

ÉVALUATION DE LA STRATÉGIE NATIONALE DE RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE

Résumé du rapport réalisé au nom de l'OPECST
par MM. Christian Bataille et Claude Birraux, députés

La « stratégie nationale de la recherche énergétique », prévue par l'article 10 de la loi du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique, doit couvrir une période de cinq ans. Son élaboration est confiée aux ministères de la recherche et de l'industrie, qui en ont publié la première édition en mai 2007. La même loi demande son évaluation par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST).

MM. Christian Bataille et Claude Birraux, députés, désignés rapporteurs par l'Office, ont engagé leurs travaux d'évaluation en janvier 2008, qui les ont amenés à auditionner une soixantaine de spécialistes de l'énergie en France, et une cinquantaine en Finlande, aux Etats-Unis et au Japon, pays jugés particulièrement représentatifs pour la structuration de leur effort de recherche.

Les circonstances ont conduit à réaliser cette évaluation alors que l'organisation de la recherche en énergie se trouve directement concernée par l'effort de mobilisation voulu par le Grenelle de l'environnement. Cette démarche s'inscrit donc à la confluence de **deux vagues historiques, assez rapprochées, d'intérêt national pour l'énergie** car, avant le Grenelle de l'environnement, qui a démarré en juillet 2007, la France avait déjà connu une période de réflexion collective sur ce sujet, ouverte en janvier 2003 par le « Débat national sur les énergies », et qui s'est achevée avec la publication du rapport sur le « facteur 4 » en août 2006. Cette première vague a produit la loi du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique, dont cette mission d'évaluation constitue un prolongement.

Plutôt que de s'en tenir à une critique étroite du rapport de mai 2007, MM. Christian Bataille et Claude Birraux ont préféré d'emblée prendre en compte les évolutions en cours, en mettant en valeur les apports du Grenelle de l'environnement. A cet égard, deux constats préliminaires s'imposent :

- Le premier constat concerne **la lenteur inhérente au déploiement des systèmes énergétiques, et donc la longueur du délai d'impact d'une impulsion politique dans ce domaine**. Car le processus par lequel une idée trouve une concrétisation scientifique, se transforme en une solution technique, puis devient un procédé industrialisable et enfin un produit commercial, est très long dans le domaine de l'énergie. C'est là une différence notable avec la recherche dans les communications électroniques, qui bénéficie d'un cycle « du concept au marché » beaucoup plus court. Pour celles-ci, le temps se compte en années (c'est la fameuse

loi de Moore¹) ; pour l'énergie, il se compte en décennies. Il est en effet plus rapide de diffuser un modèle de dernière génération de téléphones portables, que d'améliorer l'isolation du parc immobilier, ou de généraliser les véhicules électriques.

- Le second constat concerne **l'impression extrêmement favorable qu'a fait aux deux rapporteurs la communauté de la recherche en énergie** : qu'il s'agisse des organismes publics (CEA, IFP, CNRS) ou des entreprises (EDF, Areva, Saint-Gobain, Saft), il ressort une forte volonté d'aller de l'avant et de s'adapter aux évolutions apportées par les percées technologiques, comme celles réalisées au cours de la quinzaine d'années écoulées sur les batteries rechargeables et les véhicules hybrides.

C'est une des raisons pour lesquelles les préoccupations de la société exprimées à l'occasion du Grenelle de l'environnement ont pu trouver un relais rapide du côté de l'effort de recherche, ainsi qu'en témoigne le déploiement des démonstrateurs dans le domaine clef des biocarburants. De fait, l'effort pour développer des



Concentrateurs solaires à Sandia (Nouveau Mexique)

¹ Cette loi purement empirique observe que la puissance technologiquement disponible des composants informatiques, à un même niveau de prix, double tous les dix-huit mois.

