

# É d i t o r i a l

**François Valérian**

Jusqu'aux années 1990, l'électricité appartenait à la panoplie de la puissance régaliennne dans la plupart des pays développés. Les décisions de production appartenaient à l'Etat, qui très souvent possédait la principale, ou la seule, entreprise électrique du pays. Il en résultait, sans doute, une certaine égalité entre les consommateurs, mais aussi un manque d'efficacité dans les investissements et la gestion des coûts.

La dérégulation en marche depuis une vingtaine d'années ouvre peu à peu les marchés nationaux à la libre concurrence. La rente électrique n'est plus une rente d'Etat, garantie sur le long terme, mais elle fait l'objet de contrats d'horizon limité, de concessions qui peuvent être mises en cause. Les champions nationaux de l'électricité ont dû s'adapter, limiter la croissance de leurs effectifs, voire essayer de les réduire, mieux calibrer leurs investissements, et imaginer de nouvelles stratégies commerciales.

Les entreprises électriques, concurrencées sur leurs marchés nationaux, ont aussi trouvé dans la situation nouvelle des opportunités de croissance inédites. Elles allaient pouvoir investir à l'étranger, sur les marchés des pays voisins ou de pays beaucoup plus lointains. L'entreprise électrique internationale était née, et d'abord l'entreprise électrique européenne, qui approvisionne des Français et des Anglais, ou des Allemands et des Suédois. Les entreprises clientes peuvent y gagner si elles ont le choix entre plusieurs fournisseurs d'électricité. Cependant, la fin des monopoles ne doit pas signifier l'absence de règles, ou l'abandon aux électriciens du soin de les définir. L'électricité à l'échelle de l'Europe appelle aussi une vraie surveillance européenne du marché de l'électricité.



## Rédaction

120, rue de Bercy - Télédéc 797  
75572 Paris Cedex 12  
Tél. : 01 53 18 52 68  
Fax : 01 53 18 52 72  
<http://www.anales.org>

**François Valérian**, rédacteur en chef

**Danielle Degorce, Martine Huet**,  
assistantes de la rédaction

**Marcel Charbonnier**, lecteur

Comité de rédaction de la série  
Réalités industrielles :

**Michel Matheu, président,**  
**Pierre Amouyel,**  
**Grégoire Postel-Vinay,**  
**Claude Trink,**  
**François Valérian**

Maquette conçue par  
**Tribord Amure**

Iconographe  
**Christine de Coninck - CLAM !**

Fabrication : **AGPA Éditions**  
4, rue Camélinat  
42000 Saint-Étienne  
Tél. : 04 77 43 26 70  
Fax : 04 77 41 85 04  
e-mail : [agpaedit@yahoo.com](mailto:agpaedit@yahoo.com)

## Abonnements et ventes

**Editions ESKA**  
12, rue du Quatre-Septembre  
75002 Paris  
Tél. : 01 42 86 55 73  
Fax : 01 42 60 45 35  
<http://www.eska.fr>

## Directeur de la publication :

Serge Kebabtchieff  
Editions ESKA SA  
au capital de 40 000 €  
Immatriculée au RC Paris  
325 600 751 000 26

Un bulletin d'abonnement est encarté  
dans ce numéro entre les pages 16 et 19.

Vente au numéro par correspondance  
et disponible dans les librairies suivantes :  
Presses Universitaires de France - PARIS ;  
Guillaume - ROUEN ; Petit - LIMOGES ;  
Marque-page - LE CREUSOT ;  
Privat, Rive-gauche - PERPIGNAN ;  
Transparence Ginestet - ALBI ;  
Forum - RENNES ;  
Mollat, Italique - BORDEAUX.

## Publicité

J.-C. Michalon  
directeur de la publicité  
Espace Conseil et Communication  
44-46, boulevard G. Clemenceau  
78200 Mantes-la-Jolie  
Tél. : 01 30 33 93 57  
Fax : 01 30 33 93 58

## Table des annonceurs

Annales des Mines : 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> de couverture, page 4, 10,  
et 42.

Illustration de couverture :  
Vue aérienne d'un pylone à haute tension, France.  
Photo © H. Rigel / BIOS-PHONE.

# S o m m a i r e

## 1 Éditorial

*François Valérian*

## L'ÉLECTRICITÉ À L'ÉCHELLE DE L'EUROPE

### 5 L'entreprise énergétique européenne. Le cas des entreprises électriques, ou « comment peut-on être européen ? »

*Bruno Lescoeur, Emmanuelle Verger*

### 11 Le délestage du 4 novembre 2006 : une panne de la démocratie technique ?

*Jean-Pierre Leteurtriois*

### 19 Vattenfall, une entreprise énergétique de taille européenne

*Gunnar Lundberg*

## Hors dossier

### 22 Qu'est-ce que la macropsychanalyse ?

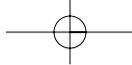
*Vivien Lévy-Garboua, Gérard Maarek*

### 29 Artistes et ingénieurs, l'alliance obligée. Compte rendu du Club des Annales des Mines à l'école des Mines de Paris du 18 janvier 2007

*François Boisivon*

### 36 Y a-t-il une nouvelle économie ?

*Alain Bienaymé*

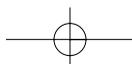


---

## **Énergie : faits et chiffres en 2006**

- 43 Bilan énergétique de l'année 2006 de la France**  
**Évolution annuelle de l'énergie en France depuis 1973**  
*Richard Lavergne*
- 66 La facture énergétique de la France en 2006**  
*Bernard Nanot*
- 76 L'électricité**  
*Sylvie Scherrer*
- 80 Le gaz naturel en France : les principaux résultats en 2006**  
*Véronique Paquel*
- 84 Les combustibles minéraux solides**  
*Sami Louati*
- 89 Les hydrocarbures**  
*Bernard Nanot*
- 95 Les énergies renouvelables**  
*Hélène Thiénard*
- 99 Résumés étrangers**

*Le dossier a été coordonné  
par Michel Matheu*



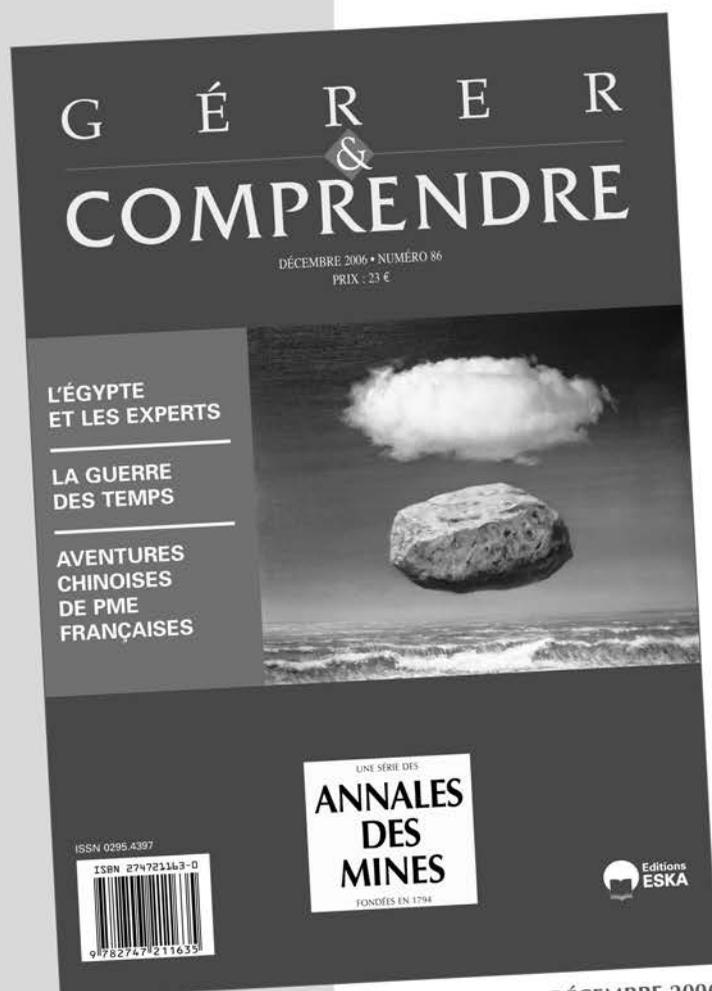
# G É R & E R

---

# COMPRENDRE

## SOMMAIRE

- LA GUERRE DES TEMPS  
Par Jean-Emmanuel RAY
- L'ÉGYPTE ET LES EXPERTS  
Par Michel CALLON
- LE PARADOXE DU RETARD DE L'INDUSTRIE SPATIALE  
DANS SES FORMES ORGANISATIONNELLES  
ET DANS L'USAGE DES TIC  
Par Victor DOS SANTOS PAULINO
- VEOLIA ENVIRONNEMENT : un modèle de changement orga-  
nisationnel hybride  
Par Christophe PLOUVIER
- Michel VILLETTE  
DES DIFFICULTÉS DE LA RÉFÉRENCE À LA PRATIQUE  
À propos du livre *Managements de l'extrême* de Michel BERRY, Paris,  
Autrement, 2006
- Jean-Michel SAUSSOIS  
FOUCAULT ET LA GESTION : QUEL RAPPORT ?  
À propos du livre *Gouvernement, organisation et gestion : l'héritage de  
Michel Foucault*, sous la direction d'Armand HATCHUEL, Eric PEZET, Ken  
STACKLEY et Olivier LENAY, Québec, Presses de l'Université Laval, 2005
- Alain HENRY  
MYTHOLOGIE DES « MODERNES »  
À propos du livre *L'étrangeté française* de Philippe D'IRIBARNE, Paris,  
Seuil 2006
- Marie-Anne DUJARIER  
LA PSYCHOLOGIE AU CHEVET DU TRAVAIL  
À propos du livre *Cliniques du travail* de Dominique LHUILIER,  
Toulouse, Éditions Érès, collection Clinique du travail, 2006
- LA DOUBLE « JOINT-ADVENTURE » DE PME FRANÇAISES  
EN CHINE : UNE ÉTUDE DE CAS (1994-2004)  
Par Michèle DUPRÉ et Étienne de BANVILLE
- LA RÉFORME DE LA RECHERCHE PUBLIQUE AU JAPON :  
UNE RÉNOVATION EN COURS  
Par Hiroatsu NOHARA



DÉCEMBRE 2006  
ISSN 0295.4397  
ISBN 2-7472-1163-0

## BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir ..... exemplaire(s) du numéro de **Gérer & Comprendre décembre 2006 - numéro 86 (ISBN 2-7472-1163-0)** au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins  un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA  
 un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

# L'entreprise énergétique européenne.

## Le cas des entreprises électriques, ou « comment peut-on être européen ? »

L'ÉLECTRICITÉ À  
L'ÉCHELLE DE L'EUROPE

Après une longue période d'insouciance énergétique, les préoccupations sont à nouveau très vives dans le domaine de l'énergie. Les besoins de production électrique sont très importants en Europe, alors que les entreprises conçoivent désormais leur stratégie à l'échelle du continent. Une grande absente : la politique énergétique européenne, toujours à définir.

par **Bruno LESCOEUR** (1) et **Emmanuelle VERGER** (2)

La visite des sites web que les principales entreprises d'électricité en Europe destinent à leurs actionnaires est on ne peut plus éclairante :

« E.ON is today Europe's leading integrated power and gas service provider. »

« EDF parmi les tout premiers acteurs européens de l'électricité et du gaz. Le plus européen des acteurs européens. »

« Vattenfall's vision is to be a leading European energy company »

« RWE – A leading European utility company »

« Suez-énergie : 1<sup>er</sup> fournisseur de services multi techniques en Europe »

Pas une de ces entreprises qui ne se déclare européenne ! Le proclament-elles parce qu'il s'agit d'une ambition plus que d'une réalité ? Est-ce par vertu ou par nécessité ? Comment cela se traduit-il dans leur comportement et leur fonctionnement d'entreprise ? Voilà quelques-unes des questions auxquelles cet article tentera d'apporter certains éléments de réponses.

### 1. UN EFFET DE LA POLITIQUE EUROPÉENNE DE LIBÉRALISATION DES MARCHÉS

Après une quinzaine d'années d'efforts, l'Union européenne a réussi à ouvrir totalement son marché de l'électricité et du gaz à la concurrence : au 1<sup>er</sup> juillet 2007, dans les derniers pays de l'Union où ce n'était pas encore le cas, comme la France, tous les clients, industriels, professionnels et aussi particuliers, auront acquis le droit de s'approvisionner auprès du fournisseur de leur choix.

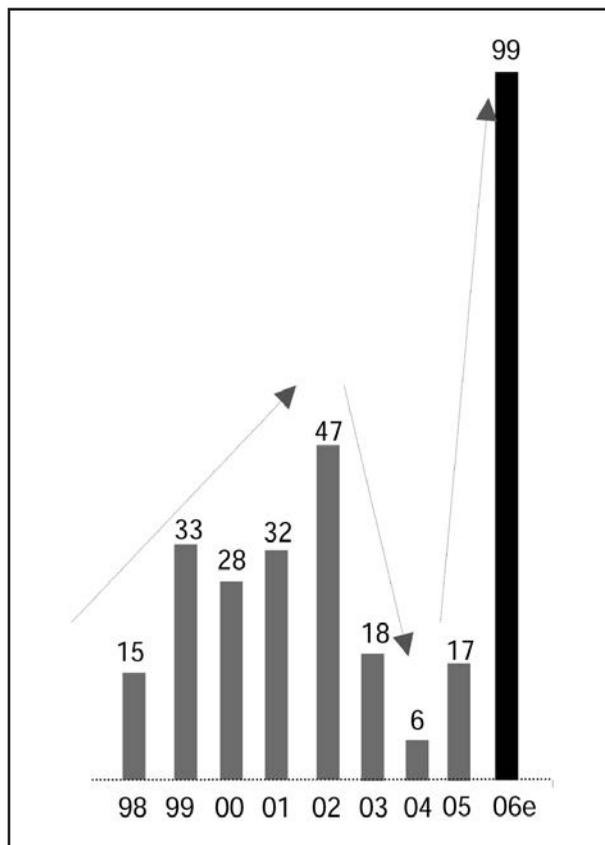
Mais, pour en arriver là, il a fallu modifier en profondeur la structure de l'industrie électrique et gazière, et redéfinir les différentes activités économiques néces-

(1) Directeur Général Adjoint, Relations extérieures internationales, EDF.

(2) Ingénieur des Ponts et Chaussées, en détachement à EDF.

saires à l'alimentation en énergie électrique d'un client final, en distinguant celles ayant clairement les caractéristiques d'un monopole naturel parce qu'utilisant des réseaux – le transport, et la distribution –, de celles, comme la production (ou, pour le gaz, l'importation) et la commercialisation, pouvant être exercées de façon simplement concurrentielle avec libre entrée de nouvelles entreprises sur ces marchés.

Ces nouveaux acteurs devaient être européens. Sans doute parce qu'un grand marché est – en principe – plus efficace qu'un petit, mais aussi parce que le traité de Rome et ses avatars successifs ont doté progressivement l'Europe d'un instrument de plus en plus puissant pour sa construction – le droit européen de la concurrence – y compris contre les volontés parfois fortes des États membres. Le résultat est là : des acteurs européens apparaissent, et depuis plusieurs années déjà, l'industrie électrique et gazière fait l'actualité des fusions-acquisitions d'entreprises, comme le montre le graphique 1, ci-dessous.



**Graphique 1** – Fusions et acquisitions chez les acteurs clés.  
(en milliards d'Euros, e = estimation)

Mais ce mouvement avait commencé dès le début des années 90, lorsque, les monopoles publics ayant progressivement disparu pour l'activité de production tout d'abord, les privatisations des entreprises publiques du secteur ont commencé.

La vérité historique impose toutefois de mentionner que cette transformation radicale de l'industrie électrique et gazière trouve son origine en Grande-

Bretagne, dans les années 80, et ce, pour des raisons qui n'ont que peu à voir avec la construction européenne.

Après la seconde guerre mondiale, le secteur de l'énergie britannique – comme ailleurs sur le continent – avait été organisé autour de quelques entreprises publiques disposant d'un monopole très large pour leurs activités. Jugées inefficaces quarante ans plus tard, elles ont fait l'objet de toute l'attention du gouvernement britannique : le National Coal Board, d'abord (et l'on se souvient de la grève des mineurs britanniques en 85-86), puis British Gaz ont alors été privatisés, en bloc et sans modification de l'organisation du marché. Il est vite apparu, pour le gaz, en particulier, que ce remplacement d'un monopole public inefficace par un monopole privé incontrôlable n'était pas la solution.

Le gouvernement britannique s'est donc attaché à réparer son erreur en engageant rapidement le démantèlement de l'ancien British Gaz en activités de réseaux et autres activités concurrentielles ; les entreprises Centrica, Transco, et BG international étaient ainsi créées. Il s'est également attaché à ne pas commettre la même erreur avec l'électricité, en organisant d'abord la séparation de ce secteur en plusieurs entreprises destinées à se faire concurrence autant que possible, avant de les privatiser : une vingtaine d'entreprises électriques se sont donc retrouvées sur le marché dès 1991, permettant ainsi à divers « entrants » étrangers de se familiariser avec cette structure originale en Europe.

C'est alors que la Commission Européenne a commencé à chercher à construire le grand marché intérieur de l'électricité et du gaz, en appliquant à toute l'Europe Continentale les mêmes principes de décomposition de l'industrie électrique et gazière que ceux utilisés en Angleterre. On ne soulignera jamais assez la contribution du Royaume-Uni à la genèse de l'Europe actuelle ! Il est intéressant de noter que la décennie 90 a vu de nombreux électriciens américains (et pas seulement ENRON) entrer sur le marché britannique (et en ressortir), avant que les entreprises européennes du continent ne s'y intéressent. EDF fut pionnier en commençant par racheter en 1998 un distributeur-fournisseur, London Electricity (aujourd'hui EDF Energy), et en lui adjoignant rapidement une activité de producteur, bientôt imité, en cela, par E.ON et RWE, et plus récemment encore par l'espagnol Iberdrola.

L'élargissement de l'Europe, à la suite de la chute du mur de Berlin, et les larges privatisations opérées dans les anciens pays de l'est, ont également permis à un certain nombre d'entreprises électriques ou gazières d'acquiescer des positions dans cette partie de l'Europe. On peut citer, par exemple, les investissements des électriciens allemands et du suédois Vattenfall, en ex-RDA, ou les nombreuses acquisitions de RWE, E.ON, Electrabel, EDF ou Gaz de France en Hongrie, Slovaquie, République Tchèque, et plus récemment en Roumanie et Bulgarie, ou encore l'acquisition du producteur nucléaire d'électricité slovaque par l'électricien italien Enel, et la liste n'est pas close...

La politique européenne de la concurrence a, on le voit bien, joué un rôle déterminant dans l'évolution en cours du secteur électrique et gazier. Elle a mis fin, chaque fois que possible aux monopoles... tout en comptant sur la tendance naturelle des industries à la concentration, faisant émerger de grandes entreprises en concurrence au niveau européen, supplantant progressivement de nombreux opérateurs de taille réduite (parce que n'exerçant leurs activités qu'au niveau local ou au mieux national), ceci pour le plus grand bien des consommateurs, qui bénéficieraient toujours plus d'insaisissables économies d'échelle.

Pour autant, faire de la libéralisation des marchés européens la seule cause de l'évolution du secteur serait aller un peu vite en besogne. Il faut revenir à quelques fondamentaux du secteur électrique pour bien mesurer les évolutions affectant aujourd'hui les entreprises du secteur.

## 2. UNE ÉVOLUTION INDISPENSABLE AUJOURD'HUI, MAIS POUR D'AUTRES RAISONS QU'HIER

Comme chacun sait, l'Union Européenne s'est construite d'abord sur les bases de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, aujourd'hui disparue, puis sur le traité Euratom, et ensuite seulement sur le Traité de Rome. Le droit européen de la concurrence n'a donc pas été le premier instrument de la construction de l'Europe, même s'il s'est révélé, depuis, le plus efficace. L'Europe a commencé par l'organisation de meilleures coopérations ou coordinations des politiques publiques dans le domaine de l'énergie.

C'est dans cette période de l'après-guerre, alors que les entreprises du secteur électrique européen, généralement privées, passaient sous régime de propriété publique, avec de larges monopoles nationaux ou locaux, qu'ont été développés les réseaux européens d'interconnexion et que les grandes coopérations internationales pour mettre en œuvre les techniques de production les plus prometteuses ont été particulièrement intenses.

### Donnons quelques exemples

L'équipement du Rhin en usines hydroélectriques franco-allemandes ou l'édification des barrages franco-suisse datent des années 50. La première centrale de la filière PWR pour la production nucléaire d'électricité, Chooz A, dans les Ardennes, a été commandée dès 1957 conjointement par EDF et son homologue belge (aujourd'hui Electrabel), suivie en 1967 de la première centrale PWR de 900 MW à Tihange, en Belgique, véritable tête de série du futur programme français. Les échanges techniques de toutes natures, en R&D, pour

le développement des applications de l'électricité, les principes de tarification, les méthodes de gestion, la définition des normes et de standards sont continus. Le développement des interconnexions se sont réalisés tout au long de ces « 30 glorieuses » par accords mutuels entre électriciens nationaux. Il s'est même poursuivi, après la première crise du pétrole, qui a fait apparaître à nouveau l'intérêt, tant économique que pour la sécurité d'alimentation, des échanges transfrontaliers d'électricité : le câble France Angleterre (2 000 MW, soit 5 % de la puissance installée britannique) a été mis en service en 1985. On pourrait multiplier les exemples, avec l'Italie, la Suisse et l'Allemagne.

