

A S S E M B L É E N A T I O N A L E

X I I I ^e L É G I S L A T U R E

Compte rendu

Commission des affaires économiques

- Audition, ouverte à la presse, de M. Olivier Appert,
président de l'IFPEN (IFP Énergies nouvelles) 2
- Informations relatives à la commission..... 14

Mardi

8 novembre 2011

Séance de 16 heures 15

Compte rendu n° 13

SESSION ORDINAIRE DE 2011-2012

**Présidence
de M. Serge Poignant**
Président



La commission a auditionné **M. Olivier Appert, président de l'IFPEN (IFP Énergies nouvelles)**.

Monsieur le président, je suis très heureux de vous accueillir dans cette Commission. Vous êtes à la tête d'un établissement public de recherche, l'IFP Energie nouvelles, qui s'illustre par ses remarquables résultats. En 2010, vous devancez de nombreux grands groupes pour occuper la 10^{ème} place française en nombre de brevets publiés, vous êtes à la pointe de la recherche en matière d'énergie, et vous avez créé des entreprises leaders dans leur secteur. Les commissaires sont très curieux de connaître la recette d'un tel succès.

Je souhaiterais également que cette audition soit l'occasion d'élargir le débat à deux questions au centre des préoccupations de cette Commission, l'énergie d'une part, la recherche industrielle d'autre part.

S'agissant de l'énergie, si vous avez maintenu un haut niveau de recherche dans le domaine des hydrocarbures, vous avez également procédé à une réorientation d'une partie de vos activités vers les filières vertes. Votre établissement a d'ailleurs été rebaptisé IFP « Energies nouvelles » par la loi Grenelle 2. Quelles sont les technologies vertes sur lesquelles vous travaillez désormais ? A quel horizon de temps acquerront-elles la maturité industrielle ? Deviendront-elles des substituts aux combustibles fossiles ou viendront-elles en complément de ceux-ci ?

S'agissant de la recherche industrielle, vous avez noué des partenariats très forts avec les entreprises françaises. Quel doit être, selon vous, le rôle des organismes publics de recherche vis-à-vis de notre industrie ? Quelle est votre appréciation des dispositifs mis en place pour soutenir l'effort national de recherche : programme d'investissements d'avenir, crédit impôt recherche, pôles de compétitivité, etc. ?

M. Olivier Appert, président d'IFPEN (IFP Énergies nouvelles). Mesdames et messieurs les commissaires, je m'adresse à vous aujourd'hui sous une triple casquette, celle de président d'IFP-Énergies nouvelles, de président du Conseil français de l'énergie, entité française du Conseil mondial de l'énergie, et d'ex-président de l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (ANCRE). C'est pourquoi, dans un premier temps de ma présentation, je m'attacherai à vous décrire les défis énergétiques et environnementaux mondiaux. Je souligne à cet égard la dimension mondiale des questions énergétiques, qui explique que l'IFPEN se tourne résolument vers l'international. Dans un second temps, je vous présenterai les technologies qui apporteront des solutions aux défis énergétiques, et les thèmes de travail que l'IFPEN a inscrits dans son contrat d'objectifs et de performance.

Le paysage énergétique mondial est façonné par cinq phénomènes majeurs : l'augmentation de la demande d'énergie – de 36 % d'ici 2035 – et du prix du pétrole ; le caractère limité des ressources en énergies fossiles ; la contribution du secteur énergétique aux émissions de gaz à effet de serre à hauteur des deux tiers ; la difficulté de trouver des substituts aux hydrocarbures pour certains usages, notamment les transports et l'électrochimie ; la tension sur les ressources humaines. De ces phénomènes se déduisent des perspectives énergétiques qui font consensus, et qui ont été traduites par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) à travers des scénarios d'évolution aux horizons 2035 et 2050. A cette date, selon le scénario tendanciel, les énergies fossiles, qui auront absorbé les trois quarts de la croissance de la demande mondiale, représenteront encore 80 % du bouquet

énergétique ; les investissements nécessaires au développement des capacités de production représenteront 1,4 % du PIB mondial.

Ce scénario n'est pas souhaitable : il faut viser ce que l'AIE appelle le scénario « 450 ppm » – 450 parties par million –, qui correspond à l'objectif de stabilisation de la concentration dans l'atmosphère des gaz à effet de serre en équivalent CO₂. Ce chiffre de 450 ppm constitue la limite à ne pas dépasser pour maintenir une probabilité raisonnable de contenir l'élévation de la température moyenne du globe à 2°C. Pour parvenir à un tel objectif, il faut diviser par deux nos émissions de gaz à effet de serre, ce qui revient à passer d'un flux annuel d'émissions de 28 à 14 milliards de tonnes. De gros efforts devront être réalisés dans plusieurs directions : selon l'AIE, l'amélioration de l'efficacité énergétique, la capture et la séquestration du carbone (CSC), les énergies renouvelables et le nucléaire contribueront respectivement à hauteur de 58 %, 19 %, 17 % et 6 % de la réalisation de l'objectif 450 ppm. Notons que, dans ce scénario vertueux, les énergies fossiles représenteront encore 50 % du bouquet énergétique mondial en 2050.