solutions axées sur le développement des énergies renouvelables et la diminution des émissions de gaz carbonique était déjà engagé depuis longtemps, et le Grenelle de l'environnement, avec la décision du Président de la République d'accroître le soutien budgétaire pour la recherche sur l'énergie et le climat, n'a fait qu'accélérer un mouvement déjà bien orienté. Le rapport comporte d'abord une analyse sur la **forme** du document de mai 2007 conduisant à critiquer l'insuffisance méthodologique dans l'élaboration de la stratégie de recherche et le défaut d'implication du Gouvernement, qui se traduisent par l'absence de choix prioritaires, en dehors de l'effort prédominant accordé aux recherches nucléaire et pétrolière. La seconde partie du rapport s'attache à formuler des recommandations sur le **fond** de la stratégie, et sur les pistes de recherche méritant une attention particulière.

I. UNE STRATÉGIE SANS AVAL POLITIQUE

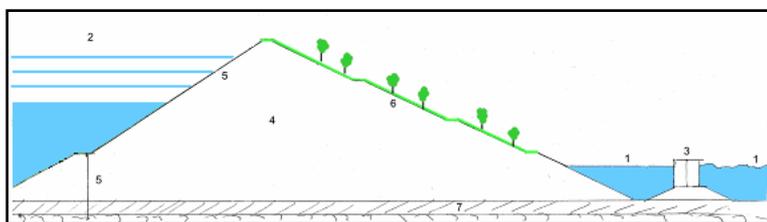
La défaillance méthodologique résulte de ce que la « stratégie » de mai 2007 ne repose sur **aucune grille d'analyse ni de comparaison** mettant en avant d'un côté les enjeux, thème par thème, de l'autre les atouts de la recherche française, de manière à justifier l'allocation budgétaire entre les différentes pistes. En fait, sauf dans le domaine de l'énergie nucléaire, où MM. Christian Bataille et Claude Birraux ont contribué à définir les axes de recherche depuis 1990, la « stratégie nationale de recherche énergétique » se présente plutôt comme une synthèse *a posteriori* des pistes définies, au cas par cas, sans plan d'ensemble, par les contrats d'objectifs des établissements de recherche.

Ce manque de structuration synthétique est doublé d'une **absence de validation du document par les autorités politiques**. La « stratégie nationale de recherche énergétique » doit, selon la loi, être « arrêtée » par les ministres chargés de l'énergie et de la recherche. Or le document ne fait apparaître aucun endossement de son contenu par ces deux ministres. C'est un simple document de travail administratif.

Telle quelle, la stratégie de recherche constitue plus un panorama exhaustif, d'ailleurs très intéressant et pertinent, de l'ensemble des pistes suivies, qu'un instrument d'orientation entérinant une volonté politique.

Au Japon, en revanche, une stratégie de recherche est non seulement approuvée tous les cinq ans par le Gouvernement, mais encore suivie régulièrement par un conseil de ministres restreint, augmenté de personnalités du monde scientifique, qui se tient tous les deux mois sous l'autorité du Premier ministre. Certes, ce *Council for Science and Technology Policy* (CSTP) couvre l'ensemble de la recherche, et non pas seulement le

domaine de l'énergie, mais la différence d'engagement des autorités de l'État de la stratégie de recherche est flagrante.



Coupe d'un atoll de stockage d'énergie

(1) Niveau de la mer; (2) Niveaux haut et bas du bassin; (3) Brise lame; (4) Digue (sable et gravier); (5) Barrière d'étanchéité; (6) Végétation; (7) Fond naturel (sable et gravier)

En conséquence, MM. Christian Bataille et Claude Birraux préconisent non seulement que la prochaine « stratégie nationale de recherche énergétique » qui doit être produite d'ici 2012 soit élaborée selon une méthodologie plus rigoureuse, mais encore que son contenu soit présenté et approuvé en Conseil des ministres, et publié au *Journal officiel* par arrêté conjoint des ministres de la recherche et de l'énergie, comme la loi y invite.