L'industrie électrique s'est donc découverte européenne, bien avant que les entreprises ne le soient, à une période où les capacités de production étaient insuffisantes ou détruites, et la croissance de la demande exponentielle, rendant l'énergie rare et coûteuse. La sécurité d'alimentation demeurait précaire, avec toutefois des perspectives de progrès technique brillantes.

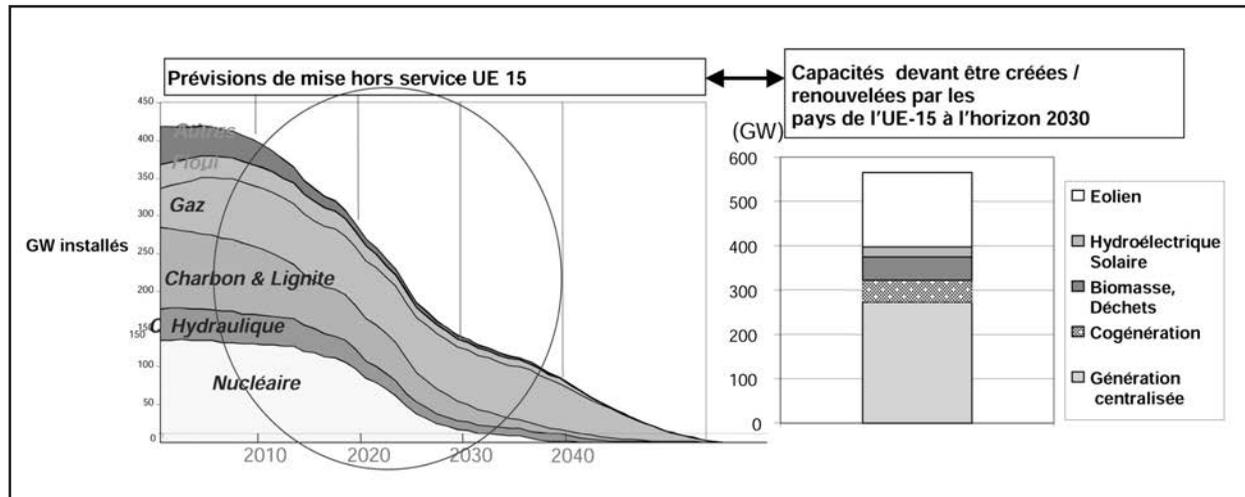
Cette période est revenue, après une longue période d'abondance et d'insouciance énergétique

En 1986, les prix du pétrole et surtout du gaz ont amorcé une baisse importante, de sorte qu'en 1999, le baril n'était plus qu'à 10 \$. Les pays européens disposaient généralement d'importants excédents de capacités de production électrique, du fait des forts investissements réalisés dans la période antérieure (cas des parcs nucléaires français, mais aussi allemand, lancés dans la décennie précédente) et d'une certaine atonie de la demande d'énergie, notamment dans les anciens pays de l'est. Là où il fallait de nouvelles capacités de production, le recours quasi exclusif à des cycles combinés à gaz, peu coûteux en investissement (en Angleterre et Italie), n'engendrait aucune anticipation de hausse du prix du gaz ; la Mer du Nord, par exemple, pourvoyait encore partiellement à la demande.

C'est évidemment pendant cette période de relative surcapacité qu'il a été facile de libéraliser les marchés de gros de l'électricité : les prix à court terme ne pouvaient manquer de s'établir à un niveau très bas, puisqu'aucune rémunération de nouveaux investissements n'était nécessaire, au point que beaucoup ont pensé que la poursuite de l'ouverture des marchés conduirait infailliblement à la poursuite de la baisse des prix de l'électricité et du gaz.

Cette baisse des prix a néanmoins eu un effet utile évident : certaines des entreprises du secteur ont été fortement incitées à se restructurer et à s'engager dans la réalisation de gains de productivité trop longtemps différés.

C'est sans doute la raison de la très profonde restructuration du secteur en Allemagne, qui a vu la désintégration de certains conglomérats (scission de la chimie et de l'énergie notamment), la fin des subventions croisées



Graphique 2.

pratiquées par les municipalités entre les différents services publics locaux dont elles avaient la gestion (les stadtwerke), et une consolidation du secteur de la production (création d'E.ON par fusion entre Preussen Elektra et Bayern Werke, entrée de Vattenfall sur le marché allemand, et d'EDF à la suite de la création par fusion d'entreprises régionales de EnBW, dont elle est maintenant actionnaire à 46 %). En Angleterre, la quasi-faillite (fin 2002) de l'opérateur nucléaire British Energy est aussi une illustration de cette situation. On peut retrouver dans d'autres pays l'effet négatif mais finalement stimulant sur les entreprises du secteur de cette période de prix faibles.

#### La situation est aujourd'hui bien différente

Depuis 2003, les prix du pétrole, du gaz, mais aussi du charbon et du fret n'ont cessé d'augmenter. Le Royaume-Uni devient importateur de gaz en 2004, et d'énergie en 2005, une première dans son histoire industrielle. L'Allemagne, une fois les effets de la réunification estompés, doit, à court terme, faire face à des insuffisances de capacités de production électrique, que le moratoire sur le nucléaire va rendre encore plus importantes dans les années à venir, et que le développement, pourtant remarquable, de l'éolien ne parviendra pas à compenser. La croissance retrouvée dans les nouveaux pays membres laisse également présager les mêmes nécessités.

Quelques « black-outs » de grande envergure rappellent que la sécurité d'alimentation ne va pas forcément de soi : l'Italie en septembre 2003, puis Copenhague, Stockholm, Londres, la Suisse, et plus récemment, en novembre 2006, l'incident dont l'origine se trouvait en Allemagne et qui a affecté de nombreux pays européens voisins, mais aussi l'Espagne, le Maroc et (faiblement) l'Algérie.

L'Europe a de nouveau besoin d'investir massivement dans les capacités de production électrique, comme le

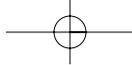
rappelle le livre vert de la Commission européenne (cf. graphique 2 ci-dessus), mais aussi dans les capacités d'interconnexion, de transport et de distribution. Sans elles, le grand marché européen ne sera que très imparfait : il sera notamment incapable de bien tirer parti des investissements de production électrique à partir d'énergies renouvelables, souvent largement décentralisées et très dispersées géographiquement.

Bruyamment frappés par le différend gazier entre l'Ukraine et la Russie en janvier 2006, les opinions publiques européennes ont pris conscience de la dépendance croissante du continent pour ses importations de gaz, avec des situations très différentes selon les pays.

Le livre vert, déjà cité, indique qu'en 2030 l'Europe importera 70 % de son énergie.

Les préoccupations relatives au changement climatique, enfin, se sont traduites concrètement en Europe par la création au 1<sup>er</sup> janvier 2005 du premier marché de permis d'émission de CO<sub>2</sub>. Le secteur électrique, tant du côté de l'offre que de la demande, peut évidemment jouer un rôle majeur dans la préservation du climat. Des technologies adaptées existent. D'autres, nouvelles, sont sur le point de pouvoir être déployées. D'autres, plus nombreuses encore, apparaissent prochaines. On pense naturellement au nucléaire, au charbon supercritique, aux énergies renouvelables, aux techniques de maîtrises de la demande et d'amélioration de l'efficacité énergétique, aux « réseaux intelligents », aux biotechnologies, à la capture et la séquestration du carbone, au nucléaire de IV<sup>e</sup> génération, en imaginant volontiers qu'une économie plus efficace énergétiquement sera aussi plus technologique, plus interconnectée, et pour tout dire plus électrique !

Nous nous situons donc – à nouveau et sans doute pour longtemps – à un moment où l'énergie, toujours plus précieuse pour la prospérité de nos sociétés, est donc chère, les capacités de production insuffisantes, la sécurité d'alimentation précaire, la croissance de la demande (mondiale) exponentielle et les perspectives de progrès technique, brillantes.



### 3. UNE EUROPÉANISATION DES ENTREPRISES À LA CROISÉE DES CHEMINS

Dans ce contexte d'eupéanisation incontestable du marché de l'énergie, les entreprises du secteur en passe de devenir européennes ne le sont pas encore vraiment : la plus européenne parmi les très grandes déploie encore en 2005 plus de 55 % de son activité dans son pays d'origine. De surcroît, elles ne le sont pas au même degré dans leurs différentes activités. Les activités de gestion de réseaux – transport et distribution – restent par nature locales, même si certains groupes européens, du fait de l'acquisition d'opérateurs intégrés dans différents pays, possèdent plusieurs réseaux. Les activités de production et supply offrent en revanche la possibilité d'acquérir une véritable taille européenne, même si l'accès à certains marchés reste encore difficile en raison de retards dans la mise en œuvre de la libéralisation et du manque de capacité d'interconnexion.

Au sein même des entreprises multinationales du secteur de l'énergie en Europe, les « marques » ont été étendues à l'échelle européenne, comme EDF Energy, Vattenfall Europe... mais l'organisation interne de ces entreprises n'intègre en général pas encore, la maille, européenne : l'organisation reste encore bien souvent calquée sur les « plaques électriques ».

Ces choix organisationnels expriment le fait que les groupes ne voient pas avantage à intégrer les activités d'un même métier dans plusieurs pays. Il peut y avoir à cela des raisons de pure économie industrielle : on manque d'économies d'échelle lorsqu'on intègre la distribution sur une très vaste zone géographique, par exemple, où subsistent encore divers systèmes de régulation.

Mais de telles raisons économiques sont loin d'épuiser le problème. Du reste, certaines jouent en sens inverse. Ainsi, il fait sens de s'organiser pour rechercher des réductions de coûts sur des séries relativement longues de centrales électriques technologiquement identiques, réparties dans l'Europe entière, et même dans le monde entier.

En fait, la structure « multi-locale » des groupes énergétiques est aussi, et peut-être surtout, liée au fait qu'il n'y a pas de politique énergétique européenne (3), et que

de grandes divergences nationales subsistent, notamment en matière d'appréciation de l'importance sociale des prix de l'énergie et de la façon de la traduire dans la réglementation, mais aussi sur la manière de concilier exigences environnementales et contraintes de sécurité. La politique allemande ou polonaise notamment, qui favorise le charbon, en est un exemple frappant, bien évidemment, auquel répond la priorité donnée par la France au nucléaire ou l'importance accordée à l'éolien dans quelques Etats membres (Danemark, Allemagne, Espagne).

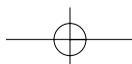
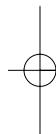
Cette absence de politique européenne pose également en des termes très complexes la question de la sécurité d'alimentation, puisque les responsabilités sont partagées dès lors que les systèmes électriques sont interconnectés, avec l'avantage que les moyens peuvent être mutualisés, et le risque que certains pays bénéficient, indûment aux yeux des autres pays, de marges de sécurité créées par les autres sous l'effet de réglementations nationales hétérogènes.

Il faut ajouter, pour que l'analyse soit complète, que les grands enjeux auxquels devra faire face le secteur de l'énergie dans les années à venir seront d'ordre mondial bien plus que régional : le changement climatique, l'interdépendance entre énergie et développement et les tensions géopolitiques qu'elle crée, sont des problématiques qui dépassent les frontières de l'Europe.

Finalement, les acteurs du secteur, qui se sont internationalisés en Europe au rythme de l'ouverture des marchés, dont on a vu qu'elle était elle-même d'abord dictée par des considérations de droit de la concurrence, sont aussi confrontés à des enjeux non plus européens, mais bien à l'échelle planétaire.

Le secteur de l'énergie est ainsi à la croisée des chemins : inévitablement encore local, européen sur certains points, déjà un pied dans l'organisation mondiale à d'autres égards. Lorsque se sera achevée la phase de concentration en cours, une nouvelle dynamique devrait se préciser, et elle sera cette fois-ci mondiale : si l'Europe de l'énergie tarde à se construire, ne risque-t-elle pas d'être largement inutile ?

(3) Même si PINC et le paquet de janvier 2007 constituent bien une amorce de politique européenne de l'énergie.



# RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

recherches débats actions

## SOMMAIRE

### APRÈS AZF, COMMENT VIVRE AVEC LE RISQUE INDUSTRIEL ?

Introduction : Cinq ans après AZF, qu'a changé la loi sur les risques de juillet 2003 ? - *Laurent MICHEL*

#### LE RISQUE INDUSTRIEL

AZF : les leçons d'une catastrophe industrielle - *Nicolas DECHY, Didier GASTON, Olivier SALVI*  
Évaluer la performance d'un dispositif d'indemnisation du point de vue des victimes : le cas d'AZF - *Anni BORZEIX, Laure AMAR*

Industrie et urbanisation : un outil pour traiter les situations inacceptables. L'exemple de Mazingarbe - *Lionel JOUBAUD*

Retour sur expériences industrielles - *Denis DUMONT*

Quelques enjeux actuels du contrôle de la sûreté des réacteurs nucléaires - *Pierre CHARPENTIER, Olivier GUPTA*

Les plates-formes technologiques, instruments de structuration de la recherche. Le cas de la sécurité industrielle - *Olivier SALVI, Éric CHARIKANE, Didier GASTON, Georges KATALAGARIANAKIS*

#### LA RÉPONSE POLITIQUE

La loi risques 2003 : ce qu'elle va changer. Le point de vue de l'exploitant - *Jean-Marc JAUBERT*

La concertation : une nouvelle dimension dans la gestion d'un territoire à risque - *Myriam MERAD*

Vous avez dit : participation et information citoyenne ? - *Lothaire ZILLIOX*  
Avant et après l'explosion d'AZF. Le point de vue de France Nature Environnement - *Christine GILLOIRE*

La mise en demeure : une garantie reconnue aux exploitants, des effets limités dans le temps - *Maître HERCÉ*

La maîtrise des risques industriels : savoir raison garder - *Michel TURPIN*

#### HORS DOSSIER

Changement climatique : perspectives sur des menaces complexes - *Paul-Henri BOURRELLIER*  
Contre l'effet de serre, que l'automobiliste finance de la chaleur ! - *Henri PRÉVOT*

Changement climatique : les propositions de l'Union européenne après 2012 - *Patrick NOLLET*

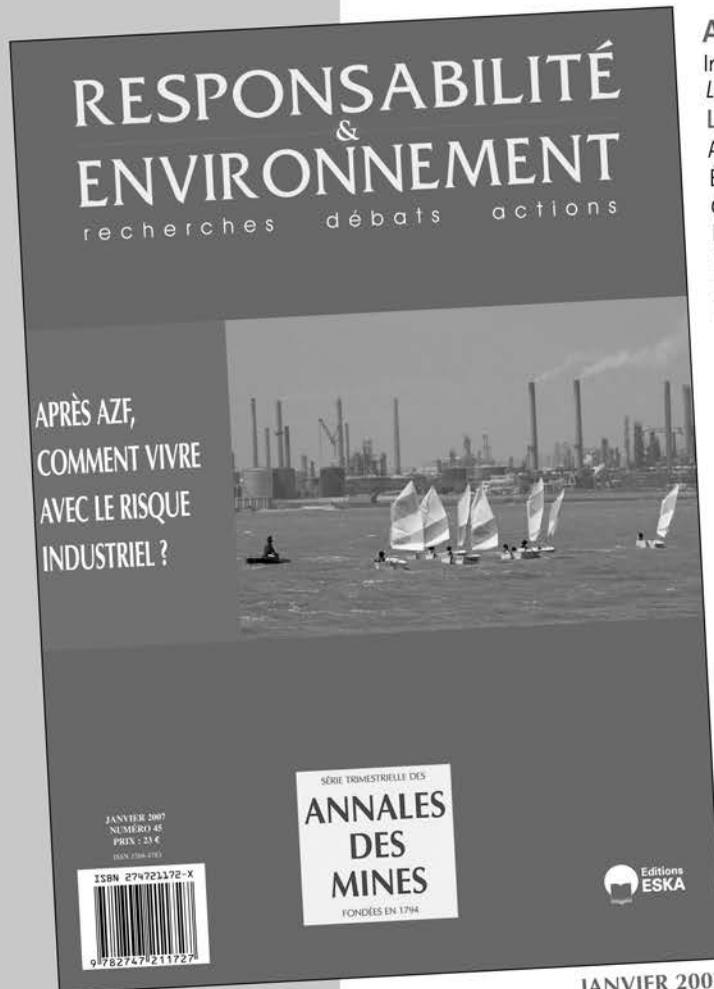
Le marché des déchets : structures et acteurs. Croissance, concentration et recompositions - *Gérard BERTOLINI*

Projets miniers et capacité financière des pétitionnaires. Conclusions d'un arrêt du Conseil d'État - *Yann AGUILA*

Les catastrophes naturelles. Vertus et limites d'une approche territoriale dans l'élaboration d'un consensus. L'exemple des ruines de Séchilienne

*Compte rendu du Rendez-vous du Club des Annales des Mines à l'école des Mines de Paris, le 13 juin 2006 par François BOISIVON*

*Le dossier a été coordonné par Patricia BLANC*



JANVIER 2007  
ISSN 1268-4783  
ISBN 2-7472-1172-X

## BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir ..... exemplaire(s) du numéro de Responsabilité & Environnement janvier 2007 - numéro 45 (ISBN 2-7472-1172-X) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins  un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

# Le délestage du 4 novembre 2006 : une panne de la démocratie technique ?

L'ÉLECTRICITÉ À  
L'ÉCHELLE DE L'EUROPE

La France, forte de son parc de production électrique et de ses exportations d'électricité vers ses voisins européens, se croyait désormais à l'abri des pannes d'électricité. Et puis, à l'automne 2006, 5 millions de ménages français se retrouvent privés d'électricité par la faute d'un opérateur allemand. Que faut-il en penser ? L'internationalisation du marché électrique, utile au consommateur, ne doit pas rimer avec dérégulation, ou abandon des règles aux opérateurs eux-mêmes. Il est nécessaire de renforcer la surveillance du réseau pour le compte de l'ensemble des usagers européens.

par **Jean-Pierre LETEURTROIS**, Ingénieur général des mines

**L**e samedi 4 novembre 2006 à 22 h 10, 5 millions de ménages français, comme 10 autres millions de foyers européens, ont été subitement privés d'électricité suite au déclenchement – pour la première fois depuis plus de 30 ans – du dispositif de délestage automatique sous l'effet d'une chute de la fréquence du réseau interconnecté européen.

Les conséquences économiques et sociales de cet incident ont été somme toute modestes, le courant ayant été rétabli en moins d'une heure. Mais, alors que s'organise sous l'impulsion de l'Union européenne la libéralisation du marché européen de l'électricité, le déclenchement sur l'ensemble du territoire du dispositif de sauvegarde du réseau électrique conçu il y a plus d'un demi siècle au lendemain de la nationalisation du système électrique a – à juste titre – ému l'opinion, qui a perdu la mémoire des plaisirs des bougies et des lampes à pétrole auxquelles les ménages avaient régulièrement recours dans les années 1950, pour faire

face aux conséquences de pénuries d'électricité, mais aussi de fréquents mouvements sociaux entraînant des délestages.

Il est vite apparu que le fait générateur de l'incident était d'origine étrangère.

Pourquoi les abonnés français doivent-ils subir les conséquences de la maladresse d'un opérateur allemand ? Qui pilote le dispositif et encadre le comportement d'opérateurs désormais privatisés et placés en situation de concurrence ? Un haut niveau de sûreté du réseau électrique est-il compatible avec la libéralisation du marché de l'électricité conduite à marche forcée par l'Union européenne ?

Bref, la panne du 4 novembre n'est-elle pas à mettre au passif de la politique d'ouverture à la concurrence de tous les secteurs de l'économie, soutenue notamment par M. Bolkestein et au passif non pas de ses plombiers polonais innocentés par exception dans ce cas particulier, mais des électriciens allemands ?

## L'INCIDENT DU 4 NOVEMBRE

Il n'est pas dans notre propos d'analyser le détail de l'incident (1), et encore moins de rechercher les responsabilités. On se limitera ici à en rappeler les grandes lignes.

En bref, à 21 h 38, l'un des quatre gestionnaires du réseau de transport allemand, E.ON Netz, a mis hors tension une double ligne de transport de 380 kV passant au-dessus de la rivière Ems, pour permettre le passage d'un navire sans danger. A ce moment, le flux d'électricité avait une direction est-ouest. Les centrales à charbon situées à l'est de l'Allemagne contribuaient à alimenter les consommateurs des pays de l'ouest européen, en particulier l'Italie et la péninsule ibérique. Comme prévu, le flux d'électricité a été redistribué vers d'autres lignes de transport situées plus au sud, toujours selon une direction est-ouest.