Une autre façon d'appréhender l'enjeu énergéico-climatique est de partir des technologies. Toutes les technologies devront être mobilisées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre : les objectifs sont si contraignants que l'on ne peut se permettre d'exclure l'une d'entre elles. Néanmoins, pour évaluer quelle peut être leur contribution respective, il faut résoudre un problème en trois dimensions. Première dimension, leur potentiel énergétique. Par exemple, la géothermie est limitée par des contraintes naturelles, contrairement à la fission nucléaire, dont le potentiel de développement est considérable. Deuxième dimension, la maturité technologique, qui distingue les technologies mobilisables immédiatement de celles, comme la fusion, pour lesquelles l'état des connaissances scientifiques est encore insuffisant. Troisième dimension, la complexité technique. Réaliser des travaux d'économie d'énergie dans le bâtiment demande des compétences et une expertise bien moindres que d'exploiter une centrale nucléaire ou de stocker du carbone dans les aquifères salins.

Les orientations de recherche suivies par IFP Energies nouvelles découlent directement du diagnostic énergétique mondial et de l'évaluation technologique que je viens de vous décrire. Nos travaux s'articulent autour de cinq priorités stratégiques : les énergies renouvelables, la production éco-responsable, les transports innovants, les procédés éco-efficients et les ressources durables. De telles priorités poursuivent deux objectifs principaux : réduire les émissions de gaz à effet de serre, à travers la diversification énergétique, la réduction de l'impact écologique et l'efficacité énergétique, et assurer la sécurité des approvisionnements.

La première priorité de l'IFPEN est de développer des technologies qui permettent de produire, à partir de sources renouvelables, des carburants et des intermédiaires chimiques et énergétiques. Notre institut poursuit trois axes de recherche. Premier axe, la conversion de la biomasse en carburants et intermédiaires chimiques passe par la mise au point de procédés de production de carburants diesel et kérosène, de bioéthanol par hydrolyse enzymatique et fermentation de la biomasse, et de kérosène par hydrotraitement des huiles végétales. Parallèlement, nous étudions les potentialités des biocarburants de troisième génération, à base d'algues, et la faisabilité des filières de transformation de la biomasse en intermédiaires chimiques. Nous participons à deux projets, Futurol et BioTfuel, qui représentent respectivement soixante dix et cent vingt millions d'euros d'investissements. Deuxième axe, la production d'énergie ex-biomasse à haute efficacité énergétique et environnementale nécessite de tester la faisabilité d'installations de conversion de petite à moyenne taille,

capables d'atteindre des rendements supérieurs à 70 %. Nous positionnons notre recherche sur les technologies de combustion ou de gazéification en lit fixe suivie de cogénération. Troisième axe, la production d'énergie en milieu marin répond à notre objectif de diversification stratégique : nous comptons adapter nos compétences dans l'exploration et l'extraction *offshore* et la gestion des plateformes pétrolières au secteur de l'éolien *offshore*.

La seconde priorité de l'IFPEN, la production éco-responsable consiste à trouver des moyens de limiter l'impact environnemental de la production d'énergie. Le déploiement industriel du captage et du stockage géologique du dioxyde de carbone constitue, à cet égard, une priorité. Toutefois, le CSC fait face à deux défis majeurs, le coût et l'acceptabilité sociale d'installations lourdes.

Autre axe de recherche en matière de production éco-responsable est la gestion efficiente des eaux. Les producteurs de pétrole sont les premiers producteurs d'eau : pour un mètre cube de pétrole, on produit en effet cinq mètres cubes d'eau, d'où le développement de technologies de séparation de l'eau, du pétrole et du gaz, qui pourraient être réutilisées en matière d'énergies vertes.

Notre troisième priorité est le transport innovant, économe et à faible impact environnemental, à travers cinq axes de recherche et développement : technologies moteurs propres à haut rendement, électrification des groupes motopropulseurs, carburants alternatifs à basse émission de CO₂, modélisation et simulation, contrôle embarqué. Le moteur thermique existe depuis un siècle, mais des progrès considérables sont encore possibles à partir des moteurs à combustion interne dont l'efficacité peut être accrue. Le couplage entre motorisation thermique et électrique permet d'optimiser leur fonctionnement en améliorant l'efficacité énergétique globale et en faisant baisser les émissions de polluants locaux. Nous travaillons actuellement sur une large gamme d'hybridation, depuis le simple *stop-and-start* de la Citroën C3 jusqu'au tout électrique. Je citerai deux exemples de projets sur les carburants alternatifs, qu'il faut pouvoir produire et dont il faut s'assurer qu'ils peuvent être utilisés sans problème : le premier vise à trouver des modes de combustion pour les mélanges d'éthanol et de gasoil, dont les modes de combustion sont a priori incompatibles ; le second concerne la validation de carburants alternatifs pour le transport aérien (un vol Air France a récemment effectué un vol Paris-Amsterdam avec des biocarburants). Tout cela nécessite des travaux de recherche fondamentale en modélisation et simulation. Enfin, le contrôle embarqué est une réelle source de progrès ; je dis souvent que la Citroën C3 comporte aujourd'hui autant de puissance calcul qu'Apollo 11 qui a atterri sur la lune ; la supervision de la gestion de l'énergie à bord est un sujet tout à fait fondamental sur lequel nous nous penchons.