La stratégie doit en particulier faire apparaître ce que les professionnels étrangers appellent des « *Road Maps* », et qu'on pourrait appeler en France des « itinéraires programmatiques », ou plus simplement encore des « feuilles de route », présentant des **échanciers de maturité technologique** par secteur, mais aussi des **projections temporelles** montrant l'efficacité des choix technologiques face aux évolutions des besoins d'énergie à moyen terme.

II. DES STRUCTURES LÉGÈRES DE PILOTAGE

La loi du 13 juillet 2005 a invité l'OPECST à englober dans son évaluation le suivi de la mise en œuvre de la stratégie et, à cet égard, les rapporteurs se sont appuyés sur leur connaissance du domaine de la recherche nucléaire pour formuler leurs propositions.

Il apparaît en effet nécessaire d'une part, de définir une instance de pilotage pour l'ensemble de la recherche énergétique, qui pourrait effectuer un arbitrage quant aux moyens consacrés aux différentes échéances auxquelles la politique de l'énergie se trouve confrontée; d'autre part, de déterminer un responsable du pilotage par domaine, pour ceux identifiés comme prioritaires. En même temps, ces éléments de pilotage supplémentaires ne doivent pas correspondre à des ajouts de structures lourdes et coûteuses.

Les recommandations formulées concernent ainsi :

↳ Premièrement, la création d'un « **Haut commissaire à l'énergie** », en mesure d'orienter la recherche en énergie dans la perspective plus générale de la politique de l'énergie. En fait, il s'agit simplement

d'étendre et renforcer les compétences du « Haut Commissaire à l'énergie atomique », qui sont d'ores et déjà plus larges que ce que son titre peut le laisser entendre ; il s'agit de lui attribuer un titre plus court avec un profil plus large ;

- ↪ Deuxièmement, la nomination de « **coordonateurs** » désignés officiellement parmi les partenaires des programmes relevant d'une priorité de recherche. Il ne s'agit pas d'acteurs nouveaux, mais de « *primus inter pares* », qui peuvent et doivent décider face à une difficulté tactique survenue au cours de la recherche et, en contrepartie de ce pouvoir, ont la responsabilité de rendre compte aux autorités de l'État ;
- ↪ Troisièmement, la mise en place d'une « **Commission nationale d'évaluation** » en charge de la recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie, sur le modèle de celle déjà à l'œuvre depuis près de deux décennies dans le domaine de la recherche sur les déchets radioactifs. Ainsi, toutes deux procéderaient annuellement à l'évaluation dont elles sont respectivement chargées, puis en rendraient compte à l'OPECST. Il s'agit là de structures permanentes, mais légères, car composées de membres certes officiellement désignés mais bénévoles. L'expérience montre qu'un tel dispositif est très pertinent et sert d'aiguillon utile.

III. DES INFLEXIONS D'AJUSTEMENT POUR LES RECHERCHES NUCLÉAIRE ET PÉTROLIÈRE

S'agissant du fond, MM. Christian Bataille et Claude Birraux distinguent d'un côté, les **technologies établies**, celles dont la primauté dans l'effort de recherche français est reconnue et garantie par la loi du 13 juillet 2005, à savoir l'énergie nucléaire et le pétrole, et de l'autre, les technologies nouvelles, pour lesquelles un tri officiel des priorités reste à faire. Les technologies établies n'appellent pas de réorientations importantes, mais seulement quelques inflexions d'ajustement.



Vue du cœur d'un réacteur nucléaire—Source : CEA

Dans le domaine de **l'énergie nucléaire**, ces inflexions portent sur un renforcement des instances de pilotage,

conformément au principe précédemment évoqué, à savoir la désignation officielle de coordinateurs pour deux axes de recherche prévus par les lois sur les déchets radioactifs de décembre 1991 et juin 2006 :

- ↪ sur l'axe de la séparation/transmutation, il semble naturel de confier cette tâche de pilotage au CEA, avec la mission de veiller à ce que les recherches sur les réacteurs de quatrième génération visent bien à recycler tous les déchets à haute activité comme combustibles (neptunium, américium, curium) et pas seulement le plutonium ;
- ↪ sur l'axe de l'entreposage, un pilotage est indispensable compte tenu du risque de multiplication des normes techniques adoptées par les différents producteurs de déchets ; à cet égard, l'ANDRA² paraît particulièrement bien placée, puisqu'elle gère les dispositifs de stockage en bout de chaîne.

