponse au choc pétrolier. Il faut garder cette évolution en tête.

Cependant, au-delà de ces éléments, d'autres évolutions sont visibles. En particulier, de grands mouvements de substitution se sont produits entre énergies et les parts de marché sont, aujourd'hui, relativement stabilisées. Il n'y a presque plus de charbon. Le pétrole s'est énormément resserré sur son cœur de cible, les transports. Les deux tiers du pétrole actuellement consommé en France concernent ce secteur. Le gaz est utilisé comme une énergie d'appoint dans différents domaines et, en particulier, pour la production de chaleur. Enfin, l'électricité voit sa consommation augmenter car de nombreux usages nouveaux font appel à elle. Derrière ce maintien global de la consommation d'énergie, vous trouvez donc une stabilisation du pétrole et une légère augmentation du gaz et de l'électricité.

Pour l'électricité, deux mouvements en sens contraire apparaissent devant nous. En premier lieu, nous pouvons encore réaliser de grands progrès en efficacité énergétique. En effet, depuis 1973, nous avons dégagé des économies d'énergie dans pratiquement tous les secteurs, sauf dans celui de l'électricité. Des potentiels considérables existent donc à ce niveau. J'en citerai quatre : l'éclairage, les appareils en veille (une modification à venir des systèmes de mise en veille entraînerait une division par dix des consommations), l'isolation des logements et l'électronique de contrôle pour tous les usages, y compris pour l'industrie. En revanche, à long terme, nous allons probablement faire face à une croissance assez forte de la

consommation d'électricité. Compte tenu des problèmes liés au changement climatique, un usage va devoir basculer. Ce mouvement concerne les transports et se fera probablement à un horizon de 10 à 20 ans. Nous allons passer de la voiture actuelle à la voiture hybride et, conformément au progrès dans le stockage de l'électricité, la part de l'électrique dans la voiture augmentera.

Sur la question même de l'approvisionnement, je vais vous présenter ce qui est, pour moi, l'ordre moral des priorités. Nous devons placer, au premier rang, les solutions énergétiques qui réduisent les divers systèmes de contraintes auxquels nous sommes confrontés. Celles-ci sont très importantes dans le secteur énergétique : épuisement de ressources rares, pollution de l'air, changement climatique, risques technologiques. Ce secteur est le principal secteur qui pose problème en matière d'environnement. Les solutions de réduction des contraintes reposent sur les économies d'énergie, l'amélioration des comportements individuels et le développement des énergies renouvelables qui n'ont pas d'impact négatif important à long terme. Enfin, il va falloir rendre le secteur des transports moins dépendant du pétrole et ceci devra constituer une priorité pour la génération qui vient.

Ces dispositions prises et à échéance d'une génération, nous pourrions résoudre le problème de la sécurité de l'approvisionnement énergétique, selon sa structure actuelle, de moitié. Evidemment, ceci ne constitue pas la totalité des solutions. Il faudra, ensuite, s'attaquer à la question des énergies qui concourent à produire de l'électricité, mais qui présentent, toutes, des inconvénients. Le pétrole est rare et engendre les pollutions que nous connaissons. Le gaz est légèrement plus abondant. Il est moins polluant et reçoit donc quelques faveurs, aujourd'hui, de par le monde. Le charbon est très abondant, mais il émet beaucoup plus de gaz à effet de serre. Enfin, le nucléaire présente des risques de trois natures : risques d'accident, question des déchets et interrogations sur la prolifération. Pour que vous compreniez ma position en la matière, je peux vous indiquer que je serai en faveur du nucléaire le jour où je lirai dans le journal que l'Homme est devenu ange et n'est plus démon. Je ne sais pas si ce siècle sera pacifique, mais, s'il ne l'est pas, la première matière qui sera mise sous embargo dans le commerce international sera l'uranium. Cette interrogation nous interpelle tous et personne ne détient de réponse en la matière.