Pour terminer, je rappelle que la vocation de l'IFPEN, institut de recherche appliquée, est l'innovation, c'est-à-dire la transformation d'une invention d'un chercheur en produit socialement utile. Nos compétences dans les secteurs énergétiques traditionnels peuvent être mises au service de la création de valeur dans l'économie verte. Pour cela, des partenariats étroits avec l'industrie sont nécessaires. Des sociétés indépendantes que nous avons créées constituent le pivot de notre action en matière industrielle, mais nous avons d'autres vecteurs de valorisation, qui nous permettent de coopérer avec des entreprises : projets de recherche collaboratifs, prestations de recherche et développement, essaimage, accompagnement technologique des PME – qui manquent souvent de capacités pour protéger leurs brevets – ou encore participation à des fonds d'investissement spécialisés dans le domaine des éco-technologies ou éco-industries (fonds Demeter 1 et 2 ou Emertec, créés par la caisse des dépôts, auxquels nous apportons notre compétence scientifique).

En un mot, les défis sont aujourd'hui considérables pour le développement des technologies vertes et il faudra faire flèche de tout bois. Dans le cadre de notre contrat d'objectifs, nous recentrons nos activités sur les nouvelles technologies de l'énergie, à travers les trois priorités que j'ai indiquées : aujourd'hui, la moitié du budget et des dépôts de brevet de l'IFPEN portent sur ce secteur, contre moitié moins il y a encore cinq ans. La valorisation de la recherche pose un sérieux problème et est au cœur de notre mission. Une coordination de l'ensemble des organismes de recherche publique est nécessaire en liaison avec l'industrie, et c'est en ce sens que j'ai été honoré de contribuer au lancement de l'alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie dont j'ai assuré la première présidence.

M. le président Serge Poignant. Je vous remercie, monsieur le président, d'avoir réussi le défi de nous présenter les activités de recherche de l'IFP en moins de trente minutes, et pour le document très riche que vous nous laissez.

M. François Brottes. Votre activité peut difficilement être considérée de la même manière qu'il y a cinq ou six ans : le secteur de l'énergie a profondément évolué ; de nouveaux acteurs ont fait leur apparition ; les choix économiques et financiers ne sont pas les mêmes qu'hier ; les événements lourds de Fukushima ou la controverse sur le gaz de schiste ont impacté la manière de voir des acteurs concernés. À mon avis, l'efficacité énergétique représente le grand échec aujourd'hui. Vous en avez beaucoup parlé sans proposer de réelles solutions dans votre présentation. Quel est votre avis sur ce sujet important ?

Quelle est votre approche concernant le stockage de l'électricité ? Y a-t-il des avancées qui peuvent donner des espoirs ? Le stockage de l'hydrogène est un rêve chimérique mais a-t-il une chance de devenir réalité, et si oui à quel horizon de temps ?

Concernant les pertes en ligne et les réseaux *supergrids*, quand pensez-vous qu'ils deviendront une réalité ? Est-ce dans quinze ou vingt ans qu'on cessera de perdre de l'énergie en la transportant ?

La question du stockage de CO₂ est assimilée à celle du gaz de schiste et apparaît, de ce fait, très controversée pour le néophyte. Qu'en est-il de votre point de vue d'expert ?

Enfin, une question qui relève plus de l'économie que de la science : avez-vous une réflexion sur les modèles économiques qui peuvent modifier le comportement des acteurs ? Il est difficile aujourd'hui de voir sur quels leviers appuyer pour obtenir tel ou tel résultat : tarifs, appels d'offres, investissement, autorisations d'implantation d'infrastructures ? Avez-vous un avis sur ces sujets ou faites-vous de la « poésie » scientifique, auquel cas tout cela n'est que de la « prose » qui n'a pas d'incidence sur la manière dont vous considérez les technologies ?

M. Michel Piron. Concernant d'abord la dimension internationale, sur laquelle vous avez insisté au départ, monsieur le président, quel est votre sentiment sur la géopolitique des choix qui sont faits ? Il y a une géopolitique des matières premières ; l'exemple actuel du gaz russe le montre bien. Y en a-t-il aussi une des technologies ? Vous évoquez les « BRICS » dans votre note : quel est leur positionnement ?

Quelle est la hiérarchie entre les technologies ? Et qu'est-ce qui explique les choix technologiques qui sont faits ? La France a ainsi une avance historique en matière de nucléaire, mais les évolutions sociétales ou d'acceptabilité peuvent poser question.

Autre sujet : la dimension temps. Je vois que vous avez des contrats à quatre ou cinq ans. La durée de vos contrats de recherche, même appliqués, vous convient-elle par rapport aux stratégies que vous souhaiteriez favoriser ?

Enfin, vos liens avec l'industrie vous permettent de disposer de ressources propres qui contribuent à 40 ou 50 % de votre budget. Pourriez-vous être plus précis sur l'effet taille dans vos relations avec les entreprises ? Vous avez des relations avec les grands groupes ; en avez-vous aussi avec les PME/PMI ?

M. Jean Dionis du Séjour. Monsieur le directeur, je souhaiterais vous poser des questions à la fois d'ordre économique et sociologique.

Pensez-vous que les printemps arabes aient vraiment modifié la production mondiale de pétrole ? Ainsi, si l'on prend l'exemple de la Libye, quelle est l'importance du volume de pétrole vendu par ce pays ? Va-t-elle rapidement retrouver ses volumes de production ? La vente est-elle faite aux mêmes acheteurs ?

Sans vouloir être impertinent, vous nous aviez dit, il y a deux ou trois ans, que le prix du pétrole allait tendanciellement augmenter pour s'acheminer vers 200 dollars le baril, chose que j'ai d'ailleurs répétée moi-même par la suite. Or, il n'en est rien : a-t-on amélioré la façon de faire des prévisions aujourd'hui ? Le marché du pétrole est un marché particulièrement complexe, qui dépend de facteurs multiples... Ne faut-il pas finalement se borner à quelques prévisions de court terme en la matière ?