S'agissant de l'axe du stockage, la coordination de l'effort de recherche sur le site du laboratoire de Bure ne pose aucune difficulté, car l'ANDRA est déjà en position officielle. En revanche, les recherches de l'IRSN au tunnel de Tournemire (dans l'Aveyron) relatives au stockage des déchets se sont poursuivies sans lien avec la stratégie mise en place par la loi du 28 juin 2006 : il convenait à tout le moins, selon les rapporteurs, que ces recherches fassent l'objet d'un examen par la Commission nationale d'évaluation ; l'IRSN s'y est prêtée volontiers dès le 11 mars 2009.

Pour la recherche dans le **secteur pétrolier**, les recommandations concernent deux préoccupations d'ordre général, mais d'une signification symbolique importante

- ↪ D'abord, l'IFP, établissement public financé par l'Etat, doit anticiper la disparition future des hydrocarbures fossiles, en ouvrant des chantiers au long cours dans des domaines nouveaux pouvant néanmoins mobiliser utilement son incontestable expertise. Deux suggestions d'orientation mériteraient à tout le moins une évaluation : premièrement les plastiques minéraux sans carbone, concept déjà exploré sous le nom de « géopolymères » ; deuxièmement, les plastiques photovoltaïques, pour lesquels il s'agirait d'ailleurs plutôt de coopérer à la valorisation industrielle future ;
- ↪ L'autre préoccupation vise à parvenir à une meilleure visibilité sur l'allocation des moyens de recherche affectés à la recherche pétrolière. Il s'agit d'une centaine de millions d'euros, sur lesquels on peut s'interroger au vu des bénéfices du groupe Total (14 milliards d'euros en 2008), alors qu'en fait, Total n'en est pas destinataire. La mise en place d'une structure sur le modèle de l'ancien « Fond spécial des hydrocarbures » permettrait de mieux montrer que ces moyens publics bénéficient au tissu des PME du secteur parapétrolier.

² L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) est un établissement public chargé des opérations de gestion à long terme des déchets radioactifs.

³ L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est un établissement public chargé des recherches et des expertises sur les risques liés à la radioactivité.

⁴ En présentant sa contribution au programme de recherche TRASSE (*Transfert des radionucléides en surface et subsurface vers l'environnement*) mené conjointement avec le CNRS.



Unité de transformation thermochimique de biomasse à Porvoo (Finlande)

IV. QUELLES PISTES PRIVILÉGIÉES DANS LES TECHNOLOGIES NOUVELLES ?

S'agissant des technologies nouvelles, il n'y a aucun doute que les progrès sur l'**efficacité énergétique** relèvent d'un besoin primordial.

Cette impérieuse nécessité mise à part, on constate qu'il existe au sein de la communauté de recherche un « sentiment général » sur les priorités à poursuivre, et les incursions des pouvoirs publics pour essayer de définir des axes stratégiques (rapport « Chambolle » de juin 2004, rapport « Syrota » de septembre 2007, rapport « Guillou » de septembre 2008) ont souvent pour rôle de valider *a posteriori* des pistes déjà identifiées.