Les gestionnaires de réseaux de transport intervenant dans le nord de l'Allemagne (RWE TSO et E.ON Netz) ont constaté que les limites de sécurité du réseau de cette zone étaient atteintes, puis, vers 22 h 08, dépassées. E.ON Netz décide alors d'effectuer une modification du régime d'exploitation, en vue de décharger une ligne se trouvant à la limite de sa capacité. Contrairement aux effets attendus, la manœuvre entraîne une augmentation du flux de puissance sur cette ligne et conduit à sa déconnexion, suite au déclenchement de son dispositif de protection automatique. Les flux d'électricité se sont alors répartis instantanément sur les lignes restantes dans le nord de l'Allemagne, qui se sont, sous l'effet de la saturation, automatiquement déconnectées, entraînant par effet de dominos la mise hors service de nombreuses lignes à l'est de l'Europe.

Le réseau européen s'est alors trouvé divisé en trois zones déconnectées les unes des autres :

- une zone nord-est, comprenant notamment l'est de l'Allemagne et de l'Autriche, la Pologne et la Hongrie, dans laquelle la production d'électricité est supérieure d'environ 10 000 MW à la consommation, ce qui a entraîné une augmentation immédiate de la fréquence du réseau, à plus de 51 Hertz ;
- une large zone ouest dans laquelle se trouve la France, mais aussi notamment l'Espagne, le Portugal, l'Italie, le Benelux, la Suisse et les parties ouest de l'Allemagne et de l'Autriche. Dans cette zone, le déficit de production par rapport à la demande atteint près de 9 000 MW, soit l'équivalent de 7 tranches nucléaires, et fait chuter la fréquence du réseau à 49 Hertz ;
- une zone sud-est (Grèce, pays de l'ex-Yougoslavie, Bulgarie...), où le déficit de production entraîne une légère chute de la fréquence.

En France et dans l'ensemble de la zone ouest, les réserves de puissance dites « d'ajustement » ont été instantanément mobilisées pour tenter de restaurer l'équilibre production-consommation et d'enrayer la chute de fréquence du courant. Face à un déficit de cette

ampleur, ces réserves se sont avérées insuffisantes et la fréquence du réseau a chuté à 49 Hertz. Pour éviter l'effondrement complet du réseau (le *black out*), il ne restait plus qu'à réduire autoritairement la consommation. C'est l'objet des dispositifs automatiques de délestage équipant les lignes de distribution.

En France, le dispositif préétabli de défense du réseau contre les chutes de fréquence consiste à équiper les départs des lignes de distribution d'électricité de dispositifs fréquentométriques qui coupent automatiquement la ligne dès que la fréquence de consigne est atteinte. Les lignes de distribution sont classées en 4 catégories, selon le degré de protection contre les délestages que l'on souhaite accorder à l'abonné le plus sensible raccordé à la ligne. La catégorie la moins sensible est délestée dès que la fréquence atteint 49 Hz, la seconde à 48,5 Hz, la troisième à 48 Hz et la quatrième à 47,5 Hz. Chaque catégorie représente environ 20 % de la consommation du centre de distribution.

Le 4 novembre, la chute de la fréquence a frôlé les 49 Hz et seuls les automates des lignes de la première catégorie, celles qui n'alimentent aucun usager dit « prioritaire » (hôpitaux, cliniques, établissements dont la cessation brutale d'activité comporterait des dangers graves pour les personnes...), ont déclenché, privant d'électricité 5 millions de foyers.

La mobilisation des moyens de production maintenus en réserve, essentiellement les barrages hydroélectriques, qui peuvent être mis en action en moins de 15 minutes, a permis de rétablir la situation et de relester progressivement les lignes de distribution.

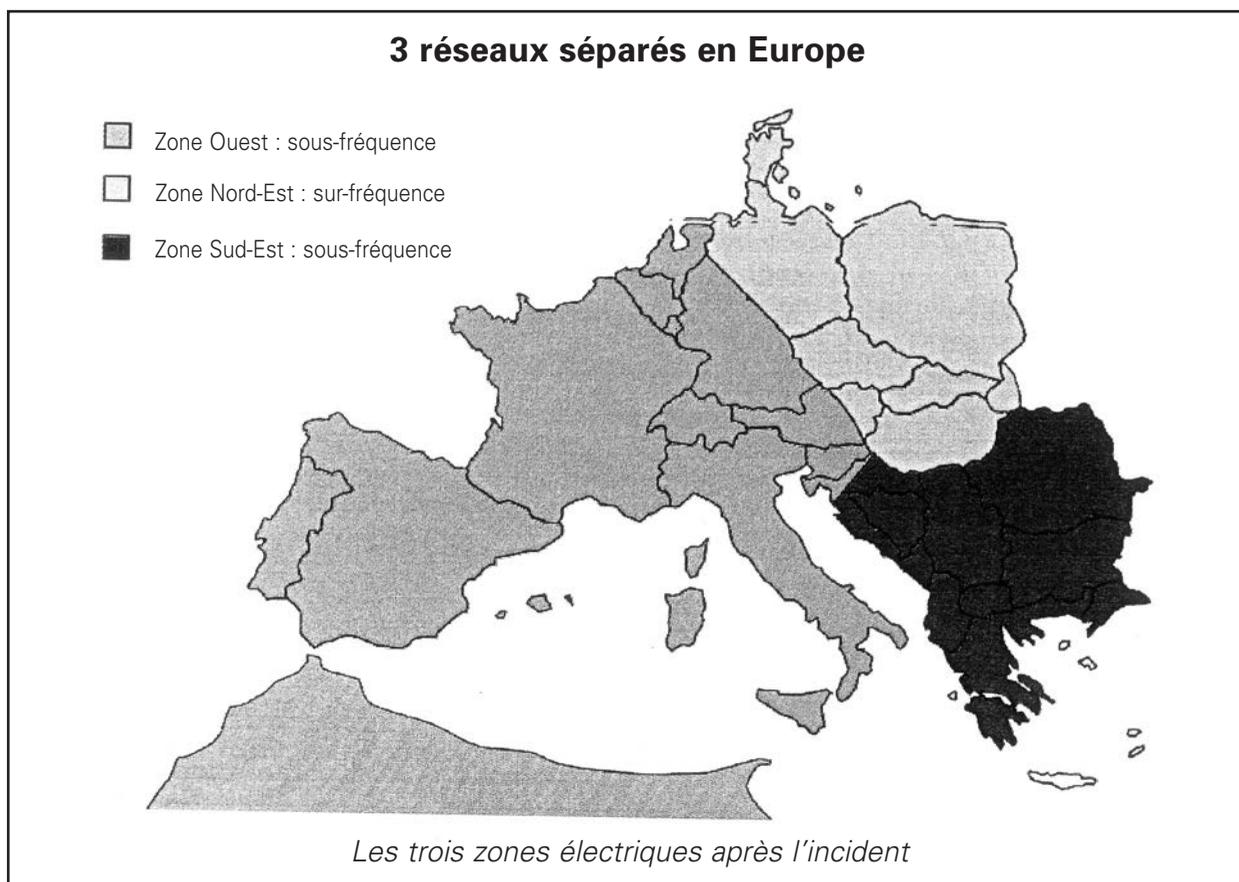
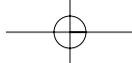
Finalement, à 22 h 40, soit une demi-heure après l'incident, les opérateurs parvenaient à reconnecter les trois zones du réseau européen. A 23 h 10, les usagers français étaient tous relestés, à de rares exceptions près.

## LE RÉSEAU INTERCONNECTÉ EUROPÉEN ET SES AVANTAGES

Au cours de la seconde moitié du vingtième siècle, les réseaux nationaux de transport d'électricité se sont progressivement interconnectés. Aujourd'hui, le réseau de transport européen relie 23 pays, la plupart des pays de l'Union européenne (mais pas le Royaume-Uni, ni l'Irlande, reliés au réseau par un câble à courant continu ne permettant pas l'interconnexion en fréquence), ainsi que la Suisse, l'Ukraine et divers États de l'ex-Yougoslavie. 450 millions de personnes, consommant annuellement 2 500 TWh sont alimentées en électricité à partir du réseau de transport interconnecté.

Ce réseau est géré non par une autorité unique, mais par la communauté des gestionnaires de transport d'électricité (GRT), chacun étant responsable d'une

(1) Un rapport de l'Union pour la coordination du transport de l'électricité (UCTE), intitulé *System disturbance on 4 november 2006*, peut être consulté sur le site web de cette organisation.



sable équilibre entre l'offre et la demande en électricité, avec plus d'efficacité et à un coût collectif moindre. Elle procure également un courant électrique de meilleure qualité, en réduisant les fluctuations de fréquence.

## LA GOUVERNANCE DU RÉSEAU INTERCONNECTÉ

On pourrait légitimement s'attendre à ce que les Etats, garants de l'intérêt général, encadrent étroitement le comportement des GRT pour obtenir l'assurance du bon fonctionnement d'un réseau vital pour l'économie de 23 pays.

Force est de constater qu'il n'en est rien.

L'Union européenne, si soucieuse par ailleurs du bon fonctionnement du marché intérieur de l'électricité, semble se désintéresser de la sûreté du réseau interconnecté de transport d'électricité – sujet, il est vrai, technique, aride et peu médiatique. Ainsi, dans sa directive 2005/89/CE concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en électricité et les investissements dans les infrastructures, elle « externalise » purement et simplement ce sujet, en imposant aux Etats membres de veiller à ce que les gestionnaires des réseaux de transport établissent les règles et obligations minimales d'exploitation en matière de sécurité du réseau. Elle admet ainsi que les règles gouvernant la sûreté du réseau interconnecté puissent ne pas être harmonisées.

Les gestionnaires de réseau de transport s'étaient regroupés, dès 1951, au sein d'une association – devenue aujourd'hui « l'Union pour la coordination du transport de l'électricité (UCTE) », association internationale sans but lucratif, de droit belge. Cette instance s'est fixée pour objet principal de donner au réseau interconnecté un niveau élevé de fiabilité et de stabilité. A cet effet, elle a développé un « manuel de gestion » (*Operational Handbook*) regroupant un ensemble de principes et de spécifications techniques concourant à la sûreté du réseau. Ce manuel définit notamment le dispositif de défense que les gestionnaires des réseaux doivent adopter pour éviter l'effondrement du réseau en cas d'incident. A ce titre, il fixe le niveau des différentes réserves dont chaque GRT doit se doter en permanence pour remédier à un écart entre l'offre et la demande. Par ailleurs, il recommande (sans l'imposer) la mise en place d'un plan de délestage, à mettre en œuvre en cas d'incident, pour éviter l'effondrement du réseau.

L'observateur est conduit à constater le fort déficit de démocratie technique qui s'attache à ce dispositif situé hors de la sphère normative européenne. Ainsi, les gestionnaires des réseaux fixent entre eux, sans en référer à quiconque et, en particulier, ni aux Etats ni aux autres partenaires du système électrique (producteurs, distributeurs, clients...), les règles de sûreté du réseau interconnecté. Nul ne saurait nier les compétences techniques des membres de l'UCTE, mais à l'évidence, les règles de sûreté du réseau interconnecté sont des dispositions d'intérêt général, qui relèvent de la puissance

publique, dans les autres secteurs de l'économie. Ce sont en outre les usagers du système électrique qui en subissent les conséquences, en termes de coût et de niveau de risque de coupure. Il serait dès lors légitime qu'ils soient associés aux arbitrages conduisant à la définition des règles de sûreté du réseau. Enfin, certaines dispositions du « manuel de gestion » s'imposent à des tiers non membres de l'UCTE, sur lesquels celle-ci n'a aucune autorité. C'est, en particulier, la situation qui prévaut en matière de délestages (dont la responsabilité incombe aux distributeurs, sociétés indépendantes des GRT).

Naturellement, les règles de l'UCTE ne sont pas juridiquement contraignantes. Certes, les gestionnaires des réseaux membres de l'association UCTE ont pris l'engagement moral de les appliquer. Mais les statuts de l'Association ne prévoient aucun contrôle, à l'exception de *peer reviews* (évaluations par des homologues), dont les premières viennent seulement d'être organisées. Les sanctions, en cas de non-respect des obligations, sont de pure forme : inscription des fautifs sur une « liste noire » – qui n'a, bien évidemment, jamais vu le jour... Or, l'application des règles de l'UCTE génère des contraintes et des coûts pour les GRT. La tentation de privilégier les résultats financiers au détriment du niveau de sûreté n'est pas à exclure, dans une économie où les opérateurs sont en situation de concurrence, les actionnaires exigeants et les contrôles et les sanctions inexistantes.

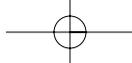
Comme il est d'usage, dans ce type d'association internationale assimilable à une société savante, dans laquelle il convient de ne mécontenter personne et où les décisions sont prises par consensus, les règles techniques sont à la fois peu précises et peu exigeantes. Elles sont souvent le reflet de la situation la moins contraignante prévalant dans les pays concernés.

En France, la situation juridique de la sûreté du réseau de transport est tout aussi singulière.

Certes, la loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile dispose bien que les exploitants du service destiné au public de l'électricité doivent prévoir les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise. Mais le décret devant définir ces « besoins prioritaires » n'a jamais été adopté...

Dès lors, très curieusement, en droit français, les règles de sûreté du réseau de transport d'électricité sont (ou plutôt seront, prochainement) de nature contractuelle. En effet, le futur cahier des charges de la concession du réseau public de transport d'électricité devrait prévoir, si l'on en juge par le cahier des charges type approuvé récemment (2), que *le concessionnaire fixe les règles de sûreté pour l'exploitation du réseau* et que ces règles sont conformes aux règles approuvées par l'Union européenne. Mais le pouvoir réglementaire, conscient de l'inexisten-

(2) Décret n° 2006-1731 du 23 décembre 2006 approuvant le cahier des charges type de concession du réseau public de transport d'électricité (JO du 30 décembre 2006).



ce de celles-ci, précise aussitôt que ces règles doivent être conformes aux règles d'exploitation publiées par l'UCTE. Ainsi, par ce dispositif, à l'exemple de l'Union européenne, l'Etat français s'en remet entièrement au concessionnaire du réseau de transport en matière de sûreté et il rend d'application obligatoire des règles techniques de l'UCTE sur lesquelles il n'a pourtant aucune prise.

Bref, le pilotage du réseau interconnecté européen de transport d'électricité, si important pour l'économie de 23 pays, est placé sous l'autorité de la communauté des GRT rassemblée au sein d'une société savante de droit belge ne disposant d'aucun pouvoir ni d'aucune autorité !...

inquiété de cette situation qui fragilise indéniablement la sûreté du réseau. Il a appelé de ses vœux, jusqu'ici sans succès, une initiative de l'Union européenne pour remédier à cette situation.

### SOMMES-NOUS TOUS ÉGAUX DEVANT LES DÉLESTAGES ?

Les européens bénéficient tous du réseau interconnecté. Mais sont-ils égaux devant le risque de coupure temporaire entraîné par une défaillance de ce réseau ? L'analyse de l'incident du 4 novembre montre que non.



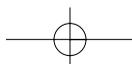
© EDF Médiathèque / Philippe Brault

Un vaste réseau de transport interconnecté permet de lisser les pointes de consommation et de réduire globalement les investissements.

L'incident du 4 novembre a mis en lumière les conséquences (qui apparaissent inévitables) de l'absence d'une gouvernance s'exerçant sur l'ensemble du réseau interconnecté et de l'insuffisance des règles techniques s'imposant aux opérateurs. Les enquêtes conduites après l'incident ont, en effet, montré plusieurs dysfonctionnements majeurs : non-respect des règles de l'UCTE, absence de coordination entre les gestionnaires de réseaux entre eux et entre gestionnaires de réseaux et distributeurs, application de règles différentes sur une même ligne...

Le groupe des régulateurs européens dans le domaine de l'électricité et du gaz qui rassemble les Commissions de régulation de l'énergie (CRE) de l'Europe s'est

En premier lieu, l'UCTE n'a pas jugé utile, ou possible, d'harmoniser les dispositifs de délestage automatiques à mettre en place dans les pays où interviennent ses membres. Dès lors, ces dispositifs diffèrent très sensiblement d'un pays à l'autre par le nombre d'échelons, les seuils de déclenchement, la puissance délestée... et conduisent à ce que le principe d'égalité des abonnés reliés au réseau devant l'aléa n'est pas respecté. Ainsi, le 4 novembre, la puissance délestée par rapport à la puissance consommée avant l'incident a varié de 3 % en Hollande à 19 % au Portugal. L'effort consenti par les consommateurs français – 12 % – se situe dans la moyenne européenne. Quant à la Suisse, sa contribution à l'effort commun de rétablissement du réseau se



limite à délester les stations de pompage de relevage des eaux de ses barrages (STEP), exonérant les usagers (ménages et professionnels) de toute coupure.

Un second facteur d'inégalité tient à la structure des parcs de production. Alors que les moyens lourds de production des centrales thermiques classiques ou nucléaires disposent de caractéristiques qui leur permettent de continuer à alimenter le réseau en cas de variation de fréquence, les moyens de production décentralisés, principalement les éoliennes et les petites centrales à cogénération, se déconnectent automatiquement à 49,5 Hz, amplifiant ainsi le déséquilibre entre production et consommation et accentuant la chute de la fréquence. Les pays à fort parc éolien font ainsi supporter aux autres, en termes de coût de réserve et d'ampleur des délestages en cas d'incident, les conséquences des faiblesses techniques des machines de leur parc de production.

Un troisième facteur d'inégalité tient aux volumes des réserves de production réellement mobilisables par chacun des pays reliés au réseau interconnecté en cas d'incident. Malgré les règles fixées par l'UCTE en ce domaine, l'incident du 4 novembre montre que la mobilisation des réserves rapides appelées par les différents gestionnaires des réseaux des pays de la zone ouest, pour rétablir l'équilibre offre-demande, a varié considérablement. En pourcentage de la production avant l'incident, les réserves tertiaires mobilisées par la Suisse, la Hollande et la Belgique se limitent à 2 ou 3 %, alors qu'elles atteignent 25 % en Autriche et 18 % au Portugal. La France, avec 9 % se situe à un niveau médian. Eu égard au coût, significatif, du maintien en permanence de réserves rapides, une répartition inégalitaire des contraintes entraîne une charge financière induite pour les consommateurs des pays les plus prévoyants.

En France, le dispositif de délestage en vigueur comporte également diverses caractéristiques inégalitaires. La première, inévitable en l'état actuel de la technique et dans l'attente du développement de compteurs disjoncteurs « intelligents » permettant d'individualiser le délestage, tient à la chance d'être raccordé (ou non) à une ligne alimentant par ailleurs un abonné protégé des coupures par son statut de « prioritaire » (hôpital,

par exemple). La seconde résulte d'une lacune de la réglementation, qui n'impose pas à tous les distributeurs de contribuer à la sauvegarde du réseau en cas d'incident. L'économie de la réglementation en vigueur consiste, en effet, à exiger le maintien de l'alimentation des usagers classés prioritaires par le préfet lorsqu'un distributeur est conduit à délester. Profitant de cette lacune, certains distributeurs (il en existe aujourd'hui 170, en France) ont fait l'économie de l'installation d'un dispositif de délestage, offrant, en outre, à leurs clients l'avantage indu d'une protection en cas d'incident.

## CONCLUSION

En conclusion, le dispositif préétabli de défense du réseau interconnecté européen a fonctionné très correctement le 4 novembre 2006, évitant l'effondrement du réseau en contrepartie de délestages de courte durée, finalement bien supportés par les ménages concernés. Ce résultat positif est à mettre au crédit de la compétence technique et de la conscience professionnelle de la grande majorité des gestionnaires de réseaux de transport.

Il a en effet été obtenu en dépit du désintérêt des autorités publiques (en premier lieu, de l'Union européenne) pour les questions de sûreté du réseau interconnecté, dont elle a confié la gestion à une association sans pouvoir ni moyens d'action.

En l'absence d'un encadrement rigoureux des différents gestionnaires des réseaux de transport ou de la désignation d'une autorité responsable de la sûreté de l'ensemble du réseau, les risques de dérive existent. Certains pourraient être plus soucieux de présenter un compte de résultats avantageux que de contribuer efficacement à la sécurité collective du réseau.

Il importe d'éviter que, par un singulier retournement de l'Histoire, la libéralisation du marché européen de l'électricité se traduise, pour le consommateur, par un retour à des situations de crise que nos parents avaient connues au plus fort de la nationalisation du système électrique.