J'ai effectué un voyage en Chine il y a quelques mois et je me suis aperçu que ce pays connaissait un développement incroyable des véhicules électriques – voitures et scooters notamment –. Comment se fait-il que ce ne soit pas le cas chez nous ? Il existe sans doute un effet de parc et un effet de masse en Chine mais pensez-vous, et par quel biais, qu'on puisse accélérer cette évolution en France ?

M. Daniel Paul. Depuis longtemps, on sait que la limitation à deux degrés de la hausse des températures sur terre sera vraisemblablement dépassée, en raison notamment de la croissance des pays en voie de développement. Comment, d'après vous, peut-on encourager ces pays à se développer tout en changeant de modèle de développement, en les incitant à opter pour des techniques moins polluantes ?

De même, quels moyens peut-on envisager pour engager la France dans une évolution plus vertueuse en ce domaine ?

Toujours dans une perspective de lutte contre les gaz à effet de serre, comment peut-on développer l'éolien *offshore* ? N'y a-t-il pas, sur ce sujet, une difficulté à éloigner les lieux de production de l'éolien des lieux de stockage dédiés, qu'ils soient en bassins d'eau ou non, pour cette énergie ?

Vous faites évidemment de la recherche appliquée dans votre domaine : travaillez-vous également sur les conséquences économiques et financières des mix énergétiques devant lesquels nous nous trouvons ?

Que pensez-vous de la géothermie comme nouvelle source d'énergie ?

Comment appréhendez-vous la raréfaction des matières premières ?

Combien de brevets gérez-vous directement ou par l'intermédiaire d'entreprises que vous avez pu créer ?

Quant à l'IFP, on constate que, depuis plusieurs années, la part des ressources propres augmente et que la part de l'État diminue, celle-ci ayant diminué de 40 % entre 2002 et 2012 ; cette évolution peut-elle durablement se poursuivre et comment vous situez-vous par rapport aux autres grands organismes de recherche ?

M. Jean-Pierre Nicolas. On s'oriente effectivement vers un système énergétique de moins en moins carboné. On estime néanmoins que 85 % de l'énergie sera toujours fondée sur les hydrocarbures en 2030, cette proportion restant à 57 % pour l'horizon 2050. Jusqu'en 2030, quelles sont les nouvelles énergies qui, d'après vous, permettront de parvenir à cette proportion ? Quelles formes d'énergies seront les plus sollicitées à l'avenir ?

Vous l'avez à peine évoqué tout à l'heure mais quelle est votre position sur les gaz de schiste ?

Quelles sont les pistes que vous explorez actuellement dans le secteur des transports ?

M. Jean Gaubert. Dans le contexte actuel d'une baisse des crédits publics, allez-vous être conduits à abandonner des recherches de long terme au profit d'une recherche à résultats plus immédiats ?

Comment se fait-il qu'il n'existe pas de réels gains de consommation d'énergie en ce qui concerne les voitures depuis dix ans ? En effet, les économies réalisées tiennent davantage à la baisse de la vitesse imposée sur les routes mais peu aux recherches en ce domaine : quelle est la marge de progrès ? On constate par ailleurs que les estimations de coût des voitures électriques augmentent : comment comptez-vous faire pour renverser la tendance, d'autant que plusieurs facteurs vont pousser leur prix à la hausse, comme la multiplication des bornes de recharges rapides sur les parkings de supermarchés ?

Sur les carburants alternatifs, vous avez indiqué qu'il existait une fédération des organismes de recherche publique sur ce sujet : est-ce le lieu où, comme cela se passe aux Etats-Unis, se font les arbitrages entre végétaux à usage alimentaire et végétaux à destinée industrielle ?

Que pensez-vous de la méthanisation comme source énergétique d'avenir ?

M. Jean-Louis Léonard. Votre organisme est impliqué dans la recherche sur les transports, principalement terrestres ; vous étudiez donc les véhicules à propulsion ou les économies d'énergie pouvant bénéficier aux véhicules ; vous n'êtes pas un constructeur et, de ce fait, vos recherches sont particulièrement libres. À ce titre, et contrairement à ce que j'ai entendu, vous ne faites pas de la poésie mais bien de la recherche, dont vous êtes d'ailleurs un acteur majeur dans notre pays.

Quelle est votre vision du calendrier permettant le passage du tout thermique au tout électrique, ou au tout hybride ?

Le choix délibéré d'un grand constructeur français a été le tout électrique : est-ce une véritable stratégie industrielle, basée sur des études tangibles, ou seulement une posture quitte ensuite à se repositionner ?

Mme Frédérique Massat. Tout d'abord, je souhaiterais vous remercier pour la documentation que vous nous avez transmise qui est non seulement riche mais aussi compréhensible !

Quel est exactement le budget de votre organisme et combien d'emplois compte-t-il ? Pouvez-vous nous donner une idée de l'impact des mesures d'économie récemment décidées et de la RGPP sur le fonctionnement de votre organisme ?

Vous êtes un fort soutien aux PME : combien de PME avez-vous accompagnées ? Travaillez-vous avec nos réseaux de transports et de distribution sur l'hybride et que pensez-vous des piles et des batteries récemment développées chez Renault, avec ce fameux camion qu'est le « Renault Truck » ?