Nous sommes donc confrontés à des choix qui ne sont pas faciles. A court terme, je pense que nous pouvons développer, au niveau des énergies renouvelables, l'éolien, les déchets et la micro-hydraulique. A long terme, nous pouvons évoquer la photovoltaïque, l'énergie des marées et, surtout, la géothermie de grande profondeur. Nous avons quand même, sous les pieds, une bouilloire dont les capacités de production énergétique sont quasiment illimitées. Enfin, vous connaissez la difficulté liée à l'effet de serre sachant que, dans la production électrique, nous sommes obligés d'avoir une production en pointe à partir de combustibles fossiles.

Dans cet univers et face à la question qui est posée, quelles évolutions technologiques voyons-nous apparaître devant nous ? Nous devons d'abord évoquer le développement de la cogénération industrielle. En effet, l'électricité soulève un problème de rendement de production très faible. Le rendement moyen du système énergétique français s'est amélioré, mais reste, aujourd'hui, pitoyable avec un niveau de 35 %. Vous rentrez 100 dans le système et obtenez 35 d'énergie, au niveau des usages et 65 de pertes. La consommation utile, en France, avoisine 90 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) tandis que nous rentrons, dans le système, une énergie de l'ordre de 270 Mtep et les pertes atteignent environ 100 Mtep. Elles sont donc considérables. Or, dès que nous nous plaçons dans une solution de cogénération, nous produisons à la fois de l'électricité et de la chaleur. Nous économisons donc de l'énergie. Au-delà de cette cogénération industrielle, nous allons voir apparaître progressivement la micro-cogénération domestique. L'équivalent d'une machine à laver, en volume, alimenté au gaz offrira, par exemple, le chauffage et l'électricité. La pile à combustible va également voir le jour, en usage domestique, à un horizon de 20 ans. Cette solution est très intéressante car la pile dégage un rendement d'utilisation du gaz de l'ordre de 60 % et nous pouvons utiliser, pour la pile à haute température, la chaleur coproduite, ce qui ajoute 25 % supplémentaires. Le rendement total peut donc atteindre 85 % pour un rendement actuel d'un réacteur nucléaire de 30 % et un rendement moyen des centrales à charbon de 40 %. Nous disposons donc, là, de solutions à très haut rendement et décentralisées.

D'ailleurs, la vraie réponse à votre question passe par la décentralisation du système électrique français. Derrière cette notion, nous aurons forcément besoin de gaz en pointe et la gestion du réseau évoluera énormément avec, notamment, le contrôle électronique à distance. Dans ce domaine, un travail parlementaire pourra être effectué pour dégager des protocoles d'asservissement de la capacité de production d'électricité des particuliers, afin que cette capacité puisse être appelée par le réseau, sans consultation, quand celui-ci en a besoin. Nous avons effectivement des moyens de production décentralisés qui, aujourd'hui, ne sont régulièrement pas appelés. Derrière ces éléments, vous abordez également la question du stockage de l'électricité. Cette question majeure tenaille tous les chercheurs depuis le début du 19ème siècle. Nous avançons très lentement et je ne peux promettre aucune percée en la matière bien que nous réalisons des progrès réguliers, notamment au niveau des batteries.

Concernant la gestion du dispatching, la conduite du réseau est effectivement une question importante. Aujourd'hui, l'ordre d'appel en France est le suivant. D'abord, nous appelons le nucléaire qui est peu modulable. En deuxième position, nous trouvons l'hydraulique qui apporte un complément, en souplesse, de la rigidité du parc nucléaire, puis le gaz qui est utilisé en pointe et qui est centralisé. La structure de demain reposera également sur une base, nucléaire ou pas, suivie des énergies renouvelables intermittentes qui

permettront de soulager le système quand elles produiront de l'électricité. La cogénération décentralisée devra être placée en troisième position et l'hydraulique en quatrième position. Cette énergie permettra de reboucher les trous, mais il faut noter qu'il s'agit d'une énergie très précieuse qui ne doit pas être utilisée quand d'autres moyens peuvent être mis en place. Enfin, en cinquième position, le gaz centralisé offrira un appoint quand l'hydraulique ne pourra pas intervenir. Durant vos auditions, vous allez certainement remarquer les résistances de certains opérateurs à passer du système ancien vers ce système, certes un peu plus compliqué, mais utilisé par un grand nombre d'acteurs autour de nous et totalement applicable.