En l'occurrence, MM. Christian Bataille et Claude Birraux confirment la pertinence de quatre orientations :

- ↳ Premièrement, la recherche sur l'**énergie photovoltaïque**. L'INES a conquis le créneau du silicium métallurgique, et un grand pôle consacré aux couches minces est en préparation sur le plateau de Saclay. Mais la filière organique (plastiques photovoltaïques), quoiqu'à un stade très amont, ne doit pas rester livrée à elle-même ; elle mérite d'être consolidée et de disposer d'un support anticipé de valorisation industrielle.
- ↳ Deuxièmement, la recherche sur les **biocarburants de deuxième génération**. Les rapporteurs sont particulièrement attachés au projet de pilote industriel de transformation thermochimique de la biomasse sur le site du laboratoire de Bure, qui doit bénéficier d'un soutien public spécifique.
- ↳ Troisièmement, la recherche sur les batteries rechargeables. Le rapport « Guillou » a souligné à juste titre l'importance de l'électronique interne de commande dans l'optimisation des performances.
- ↳ Quatrièmement, la recherche sur les énergies marines. Il s'agit, à cet égard, de privilégier les zones littorales dépourvues d'autres modes centralisés de production d'électricité.

Par ailleurs, un développement du stockage d'énergie de grande capacité est essentiel pour un développement plus équilibré de l'énergie éolienne. A cet égard, le

régime tarifaire du stockage d'énergie doit être revu dans un sens plus incitatif. Le rapport décrit, en outre, un dispositif d'atolls artificiels qui pourraient fournir l'équivalent, sur le littoral de la Manche, des retenues d'eau dans les Alpes. La France pourrait s'enorgueillir un jour d'avoir eu l'initiative mondiale de ce nouveau genre de stations de **stockage d'énergie en mer**.

Enfin, dans deux domaines, il convient de prendre acte du rattrapage rapide déjà effectué depuis l'impulsion donnée par le rapport « Chambolle » en 2004, et d'opérer un réajustement de l'effort de recherche :

- ↳ Pour la **pile à combustible**, il faudrait renforcer les études sur les usages stationnaires et portables, de préférence aux usages automobiles, sachant que toute avancée peut avoir des effets de synergie sur l'ensemble des usages.
- ↳ Pour le **captage et stockage du CO₂**, une participation engagée à l'effort de coopération internationale constitue la meilleure façon d'ouvrir un « marché potentiel à l'export », dont il faut veiller à ce qu'il n'encourage d'aucune manière un rebond des importations françaises d'énergies fossiles ; il importe aussi d'ouvrir un chantier sur la **valorisation industrielle du gaz carbonique**, selon la même logique que celle prévoyant, pour les déchets radioactifs, l'axe de la transmutation à côté de celui du stockage. Il viserait notamment à pouvoir fabriquer des carburants de synthèse à partir du gaz carbonique.

LE RÔLE CRUCIAL DE LA FORMATION

Les réflexions de MM. Christian Bataille et Claude Birraux sur la recherche les ont constamment ramenés vers la question connexe de la formation, à deux niveaux : la **formation des ingénieurs** pour la conception et le développement des systèmes ; la **formation des techniciens** pour l'installation et la maintenance. Les auditions ont permis de constater que ce besoin était déjà pris en charge par les responsables concernés :

- le Haut Commissaire à l'énergie atomique a reçu mission de vérifier qu'une mobilisation « en réseau » des établissements français d'enseignement supérieur, incluant les universités scientifiques comme Paris 11, permettrait de faire face au surcroît de besoin d'ingénieurs liés à la dynamisation de la recherche sur l'énergie (le nombre des diplômés doit passer de 300 à 1 200 par an) ;
- le Grenelle de l'environnement a permis d'identifier le besoin quantitatif et qualitatif de compétences artisanales pour l'installation et la maintenance des équipements centrés sur l'efficacité énergétique ou les énergies renouvelables. Le cadre de mise en œuvre législatif (loi dite « Grenelle 1 ») a prévu un programme pluriannuel de qualification et de formation des professionnels du bâtiment dans le but d'encourager l'activité de rénovation du bâtiment.

Le rapport est disponible à l'adresse suivante : <http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/rap-offi/1493.pdf>