Que pensez-vous du développement des biocarburants pour le transport aérien ?

Pouvez-vous nous dire comment s'organise votre collaboration avec d'autres grands organismes de recherche, le secteur privé ou votre participation à des grands programmes de recherche communautaires ?

Quelle est votre position par rapport aux gaz de schiste et comment percevez-vous leurs effets sur l'environnement ?

M. Lionel Tardy. Nous avons eu, il y a trois semaines, la présentation d'un rapport sur la volatilité du prix des matières premières : quel regard portez-vous là-dessus puisque le développement des produits dérivés a considérablement modifié les modalités de fixation du prix du pétrole brut ?

On nous a également parlé de la forte imbrication entre marchés financiers et marchés de matières premières, notamment dans le secteur pétrolier : quel regard jetez-vous sur cette situation alors que les produits financiers pèsent trente cinq fois plus que les marchés physiques ?

Mme Corinne Erhel. Dans le cadre de la production d'énergie marine, il existe actuellement un projet de parc hydrolien à Paimpol-Bréhat en cours d'expérimentation, avec une première hydrolienne qui a été récemment immergée : en suivez-vous la conduite et que pensez-vous de cette technologie a priori fort prometteuse ?

Travaillez-vous sur l'approvisionnement énergétique des *data centers*, qui sont en plein développement mais dont on sait également qu'ils sont très gourmands en énergie ?

M. Philippe Armand Martin. Si le contrat d'objectif en énergies nouvelles permet aujourd'hui de fixer un nouveau modèle de croissance verte, si les alternatives au pétrole sont relativement nombreuses, quel est, selon vous, le meilleur carburant alternatif possible en termes de consommation et de préservation de la couche d'ozone ?

Que pensez-vous par ailleurs de l'avenir de la force houlomotrice ?

Mme Marie-Lou Marcel. Le Secrétaire d'État grec à l'énergie, M. Yannis Maniatis, a demandé il y a quelques semaines la fixation d'actions susceptibles d'être menées dans le cadre de la coopération entre le gouvernement grec et l'IFPEN. Cette coopération consiste en un soutien consultatif en matière de recherche, de prospection et d'exploitation de gisements d'hydrocarbures en Grèce. Pouvez-vous nous préciser les actions envisagées dans le cadre de

cette coopération et nous indiquez si les problèmes de dette souveraine de la Grèce remettent en cause ce travail ?

La découverte de réserves de gaz naturel au large d'Israël, dont le volume serait de 40 % supérieur à celles de l'Union Européenne, est à l'origine d'une opposition entre, d'un côté, Israël, Chypre et la Grèce et, de l'autre, le Liban et la Turquie. Quel est votre sentiment sur cette situation potentiellement explosive ?

L'IFPEN s'est souvent associé au groupe Total pour conduire des travaux de recherche. Que pensez vous de la politique récente de Total consistant à acquérir un grand nombre de permis de recherche, pour une surface de 32 000 kilomètres carrés ? Quels éléments peuvent expliquer un tel revirement de stratégie ? Des forages exploratoires ont notamment été réalisés en Guyane pour un montant conséquent, quelles peuvent être les retombées économiques de ces forages pour la Guyane et la France ?

En ce qui concerne l'objectif n° 20 sur la formation vecteur de compétitivité, formalisé par un contrat d'objectifs entre l'État et l'IFPEN, pouvez vous nous précisez la nouvelle offre de formation dans le domaine des nouvelles technologies ?

M. Francis Saint-Léger. Il ressort de votre présentation que, dans vingt cinq ans, la part des énergies traditionnelles, pétrole, gaz naturel et charbon, demeurera globalement équivalente à la situation actuelle, à hauteur de 80 % de la fourniture d'énergie primaire, laquelle aura dans le même temps augmentée de 36 %. Vous nous avez également indiqué que l'énergie nucléaire augmentera également en proportion, ce qui laisse peu de place pour les énergies renouvelables dans ce schéma. Ces énergies dites du futur, comme l'hydrogène, les énergies marines ou solaires, sont-elles par conséquent déjà compromises ? L'amélioration de l'efficacité énergétique de la biomasse est-elle considérée comme difficilement réalisable ?

M. William Dumas. Dans le cadre du contrat d'objectifs 2011-2015, vous vous êtes engagés en faveur d'une filière énergétique moins carboné. Quel pourrait être selon vous le juste équilibre à trouver entre les énergies nouvelles, fossiles et le nucléaire, sachant que les énergies traditionnelles représenteront encore 80 % du total en 2035 ?

Quelle est la part de vos investissements consacrée aux nouveaux champs scientifiques et techniques comme l'éolien *offshore*, la chimie verte et la biomasse ?

Que peut-on attendre du développement des énergies en milieu marin et quels investissements pensez-vous leur consacrer ?

M. Jean Grellier. Vous disposez d'une vision générale sur les différentes sources d'énergie et votre action concerne essentiellement la recherche et l'innovation. Quelles sont, selon vous, les filières industrielles qu'il convient de soutenir ou d'impulser pour notre développement économique ? Quelles sont les conditions à réunir pour créer ou renforcer ces filières et quelles sont celles actuellement en situation de faiblesse ?

L'IFPEN est-il intégré dans des pôles de compétitivité ? Si oui, de quelle manière et quel bilan pouvez-vous en dresser ?