Concernant le renforcement de l'interconnexion au plan européen, il s'agit évidemment d'une bonne politique, sachant qu'il ne faut pas chercher à exporter nos soucis, mais à mettre en place les moyens d'une meilleure interconnexion.

Pour finir, nous pouvons évoquer les politiques à conduire. Dans un premier temps, nous pouvons stabiliser, sans problème, la consommation électrique française, qui croît de 1 % à 2 % par an, à partir du moment où nous mettons en place des politiques d'économie d'énergie. Le système des certificats d'économie d'énergie de la loi du 13 juillet 2005 est, de mon point de vue, dévoyé vers des objectifs trop faibles. Nous devons renforcer ceux-ci car nous disposons, là, d'un puissant moyen d'action. Par ailleurs, il faut remettre en place des incitations tarifaires à l'effacement de la consommation, pour le secteur industriel comme pour le secteur du grand tertiaire. Il faut mieux répartir la production sur le territoire, ce qui est possible avec les énergies renouvelables et la cogénération. Enfin, il faut relancer la prospective. Il est honteux que la France n'ait plus de prospective sur l'énergie depuis 12 ans. Le contexte a complètement changé et nous sommes revenus à une situation de crise pétrolière. Le dernier exercice en la matière est celui du Commissariat Général au Plan. Il date de 1995. Ce n'est pas sérieux, compte tenu des difficultés rencontrées et des besoins d'investissement lourds dans le secteur. Il faut également inciter les consommateurs à décaler leurs usages. Nous pouvons toujours prétendre qu'il est difficile d'agir sur les comportements. Mais, il faut aussi rappeler une grande réussite française. Dans les années 1960, nous avons décidé favoriser la production d'eau chaude la nuit. Nous avons donc associé un changement de comportement et une solution technique et nous avons comblé des creux de consommation par une production d'eau chaude. Pourquoi ne prenons-nous pas de telles mesures sur certains appareils afin d'améliorer la gestion des réseaux ? En dernier lieu, il faut éviter le chauffage électrique. Nous ne pouvons pas être, à la fois, pompier et pyromane. Nous rencontrons un réel problème de gestion du réseau. Nous devons donc éviter de développer trop fortement des usages qui accroissent ces difficultés. Et, si nous devons utiliser l'électricité pour le chauffage, il ne faut surtout pas utiliser les convecteurs habituels à effets joules, mais utiliser, a minima, des pompes à chaleur. La géothermie permet effectivement de diviser la consommation par trois.

Je souhaite mentionner un dernier point, même si celui-ci n'apparaissait pas dans vos remarques et questions. Je pense que nous allons rencontrer un véritable problème avec la dérégulation du secteur électrique européen. Je ne suis pas favorable au nucléaire et, pourtant, je suis en adhérence de cœur avec M. Marcel Boiteux, promoteur du parc nucléaire français, sur le constat suivant. Quand les contraintes sont faibles, l'approvisionnement abondant, les prix bas et les technologies présentes, des voix s'élèvent pour s'interroger sur l'implication de l'Etat dans le secteur et demander la libéralisation. Nous avons libéralisé dans les années 1960, quand le pétrole était abondant, et à partir de 1985, après les deux chocs pétroliers. En revanche, dès que les problèmes reviennent comme, par exemple, après la deuxième guerre mondiale ou lorsque les technologies ou les approvisionnements extérieurs posent des difficultés, on prétend que « l'énergie est le centre de la nation ». Je cite, là, le Conseil National de la Résistance. On demande alors à l'Etat de prendre en charge cette fonction importante. Nous l'avons fait après la deuxième guerre mondiale et pendant la période des chocs pétroliers au cours de laquelle l'Etat a conduit une politique énergétique très forte.