# Vattenfall – une entreprise énergétique de taille européenne

L'ÉLECTRICITÉ À  
L'ÉCHELLE DE L'EUROPE

Jusque vers le milieu des années 1990, Vattenfall occupait en Suède une place prépondérante. La libéralisation des marchés a fait baisser la part de marché suédoise, mais elle a offert à Vattenfall l'opportunité d'investir dans les autres pays européens. Capitalisant sur son expérience suédoise, l'entreprise a ainsi investi dans les pays voisins, Finlande, Pologne, et surtout Allemagne. Un opérateur européen est né.

par **Gunnar LUNDBERG**, Vice-président pour les questions de régulation, Vattenfall AB  
Traduit de l'anglais par **Marcel CHARBONNIER**, Annales des Mines

**D'**agence commerciale d'Etat, Vattenfall s'est transformée en 1992 en société à responsabilité limitée, détenue par l'Etat suédois à hauteur de 100 % de son capital. Grâce à cette transformation, Vattenfall fonctionne depuis lors conformément à la même législation que toutes les entreprises suédoises cotées à la Bourse de Stockholm. Toutefois, son conseil d'administration est nommé par l'actionnaire unique [l'Etat suédois] lors de chaque assemblée générale annuelle. C'est ce conseil d'administration qui en nomme le président et le président directeur général. Toujours en cette même année 1992, la libéralisation du marché suédois de l'électricité était en préparation : le réseau électrique haute tension [de 200 à 400 kilovolts] a été scindé de la société Vattenfall et confié à une nouvelle agence étatique, Svenska Kraftnät [SvK], jouant le rôle d'opérateur de transport d'énergie. Par cette externalisation totale de l'opérateur de transport d'énergie, le gouvernement suédois entendait introduire une indépendance capitalistique du transport d'énergie, même si l'Etat suédois reste le détenteur tant de Vattenfall que de l'opérateur du réseau Kraftnät. Depuis longtemps, Vattenfall détenait environ la moitié du marché de la génération d'électricité en Suède. Les économistes (mais pas seulement, le gouvernement, également) considéraient que cette part du marché était

trop importante, dès lors que le marché de l'électricité devait être libéralisé en 1996. Le gouvernement suédois a donc soutenu activement la création d'un marché nordique d'électricité en gros. Ainsi, la part de marché détenue par Vattenfall chuta, passant de 50 % du seul marché suédois à seulement 20 % de ce nouveau marché nordique.

Le marché suédois de l'électricité a été ouvert en une seule fois pour tous les types de clientèle. Vattenfall détient environ 20 % du marché de détail. [Cette part relativement modique] est due à la présence d'un nombre important de compagnies de distribution d'électricité en Suède (il y en a deux cents).

## INTERNATIONALISATION

En 1995, Vattenfall intervenait exclusivement sur le marché suédois, à l'exception d'interventions d'expertise à l'étranger, principalement dans des pays en voie de développement.

Si l'on se souvient des raisons qui avaient présidé à la création du marché nordique de l'électricité, il est évident que la croissance de Vattenfall uniquement en Suède allait être difficile, voire impossible. La période

allant de 1992 à 1995 fut marquée par des réductions de coûts et des projets de restructuration, en vue d'un renforcement des ambitions en matière de conquête de nouveaux marchés. Convaincue d'avoir acquis une expérience suffisante quant à la génération et à la distribution efficaces de l'électricité, Vattenfall prit la décision stratégique de se développer au-delà du territoire suédois. Il fut alors décidé que cette croissance à l'étranger commencerait par des marchés géographiquement proches du marché national.

#### LA FINLANDE

Le premier de ces marchés voisins fut le marché finlandais. Durant la seconde moitié des années 1990, six

est une unique entreprise de vente au détail. Vattenfall disposant en Finlande de capacités de génération limitées, son activité de vente d'électricité aux abonnés (au détail) est dépendante des fluctuations du marché finlandais d'électricité en gros.

#### LA POLOGNE

Au milieu des années 1990, Vattenfall et la Compagnie Polonaise du Réseau Electrique (PSE) ont créé un interconnecteur en courant continu entre la Suède et la Pologne, basé à l'origine sur un contrat d'exportation de Vattenfall vers la compagnie polonaise. Ainsi, la Pologne devint tout naturellement la prochaine étape pour l'expansion internationale de Vattenfall. La com-



© Paul Langrock / ZENIT-LAIF-REA

A la fin des années 90, l'Allemagne est devenue une aire de développement pour Vattenfall (centrale électrique et chaufferie de Vattenfall Europe, à Wilmersdorf).

entreprises de distribution furent acquises en Finlande. En excipant de la réussite de découplage entre la distribution et la vente de détail réalisé par Vattenfall Suède, il a été décidé de procéder au même découplage en Finlande également, quand bien même la législation finlandaise de l'électricité ne l'imposait pas à l'époque. Les compagnies d'électricité ont été restructurées, les coûts ont commencé à être réduits et les compagnies ont progressivement fusionné. Aujourd'hui, la résultante des six anciennes compagnies électriques finlandaises

pagne de chauffage urbain (12 térawatt/heure) et de production d'électricité (3 TWh) de Varsovie fut acquise, suivie par la plus importante compagnie de distribution d'électricité en Pologne, GZE, dans la région de la Silésie (avec 1 100 000 clients). Au moment du rachat, les deux compagnies avaient environ 4 500 employés chacune, et plusieurs activités hors cœur de métier. Aujourd'hui, toutes ces activités non spécifiques ont été désinvesties, et les deux compagnies ont un effectif d'environ 1 500 employés chacune.

Les expériences finlandaise et polonaise diffèrent entre elles de manière substantielle et, ce, pour deux raisons. La Finlande, en tant que pays membre du Marché nordique, est un marché fluide fonctionnant bien, sur lequel un détaillant peut intervenir sans posséder ses propres capacités de production. Les bénéfices obtenus grâce à la réduction des coûts peuvent être partagés entre les clients et la compagnie. La Pologne, par contre, est toujours un pays où le marché est administré et où non seulement la distribution, mais aussi les tarifs de l'électricité sont réglementés. Ce modèle administré entraîne des coûts supplémentaires qui ont pour Vattenfall la conséquence de l'empêcher de réaliser des bénéfices sensibles même en contre-partie de réductions de coûts massives. Toutefois, les choses sont appelées à changer également en Pologne, grâce à la mise en application de la législation européenne dans ce pays (membre de l'Union européenne depuis peu). Vattenfall devrait dès lors détenir une position enviable sur le marché polonais.

---

## L'ALLEMAGNE

Avec le début de la libéralisation du marché de l'électricité en Allemagne, à la fin des années 1990, ce pays est devenu une étape ultérieure intéressante pour Vattenfall. La ville d'Hambourg désirant vendre 25 % de sa compagnie électrique HEW, en 2000, Vattenfall remporta l'appel d'offres. Une coopération commença ainsi entre Vattenfall et HEW, sur tous les segments de la chaîne de valeur : génération, trading, vente au détail, chauffage urbain et distribution d'électricité. Conséquence de plusieurs fusions, en Allemagne, aboutissant aux compagnies actuelles Eon et RWE, les importantes compagnies allemandes Eon, RWE et EnBW devaient désinvestir leurs parts de capital dans VEAG, l'ancienne compagnie de génération et de transport d'électricité de l'ex-République Démocratique Allemande. Eon devait également désinvestir ses parts de capital dans les firmes HEW et Bewag (Berlin). Vattenfall s'est servi de HEW pour participer au processus d'acquisitions, ce qui lui a permis de prendre le contrôle de VEAG en 2001, et de détenir une partie du capital de Bewag (l'autre actionnaire de Bewag étant la compagnie américaine Mirant). En fin d'année 2001, Vattenfall a racheté les parts de Mirant dans le capital de Bewag. Parallèlement, la ville d'Hambourg vendait à Vattenfall les 25 % du capital de HEW qu'elle détenait encore. L'un dans l'autre, ce processus complexe mais couronné de succès n'aurait pas été possible, n'eussent été les fusions (que nous avons mentionnées) ayant abouti à la création d'Eon et de RWE. Immédiatement après cette acquisition, un projet d'intégration, baptisé « Neue Kraft », fut mis sur pied. Les compagnies acquises, HEW, Bewag et VEAG avaient, toutes, des

activités de génération, de fourniture de chaleur (chauffage urbain) et de transport d'électricité (Bewag et HEW ayant de surcroît des activités de distribution et de vente au détail).

Le projet se concrétisa sous la forme d'un Plan Directeur, montrant de quelle manière organiser l'entreprise en différentes unités reflétant les éléments de la chaîne de valeur : génération, vente en gros (trading), vente au détail, transport, distribution et chauffage urbain. Les raisons sociales des anciennes compagnies seront vraisemblablement remplacées par celle de Vattenfall Europe AG, avec le label Vattenfall. Ce fut là une réorganisation titanesque, très complexe à finaliser.

Aujourd'hui, cinq ans après le début du processus, Vattenfall Europe AG est bien établie dans sa position de troisième plus importante compagnie électrique sur le marché allemand. Vattenfall a pris des initiatives afin d'améliorer la transparence sur les marchés allemand et européen. Vattenfall perçoit la nécessité d'une nouvelle structure de transport d'électricité au niveau régional, afin de soutenir l'intégration des différents marchés. Au lieu de procéder à un découplage des parts de capital sur une base nationale, Vattenfall souhaiterait voir se créer des Opérateurs Système Régionaux.

---

## DES DIFFÉRENCES CULTURELLES

Trop souvent, des fusions et des acquisitions échouent, en raison de difficultés à tenir compte de différences culturelles et/ou en raison d'une insuffisante prise en compte de leur réalité. Entre la Suède et la Finlande, il y a quelques différences de culture nationale, mais depuis longtemps, la coopération entre entreprises de ces deux pays fonctionne bien. Vattenfall n'a pas rencontré de difficultés majeures pour intégrer les compagnies finlandaises. Avec la Pologne, les différences culturelles étaient plus grandes. Principalement en raison du fait que la plupart des employés, ainsi que des dirigeants, restaient marqués par leur travail dans des structures étatisées. Il fut nécessaire d'engager de nouveaux managers et de jeunes employés. En général, ceux-ci ont fait preuve d'un désir d'acquiescer de nouvelles manières de travailler, et ils ont eu une attitude positive vis-à-vis de l'idée de travailler dans une compagnie étrangère. Même si la Suède et l'Allemagne sont voisines, géographiquement, ces pays diffèrent sensiblement du point de vue culturel. Ces différences peuvent naturellement causer des difficultés dans un processus d'intégration, faute d'être reconnues et comprises. Mais, grâce à des objectifs communs clairement identifiés et de larges programmes de management à l'échelle du groupe, on peut dire qu'aujourd'hui tout le monde est convaincu de travailler pour la « même société Vattenfall ».

# Qu'est-ce que la macropsychanalyse ?

L'économie classique a permis d'expliquer un certain nombre de phénomènes, mais elle a aussi montré ses limites en ne tenant pas compte des sentiments d'un individu réduit à une fonction d'utilité. Il est tentant d'appliquer à la psychanalyse le même processus d'agrégation à l'œuvre dans la macroéconomie, et de passer de l'individuel au collectif dans l'étude des mouvements de l'âme. Freud fut aussi un précurseur de cette voie dans plusieurs ouvrages de réflexion anthropologique ou religieuse, mais l'étude psychanalytique des grands ensembles humains, de l'entreprise à la société entière, est restée peu développée. Le recours aux concepts psychanalytiques pour décrire les émotions et névroses collectives est pourtant très stimulant.

par Vivien LEVY-GARBOUA et Gérard MAAREK (1)

La *macropsychanalyse* (MPA dans la suite de cet article) est à la psychanalyse ce que la macroéconomie est à l'économie, au sens où elle aussi procède par agrégation. Et comme la macroéconomie, elle ambitionne d'éclairer le comportement d'entités comportant un nombre élevé d'acteurs, en raisonnant sur une réalité et des faits « stylisés ».

Le passage du « micro » au « macro » ne devrait pas davantage scandaliser en psychanalyse qu'en économie (2), ce d'autant moins que Freud, fondateur de la discipline, s'est dès l'origine essayé à une telle transposition. Il lui a donné ses lettres de noblesse dans plusieurs textes majeurs, comme *L'avenir d'une illusion* (1927), *Malaise dans la civilisation* (1930) ou encore *L'homme Moïse et la religion monothéiste* (1939), qui fut son dernier livre. Cette préoccupation est déjà présente dans *Totem et Tabou* (1912), à mi-parcours de son aventure intellectuelle, puis dans ses *Considérations sur la guerre et la mort* (1915) et, plus nettement encore, dans *Psychologie des foules et analyse du moi* (1921).

On pourrait presque soutenir que ses travaux de psychologie sociale ont mieux résisté à l'épreuve du temps,

tant la psychanalyse comme thérapeutique est aujourd'hui décriée, et souvent remplacée par d'autres méthodes de soin qui mêlent la chimie des neuroleptiques et la psychologie comportementale. Dans le même temps, les médias, l'homme de la rue continuent d'user et d'abuser du vocabulaire psychanalytique pour décrire le monde social. Beaucoup de M. Jourdain font de la macropsychanalyse sans le savoir (3). La chose

(1) Vivien Levy-Garboua, X-Mines, PhD en économie de Harvard, est un théoricien et un praticien de la monnaie et de la banque, Gérard Maarek, X-Ensaie, a été Secrétaire général de l'Insee et responsable des études économiques d'une grande banque. Ils ont publié *Macropsychanalyse, l'économie de l'inconscient*, Paris, PUF, 2007.

(2) Les conditions d'une agrégation parfaite des comportements ont été explorées par quelques théoriciens dans les années 1950 (Nataf et Malinvaud, en France). Elles sont très restrictives. Les praticiens passent outre, avec une belle unanimité.

(3) Dans son édition du 25 avril 2002, l'hebdomadaire *Courrier International* titrait à la une : « Malaise dans la civilisation ». Cette expression revient très régulièrement sous la plume d'éditorialistes du journal *Le Monde*. Consulter, pour s'en convaincre les archives du journal.

existe donc indépendamment du mot que nous avons choisi pour la désigner.

## LA MPA COMME HERMÉNEUTIQUE

Si la psychanalyse freudienne a eu une importante postérité, se ramifiant en de nombreuses écoles et chapelles concurrentes, la MPA n'a guère suscité de réelles vocations. Les ouvrages de Freud que nous venons de citer n'ont pas ouvert de nouveaux paradigmes. Ils restent à l'état d'icônes, souvent cités, quelquefois critiqués sur le plan historique ou anthropologique : Moïse n'aurait pas été tué par les Hébreux. Et d'ailleurs, a-t-il réellement existé ? Les institutions du totem et du tabou ne recouperaient pas la réalité décrite par les anthropologues, etc. Mais l'intention importe plus que le résultat. Et, en ce domaine, Freud a placé la barre très haut : sa synthèse embrasse l'aventure humaine dans sa globalité : l'origine et le devenir des institutions, la dialectique du bien et du mal.

Plusieurs auteurs ont utilisé l'appareil conceptuel freudien pour analyser le fonctionnement de groupes, mais dont la taille ne dépassait pas quelques dizaines de personnes (4) : il est tout à leur honneur d'avoir ainsi préservé une possibilité de vérification expérimentale.

Notre propos se veut un peu plus *général*, au sens où nous nous intéresserons aux groupes humains « structurés », c'est-à-dire dotés d'une pérennité suffisante et ayant une finalité et une organisation identifiables. Ces groupes existent, par-delà les personnes qui les composent à un moment donné. Répondent à cette définition des entités de taille très variable : les entreprises, les PME comme les firmes multinationales, les associations de pêcheurs à la ligne comme les grands syndicats ouvriers. Nous faisons l'hypothèse que tous ces groupes finissent par être pourvus d'une personnalité, d'une identité, bref d'un « psychisme collectif » qui façonne leur comportement. *A priori*, la taille des groupes sociaux entrant dans ce champ n'est pas bornée. Rien n'interdit de « penser » en ces termes des formations sociales s'étendant à l'espace national, c'est-à-dire à la « société » tout entière.

Notre propos est en même temps plus *réducteur* que celui de sociologues ou de psychiatres attachés à l'observation de petits groupes (groupes thérapeutiques, par exemple), en ce sens que l'on raisonne sur les états psychiques du groupe, en négligeant le rôle spécifique de tel ou tel individu. Ces états sont en petit nombre, de même que les dynamiques transformant ces états les uns dans les autres. On cherchera toujours à se ramener à des « figures » connues : celles déjà repérées par Freud, dans sa taxinomie des maladies mentales ou dans ses écrits de psychologie sociale, mais aussi quelques autres, mises en évidence par ses successeurs. Pour frustrer qu'elle soit, cette méthode peut aider à comprendre certains phénomènes, que des disciplines plus achevées ne parviennent généralement pas à cerner.

La MPA aspire davantage au statut d'*herméneutique* qu'à celui de science établie. Elle ne revendique pas le monopole du pouvoir explicatif. D'autres approches peuvent tout autant prétendre rendre compte d'une situation donnée. Le seul critère en la matière est un « principe d'économicité » : des situations très diverses doivent devenir intelligibles, moyennant la combinaison d'un nombre le plus faible possible de concepts, de lois ou de principes. Il est bien sûr éminemment souhaitable que ces lois ou ces principes aient été validés scientifiquement. Dans le cas de la MPA, certains restent encore à l'état de conjectures, comme l'existence d'un inconscient de groupe. Mais si cette notion permet de décrire une grande variété de phénomènes sociaux, alors elle reçoit une validation indirecte.

D'une crise financière grave – l'éclatement de la « bulle Internet » en 2000 (5) –, les marxistes livreront peut-être une explication fondée sur la lutte des classes ou la baisse tendancielle du taux de profit, un économiste libéral y verra la formation d'une bulle « rationnelle », au cours de laquelle les intervenants anticipent, dans une logique spéculaire, la poursuite de la hausse des cours et l'alimentent par leur comportement collectif, tout en sachant qu'elle ne peut continuer indéfiniment. La MPA, quant à elle, cherche à expliquer la succession des états mentaux qui habitent les opérateurs : l'euphorie, l'angoisse, puis un sentiment de culpabilité (ce que passent sous silence les autres systèmes d'interprétation).

## LA RATIONALITÉ EN QUESTION

L'économie politique est fille de la raison. Elle pose l'hypothèse de la cohérence des choix et des actes des individus agissant dans la sphère marchande. L'*homo economicus* optimise son utilité sous les contraintes de la rareté. Ses préférences sont une donnée, dont on exige principalement qu'elles respectent un axiome de transitivité (6). Rassemblés en une communauté, de tels individus produisent, échangent et consomment. Leurs décisions sont rendues compatibles par l'émergence d'un système de prix. Le *modèle d'équilibre général*, mûri par des générations d'économistes, de Walras à Debreu, est la forme la plus accomplie de ce paradigme. Aujourd'hui, les neurosciences donnent du fonctionnement du cerveau humain une description très éloi-

(4) Citons par exemple Wilfred R. Bion : *Recherche sur les petits groupes*, Paris, PUF, Bibliothèque de psychanalyse, 2002. Et, en France, les travaux de Didier Anzieu et René Kaes, fondateurs de l'école groupale française.

(5) Sur ce thème, se reporter au site [www.macropsychanalyse.com](http://www.macropsychanalyse.com), forum de discussion ouvert autour de notre livre.

(6) La relation de préférence doit en outre être une relation complète (toute paire quelconque de paniers peut être comparée, réflexive (tout panier est au moins aussi désirable que lui-même)). Il y a non saturabilité, ce qui signifie que chaque unité consommée en plus augmente l'utilité du consommateur.

gnée de celle que suppose cette psychologie rudimentaire. Il ne s'agit plus d'un « système » fruit de l'introspection de penseurs en chambre, mais du résultat d'observations *in situ*, grâce aux techniques d'imagerie médicale. Deux points semblent désormais bien établis :

- le cerveau dispose de capacités de calcul et de mémoire relativement limitées. D'où, l'opposition entre la *rationalité substantive*, celle qui permettrait une exploration exhaustive des possibles et des choix résultant d'une optimisation en bonne et due forme, et la *rationalité procédurale* qui, elle, reste compatible avec les capacités cognitives du sujet. Le recours à l'informatique repousse les limites de la rationalité substantive,

déplaisir, avantage ou préjudice. *L'émotion* est un état corporel : elle est mesurable en termes de pression sanguine, de sécrétions hormonales... Dans le psychisme, elle se traduit par un *sentiment*, un état psychologique (la curiosité, l'indifférence, la colère, la joie, l'amour, la haine, etc.). L'individu va faire en sorte que la cause de cette émotion cesse de produire ses effets. Il affrontera ou il fuira celui qui l'a mis en colère. Il célébrera l'heureux événement qui l'a rendu si joyeux. Il s'unira en pensée (ou sexuellement) avec l'objet de son amour. Cette propriété d'*homéostasie* est de portée générale.

Cette analyse vaut aussi pour des situations plus complexes de la vie personnelle ou professionnelle. Le sujet aura tendance à justifier *ex post* son action par un dis-



© Abbas / MAGNUM PHOTOS

La pulsion de vie, l'*Eros* de chaque membre d'un groupe prend pour objet les autres participants, voire le groupe tout entier (Assemblée de *Promise Keepers*, Washington, D.C., 1996).

mais ne peut se substituer à l'esprit humain pour formuler en amont le problème à résoudre (7) :

- la prise de décision emprunte deux circuits différents : celui de la raison et celui des émotions (8). Le second correspond à l'activation de réflexes implantés à l'occasion d'expériences antérieures, ayant suscité plaisir ou

cours rationnel, alors qu'en réalité il a plus souvent obéi à ses passions qu'à ses intérêts.

L'*homme cognitif* est cet individu doté d'un « cœur » et d'une « raison », double héritage phylogénétique. C'est lui que décrivent aujourd'hui les sciences du même nom.