M. Jean-Louis Gagnaire. Tout d'abord merci pour les documents très synthétiques que vous avez mis à notre disposition. Nous avons bien compris que la question de la transition énergétique concerne les énergies décarbonées mais aussi l'atteinte prochaine du pic pétrolier et le manque d'alternatives aux carburants pétroliers. N'avez-vous pas le sentiment

que le basculement vers la motorisation électrique s'effectue trop rapidement et ne faut-il pas davantage réfléchir à la question du changement des modes de déplacement ? La voiture traditionnelle présente quantité d'inconvénients, parmi lesquels son poids important, il est peut être préférable de revoir les systèmes de transports eux-mêmes plutôt que de ne faire évoluer que le mode de motorisation.

Vous êtes, tout comme le CEA, très engagés dans le domaine de la recherche, comme en témoigne la part croissante de vos ressources propres issues de vos brevets, ce qui est, à bien des égards, rassurant. On doit en revanche relever ce travers français qui fait que si l'on est souvent à l'origine de nouveaux procédés ou brevets, les débouchés industriels nous échappent tout aussi souvent. L'exemple de la filière photovoltaïque en est une parfaite illustration avec la mise en règlement judiciaire de la seule entreprise française intégrée sur toute la chaîne de valeur, Photowatt, qui ne reçoit aucun soutien de la part des investisseurs potentiels. La France est dans une situation critique sous cet angle du développement des filières industrielles. On peut également citer l'exemple d'un grand groupe pétrolier qui développe une filière du photovoltaïque en Belgique. Comment peut-on faire pour renverser cette tendance ?

M. le président Serge Poignant. Je reviens sur la question des évolutions du type de carburant utilisé pour le transport aérien. Travaillez-vous en direction d'un mélange de kérosène et de biocarburant ? La troisième génération d'énergie verte est encore à un horizon lointain mais qu'en est-il concrètement de la deuxième génération qui concerne les voies biochimique, thermochimique, enzymatique ou encore les levures ?

Sur la biomasse qui est un sujet qui nous importe beaucoup, le sujet de la production d'énergie ex-biomasse à haute efficacité énergétique et environnementale est fondamental. Pouvez-vous expliciter votre objectif de positionner la recherche sur les technologies de combustion ou gazéification en lit fixe, suivie de cogénération ?

M. Olivier Appert, président de l'IFPEN. Je commencerai par quelques remarques générales. Tout d'abord en ce qui concerne les enjeux majeurs dans le secteur de l'énergie, ils se situent dans le domaine de l'électricité et des transports. Ce sont en effet les deux domaines qui connaissent le plus fort taux de croissance en terme de consommation et qui émettent le plus de gaz à effet de serre. Il faut ensuite prendre conscience que le secteur de l'énergie a beaucoup évolué ces dix huit derniers mois en raison de trois phénomènes. Il s'agit tout d'abord du « printemps arabe » qui modifie considérablement la géopolitique de l'énergie. L'Arabie saoudite, qui représente 25 à 30 % des réserves pétrolières, est entourée du Yémen qui connaît une instabilité politique forte, du Bahreïn, aux portes des gisements pétroliers, de la Syrie, qui a une frontière commune ; s'ajoute une part considérable des travailleurs en Arabie saoudite qui sont des Égyptiens. Il s'agit là d'une première modification de la donne qui nous rappelle l'importance considérable de la géopolitique en matière d'approvisionnement énergétique. Le deuxième changement important concerne l'émergence du risque avec la marée noire dans le golfe du Mexique à la suite des fuites du puits Macondo et les événements de Fukushima qui ont conduit, de manière rationnelle ou non, au retrait du nucléaire de pays comme l'Allemagne, le Japon, la Belgique ou l'Italie et le choix de l'électricité issue d'énergies renouvelables. On peut d'ailleurs penser que les choses n'iront pas totalement en ce sens et que le grand gagnant sera le gaz naturel, notamment en Allemagne, et que le principal enjeu à venir sera celui du stockage massif de l'électricité. En effet l'électricité se stocke très mal, il existe certes des stations de turbinage et de pompage (STEP) mais leur potentiel est limité, c'est pourquoi nous réfléchissons à des procédés de stockage massif et peu onéreux d'électricité durant une semaine ou un mois. Il pourrait s'agir

de stockage par volant d'inertie, de stockage souterrain d'air comprimé, éventuellement à proximité des éoliennes sous forme d'hydrogène avec des électrolyses. Il s'agit là d'un domaine totalement nouveau sur lequel nous réfléchissons et investissons. Enfin le troisième changement concerne l'émergence des hydrocarbures non conventionnels, qui a d'ores et déjà un impact énorme aux États-Unis ainsi que sur le marché énergétique mondial. Il y a peu, les États-Unis devaient importer 80 à 100 milliards de mètres cubes de gaz naturel sur le marché international ; ils sont désormais en passe de devenir exportateurs. Le prix du gaz aux États-Unis est trois fois inférieur à celui pratiqué en Europe, en raison du développement de ces hydrocarbures non conventionnels, ce qui renforce la compétitivité de l'industrie pétrochimique américaine. En terme géopolitique le bouleversement est également majeur puisque les États-Unis disposent désormais de réserves de gaz équivalentes à celles de la Russie. Le fait qu'il existe des potentiels en ce sens en Pologne ou en Ukraine conduit ces pays à investir afin de réduire leur dépendance énergétique à l'égard de la Russie. La question se pose également pour la Chine qui dispose potentiellement de ressources importantes de gaz non conventionnels, des technologies adaptées et qui résoudra différemment les questions environnementales à la lumière de ce qui se passe aux États-Unis ou en Europe. La question d'un approvisionnement suffisant en eau est toutefois présente pour ce pays.