Aujourd'hui, nous devons donc nous demander si nous allons vers du beau temps ou vers des nuages. Je suis obligé de vous répondre que nous allons vers des nuages. Nous allons rencontrer un problème d'approvisionnement sur les hydrocarbures. Le Moyen-Orient se trouve, aujourd'hui, dans la situation la plus grave qu'il ait jamais connue. Nous faisons face à une profonde mutation de civilisation rendue nécessaire par le changement climatique et l'effet de serre. Compte tenu de ces éléments, nous devons rentrer dans une régulation forte. La Commission européenne reste sur la lancée de son discours de 1985, mais n'a pas encore complètement pris la mesure de la situation. Evidemment, quand j'évoque une régulation forte, je ne demande pas le retour au monopole d'Etat du passé, mais un pouvoir extrêmement fort du régulateur, des cahiers des charges très contraignants et la concurrence ouverte dans des secteurs où cela est compatible. Or, pour l'électricité, la libéralisation est un non-sens. Nous ne pouvons pas mettre en concurrence un produit non stockable. En effet, dans la science économique, la concurrence sert à pouvoir faire appel à un autre fournisseur lorsque notre fournisseur n'est pas dans de bonnes conditions de production. Le jeu du marché s'équilibre car nous travaillons sur des stocks qui peuvent être constitués par les uns et les autres, et non dans une contrainte de fonctionnement en temps réel. Dans le secteur électrique où aucune solution de stockage du bien n'existe, la planification doit primer.

**M. Bruno Sido, président** – Je vous remercie. Je souhaiterais vous poser une première question sur l'électronucléaire. Vous annoncez que les nuages sont devant nous et que le pétrole est aux mains de pays plus ou moins en guerre. Pourtant, l'électronucléaire est mis en cause par une certaine partie de la population. Comment cet objectif peut-il se concilier avec les prévisions



de croissance ? Dans un contexte d'effet de serre et de réchauffement climatique, peut-on éviter l'électronucléaire ?

**M. Pierre Radane** – Cette affaire est réellement une question de conviction personnelle et l'avenir n'est pas écrit. Pour ma part, j'ai le sentiment que le recours au nucléaire peut finir très mal et je voudrais l'éviter. Mais, j'ai le plus grand respect pour ceux qui pensent que ce recours est envisageable. Cependant, entre ces deux extrêmes, un point devrait faire l'unanimité : on ne choisit pas une solution à risque et incertaine avant d'avoir examiné toutes les autres solutions. L'opinion publique pourrait être extrêmement difficile à gérer en cas d'incident. Au-delà du débat entre les partisans et les opposants au nucléaire, il faut utiliser prioritairement les solutions sans risque, soit les potentiels d'économies d'électricité, qui représentent environ un tiers de la consommation actuelle dans des conditions rentables, et les énergies renouvelables. De nouveau, le bilan énergétique français démontre que ce sont, là, les seules énergies nationales dont nous disposons. Elles ne sont pas indexées sur la colère du monde. C'est donc une affaire sérieuse. De plus, je tiens à vous rappeler qu'il n'existe plus un gramme d'uranium qui soit extrait du sol français. On peut donc discuter du placement du nucléaire dans la colonne relative à l'indépendance nationale. Pour ma part, j'aurais rêvé que la loi du 13 juillet 2005 mette l'accent sur des solutions sans risque. Elle aurait pu envisager deux paquets dans la politique énergétique : ce qui relève de l'intérêt commun et ce qui relève d'un choix optionnel entre des solutions difficiles.

**M. Marcel Deneux, rapporteur** – M. Radane, nous avons déjà partagé ou opposé des points de vue sur le sujet du nucléaire. Je pense que, dans l'état actuel de la structure française, nous ne pouvons pas faire l'économie du nucléaire pendant encore longtemps. Ceci est également valable pour des questions de coût. D'ailleurs, la sécurité de l'approvisionnement de l'uranium, dans des pays politiquement stables, est quand même plus importante que celle de l'approvisionnement du pétrole, voire du gaz. C'est donc déjà plus rassurant. Par ailleurs, sur quoi faut-il faire porter l'action sur les économies ? Comment pouvons-nous agir pour aboutir au tiers d'économie annoncé ?