(7) Herbert Simon a développé ces idées de façon convaincante. Cf. Herbert A. Simon « Rationality as Process and a Product of thought », *American Economic Review*, Mai 1978. Simon Herbert A., *Les sciences de l'artificiel*, Paris, Gallimard, coll. Folio Essais, 1996.

(8) Voir par exemple, Antonio R. Damasio, *Spinoza avait raison, joie et tristesse, le cerveau des émotions*, Paris, Odile Jacob, 2003 et *L'erreur de Descartes, la raison des émotions*, Paris, Odile Jacob, 2003.

Les économistes (9) admettent désormais qu'en dépit de sa puissance, le paradigme de l'agent optimisateur ne parvient pas à expliquer certains comportements humains, qu'il est alors tentant de qualifier d'irrationnels. Comment justifier, par exemple, le comportement consistant à différer une décision qui gagnerait à être prise immédiatement (*procrastination*), l'addiction à des substances dangereuses, des pratiques risquées comme les jeux de hasard, la spéculation ou l'endettement, l'obéissance aveugle à l'autorité, même lorsqu'elle heurte le sens moral, etc. Tous ces exemples renvoient à une problématique du *self control* qui n'aurait pas de raison d'être, si les hommes étaient parfaitement rationnels, conscients et conséquents dans leurs actes.

Pour pallier ces insuffisances, les économistes souscrivent à la nécessité de prendre en compte les émotions et coopèrent désormais avec les neurologues, pour enrichir leur compréhension de la prise de décision. La *neuroéconomie* (10), discipline toute nouvelle, essaie de progresser dans cette voie.

L'*homme freudien*, celui dépeint par le Maître de Vienne, n'est pas radicalement différent de l'*homme cognitif*, mais il s'est vu conférer quelques attributs supplémentaires. Certes, il agit lui aussi sous l'empire de ses « pulsions ». Son corps – le *ça* – a ses exigences. Le *moi* – sa raison – essaie tant bien que mal d'en garder le contrôle. Mais, pour Freud, le *moi* s'est dédoublé en un *surmoi*, sorte de voix intérieure, de censeur qui attache aux actions une valeur morale et dit le bien et le mal. Ce sixième sens est nécessaire à la perpétuation de l'espèce. Mais, loin d'être un fait biologique, il résulte d'un apprentissage sans cesse recommencé au sein de la famille et de la société.

Le *surmoi* manie le *refoulement*, c'est-à-dire qu'il interdit à certaines pensées ou souvenirs d'émerger dans la conscience. Ce qui n'est pas sans provoquer cette émotion particulière qu'est l'*angoisse*, laquelle s'exprime par un *sentiment de culpabilité*. Le *ça* et le *surmoi* sont enfouis dans l'*inconscient*. Sauf circonstances exceptionnelles, leur contenu ne peut être pensé sans aide extérieure (celle du thérapeute).

Freud a enrichi sa théorie, en datant l'apparition du *surmoi* dans l'histoire de l'humanité, comme il en a fixé le moment dans celle du petit d'homme. Nous avons appelé *principe de similitude* ce parallélisme des formes, au quel il fait souvent appel.

## LES QUATRE POUVOIRS

Revenons aux groupes structurés, objets d'étude de la MPA. Comme collectif d'*homo economicus*, un groupe

(9) Se référer aux travaux de George Ainslie, George A Akerlof et Jon Elster, ainsi qu'à l'article séminal de Hersh M. Shefrin et Richard Thaler « An economic theory of self control », *Journal of Political Economy*, 1981.

(10) Cf. Vernon L. Smith, « Experimental methods in (Neuro) Economics », in *Encyclopedia of Cognitive Science*.

structuré pourrait a priori être crédité d'une aptitude au calcul rationnel. Ses décisions devraient être en accord avec les buts poursuivis, et le fruit d'une certaine forme d'optimisation. Hélas, on sait, depuis Condorcet et Arrow, qu'il n'existe aucune procédure respectueuse à la fois des préférences des agents et de l'axiome de transitivité des choix. Les institutions humaines se contentent de solutions de rechange, pas totalement satisfaisantes : le marché en économie, la démocratie représentative en politique, les systèmes hiérarchiques dans les grandes organisations.

Une communauté d'hommes cognitifs a encore moins de chances de se comporter comme un être rationnel. Certes, on peut exhiber des exemples d'ingénierie sociale réussie : la construction d'un grand barrage ou d'un système d'assurance-maladie. Mais bien plus nombreux sont les échecs : près de nous, les trente-cinq heures (en France) ou la privatisation des chemins de fer (au Royaume-Uni). Il y a surtout lieu d'être inquiet lorsque naît chez quelques-uns la prétention de guider une société tout entière selon les principes de la raison : les plus grands crimes du XX<sup>e</sup> siècle ont été commis au nom de cette idée généreuse, mais meurtrière.

Regarder le groupe structuré comme la réunion d'hommes freudiens condamne à être encore plus modeste. Ces êtres régulent difficilement leurs pulsions – pulsion d'amour et pulsion de mort – et sont inconsciemment en butte aux interdits de leur *surmoi*. Une fois rassemblés, le meilleur (la civilisation), comme le pire (la barbarie), deviennent possibles.

La MPA est précisément une tentative pour décrire le comportement de groupes structurés composés d'hommes freudiens. Elle procède par agrégation et par analogie, en posant qu'un tel groupe est doté d'un psychisme collectif, à l'image de celui de chacun de ses membres et que ce psychisme est, lui aussi, structuré en instances remplissant des rôles équivalents à ceux du *ça*, du *moi* et du *surmoi*. Ces instances sont repérables en tant que fonctions assumées au sein du groupe, sans coïncider obligatoirement avec celles données par un organigramme.

Le « cœur » du groupe structuré est formé de l'instance qui accomplit les tâches (programmes/rôles) qui conditionnent sa survie dans son environnement. Nous appellerons cette instance le *Producteur*. En lui naissent les pulsions qui mettent en mouvement le groupe et lui donnent l'énergie nécessaire à son fonctionnement courant. L'essentiel des ressources disponibles est concentré entre les mains du *Producteur* : l'analogie avec le *ça* est évidente.

Une fonction indispensable à la survie du groupe consiste en la régulation d'ensemble de son activité. Cette instance corrige les écarts aléatoires provoqués par les chocs (bruits) extérieurs, modifie marginalement les programmes en conséquence ou demande aux autres instances de le faire. Elle invente, tant bien que mal, des réponses aux conflits apparus entre (ou avec) ces autres instances. Nous lui donnons le nom de *Prince*. Il y a là quelque ressemblance avec le *moi* de la psychanalyse.

Une troisième instance produit à l'intention des membres du groupe une représentation idéalisée de son rôle dans le système global auquel il appartient. Son action oriente le comportement du groupe en valorisant les programmes conformes et en dépréciant les programmes déviants. Nous nommerons cette instance le *Prêtre*. On aura reconnu le surmoi freudien.

Enfin le groupe doit accueillir ses nouveaux membres, leur enseigner les programmes de toute nature nécessaires à leur insertion. L'instance spécialisée dans cette tâche d'initiation et de transmission sera appelée le *Professeur*. Cette instance gère les savoirs techniques et sociaux (savoir-faire et savoir-être). Elle est à l'écoute du monde extérieur, elle cherche à en comprendre le fonctionnement et les évolutions. En vue de minimiser l'effort des membres du groupe, elle a aussi pour fonction d'enrichir leur capital de connaissances. La démarche scientifique fondée sur l'expérimentation s'est imposée comme la méthode la plus efficace. Freud a clairement, mais sans doute un peu tard pour l'intégrer dans son système, reconnu ce rôle à l'intellect, au *Logos*, c'est-à-dire à la raison humaine en ce qu'elle accepte d'être confrontée à la réalité (*Anankè*) (11).



© ROGER-VIOLLET

Le paradigme de l'agent optimisateur ne parvient pas à expliquer certains comportements humains, qu'il est alors tentant de qualifier d'irrationnels (Goya, *Le sommeil de la raison engendre des monstres*).

Ces états sont la conséquence de chocs externes venus perturber l'équilibre du groupe et auxquels il n'aura pas su répondre avec les mécanismes homéostatiques usuels. Le Producteur, l'instance de base, peut être traversée de deux types de pulsions (12) :

La pulsion de vie, l'Eros de chacun de ses membres prend pour objet les autres participants, voire le groupe tout entier. Les décisions sont orientées par ce sentiment dans le sens d'une meilleure coopération, d'une plus grande entente entre les participants. Les mots ne manquent pas pour qualifier ces « forces de liaison » : coopération, confiance, connivence, esprit d'équipe, loyauté, sincérité, etc. La pulsion de vie s'exacerbe spontanément, dès lors que le Producteur a le champ libre pour élargir l'échelle de ses activités, que son action se trouve de façon circonstancielle en accord avec les représentations portées par le Professeur (capacités techniques) et surtout le Prêtre (comportements socialement valorisés). Ce tableau clinique peut être qualifié de *syndrome maniaque*.

La pulsion de mort, ou encore pulsion de destruction, *Thanatos*, est à l'exact opposé : la compétition, l'antipathie, la répulsion, la haine l'emportent. Les forces de décomposition, de désintégration, de dissociation, de morcellement vont entraîner un fonctionnement défectueux du groupe,

## PATHOLOGIES DU PSYCHISME COLLECTIF

Notre propos se veut moins normatif que métaphorique. Le vocabulaire de la psychiatrie désigne des « figures » caractérisant le groupe à un moment donné.

(11) Cf. S. Freud, *L'avenir d'une illusion*, Paris, PUF, 1971 (1<sup>re</sup> édition 1927).

(12) La théorie des jeux (dilemme du prisonnier répété) donne de l'alternance de comportements coopératifs ou hostiles au sein d'un groupe une interprétation complémentaire et non contradictoire. Cf. R. Axelrod, *Comment réussir dans un monde d'égoïstes*, Paris, Odile Jacob, 1996.

voire sa disparition, à terme. La pulsion de mort prend le dessus lorsque le système est assailli par des menaces extérieures qui l'obligent à revoir son fonctionnement et que cette révision doit l'amener à transgresser lesdites représentations, à aller contre les exigences du Prêtre. L'apparition, à cette occasion, d'un *sentiment de culpabilité*, donc d'un penchant à l'autopunition, alimente la pulsion de mort. Le tableau peut alors être qualifié de *syndrome dépressif*.

Ces deux types de situations peuvent être qualifiés de *névroses collectives* (13).

La relation à autrui y est également perturbée. Un excès d'amour de soi, de *narcissisme*, pousse à la haine des autres. Inversement, à la haine de soi, au *masochisme*, répond un désir de fusion avec des objets, ici des groupes extérieurs. Ces deux *formations primaires* sont tout aussi dangereuses.

C'est pourquoi les autres instances, notamment le Prince, vont tenter d'y substituer une *formation réactionnelle*, c'est-à-dire un nouvel état plus stable. Il luttera contre le syndrome maniaque, en demandant de répandre alentour le trop-plein d'amour du Producteur et de retourner la pulsion de mort contre le Prêtre, empêqueur de jouir en rond. C'est la figure du *New Age*, comme l'a connue la fin des années 60. À l'opposé, le Prince parvient à combattre le syndrome dépressif en concentrant l'Eros vers sa personne et en retournant Thanatos contre le monde extérieur et parfois contre un groupe particulier, devenu *bouc émissaire*. Il agit alors comme leader, comme chef charismatique, les membres du groupe s'identifiant complètement à lui. Freud a vu dans la montée des fascismes en Europe une parfaite illustration de cette figure de la *foule primitive*.

Si les névroses sont le résultat d'une tension entre le Producteur et le Prêtre, les *psychoses collectives* sont une tentative du Producteur pour s'abstraire de l'emprise du Professeur, c'est-à-dire pour nier, contre toute évidence, la réalité du choc traumatique qui l'affecte. Il va persévérer dans son comportement antérieur, quelles qu'en soient les conséquences, en s'évitant toute mauvaise conscience et toute tendance à l'autodestruction. Puis il va se forger une réalité de substitution, fantasmatique, dans laquelle va sombrer son équilibre psychique. Ces deux temps peuvent être distingués, au moins pour les besoins de l'analyse, en les qualifiant respectivement de *formation primaire* et de *formation réactionnelle*. Mais le *déni du réel* n'est pas soutenable dans la durée. Il doit être étayé par un système d'*idées délirantes* lui conférant un semblant de raison aux yeux du sujet lui-même, sinon à ceux de tiers.

La *paranoïa* est une forme de psychose assez fréquente. Elle se caractérise par une haute idée de soi, une prédisposition à la jalousie dans les relations affectives, une méfiance excessive et injustifiée à l'égard des tiers, la tendance à souscrire à l'existence de complots pour expliquer la vie sociale, etc. Le diagnostic de paranoïa collective s'applique sans doute aux sociétés islamiques travaillées par le fondamentalisme. Ne pouvant satisfai-

re aux exigences de la modernité sans violer nombre d'interdits coraniques (14), ces groupes humains ont choisi de nier les défis qui leur sont lancés par le monde environnant : ils ont opté pour une représentation déformée du réel, où ils se perçoivent comme victimes d'un Occident réputé hostile et décadent.

La *régression maternelle* est une *formation primaire* de type psychotique, c'est-à-dire un pur et simple *déni du réel*. Elle évoque le retour fantasmé auprès de la mère, vers un état de conscience où la frontière entre le réel et soi est abolie. Le sujet revient à une période de son existence antérieure à l'Œdipe, c'est-à-dire aux premières années, sinon aux premiers mois de son existence. Cette tentation est bien actuelle. Dans nos sociétés, la quasi-disparition de la famille patriarcale, l'affaiblissement des surmois individuels et collectifs ont ouvert la voie aux valeurs féminines et maternelles. Le groupe devient le refuge des errances individuelles. D'où, le retour du sacré, le succès des sectes et des communautarismes, voire des nationalismes : ne parle-t-on pas de «notre Sainte Mère l'Église» ou encore de la Mère Patrie, subordonnant ici le masculin au féminin ?

Sous la plume des poètes, la Nature, avec un grand N, est souvent aussi une figure maternelle. L'homme moderne va se vouloir en symbiose non seulement avec son groupe d'appartenance, mais avec le Grand Tout, la planète Terre, voire l'univers tout entier. Il renoue ainsi avec ses lointains ancêtres, polythéistes, panthéistes et imprégnés de la pensée magique. L'écologie politique, c'est-à-dire les partis Verts, charrient quelquefois cette thématique. Sympathique au demeurant, tant qu'elle ne se mue pas en idéologie. Car la figure de la Mère, changeante et arbitraire, bonne, mauvaise ou indifférente selon les cas, n'est pas une référence très sûre pour fonder les comportements sociaux.

Pour un groupe donné, les «figures» qui se succèdent sous l'effet des traumatismes qu'il subit tissent son histoire et forgent son identité. Les *idéaux du moi* se renouvellent en se combinant les uns aux autres, laissant dans le psychisme collectif des traces indélébiles. Mais cette construction ne se fait pas sans difficulté. Le groupe peut avoir à se débattre avec une identité fragmentée, avec des *selves* multiples, offrant aux autres un visage (un *faux self*) qui n'est pas toujours celui dans lequel il se reconnaît.

Les notions développées jusqu'ici sont conformes à l'orthodoxie freudienne. Cependant, la *communication interindividuelle*, verbalisée ou non, est un sujet d'étude qu'elle a peut-être trop négligé. Ses dysfonctionnements ont retenu l'attention des théoriciens de l'École de Palo Alto. C'est là aussi un champ d'investigation ouvert à la MPA, dans la mesure où la communication

(13) Nous appellerons *névrose* toute forme de tension entre le ça et le surmoi, que cette opposition se mue en coopération ou engendre, au contraire, refoulement et culpabilité. Dans le vocabulaire psychanalytique, il arrive que névrose et dépression soient considérées comme synonymes, la manie étant traitée séparément.

(14) Cf. B. Lewis : *L'Islam en crise*, Paris, Gallimard, Le Débat 2003.

entre les groupes eux-mêmes connaît des troubles semblables.

La *communication* entre groupes différents prend souvent une dimension qui n'est pas seulement technique. Elle cherche aussi à susciter des émotions nouvelles, à agir sur les croyances collectives, à modifier les valeurs de son vis-à-vis. La parole est l'un des modes d'action possibles des pulsions prenant pour cible un *objet*. Chacune des instances, dans son registre propre, est susceptible de pratiquer cette communication d'influence en direction du groupe visé : le Prêtre (pour les valeurs morales), le Producteur (pour les valeurs de plaisir). Le Prince peut aussi prêter sa voix à l'un ou à l'autre. La parole n'est jamais qu'une modalité de l'expression des pulsions de vie ou de mort dirigées vers autrui.

---

#### APPLICATION À L'ENTREPRISE

A ce stade, la MPA n'est qu'une boîte à outil. Il importe ensuite de s'en servir pour déchiffrer, interpréter des situations aussi variées que possible. Dans notre livre, nous consacrons deux chapitres à l'entreprise, groupe structuré qui se prête assez naturellement à ce type d'exercice. On identifie aisément les quatre pouvoirs : le Prince au président, au directeur général ou à tout le Comité exécutif, selon les cas. Son psychisme propre n'est pas sans influence. Le Producteur, c'est l'armée des collaborateurs qui œuvrent au fonctionnement quoti-

dien de la firme. Le Professeur est en charge du recrutement, de la formation, c'est la DRH, mais aussi de la recherche-développement, et ce sont les bureaux d'étude, les analystes et stratèges de marchés, et enfin de la communication externe. Le Prêtre, instance diffuse ou spécialisée, est le gardien de l'identité de l'entreprise et il en distille les valeurs. Cette grille de lecture permet de retrouver beaucoup des thèmes à la mode en matière de management.

Institutions rationnelles par essence, mais composées d'être humains, les entreprises ne parviennent pas toujours à maîtriser leurs pulsions. Certaines d'entre elles, face à des difficultés passagères, sont travaillées par une pulsion de mort : la guerre de tous contre tous, la défiance systématique rendent impossible la guérison. Inversement, on ne compte pas les entreprises emportées par un excès narcissique de confiance en soi. La MPA peut aussi éclairer la complexité d'une gestion décentralisée des filiales, traiter du psychodrame que constitue une fusion d'entreprises, ou analyser les systèmes de valeurs des compagnies. Elle aide aussi à caractériser les styles de management, différents d'une firme à l'autre, d'une période à l'autre, d'un pays à l'autre.

L'entreprise n'est pas le seul domaine d'application de la MPA : d'autres communautés humaines peuvent se voir appliquer cette grille d'analyse. Seule, la multiplication des études de cas permettrait de la sortir de l'état où l'a maintenue une utilisation approximative et incertaine des concepts freudiens. Notre ambition est de susciter de telles études.

# Artistes et ingénieurs : une alliance obligée ?

Compte-rendu du Rendez-vous du Club des Annales  
des Mines à l'école des Mines de Paris, le 18 janvier 2007  
par **François BOISIVON**

Qu'il s'agisse du design d'un produit industriel ou de la conception d'un ouvrage architectural comme le Viaduc de Millau, l'ingénieur, pour réussir, doit parfois se faire artiste.

Réciproquement, les nouvelles technologies et les nouveaux matériaux conduisent l'artiste à se rapprocher de l'ingénieur.

Au-delà de ces rapprochements ponctuels, artistes et ingénieurs peuvent-ils cohabiter de manière durable ? Peut-on faciliter les collaborations, par exemple par des formations adaptées ?

Conférence-débat animée par **Olivier JAY**, rédacteur en chef de *L'Usine nouvelle*.

Avec la participation de **Jacques GODFRAIN**, ancien ministre, député-maire de Millau ; **Jack-Pierre PIGUET**, directeur de l'école des Mines de Nancy ; **Thomas GRENON**, ingénieur des Mines, directeur de la Réunion des musées nationaux ; **Maurille LARIVIÈRE**, directeur de l'école de design Strate College Designer, enseignant à l'école des Mines.

---

## UNE EXIGENCE PRATIQUE

C'est parce qu'il est de plus en plus question, dans la pratique, d'élargir les problématiques de l'industrie aux arts et au design que la collaboration entre artistes et ingénieurs s'est imposée comme un sujet de débat au Rendez-vous du Club des Annales des Mines. Sujet auquel la presse – j'en témoigne – est, par ailleurs, de plus en plus sensible.

Nos invités se situent, par leur formation ou leur expérience, à la rencontre des deux mondes. S'exprimeront donc, tour à tour : Jacques Godfrain, député et maire de Millau (petite ville de l'Aveyron, propulsée par son viaduc à une notoriété mondiale) ; Jack-Pierre Piguet qui, à Nancy, associe l'école des Mines à un projet pédagogique original (auquel collaborent également

une école d'art et une école de management) ; Thomas Grenon, ingénieur des Mines, qui dirige aujourd'hui la très prestigieuse Réunion des musées nationaux ; Maurille Larivière enfin, designer, dont l'enseignement ne se limite pas à l'école *Strate College Designer*, d'Issy-les-Moulineaux, puisqu'il est également chargé de cours à l'école des Mines.