J'ai été auditionné par les différentes commissions parlementaires sur ces questions d'hydrocarbures non conventionnels et je ne ferai donc pas de plus amples commentaires sur ce sujet. Je souligne la grande qualité du rapport de MM. François-Michel Gonnot et Philippe Martin sur les gaz et huile de schiste, qui brosse un tableau très complet de ces questions. On peut toutefois regretter, tout comme les rapporteurs, que les décisions aient été prises avant la publication du rapport.

En matière de prévision des prix des matières premières, la règle chez les prévisionnistes est de chiffrer pour une période postérieure de cinq ans à l'échéance de leur carrière professionnelle et de se prononcer soit sur le niveau des prix, soit sur les quantités mais jamais les deux. Le phénomène de financiarisation du marché pétrolier a été souligné par plusieurs intervenant et est très important. Nous nous trouvons aujourd'hui devant un changement de paradigme sur la fixation des prix du pétrole qui est désormais considéré comme une classe d'actifs par les investisseurs. Or le marché pétrolier présente un attrait pour les investisseurs car il s'agit d'un marché profond, sur lequel on anticipe une croissance des prix en raison des tensions sur les approvisionnements et qui présente la caractéristique d'être volatile ce qui convient aux comportements spéculatifs. On aboutit de la sorte à une déconnection entre le marché physique et le marché papier, les deux se recoupant sur les anticipations que les intervenants sur le marché papier forment sur les prix. Je confirme ma vision selon laquelle les prix du pétrole ne vont pas évoluer à la baisse car d'une part il est indispensable pour les pays de l'OPEP d'avoir un prix à hauteur de 70 ou 80 dollars pour équilibrer leur budget, quitte à agir sur le niveau de l'offre pour faire remonter les prix si nécessaire comme en 2008, et d'autre part, en raison des coûts de production des alternatives au pétrole, que ce soit les biocarburants, le pétrole de schiste ou le pétrole extra lourd qui seraient abandonnés en cas de baisse.

Il y a effectivement beaucoup de scooters électriques en Chine mais c'est le plus souvent en remplacement des vélos ce qui ne va pas dans la bonne direction en matière d'efficacité énergétique. Le véhicule électrique ne se développe pas réellement d'une manière significative en Chine, on en dénombre de l'ordre de 50 000 pour un marché de 13 à 14 millions de véhicules vendus en 2010.

Plusieurs tentatives de développement du véhicule électrique ont été menées depuis le premier choc pétrolier mais n'ont pas abouti. Le contexte actuel est différent : les préoccupations environnementales ont conduit à l'adoption de politiques urbaines qui visent à restreindre la circulation des véhicules thermiques classiques. Un marché de niche est apparu, qui concerne les automobiles à usage spécifiquement urbain ou les véhicules de livraison parcourant moins de 50 ou de 100 kilomètres par jour.

L'électrification des systèmes motopropulseurs constitue en tout état de cause un enjeu très important. À titre d'exemple, la Citroën « DS 5 » illustre la sophistication des véhicules hybrides : son moteur s'arrête automatiquement au feu rouge, ce qui permet de réduire la consommation de carburant en ville de 10 %. La réduction de la consommation de carburant peut également être obtenue par l'amélioration des moteurs conventionnels et la diminution du poids des véhicules ; de fait, depuis trente ans, celui-ci baisse de 5 à 10 kilogrammes par an. Cette évolution est liée à la montée de gamme des automobiles et à l'amélioration de leur niveau de sécurité. L'allègement est un axe de travail important pour les constructeurs car les contraintes relatives aux émissions de CO₂ sont de plus en plus élevées. On estime que, d'ici 2020 à 2030, la diminution de la consommation par véhicule atteindra une fourchette comprise entre 20 % et 40 %. Si le parc automobile mondial est appelé à augmenter au cours des prochaines années, la consommation de produits pétroliers devrait diminuer dans les pays industrialisés, en particulier en Europe, grâce au progrès technique à venir, notamment dans le domaine des technologies moteur et en particulier de l'hybridation.

Pour répondre aux questions relatives aux carburants alternatifs, je rappellerai en premier lieu que 95 % de la consommation d'énergie du secteur du transport – routier, aérien, ferroviaire et maritime – est issue de produits pétroliers. Cette part est de 50 % pour les trains de la SNCF et d'un niveau équivalent pour ceux de la RATP. Réciproquement, les transports représentent 50 % des débouchés des producteurs de pétrole, et cette part est en augmentation. Si l'électricité et le gaz naturel peuvent être utilisés dans l'industrie automobile, ce n'est pas le cas dans le secteur aérien, où il n'existe pas, pour l'heure, de substitut au pétrole. Des recherches sont actuellement menées sur le mélange de biocarburants et de kérosène. La difficulté provient du fait que le biodiesel ne supporte pas les basses températures. Des travaux sont actuellement conduits par l'IFPEN en association avec EADS, Air France et Sofiproteol, sur la conception de biocarburants destinés au secteur aérien. Cet enjeu est d'autant plus important qu'à compter de 2012, les contraintes environnementales seront renforcées ; il sera notamment possible d'échanger les droits relatifs aux émissions de CO₂. Les moyens permettant de réduire les émissions de CO₂ dans le secteur aérien sont une meilleure gestion de la flotte, la modification des techniques de roulage sur piste et l'utilisation des biocarburants de première, deuxième ou troisième génération.