**M. Pierre Radane** – J'ai cité l'éclairage, ou encore tout ce qui concerne l'isolation des bâtiments et constituera une nécessité face à la question du changement climatique. A ce titre, le dispositif de certificats d'économies d'énergie de la loi de 2005 est absolument remarquable. Cependant, au moment de l'élaboration des décrets, la négociation a, comme d'habitude, conduit à un raboutage du dispositif initial. Nous nous retrouvons donc avec des opérateurs énergétiques qui ont pris, comme objectifs d'économies, des réductions qu'ils avaient d'ores et déjà prévues, sans faire d'efforts additionnels. Il faut donc utiliser cet instrument de manière très volontariste et, au plan européen, soutenir les réglementations sur l'efficacité minimale des appareils mis en vente. Vous connaissez l'extraordinaire succès de la réglementation sur les réfrigérateurs qui a permis de réduire très

fortement les consommations des équipements neufs, au travers de l'étiquetage et de l'information. Pour revenir sur la polémique nucléaire, votre argumentation sur les sources d'approvisionnement est parfaitement légitime. Mais, il faut prendre en compte la marine et le transport par bateau. En cas de conflit majeur, plus un bateau ne circulera dans le monde. C'est évident !

**M. Jean-Marc Pastor, rapporteur** – Notre rencontre est motivée par les événements qui se sont déroulés le 4 novembre 2006. La question de la sécurité de l'approvisionnement énergétique en découle. Nous avons effectivement rencontré, à un moment donné, un problème d'inadaptation entre l'offre et la demande. J'ai bien pris acte de vos propos et, sur ces bases, plusieurs approches se déclinent : une production électrique relativement stable ou une production énergétique incluant une certaine souplesse. Par ailleurs, un deuxième volet doit être pris en compte : la capacité à stocker l'énergie. J'aimerais que vous approfondissiez cet aspect. En effet, la deuxième voie ne va-t-elle pas engendrer, dans les années à venir, une recherche d'énergies stockables, au détriment d'énergies qui ne seraient pas stockables ? Ceci peut-il représenter une orientation envisageable puisque les énergies stockables offrent une souplesse que les autres n'ont pas ? Enfin, je souhaite évoquer un volet que vous avez à peine abordé. L'été dernier, je me suis rendu en Charente-Maritime, département qui travaille depuis 20 ans dans le domaine de la géothermie de grande profondeur. Je vous avoue que je suis surpris de ne pas entendre parler, dans notre pays, de cette énergie car, sous nos pieds, nous avons effectivement une capacité énorme de production d'énergie. Je trouve assez surprenant qu'il revienne à des collectivités locales de se préoccuper d'aller chercher celle-ci et qu'elle n'apparaisse pas dans les préoccupations nationales. Pouvez-vous nous en dire plus ?

**M. Pierre Radane** – Sur la première partie de votre intervention, je n'ai pas de bonnes nouvelles à vous annoncer. En l'état actuel des choses et à ma connaissance, nous n'avons pas de débouché réel sur le stockage d'électricité, à l'exception du cas des barrages hydrauliques. C'est le seul procédé que nous connaissons aujourd'hui et nous ne voyons arriver, à échéance d'une génération, aucune solution généralisable à faible coût et qui change, de façon majeure, le problème. En revanche, nous pouvons demander que la production de chaleur utilisée au cours de l'hiver pour le chauffage puisse être utilisée pour produire de l'électricité en pointe. Ceci nous ramène au sujet de la cogénération qui suppose une vraie adaptation du système, même s'il ne s'agit pas en tant que tel d'une solution de stockage. Par ailleurs, sur la géothermie de grande profondeur, une opération est actuellement en cours à Soultz-sous-Forêts, en Alsace. Elle est menée par Shell et un consortium public européen et présente, de mon point de vue, une solution de très long terme. De nouveau, les deux orientations les plus efficaces sont la modération de la demande par des progrès dans l'efficacité énergétique de notre pays et la décentralisation de la production d'électricité en développant, notamment, la cogénération qui donne au réseau une plus grande robustesse. Nous pouvons, par exemple, évoquer la Bretagne qui s'est massivement

convertie au chauffage électrique, mais refuse, dans le même temps, l'installation de moyens de production d'électricité. La situation va forcément se bloquer à un moment donné.