---

## RELIER DES HOMMES

**Jacques Godfrain** : C'est d'abord en tant que maire de Millau, que j'interviens aujourd'hui, ayant fait, à ce titre, partie du jury qui a choisi le projet du viaduc tel qu'on peut le voir aujourd'hui, sur 2 460 mètres de long, avec la pile la plus haute du monde – 245 mètres –, surplombant le Tarn de 343 mètres en son

point culminant, avec ses sept piliers axiaux surmontant les sept piles et portant onze paires de haubans. Tous ces chiffres ont une certaine éloquence, mais ne disent qu'incomplètement l'ouvrage – ou l'objet – d'art, cette manifestation de l'intelligence humaine qui, loin d'entraver le paysage, le souligne, donne envie de pénétrer dans cette magnifique vallée que sont les gorges du Tarn. A cette lumière, qu'est-ce qu'une telle œuvre d'ingénieur et d'artiste, peut apporter au monde ? Je pense souvent à Bilbao, centre industriel en déclin, qui a décidé un jour d'installer un musée, dont l'architecture est très particulière, envoûtante : le célèbre Musée Guggenheim. Depuis, la ville a changé ; ses aménagements se tournent vers le musée ; elle reprend espoir, au-delà de son ancienne vocation métallurgique – c'est un peu différent, à Millau, car nous y redémarrons des productions anciennes, mais le rapprochement fonctionne néanmoins.

Le jury du viaduc était composé de personnalités très différentes, d'origines et de fonctions très diverses. Raymond Lacombe, figure du monde paysan aveyronnais en faisait partie, mais aussi des ingénieurs, des élus, etc. Cinq projets de pont ont été présentés, puis deux se sont détachés, après un conclave (comme des cardinaux élisant un pape, nous nous sommes enfermés...) de deux jours ! Nous hésitions entre une arche gigantesque ou des piles colossales, avec des haubans. La météorologie particulière des gorges du Tarn ne jouait pas en faveur de la première solution. La seconde l'emporta : l'ingénieur Michel Virlojeux affirmait la validité technique du haubanage, tandis que l'architecte Norman Foster proposait le dessin.

La construction du viaduc de Garabit (une arche métallique) avait coûté la vie, il y a un siècle, à trente-cinq personnes. Sur le chantier – sans commune mesure – du viaduc de Millau, nous n'avons pas eu à déplorer un seul accident grave ! Au-delà de cette réussite exceptionnelle, je voudrais souligner la façon dont le couple artiste-ingénieur, l'architecte et le polytechnicien, a permis de transformer la mentalité de toute une population. Millau fut, dans l'Antiquité, un des principaux centres de poterie du monde romain ; au XIX<sup>e</sup> siècle, elle était la capitale de la ganterie (les peaux étaient fournies par les bêtes qui paissaient aux alentours et les tanneries utilisaient l'eau très pure du Tarn). Ce prestigieux passé était tombé en déshérence. Vint le viaduc. Millau était dès lors une ville dont le monde entier parlait.

La ganterie, qui vivotait, redémarre, parce que le nom de Millau est désormais à la mode. Une nouvelle usine de gants est créée, dessinée par l'architecte Jean-Michel Wilmotte. On ne regrette plus le passé. On l'assume.

**Olivier Jay** : Comment établit-on la communication entre ingénieurs et artistes, quand on n'est, soi-même, ni l'un, ni l'autre ?

**Jacques Godfrain** : On parle du paysage. La pile de 245 mètres de hauteur, surmontée de son pylône de 87

mètres, devient le plus grand cadran solaire du monde !...

## UNE HISTOIRE DE TOUJOURS

**Thomas Grenon** : La Réunion des musées nationaux (RMN) est aujourd'hui un établissement public à caractère commercial (Epic), dont les métiers principaux sont au nombre de quatre : acquérir des œuvres d'art, réaliser des expositions, éditer des catalogues (mais aussi des cartes postales, des moulages en plâtre et des gravures sur cuivre), enfin, gérer les boutiques des musées.

C'est la première fois qu'un ingénieur dirige cet organisme. Mais j'aimerais surtout éclairer nos débats par quelques exemples appartenant à l'histoire de l'art. Le premier de ceux-ci : les nouveaux réalistes, dont nous préparons une exposition en collaboration avec le Centre Pompidou, aux Galeries nationales du Grand Palais. Ce mouvement important utilise et interroge les produits, les moyens, les matériaux de la société de consommation dans la France de l'après-guerre et des années soixante. Armand découvre la résine et accumule, sous sa protection, les déchets du quotidien. César réalise ses compressions grâce à la presse à voitures, tout juste inventée, et ses expansions en détournant un autre matériau mis au point à cette période, la mousse polyuréthane (qui est « comme le lait qui bout », dit l'artiste). Martial Raysse (à l'instar de Dan Flavin ou de James Turrell, aux Etats-Unis, qui ont d'ailleurs tous deux travaillé à des programmes de recherche impliquant scientifiques et artistes) peint avec les tubes néon des enseignes. Daniel Spoerri, dans ses collages, bascule à quatre-vingt-dix degrés les plans de nos tables de cuisine ou de salle à manger. Jean Tinguely crée explicitement des « machines », contrefaçons poétiques de celles de l'ingénieur. L'alliance entre l'art et l'ingénierie occupe dans toutes ces œuvres, sous diverses formes, une place centrale. Un regard porté sur le passé nous montre que ce principe structurant, loin d'être une exception de notre modernité, apparaît comme une constante dans l'histoire.

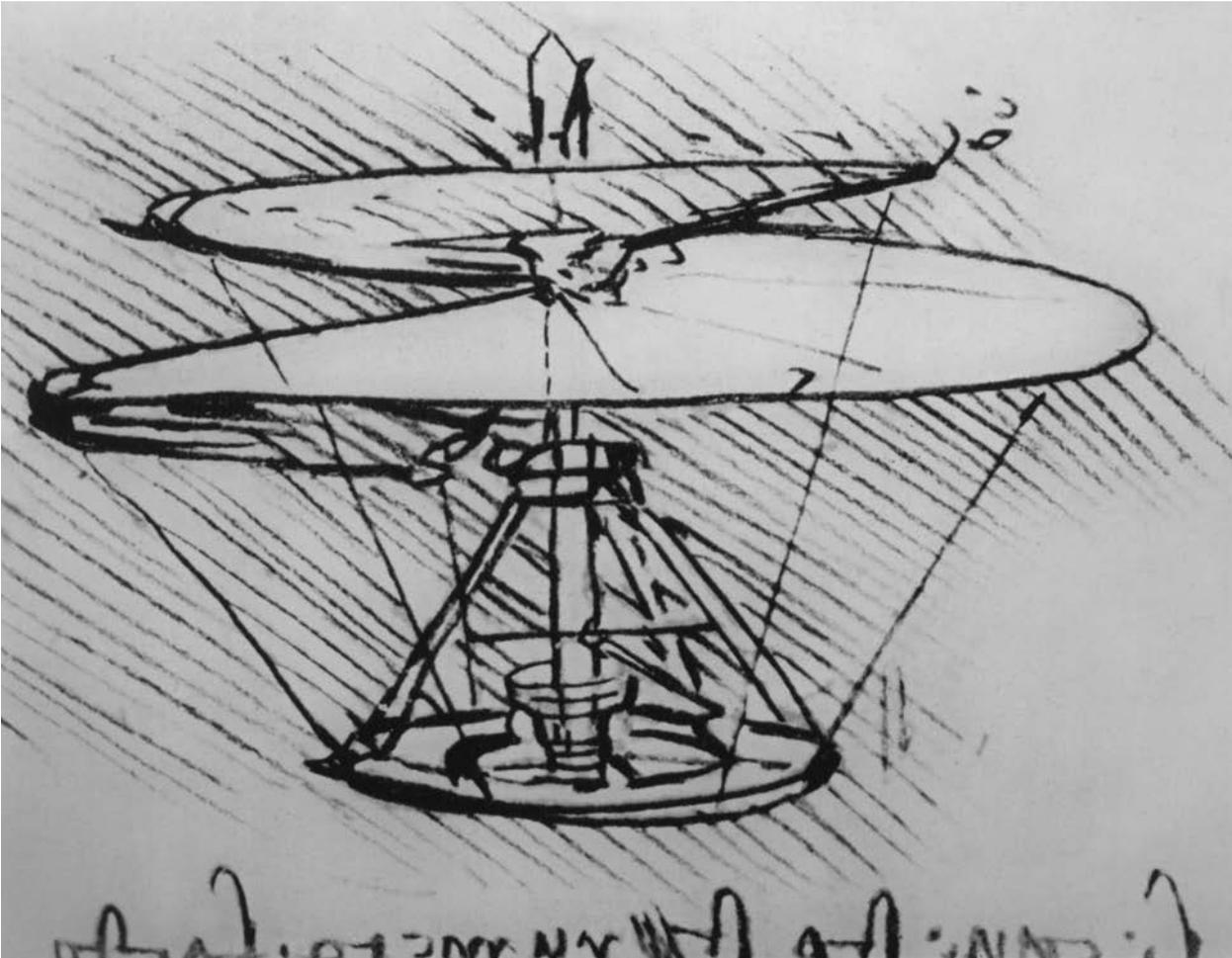
Des peintres des cavernes aux bâtisseurs de cathédrales, les artistes sont aussi les tenants des savoirs de l'ingénieur. La Renaissance renforce cette alliance, mais constitue aussi le dernier moment historique où les deux figures peuvent coexister en une même personne – c'est l'exemple, connu entre tous, de Léonard de Vinci. A partir de là, dirais-je, leurs tropismes divergents appellent d'autant plus fortement le désir d'une union et créent un jeu de fascination réciproque. Ainsi, la révolution impressionniste est-elle concomitante de la révolution industrielle (non seulement il faut un chevalet et surtout de la couleur en tube pour aller peindre sur le motif, mais le célèbre tableau de Monet, *Impression soleil levant*, est un pay-

sage industriel de l'ancien avant-port du Havre). L'invention de la photographie bouleverse profondément le monde de l'art, notamment au travers de la réflexion sur la notion d'instantané.

L'architecture est le point de rencontre par excellence entre l'artiste et l'ingénieur. La tour Eiffel est un des meilleurs exemples de ce qu'on pourrait nommer une architecture d'ingénieur. Si l'art est, comme je le pense, un moyen de sublimer les contraintes, l'architecture est soumise à une contrainte parfaitement identifiable et emblématique, la pesanteur. La possibilité même de

## UNE NÉCESSITÉ POUR L'ENTREPRISE, UNE CHANCE POUR L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

**Jack-Pierre Piguet** : Nous menons à Nancy, depuis 1998-1999, une expérience assez singulière, nommée Artem (art, technologie et management), partenariat entre l'ICN-Ecole de management, l'école nationale supérieure d'art de Nancy et l'école des Mines de Nancy. Il existe d'autres partenariats entre écoles d'ingénieurs et écoles de management, mais la colla-



© G. Dagli Orti / THE ART ARCHIVE

Les deux figures de l'artiste et de l'ingénieur peuvent coexister en une même personne – c'est l'exemple connu entre tous de Léonard de Vinci (Dessin sur la vis hélicoïdale pour inventer le principe de l'élévation à la verticale par les pales inclinées).

cette sublimation, des voûtes romanes ou en croisée d'ogive aux charpentes métalliques et au viaduc de Millau, repose sur l'alliance entre l'artiste et l'ingénieur. On pourrait parler du cinéma où l'ingénieur – du son, de la lumière – est intégré à l'équipe artistique. On pourrait évoquer les écoles d'art où l'enseignement scientifique est de plus en plus pointu, ou encore la restauration, qui fait appel aux dernières découvertes de la science.

L'artiste tente de connaître le monde ; il utilise la technique et porte sur elle un regard très proche de celui de l'ingénieur.

boration avec une école d'art est plus originale. L'école d'art de Nancy est une des sept écoles d'art nationales et ses enseignements s'organisent autour des options art, design et communication. On peut regarder l'expérience d'Artem à travers les trois facettes du prisme composé par ses trois partenaires. J'en parlerai du point de vue qui est le mien, celui de l'ingénieur.

La nécessité de la pluridisciplinarité est apparue dans les écoles d'ingénieurs depuis quelques dizaines d'années déjà. Elle a été mise en œuvre après la guerre, notamment à travers le concept d'ingénieur généra-

liste développé à Nancy par l'ancien directeur de l'école des Mines, Bertrand Schwartz. Aujourd'hui, la complexification du monde amène à dépasser la pluridisciplinarité scientifique, pour aller vers ce qu'on pourrait nommer « pluriculturalité » (si vous me permettez ce néologisme). Cette approche est, je crois, au cœur du débat concernant l'évolution de notre système de formation. La voie traditionnelle, strictement cognitive, à laquelle l'enseignement supérieur français est longtemps resté attaché, doit être élargie par une confrontation avec d'autres manières de voir le monde. Les entreprises ne s'y sont pas trompées. Au-delà des difficultés académiques inhérentes à ce type de projet, elles ont été un soutien constant d'Artem. Elles ont d'ores et déjà l'habitude de voir travailler ensemble ingénieurs, managers et communicants, ou artistes, et elles attachent une réelle importance à la création. Elles voient donc très positivement la mise en place, dès l'école, de ces collaborations et l'apprentissage, dès les années de formation, d'un langage commun, de toute façon nécessaire à leur fonctionnement, sans parler des aspects affectifs et émotionnels, qui sont un peu le pendant de la connaissance au sens strict, et qui comptent, eux aussi, pour former un cadre de haut niveau.

Mais, que faisons-nous ensemble, concrètement ? Quel mode de production commun est le nôtre ? Nous avons d'abord organisé les ateliers Artem, regroupant un jour par semaine des étudiants des trois écoles sur des thèmes donnant lieu à la constitution de groupes de projets. Cinq ou six cents étudiants sont passés par là. Les cours donnés lors de ces journées sont construits en fonction des besoins exprimés par les projets, de nature très diverse, parfois proposés par des entreprises.

Examinons maintenant l'articulation avec l'enseignement spécifique de chaque cursus, à travers quelques exemples. L'école des Mines de Nancy dispense encore un enseignement de géologie. Nous avons organisé des travaux communs sur le terrain, auxquels ont participé et les étudiants du cours de géologie et des élèves de l'école d'art. Les premiers devaient établir la cartographie géologique (du chaînon de Lagrasse, dans les Corbières), tandis que les seconds avaient pour objectif d'imaginer une restitution de l'examen du paysage qui corresponde à leur sensibilité – ainsi, par exemple, a été composé un morceau de musique qui suit la topographie.

Un autre atelier a pour thème « génie civil et société ». Il pose la question notamment de l'intégration d'un certain nombre de connaissances techniques par les artistes ou les managers. Peut-on, par exemple, enseigner la résistance des matériaux à des élèves qui n'ont pas le bagage scientifique, physique et mathématique suffisant ? Et, si oui, jusqu'où l'expérience doit-elle se prolonger ? À l'issue du cours sur le sujet, un étudiant « non scientifique » affirmait ne pas avoir tout compris, certes, mais avoir saisi la « musique » – c'est son

terme. Cette musique, plus tard, pourra s'avérer utile, lorsque l'ingénieur et l'artiste collaboreront. Une entreprise de génie civil, qui fait partie d'une association de soutien d'Artem, résume ainsi l'objet de cet atelier : « Comment faire une poutre qui soit jolie, solide et pas trop chère ? ».

**Olivier Jay** : Peut-on dire que le niveau culturel des élèves ingénieurs ait changé ? Votre démarche est-elle destinée à compléter une culture générale qui serait jugée aujourd'hui insuffisante ?

**Jack-Pierre Piguet** : Notre démarche, ça n'est pas la cerise sur le gâteau. Elle correspond à une évolution forte. Mais on ne fabrique pas pour autant des hybrides. Chacun – ingénieur, manager, artiste – garde ses compétences. Ce qui s'instaure, c'est la tentative d'une approche commune, fondée sur un partage des cultures.

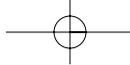
---

## DES POINTS DE VUE COMPLÉMENTAIRES

**Maurille Larivière** : *Strate Collège Designers* délivre un master de design industriel (bac+5), reconnu par l'Etat. Notre domaine de prédilection, au départ, fut l'automobile. Mais nous nous sommes ouverts, depuis lors, à tous les domaines du produit industriel. Du sport, à électroménager, au luxe, etc., tout objet peut en effet passer entre les mains d'un designer. Nos promotions sont d'environ soixante-dix élèves, qui trouvent tous un débouché. Ainsi l'automobile, en difficulté aujourd'hui, embauche-t-elle, pour cette raison même, des designers. Le designer est l'antithèse de l'artiste. Pour l'artiste, dont l'œuvre est unique ou presque, l'art est une finalité. Pour le designer, pour qui compte avant tout l'écriture dans le dessin, c'est un outil. Si la culture de l'art vient nourrir son registre formel, le designer travaille en série, avec un autre outil, industriel celui-là, à destination du plus grand nombre ; il est l'avocat de l'usage, du sens de l'objet.

Anne Asensio, qui travaille aujourd'hui pour General Motors et qui fut révélée par le dessin du *concept-car* Scénic, chez Renault, en 1991, illustre bien ce qu'est devenu aujourd'hui le design, non seulement dans l'automobile, mais d'une manière plus générale. Autrefois, des stylistes comme Pininfarina ou Bertone dessinaient les robes des voitures. Avec Anne Asensio, la tendance est inversée : le designer conçoit le prototype par l'intérieur et non par la robe, en observant les usages et les usagers. Il établit des scénarios, qui définissent de nouveaux services. Le dessin devient l'aboutissement d'un travail d'enquête.

Le beau n'est d'ailleurs pas seulement du domaine de l'esthétique, il comprend aussi le confort, l'intégration de l'objet dans son environnement. A ce sujet, j'aime la façon dont les Anglais parlent de bateaux. Le mot, dans la langue anglaise, est, contrairement au français, féminin ; et l'on considère outre-Manche qu'un beau bateau sera forcément un bon marcheur,



et vice-versa. Esthétique et fonctionnalité sont mêlées. Le rapport à l'eau et au vent, dans le cas du bateau, est déterminant.

Le designer subit toutes sortes de contraintes, industrielles, économiques, sociétales, environnementales (il doit, de plus en plus, produire un design durable). Nous avons développé un master post-diplôme pour ingénieurs, intitulé «design industriel et conduite de l'innovation», qui montre comment le design occupe dans l'entreprise, avec le marketing et l'ingénierie, un des pôles du triangle qui définit la conception d'un produit. De nombreuses écoles sont aujourd'hui pré-occupées par le rassemblement des métiers. L'alliance entre le designer et l'ingénieur met en contact des pro-

**Maurille Larivière :** Une prise de conscience ; ce n'est pas un effet de mode.

---

## DÉBAT

---

### Permanence et évolutions

**Un intervenant :** Dans un monde où tout va plus vite, où la séduction tend à remplacer la vérité, l'ingénieur est de moins en moins seul lorsqu'il prend ses déci-



Architecte : Norman Foster © Photo Christophe Ena / REA

Le viaduc de Millau, loin d'entraver le paysage, donne envie de pénétrer dans cette magnifique vallée que forment les gorges du Tarn.

fils très complémentaires. Le second est un cartésien, avocat de la méthode, utilisateur de son cerveau gauche ; le premier, intuitif, empirique, imprégné d'influences multiples, puise plutôt dans les ressources de son cerveau droit.

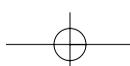
Enfin, les expériences comme celle qui est menée à l'école des Mines de Nancy sont de plus en plus nombreuses. Et l'on peut se demander s'il ne faudrait pas reprendre l'enseignement du dessin pour les futurs ingénieurs – souvenons-nous par exemple du sens des initiales de l'Ensam (Ecole nationale supérieure *des arts et métiers*) – abandonné, peut-être trop hâtivement, au profit de celui des techniques de gestion et de manie-ment des instruments financiers.

**Olivier Jay :** Qu'est-ce que le « design durable » ?

sions. On délègue. Et la part affective, dans le travail, s'accroît d'autant.

Le monde de l'ingénieur devient de plus en plus humain et, à ce titre, de plus en plus ouvert à l'art.

**Un intervenant :** J'aimerais rappeler l'existence à Sommevoir, en Haute-Marne, d'une réserve de modèles de fonderie en plâtre, aujourd'hui transformée en musée, que les ouvriers d'autrefois nommaient le « paradis », parce que les figures religieuses et de saints y prédominaient. L'activité de fonderie illustre parfaitement cette alliance, qui nous occupe, entre l'art et l'industrie. Le directeur et propriétaire de l'entreprise, à l'époque, Antoine Durenne, avait d'ailleurs reçu une double formation, puisqu'il avait suivi les enseignements d'une école des Arts et Métiers et d'une école des Beaux-Arts.



Il fut l'un des fondateurs de l'École des Arts décoratifs. La fonderie réalisa, dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, de très nombreuses pièces du mobilier urbain parisien (balcons, fontaines Wallace) mais aussi des pièces monumentales (les quadriges du pont Alexandre-III, sans doute des éléments de la statue de la Liberté) ; des modèles signés Bartholdi et Guimard, parmi tant d'autres, sont encore visibles à Sommevoire.