Les biocarburants de première génération présentent un bilan environnemental positif si leur utilisation à des fins énergétiques n'excède pas 5 % à 7 % de l'ensemble de la production ; au-delà de ce seuil apparaissent des risques de concurrence entre les usages alimentaires et non alimentaires. Il y a quinze ans, nous nous trouvions dans un contexte complètement différent : il existait des « jachères énergétiques ». L'enjeu consistait à développer l'emploi agricole et à utiliser les récoltes à des fins non alimentaires.

Les biocarburants de deuxième génération utilisent d'autres matières premières, telles que les déchets du bois, la paille et les cultures dédiées – l'IFPEN travaille notamment sur ces sujets dans le cadre des projets « Futurol » et « BioTfuel ». Les résultats sont attendus d'ici 2016 à 2017 mais, en la matière, la France n'est pas en retard. Notre objectif étant, naturellement, de valoriser le fruit de nos travaux, il faudra, à un moment donné, qu'un

industriel accepte de construire un prototype destiné à l'expérimentation. Cela illustre notre approche de l'innovation. Nous associons toujours les industriels très en amont des projets. Par exemple, dans le domaine du bioéthanol, Tereos est partie prenante de nos travaux de recherche et pourrait, à terme, financer une éventuelle réalisation industrielle.

Les biocarburants de troisième génération concernent un horizon de plus long terme. À cet égard, il importe de distinguer deux usages possibles des algues : la chimie verte et le développement des biocarburants. Alors que le premier usage se caractérise par un faible volume et une marge financière élevée, en revanche, le second porte sur un volume élevé et se traduit par une marge réduite.

Le budget de l'IFPEN est d'environ 300 millions d'euros, dont 50 % émanent de nos ressources propres, qui ont connu une forte augmentation au cours des dernières années. Nos effectifs – qui sont situés aux deux tiers à Rueil-Malmaison et pour le tiers restant au sud de Lyon, s'élèvent à 1 700 personnes, auxquelles il convient d'ajouter les thésards et les post-doctorants. La dotation budgétaire versée par l'État a diminué de 40 % depuis 2002 en euros constants. L'IFPEN est toutefois parvenu à maintenir ses efforts de recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie grâce à l'accroissement de ses recettes et à la réduction de ses dépenses de recherche, en particulier concernant les programmes *a priori* les plus risqués et de plus long terme.

On peut s'interroger sur notre valeur ajoutée dans le domaine de la méthanisation, dans la mesure où les technologies existent d'ores et déjà.

Par ailleurs, madame Erhel, je précise que l'IFPEN ne participe pas au projet hydrolien de Paimpol. L'avantage de l'énergie hydrolienne, lorsqu'on la compare à l'énergie solaire ou éolienne, est que l'on sait précisément à quel moment est produite l'électricité.

Je ne sais pas si une coopération est engagée avec la Grèce, mais il existe des enjeux géopolitiques importants dans le domaine du gaz naturel : un gisement a été découvert en Israël, qui constitue le prolongement de gisements connus en Égypte, dans le delta du Nil. Depuis cinq ans, nous avons défini des programmes de travail avec Chypre et nous coopérons également avec le Liban.

En 2035, la part des énergies fossiles devrait se maintenir à hauteur de 80 % du *mix* énergétique : cette prévision émane tant de l'Agence internationale de l'énergie que du département américain de l'énergie et de l'Union européenne. Enfin, pour répondre à la première question de M. Brottes, je rappellerai que, lorsqu'on parle d'énergie, on évoque essentiellement l'offre mais rarement la demande. Or, la question fondamentale consiste à identifier les moyens d'améliorer l'efficacité énergétique.

M. le président Serge Poignant. Je vous remercie, monsieur le président, pour cette présentation extrêmement complète.

◇

◇ ◇

Information relative à la commission

La Commission a nommé M. Daniel Fasquelle, rapporteur sur la proposition de résolution européenne, de Mme Anne Grommerch et M. Régis Juanico, portant sur les services d'intérêt économique général (SIEG) (n° 3855).



Membres présents ou excusés

Commission des affaires économiques

Réunion du mardi 8 novembre 2011 à 16 h 15

Présents. - M. François Brottes, M. Jean Dionis du Séjour, M. William Dumas, Mme Corinne Erhel, M. Daniel Fasquelle, M. Jean-Louis Gagnaire, M. Claude Gatignol, M. Jean Gaubert, M. Jean Grellier, Mme Anne Grommerch, M. Louis Guédon, Mme Conchita Lacuey, Mme Laure de La Raudière, M. Jean-Louis Léonard, Mme Jacqueline Maquet, Mme Marie-Lou Marcel, M. Philippe Armand Martin, Mme Frédérique Massat, M. Jean-Marie Morisset, M. Jean-Pierre Nicolas, M. Daniel Paul, M. Michel Piron, M. Serge Poignant, M. Jean Proriol, M. Francis Saint-Léger, M. Lionel Tardy, M. Jean-Charles Taugourdeau

Excusés. - M. Jean-Michel Couve, M. Jean-Pierre Grand, Mme Annick Le Loch