**M. Michel Esneu** – Vous évoquez la nécessité de décentraliser le système de production. Mais, lorsque vous introduisez un élément de complexité, vous rendez nécessaire la mise en place d'une coordination. Avec un monopole, la circulation se fait autour d'un cœur. Vous proposez d'établir plusieurs cœurs. Il faut donc prévoir un système pour réguler cet ensemble.

**M. Pierre Radane** – M. le Sénateur, vous abordez là une question philosophique absolument passionnante. Vous faites face à deux complexités et vous devez choisir entre les deux. Il s'agit d'une complexité de type technologique (le nucléaire représentant la complexité technologique ultime) et d'une complexité sociologique et organisationnelle. Je tiens à remarquer, dans ce cadre, que ce qui était inaccessible, il y a 20 ou 30 ans, est désormais intégré à beaucoup d'usages grâce à l'électronique. Je suis donc parfaitement d'accord avec vous pour reconnaître l'existence d'une complexité, mais une complexité de gouvernance et de maturité collective dans la gestion d'un système est probablement moins dangereuse que certaines complexités technologiques. Par ailleurs, nous disposons, aujourd'hui, de méthodes qui nous permettent de résoudre certaines difficultés, à savoir la capacité de télécommande des installations de toute taille sur tout le territoire. Les électriciens qui gagneront dans le futur sont ceux qui parviendront à affûter ce pilotage en optimisant, au maximum, leurs ressources.

**M. Michel Esneu** – Notre pays est entouré de mers et notre recherche n'est pas très poussée en matière d'énergie des marées. Or, cette énergie semble plus facile à présenter à l'opinion publique que l'installation d'éoliennes sur tout le territoire.

**M. Pierre Radane** – J'imagine que, pour vous, Nantes est encore en Bretagne, du moins dans votre cœur ! Il se trouve que l'Ecole Centrale de Nantes accueille M. Clément qui est le grand spécialiste français de l'énergie des marées. Les champions en la matière sont les Anglais qui travaillent énormément sur le sujet. Mais, les équipes françaises sont également très performantes.

**M. Marcel Deneux, rapporteur** – Quel prix de l'énergie pour l'avenir et qui favoriser dans les filières ? En effet, le prix de revient du nucléaire constitue bien une des raisons pour maintenir cette énergie. Quel est votre avis sur la question ?

**M. Pierre Radane** – Ceci constitue un point intéressant du rapport Stern qui a été commenté dernièrement. D'ici 2050, la richesse par habitant va doubler. Elle a doublé au cours des 33 dernières années. Elle peut donc vraisemblablement doubler dans les 43 années à venir. Si tel est le cas, vous pouvez, sans appauvrir les Français, doubler la dépense énergétique tout en restant à parité dans l'allocation du produit intérieur brut. Si vous êtes dans une situation où vous stabilisez la consommation énergétique, vous

n'appauvrissez pas la France avec un doublement du prix unitaire de l'énergie. Or, nous disposons d'un nombre prodigieux de technologies capables de le faire. Dans un scénario d'efficacité énergétique, nous ne rencontrons donc aucun problème de financement du secteur.

**M. Jean-Marc Pastor, rapporteur** – Quel est votre sentiment sur une gestion un peu plus européenne de la question ? Que pensez-vous du maillage des réseaux européens sachant que chaque pays obéit à des règles différentes et que des opérateurs publics cohabitent avec des opérateurs privés ?

**M. Pierre Radane** – Je vais vous répondre par un plaidoyer vibrant. L'énergie doit être dans les traités européens et la France doit soutenir une politique énergétique européenne. Nous vivons une communauté de destins à travers nos dépendances vis-à-vis de l'extérieur. Nous avons donc totalement intérêt à relier nos réseaux et à mettre en place un régulateur européen fort, ce qui, aujourd'hui, n'existe pas.

**M. Bruno Sido, président** – Nous vous remercions de nous avoir consacré ce début de matinée.