**Un intervenant :** Pour le viaduc de Millau, le lien entre le fonctionnel et le beau est immédiat ; pour la tour Eiffel, il n'en fut pas ainsi. Il est aujourd'hui question d'inscrire au patrimoine mondial les forteresses de Vauban, qui n'étaient en leur temps que des ouvrages militaires. Peut-on saisir ici une évolution historique de la perception ?

**Jack-Pierre Piguet :** Le centre de tri de Nancy, construit par Jean Prouvé, est aujourd'hui source de débat. Faut-il le démolir, ou le conserver ?

#### Culture et réalité

**Un intervenant :** Comment l'enseignement envisage-t-il les interactions entre l'art, le design et l'ingénierie, à travers le monde et en France en particulier ?

**Maurille Larivière :** Chaque pays a sa propre histoire. En Italie, les designers sont formés dans des grandes écoles, comme les architectes et les ingénieurs. En Allemagne, le *Bauhaus* a déterminé une forte intégration du design dans l'industrie. Dans les pays scandinaves, ce sont les matériaux – verre, bois, etc. – qui jouent le rôle d'élément moteur. Au cours de la quatrième année, nous envoyons l'ensemble de nos étudiants hors de France, au Japon, en Chine, au Mali (l'Afrique a vu se développer une fantastique culture de la récupération et du détournement d'objets), où vient d'être créée une grande école consacrée en premier lieu à l'enseignement de la danse et de la musique (le point de vue sociologique de la photographie africaine est également très remarquable et passionnant), dans laquelle nous intervenons pour traduire en termes de design des méthodologies de conception, dans une culture et avec des productions très différentes des nôtres.

**Jack-Pierre Piguet :** Il m'a semblé qu'il était possible de résumer l'objectif d'Artem par la quête humaniste et, au-delà, par l'idéal grec de l'homme au « beau associé au bien » (*kalos kagathos*). Nous n'avons pas de solution définitive. Nous essayons plus prosaïquement peut-être de corriger les divergences entre artistes et ingénieurs mais l'expérience est vivante. Les trois écoles qui constituent Artem vont être reconstruites sur un même campus, et non plus dans des lieux dispersés dans la ville.

#### Abattre les barrières...

**Un intervenant :** Les différentes interventions ne traitent pas de la même manière l'ingénieur et l'artiste. Elles insistent parfois sur la nécessité, pour l'in-

génieur, de devenir artiste, mais n'envisagent guère, pour celui-ci, que la possibilité de se rapprocher de l'ingénieur – devenir véritablement ingénieur serait trop difficile pour lui. Pourtant, certaines inventions des sciences ont leur origine dans les arts. Ainsi la perspective a-t-elle permis la géométrie analytique. Les artistes sont aussi des chercheurs. Les questions que se posent les artistes et les scientifiques sont les mêmes. Les solutions devraient donc circuler beaucoup mieux qu'elles ne le font aujourd'hui en France, notamment parce que les écoles d'art, à l'inverse de ce qui se pratique aux États-Unis, y sont séparées des universités. Une réussite telle que Google ne peut s'expliquer que par une réelle proximité, dans l'université américaine, entre l'enseignement des sciences et celui des arts. En France, beaucoup d'anciens élèves d'écoles de commerce se tournent aujourd'hui vers le secteur culturel, ce qui témoigne, globalement, d'une recherche de valeur. Rappelons, enfin, que le fondateur de Michelin était peintre, et que son frère, centralien, a dessiné Bibendum...

**Jack-Pierre Piguet :** Je suis très sensible à vos arguments. J'ai adopté dans mon exposé le point de vue de l'ingénieur, mais j'entends parfaitement ce que vous dites. Le travail en commun entre professeurs, voire entre les directeurs, des trois écoles qui constituent Artem est lui-même très intéressant. Il est très important de ne pas privilégier la position de l'ingénieur par rapport à celle de l'artiste ou même du manager. Au sein de l'entreprise, il n'aura d'ailleurs pas forcément le dernier mot.

#### ... et reconnaître les spécificités

**Un intervenant :** Si la synergie entre les métiers de l'ingénieur et ceux de l'art est nécessaire, l'art existe aussi comme refus du savoir, comme dérision ou affirmation du grotesque. Il lui arrive encore d'exalter l'irrationnel, le côté obscur de l'âme humaine. Quel rapport existe-t-il entre Arthaud, par exemple, auquel une exposition est consacrée en ce moment, et la culture de l'ingénieur ?

**Thomas Grenon :** L'artiste ne se réduit certainement pas à l'ingénieur, pas plus que l'inverse. Ce sont les zones d'intersection, de collaboration qui sont intéressantes dans la problématique qui est la nôtre aujourd'hui. Ingénieur et artiste n'ont pas toujours besoin l'un de l'autre. Leur parenté, me semble-t-il, tient en revanche à l'appréhension... à la description du monde, qui sont au cœur de leurs démarches respectives, au-delà des techniques, très différentes, mises en œuvre.

#### Volonté politique et politique de la volonté

**Un intervenant :** Dans l'environnement dématérialisé des nouvelles technologies de la communication, ne

faut-il pas étendre jusqu'au politique l'alliance entre l'ingénieur et l'artiste ?

**Jacques Godfrain** : Oui. Depuis la fin des travaux du viaduc, je souhaitais que nous soyons jumelés avec le pont de Mostar, parce qu'il est le symbole d'une jonction entre l'Orient et l'Occident et que nous sommes celui d'un passage entre le Nord et le Sud – il n'est pour s'en convaincre que de regarder les plaques d'immatriculation des autos qui franchissent le viaduc de Millau. Le pont de Mostar, quant à lui, a été voulu politiquement. Les trois religions du livre étaient pratiquées à ses pieds. Les hommes ont voulu le détruire, puis le reconstruire. Tout cela est le fruit d'une volonté politique, oui.

#### Le beau dans l'utile

**Un intervenant** : Dans un projet comme celui du viaduc de Millau, à quel moment intervient la question du beau, par rapport aux questions financières et techniques ?

**Jacques Godfrain** : Dès lors qu'on ne veut pas du laid ! Parmi les cinq propositions qui nous ont été faites, trois, de mon point de vue, étaient laides. Nous n'aurions pas choisi ce pont d'après une maquette posée au milieu de nulle part. Nous le voulions là où il est, dans un paysage minéral et végétal, environné de couleurs, de nuages, de brouillard, de soleil... La beauté, je l'ai sentie dans l'atelier de Foster, à Londres. En quelques coups de crayon sur un mur blanc, en partant de rien du tout, il avait dessiné une pile, ouverte au milieu, non pas pour « faire beau », mais en raison de tout un système mécanique de jambes, de rapports de force d'un côté à l'autre, en raison également du vent qui souffle dans les gorges du Tarn. La beauté s'avancit, sous mes

yeux, à la rencontre de la nécessité physique. C'est à ce moment là que j'ai senti que le pont serait beau. C'est un des plus beaux souvenirs de ma vie. Un homme, une intelligence, un stylo-feutre, un mur blanc...

**Un intervenant** : La coopération entre ingénieurs et artistes a été essentiellement envisagée sous les espèces de l'objet, du produit, issu de cette coopération. Elle peut pourtant opérer à d'autres niveaux. Ainsi, dans le domaine de la musique, le musicien, l'informaticien et l'acousticien travaillent-ils ensemble, mais différemment, puisqu'ils fabriquent quelque chose de complètement nouveau, qui n'est pas un produit, et dont on ne peut préjuger de la beauté. Il me semble qu'on pourrait envisager la coopération en prenant comme critère d'évaluation le rôle de chacun par rapport à son objectif, pour l'un de fabriquer des objets, pour l'autre du sens. Ce terrain de coopération a tendance à disparaître, parce que les langages s'éloignent l'un de l'autre.

**Maurille Larivière** : C'est en amont, dès la définition du cahier des charges, que l'ensemble des acteurs de la conception et de l'innovation doivent dialoguer ; c'est ainsi que, dès le départ, la beauté peut être mise à l'ordre du jour, au même titre que les aspects techniques ou prospectifs, qui figurent au cahier des charges. Le langage du dessin a l'immense mérite d'être international ; c'est une raison suffisante pour l'enseigner le plus largement possible.

**Un intervenant** : Dans l'entreprise, les principaux problèmes sont humains, plus que techniques. L'alliance qui fait l'objet de ce débat n'est pas tant obligée que salutaire.

**Jacques Godfrain** : Ce soir, je serai sous le viaduc. Pensez, à votre tour, à ceux qui passent dessous, plus nombreux, et plus attachés peut-être que les autres, à la beauté de l'ouvrage.

# Y a-t-il une nouvelle économie ? <sup>(1)</sup>

S'il y a une nouvelle économie, ce n'est pas seulement du fait de l'émergence d'Internet et des nouvelles technologies de communication. La mondialisation des échanges, la complexité croissante des économies développées, l'émergence de préoccupations environnementales ou éthiques, posent un défi de compréhension à la science économique. Les économistes s'efforcent d'élaborer de nouveaux modèles explicatifs, qui intègrent les notions d'information, d'entreprise, et aussi de morale.

par **Alain BIENAYMÉ**, Professeur émérite à l'Université Paris Dauphine, Directeur du Bureau Cedimes (2), Paris, alain@dauphine.fr

**A**u cours des années récentes, une rumeur a couru : les Etats-Unis inauguraient l'ère de la « nouvelle économie ». L'Internet avait amorcé, il est vrai, depuis 1994, un essor annonciateur de profonds changements de société. C'est à partir de cette année que le nombre des internautes s'est multiplié et que les cours boursiers des entreprises des NTIC se sont envolés. Sur cette base, les médias ont propagé, à travers le slogan de « nouvelle économie », l'illusion que les lois économiques les plus éprouvées étaient bonnes à jeter aux orties. La rumeur s'est répandue que la croissance économique des nations avancées serait durablement plus rapide et ce, sans inflation. De leur côté, de nombreuses entreprises lancées dans les techniques d'information et de communication ont pensé pouvoir s'affranchir des règles de bonne gestion, sans se soucier de la véracité des informations comptables et financières qu'elles communiquaient au public.

C'était aller un peu vite, et oublier que la croissance de l'économie mondiale doit sa vigueur à la nouvelle politique monétaire américaine (et à l'élimination des anticipations inflationnistes qui en a résulté dès les années 1980), à l'ouverture à la concurrence de nombreux pays, à la libéralisation de l'économie chinoise sous Deng Xiao Ping, à la chute de l'empire des Soviets. À cet égard, Internet et les téléphones portables jouent, à la suite de la télévision, leur rôle dans l'enchevêtrement des causes ; mais la vraie nouveauté – s'il en est une –

remonte à 1936-37. Elle concerne tout à la fois l'économie regardée et le regard que les économistes portent sur elle. 1936 : Keynes, professeur à Cambridge, publie son œuvre majeure où il démontre que les phénomènes économiques peuvent suivre des logiques collectives en grande partie indépendantes de la simple rationalité individuelle. 1937 : Frédéric Hayek, qui enseigne pendant vingt ans à la *London School of Economics*, met en évidence les rôles de l'ignorance, de la connaissance et de l'apprentissage dans le fonctionnement des marchés. Au cours de la même année, Ronald Coase, jeune assistant et docteur de la même université, nie que les marchés fonctionnent gratuitement, sans coûts de transaction. Trois postulats de l'école dominante volaient en éclats. De nos jours, Internet et les usages innombrables qu'en fait le public éclairent rétrospectivement les progrès accomplis par la science économique des soixante dernières années, autour du thème de l'information et de la connaissance.

(1) Cet article présente une synthèse de l'ouvrage publié par l'auteur (aux éditions Odile Jacob) sous le titre : *Les grandes questions d'économie contemporaine : la science d'un monde imparfait*. (2006).

(2) Centre d'études du développement international et des mouvements économiques et sociaux (il s'agit d'un réseau fédérant 35 équipes interuniversitaires réparties sur tous les continents (site [www.cedimes.org](http://www.cedimes.org))).

Certes, les économistes, toujours plus nombreux (3) (+ 6 % par an), ont perdu de leur prestige depuis les troubles sociaux de 1968 et le choc pétrolier de 1970. On les brocarde, en arguant que, lorsqu'ils se hasardent à formuler une prévision, ils se « trompent, avec précision » ! L'économie n'est-elle pas la seule discipline scientifique dont le prix Nobel récompense les défenseurs de théories opposées ? Et pourtant, on peut adopter le parti inverse et soutenir que les progrès de la science économique des six dernières décennies donnent une mesure des transformations intervenues dans le monde depuis 1945 plus fidèle que l'école néo-classique ne le fit pour sa propre époque, la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

### QUEL EST L'OBJET DE LA SCIENCE ÉCONOMIQUE ?

Bien sûr, la science économique a conservé son objet central : l'étude du comportement des êtres humains confrontés à la rareté des biens. Et un bien devient stratégique quand sa rareté est fortement ressentie, que ses usages sont nombreux et variés, qu'il est incontournable et que sa possession est enjeu de conflits. Mais la nature de cette ressource a changé, et elle est en voie de changer à nouveau. Ainsi, il y a eu une économie politique du blé, celle dont Cantillon, François Quesnay, puis Adam Smith, Malthus et Ricardo ont traité et qui a prévalu jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle : une économie où les rendements décroissants prédominaient et où les techniques étaient stationnaires. Une économie dans laquelle 80 % de la population totale, y compris les enfants âgés de cinq ans, devaient contribuer directement à la production pour assurer leur survie. Puis émergea une économie politique de l'acier et du pétrole, dont Alfred Marshall, au début du XX<sup>e</sup> siècle, a souligné les rendements croissants avec la taille des usines et des entreprises et le progrès technique. Dans cette société marquée par des productions en grandes séries, l'abondance a commencé à profiter à une partie grandissante de la population. Enfin, paradoxalement, malgré l'abondance des informations offertes par les techniques modernes, l'information est devenue, de nos jours, la nouvelle ressource stratégique autour de laquelle s'ordonne l'activité humaine.

L'impression de confusion que l'on ressent parfois devant les questions économiques d'aujourd'hui tient d'abord à la difficulté de prendre la mesure des changements intervenus dans notre pays. Des exemples ? Il y a 60 ans, la durée d'une vie d'adulte, notre population agricole comptait pour 40 % de la main-d'œuvre. Elle pèse dix fois moins, aujourd'hui. Dans le même temps, l'agriculture – devenue très sophistiquée – a su repousser la frontière des rendements décroissants de la terre. En outre, la proportion des emplois affectés aux services immatériels doublait, pour approcher les trois-quarts de la population active. Or, contrairement aux biens matériels (dissociables des personnes qui les fabri-

quent et livrés sans consultation préalable), les services sont souvent attachés à la personne des prestataires et la qualité de plupart des services dépend de la densité des informations échangées entre les clients et leurs prestataires : conseils de gestion, professions judiciaires, médecins, enseignants, réparateurs, banquiers... Enfin, quand les services s'industrialisent (à l'instar des télécommunications), ils deviennent d'autant moins coûteux et d'autant plus rentables que le nombre des abonnés est élevé. De sorte que l'économie contemporaine fait coexister des régimes de production dont les profils de productivité les rendent très inégalement pourvoyeurs d'emplois. Avec ce paradoxe que certains groupes placés à la pointe des nouvelles technologies (à l'exemple d'Alcatel Lucent ou d'Airbus) suppriment des milliers d'emplois, contrairement aux attentes, ce, en pleine lumière, tandis que des milliers d'autres emplois naissent, mais dans la pénombre des commencements.

Si l'on considère maintenant le renouveau de la science économique, trois changements sont intervenus depuis les années 1970. Tout d'abord, il est apparu que l'offre de biens et la productivité comptent tout autant dans la croissance économique que la demande globale, sur laquelle Keynes concentrait l'essentiel de son attention ; en effet, les conditions plus ou moins favorables faites aux entreprises et aux innovations déterminent la vitesse maximale à laquelle une économie peut croître – sans inflation –, grâce aux gains de productivité induits par l'exploitation de connaissances nouvelles. Ensuite, les gouvernants ne peuvent plus dépenser l'argent des contribuables sans anticiper les réactions d'un corps social plus instruit qu'autrefois. Les dépenses publiques pèsent de trois à six fois plus dans les PIB occidentaux qu'en 1930, de sorte que les pouvoirs publics doivent, avant d'ouvrir de nouveaux droits, se préoccuper des conséquences des impôts pour les productions futures. Enfin, et surtout, les économistes se font aujourd'hui une conception des rapports humains autrement plus riche et plus exhaustive que dans l'ancienne représentation, qui mettait face à face des individus supposés parfaitement rationnels, c'est-à-dire capables de déceler la moindre occasion de procéder à des échanges mutuellement profitables. Ils reconnaissent enfin le rôle décisif et ambigu de l'information dans l'élaboration et la mise en œuvre des décisions.

Mais alors, comment faut-il entendre l'information en économie ? Le sujet fut abordé à l'origine, dans les années 1940, par deux mathématiciens américains, Shannon et Weaver (4), On leur doit d'avoir montré (à l'aide de l'algèbre simplifiée, qu'ils empruntèrent à son

(3) Leur population augmenterait de 6 % par an dans le monde, selon Mark Blaug : *Who's Who in Economics*, Elgar ed. 3<sup>e</sup> éd. 1999.

(4) Citons, parmi les précurseurs, Blaise Pascal, puis, en Angleterre, au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, outre George Boole, Charles Babbage l'inventeur du principe de la machine à calcul, Ada Lovelace, fille de Lord Byron, premier auteur d'un programme informatique (F. Heisbourg, *L'épaisseur du monde*, 2007).

inventeur anglais, George Boole) que tout message se compose d'un ensemble d'alternatives élémentaires 'oui-non', qui se prêtent facilement à la communication par la voie électrique. Ils définirent les rapports entre la vitesse de transmission des messages et la capacité des lignes de communication. Ils ne s'intéressaient qu'aux éléments physiques susceptibles de brouiller les messages, sans se soucier de leur signification pour l'émetteur et le récepteur. Leur problème concernait le tuyau, et non le contenu transmis. Par la suite, les économistes et les experts en gestion se sont, au contraire, intéressés à l'information dans ses contenus et ses interprétations.

## CARACTÉRISTIQUES DE L'INFORMATION

Pour les économistes, l'information possède cinq caractéristiques. Tout d'abord, elle diffère sur un point essentiel des biens stratégiques précédents : le blé, l'acier, le pétrole sont extérieurs à leur utilisateur. En revanche, l'information pénètre les esprits, imprègne les relations économiques et irrigue les sociétés par de multiples canaux : elle agit de l'intérieur. Malgré l'avalanche de messages qui déferlent sur nos têtes, l'information comporte des coûts spécifiques de production, de diffusion, de reproduction et de collecte.

Ensuite, tout un programme de recherches développe aujourd'hui l'idée que les acteurs d'un marché, les partenaires d'une organisation... ne sont pas en mesure d'accéder aux mêmes informations, au même instant, ni d'en tirer les mêmes avantages. Ce thème des asymétries d'information influe sur nos façons de décider et de nous entendre avec nos partenaires dans un contrat d'échange ou de collaboration.

La troisième caractéristique provient de ce qu'Internet et le téléphone portable développent (en raison du volume des informations échangées au sein de réseaux toujours plus étendus) la connectivité des acteurs et leur réactivité. Ainsi, le nombre des internautes a dépassé le milliard, dès 2005, et celui des détenteurs de téléphones portables dépasse les deux milliards. Cela accélère le rythme des affaires et transforme les métiers.

Une quatrième caractéristique de cette révolution tient à ce que – paradoxalement – les récepteurs d'une information ne sont jamais complètement sûrs de la qualité de celle-ci. La quantité des informations reçues n'en garantit ni l'exactitude, ni la pertinence. En outre, plus le savoir de l'humanité progresse, plus l'ignorance des individus augmente. La contrainte du temps personnel exerce ici ses effets (5).

Enfin, l'utilité de l'information pour son bénéficiaire supposé dépend de sa vigilance, de son attention, de ses connaissances et des perspectives qu'elle ouvre ou referme au décideur. On peut appeler « effet CIA » la valeur

(5) La contrainte financière des coûts de numérisation menace de jeter dans l'oubli des pans entiers du patrimoine culturel et scientifique de l'humanité (*The New York Times*, *Le Monde* 17 mars 2007).

que donnent à l'information reçue l'état antérieur des connaissances du récepteur et l'action qu'elle rend possible ou qu'elle interdit. Et, à l'exemple du japonais Toyota, nombreuses sont les sociétés qui se considèrent avant tout comme des systèmes d'information névralgiques afin de mieux contrôler leur activité, de réduire les stocks et les délais de production.

Sur ces bases, la science économique contemporaine s'efforce de mieux épouser l'histoire des dernières décennies et de dessiner l'avenir que l'humanité se prépare. Elle renouvelle à cette fin son approche des principaux thèmes de la discipline. Elle le démontre d'abord en appréhendant de façon plus réaliste les comportements individuels. Ce sujet a sans doute bien moins changé, sur le fond, en raison de la constance de l'âme humaine que sous l'angle du regard et du discours de l'économiste. Nous dirons, pour résumer, que l'économiste contemporain donne de la chair à l'*homo economicus*, être fictif de pure raison et, de ce fait même, déraisonnable. Il s'intéresse à l'homme de la rue, à ses motivations, à son rapport à l'argent, à l'état de son information, à ses audaces et à ses prudenances face à un avenir incertain, à son éthique personnelle. Sans pour autant renoncer à l'hypothèse selon laquelle la plupart des individus se comportent de manière intelligible, l'économiste a enrichi et assoupli son approche ; il traite les consommateurs, les épargnants et les entrepreneurs avec plus de réalisme. Au lieu de ne voir en eux que des êtres strictement et uniformément rationnels, de les enfermer dans un seul rôle – celui d'échangistes sur des marchés quelconques –, il reconnaît aux uns et aux autres la spécificité des risques et des contextes entourant leurs décisions. L'information a d'autant plus d'importance que jamais demain ne ressemblera à aujourd'hui. L'incertitude, longtemps évacuée du raisonnement économique, y occupe sa vraie place, avec le thème des anticipations et du coût de la collecte d'informations avant décision. La survenance, avec une fréquence inquiétante, de risques inassurables par les méthodes classiques incite les économistes à éclairer les débats sur le principe de précaution et l'effort de prospective à accomplir pour traiter des catastrophes.

Le principal changement de perspective sur nos motivations consiste à considérer que les êtres humains ne se contentent pas de tirer le maximum de satisfaction des ressources disponibles aujourd'hui, mais qu'ils sont portés par le désir de s'enrichir dans la durée. L'argent possède, en effet, cette particularité que son utilité ne diminue pas à mesure qu'on l'accumule pour l'affecter à divers placements. Ce trait, exacerbé chez certains, excite leur cupidité ; tandis que d'autres, plus soucieux de morale personnelle tiennent compte des conséquences secondes, de l'exemplarité de leurs actions ou encore de la futilité du problème économique. Des prix Nobel ont récemment récompensé des auteurs qui ont travaillé sur la psychologie économique, notamment par la voie expérimentale.

En revanche, la réalité des marchés a profondément évolué depuis que les entreprises ont vu l'intérêt de

rivaliser sur les qualités et les performances de leurs produits plutôt que de se ruiner dans une concurrence à qui baissera le plus ses prix sur un produit de qualité standard. De ce fait, le marché perd de sa simplicité originelle. Il ne se résume plus en un trio dont les éléments sont le prix, la quantité échangée et la valeur des échanges. Pas plus que les prix ne renseignent le client sur la qualité du produit offert. Les différences de qualité et les écarts de prix entre les marques de rasoirs, entre les modèles de voitures ne sautent pas aux yeux du particulier, qui doit faire un effort pour s'informer. La libéralisation des marchés, qui a commencé aux Etats-Unis à la fin des années 1970 dans les transports aériens, a déclenché une diversification des offres et des tarifs qui fait école, de sorte qu'aujourd'hui le libre marché n'est plus, comme autrefois, synonyme de transparence. Certes, la concurrence assure la liberté de choix du consommateur, pèse sur les prix, stimule l'innovation. Mais les maquis tarifaires rendent le client souvent perplexe et le théoricien moins affirmatif sur les vertus du marché. Ce client se voit proposer une gamme infinie de variantes d'un produit de base dont les éléments sont plus ou moins compatibles et interchangeables. Enfin les techniques savantes de *marketing* le transforment en abonné captif, alors que la concurrence était censée le libérer...

## L'ENTREPRISE ET L'INDIVIDU

S'il est un sujet que les économistes ont négligé, à l'époque où elle s'affirmait dans sa puissance grandissante, c'est bien l'entreprise. Les entreprises, et à plus

forte raison, les groupes de sociétés, n'ont acquis que tardivement droit de cité à travers le concept idéologiquement neutre d'organisation. Longtemps, la science économique dominante n'a vu dans l'entreprise qu'un lieu de production associant (de manière plus ou moins conflictuelle) le capital et le travail, que les contraintes techniques obligent à combiner pour transformer des matières premières en produits. La découverte de l'entreprise par l'économiste remonte aux années 1950,



L'information pénètre les esprits, imprègne les relations économiques et irrigue les sociétés par de multiples canaux (Bourse de Pékin, salle des marchés).

quand on s'est enfin résolu à y voir aussi un organe de décisions collectives irréductible à la somme des décisions de ses membres et, pour certaines d'entre elles, de puissants laboratoires de l'avenir, des foyers d'innovation. La plupart des économistes, à l'exception des spécialistes, restent circonspects sur cette question, pour deux raisons : les collaborations à l'œuvre dans une entreprise sont plus opaques que les transactions de marché, qui portent sur des prix et des quantités observables; le secret des affaires, la vie intérieure des sociétés, le risque particulier pesant sur l'entreprise se laissent mal appréhender et mesurer. L'autre raison tient à la méfiance que les entreprises suscitent – en France, surtout – à

propos de la légitimité de leurs bénéfices et de leurs pouvoirs de marché. A ces objections, on répondra que les dominations abusives et les pratiques déloyales ne discréditent pas le principe de la libre entreprise, qui a fait preuve de son efficacité. Ces abus sont répréhensibles et poursuivis par les autorités compétentes en droit commercial, en droit de la concurrence et en droit pénal. Pour le reste, les bénéfices sont à l'entreprise ce que l'air que nous respirons est à notre organisme.

La question des relations entre l'industrie et la finance a pris de l'ampleur ces dernières années, notamment à

la suite des affaires concernant Enron et d'autres sociétés américaines et européennes. La libre circulation des capitaux, le dessaisissement du pouvoir des directeurs financiers des *holdings* américaines au profit des fonds de pension, la montée en puissance des bourses de valeurs ont transformé le paysage. Les intermédiaires financiers, qui achètent des titres porteurs de risques, jouent globalement un rôle utile. Leur expérience, leurs informations leur permettent de protéger l'épargnant qui leur confie ses économies contre des risques difficiles à apprécier, pour un particulier. En revanche, le système n'est pas à l'abri de défaillances ; le risque zéro n'existe pas. Et la transparence des marchés financiers – que certains réclament dans sa version la plus extrême – est un mythe. Que les autorités des marchés financiers veillent à la véracité des informations publiées par les entreprises sur leurs comptes, que les opérateurs de marché aient un égal accès à toute information publique susceptible de peser sur le cours des titres est une chose. Mais on ne peut rêver que ces opérateurs auraient pleine connaissance des projets des sociétés industrielles. La concurrence joue des effets de surprise. Et tout dirigeant en sait normalement plus sur la santé de son affaire, que son banquier ou ses actionnaires extérieurs.

Après l'individu, le marché, l'entreprise, le monde de la finance, un dernier acteur subit, lui aussi, un sérieux *aggiornamento* dans la réflexion des économistes : l'État. Celui-ci redescend du piédestal où l'avaient hissé les disciples de Keynes et les partisans d'un interventionnisme tous azimuts. Dans les années 1950, l'État supposé parfait devait corriger les défaillances du marché, ce pour le bien collectif de la nation. Un État parfait, c'est-à-dire bâti tout d'une pièce, omniscient, tout puissant, bienveillant et doté d'une longue vue capable de pallier la myopie du marché. Tous ces crédos sont aujourd'hui remis en question. Certes, l'État n'a guère reculé, quand on considère le poids des prélèvements obligatoires et des dépenses publiques dans les PIB. En revanche, sur le plan idéologique, son influence marque le pas depuis les années 1970. La conception de l'État a changé. Plus l'État multiplie ses incursions, plus ses administrations risquent d'agir de manière incohérente. La myopie imposée par les ambitions électorales, l'inefficacité des solutions abstraites, les intérêts personnels d'agents publics exposés à l'influence de groupes de pression avides de protections et de rentes donnent de l'État l'image d'un acteur pris dans la mêlée. Jamais la France n'a produit autant de règlements détaillés que durant la période actuelle, que d'aucuns disent ultralibérale. Au-delà de certaines limites dans l'endettement et la pression fiscale, l'État doit en urgence réformer ses méthodes et adopter une culture de résultat familière aux responsables d'entreprises. L'Union européenne nous y pousse, de même que les services publics, lesquels, soumis à la concurrence, ont aujourd'hui affaire à des clients mieux informés et plus exigeants.

Avec la croissance, on aborde un thème largement délaissé par la réflexion d'avant 1945. Les « Trente Glorieuses » (ainsi baptisées par Fourastié) couvrent une période au cours de laquelle l'Europe de l'Ouest s'efforça de rattraper l'économie américaine. La croissance apportait l'abondance à beaucoup, promettait plus de justice et de sécurité, facilitait les réformes... Mais, comme avec toute grande question, la simplicité du remède allait poser aux économistes deux nouvelles questions. La première : quels sont les moteurs de la croissance ? La seconde : comment en répartir les fruits ? À la première question, celle des moteurs de la croissance, la réponse reflétée par le plan Marshall parut vite insuffisante. Pour que le PIB et le pouvoir d'achat augmentent, il ne suffit pas que la population épargne et investisse dans des équipements matériels de productivité donnée. Il ne suffit pas que le pays emprunte ou reçoive des dons en capital pour accélérer sa croissance. D'autres ressources, moins figées, sont requises : l'éducation de base, la formation professionnelle, le progrès scientifique et la recherche-développement, l'esprit d'entreprise et les innovations techniques et organisationnelles. Toutes ces ressources relèguent l'accumulation du seul capital matériel au second plan. Toutes reflètent un aspect du facteur humain, sans compter les efforts de reconversion que le pays assume pour se moderniser. La seconde question concerne l'attribution des fruits de la croissance. Elle est typique du cas français, mais elle soulève un problème général. De nos jours, du fait des rendements croissants de toute origine, dans un pays riche comme le nôtre, 30 % seulement de la population produisent la richesse que les familles et les administrations redistribuent à l'ensemble. L'éducation, les retraites, la sécurité sociale, l'assistance aux plus démunis et les services publics non marchands servent de circuits de redistribution. D'autre part, quand on s'interroge sur la juste rémunération de ceux qui contribuent directement ou indirectement (les fonctionnaires) au PIB, la difficulté vient de ce que ni l'effort mesuré en heures de travail, ni le service rendu par les épargnants qui prêtent à intérêt *X* milliards d'euros en capital ne suffisent à déterminer les justes parts du gâteau. La contribution à la production dépend aussi des compétences avérées et du risque effectivement supporté dans l'exploitation d'une entreprise, ou dans une étape de carrière (6). Or ces deux éléments sont moins palpables. Enfin, les considérations relatives à la justice et à l'égalité des chances corrigent la répartition des revenus issus directement de la production. Autant qu'une solution, la croissance devient un problème dans des sociétés dominées par l'envie, les rumeurs, le souci de conquérir des privilèges et son contraire, cette « passion de l'égalité » qui se nomme égalitarisme.

(6) Nous développons cet argument dans *Sociétal*: « Justice sociale, revenus et marché » (n° 56, 2007).

## LA MONDIALISATION ET LA MORALE

La mondialisation désigne depuis les années 1980 une étape de l'intensification des relations intercontinentales. Une étape marquée par la densité des échanges de toutes sortes, l'interdépendance croissante des nations, l'érosion des frontières. L'opposition (sur laquelle l'Allemagne fédérale a conçu son redressement après guerre) entre le centre (c'est-à-dire l'État) et la périphérie (c'est-à-dire le marché national) est devenue floue. La liberté de circulation des biens et des capitaux, Internet, le tourisme, l'olympisme, les migrations, la criminalité et le terrorisme internationaux font ressortir les effets collectifs – les bons comme les mauvais – d'un monde dépourvu de gouvernance politique légitime. La mondialisation n'a pas mis fin pour autant à l'hégémonie américaine. Mais celle-ci a changé de sens. En 1945, les États-Unis étaient le premier créancier du reste du monde, grâce notamment à leur abondance en capital. Ils en sont aujourd'hui le premier débiteur, grâce à leur potentiel d'innovations technologiques et à une bonne combinaison entre le rendement et la sécurité des capitaux. Certains pays, dont la France, profitent moins que d'autres de la mondialisation : leurs emplois en souffrent. Or, quoique affaiblis, les États n'en conservent pas moins la responsabilité suprême en matière de cohésion sociale. Ce devoir les conduit à défendre une conception de l'intérêt général trop nationaliste et figure à l'origine de la crise actuelle du multilatéralisme, cette immense conquête de l'après-guerre : l'ONU, l'OMC, le FMI, la Banque mondiale peinent à faire prévaloir un intérêt général mondial. Il en est de même pour l'Union européenne, à son échelon.

La mondialisation offre aussi une illustration du destin des économies émergentes. La question du développement a pris une nouvelle tournure depuis que cette entité faussement homogène (qu'Alfred Sauvy nomma le Tiers Monde, en 1952) a volé en éclats. Les pays en développement (PED) ont les uns après les autres abandonné le modèle d'économie planifiée et autocentré qui les fascinait, dans les années 1960, pour adopter des politiques de développement extraverties. Une nouvelle spécialité, l'économie du développement, s'est fondée, à l'époque, sur le constat que bien des concepts et des modèles adaptés aux pays avancés sont inopérants ailleurs et que par sa complexité, le développement se distingue d'un simple processus de croissance. C'est un objectif qui a son prix pour les populations les plus démunies, mais il a aussi un coût humain en termes de systèmes de valeurs, de ruptures avec les coutumes ancestrales les plus sacrées ; et il creuse parfois un « gouffre moral » entre les générations. L'émergence des pays d'Asie, à commencer par le Japon dans les années 1950, démontre que le sous-

développement n'est pas une fatalité. Pour autant, ce constat ne doit pas faire oublier les cercles vicieux dans lesquels les pays les moins avancés sont enfermés, ni le mauvais usage que d'autres font de la rente pétrolière dont ils disposent.

Au terme de cet état des lieux, il apparaît que notre siècle devra remédier, tant bien que mal, à de nouvelles questions. Tout d'abord, le développement souhaitable pour les pays pauvres ne pourra pas copier le modèle de l'Occident, alors même que le mimétisme conduit ces pays à vouloir en profiter. Il est fait ici allusion à la question du développement durable. Notre monde s'éveille à la conscience écologique comme l'y convia il y a plus de 40 ans un Bertrand de Jouvenel. Il faudra beaucoup de recherches et d'inventions pour mettre en pratique les procédés exigés par un développement durable. Cela nous conduit à redéfinir nos politiques éducatives, à distinguer information numérique et connaissance, économie de la connaissance et société fondée sur la connaissance. Il nous apparaît aussi que les rendements croissants de toutes sortes plongent le monde dans la démesure. Ils l'exposent à des risques imprévisibles d'origine naturelle et de plus en plus fréquemment humaine. Nous évoquons pour mémoire la question de vieillissement inégal et de la « gérontocroissance » des sociétés, qui ne font pas que menacer le financement des retraites.

En conclusion, le message que suggère le rôle déterminant de l'information, de sa diffusion, de ses usages et de ses manipulations est que, dans notre monde imparfait, où tant les marchés que les États sont sujets à défaillances, l'économie doit réintégrer la dimension morale de l'action humaine. Le postulat de la perfection des marchés de concurrence, mis au point par les néo-classiques au tournant des XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles, évacuait ce problème. Smith pensait affranchir l'économie de la vision sinistre que Hobbes et Machiavel se faisaient de la société. Mais, par la suite, en hypertrophiant le rôle de la logique et de la rationalité, l'école de pensée dominante éluda le problème moral. En effet, dans un monde idéalisé, supposé totalement transparent – celui de la concurrence parfaite –, les pratiques malhonnêtes sont censés être détectées sans délai et, de ce fait, éliminées. La critique du capitalisme par Marx et ses disciples n'invoquait pas non plus l'argument de l'absence de scrupules des dirigeants. Elle dénonçait le défaut congénital d'un système entièrement déterminé par l'exploitation supposée des travailleurs – un système dans lequel l'individu est privé de sa liberté de décider par des forces sociales qui le dépassent. Or, aujourd'hui, de nombreux experts tels qu'un Octave Gélienier, ancien président de la Cegos (le « Peter Drucker français ») ou Amartya Sen, prix Nobel d'économie, en appellent au rapatriement de la dimension éthique en économie. On doit s'en féliciter.

# R É A L I T É S INDUSTRIELLES

une série des Annales des Mines

## SOMMAIRE

### ENJEUX D'AVENIR DE L'INDUSTRIE NUCLÉAIRE

**Le nucléaire, un des atouts maîtres dans la nouvelle donne énergétique mondiale** – *Anne Lauvergeon*

**EDF et la production nucléaire : les clés d'une réussite industrielle** – *Bernard Dupraz et Laurent Joudon*

**Les déchets radioactifs** – *Marie-Claude Dupuis*

**La R&D sur les filières nucléaires actuelles et futures : enjeux et perspectives** – *Philippe Pradel*

**L'industrie nucléaire : les grands enjeux pour la France en termes de politiques industrielle, énergétique et environnementale** – *Florence Fouquet, Cyrille Vincent, Francis Iglésias*

**L'Autorité de sûreté nucléaire, Autorité administrative indépendante** – *André-Claude Lacoste*

**L'industrie nucléaire et le débat public** – *Yves Mansillon*

**Les Français et les déchets nucléaires** – *Philippe d'Iribarne*

**Du cachalot au tritium** – *Jacky Bonnemains*

**L'énergie nucléaire au Royaume-Uni** – *Sir David King*

**Les nouvelles perspectives de la politique énergétique au Royaume-Uni** – *Malcolm Grimston*

**L'énergie nucléaire aux États-Unis** – *Richard Meserve*

**Avons-nous un avenir commun en matière énergétique ?** – *Bjorn Stigson*

### HORS DOSSIER

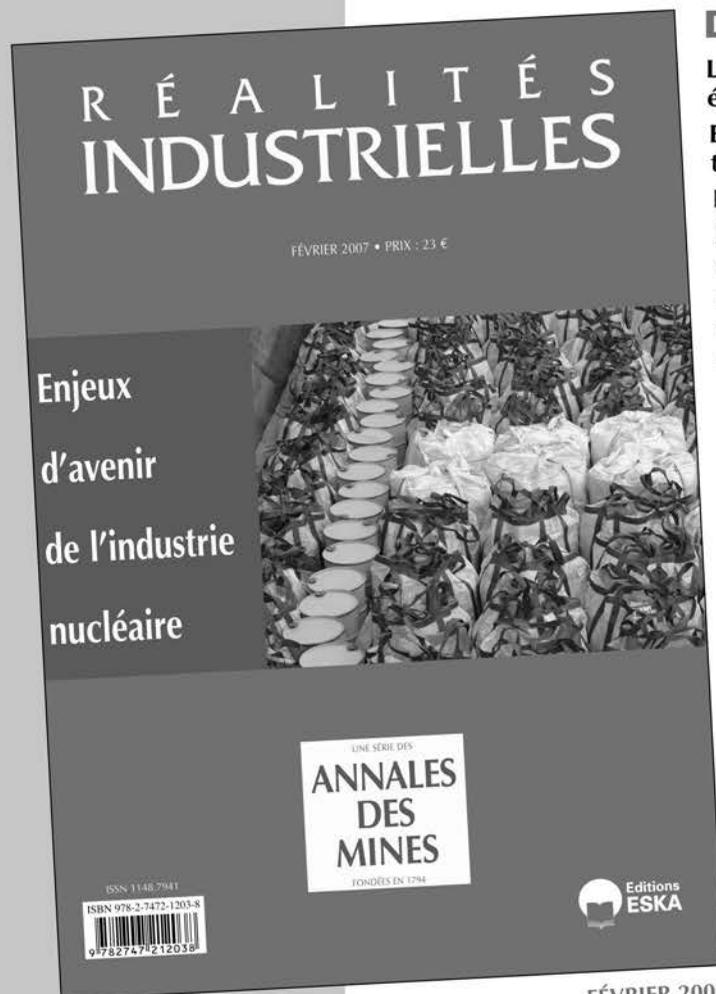
**Les horizons temporels de l'entreprise** – *Les ingénieurs-élèves de l'Ecole nationale supérieure des Mines de Paris, promotion 2004*

**La gestion du risque humain : de la difficulté de disposer de signaux et d'indicateurs. Des procédures à la réflexivité** – *Cécile Banon, Olivier Guillaume, Gilles Deleuze*

**Trop de pétrole ! Energie fossile et réchauffement climatique de Henri Prévot, Le Seuil, janvier 2007** – *Recension par Jean-Pierre Dupuy*

*Le dossier a été coordonné par Pierre AMOUYEL*

*Nous remercions aussi pour son aide Alain BUCAILLE (Areva)*



FÉVRIER 2007  
ISSN 1148.7941  
ISBN 978-2-7472-1203-8

## BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir ..... exemplaire(s) du numéro de *Réalités Industrielles* février 2007 « Enjeux d'avenir de l'industrie nucléaire » (ISBN 978-2-7472-1203-8) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins  un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

# Bilan énergétique de l'année 2006 de la France

FAITS ET CHIFFRES POUR 2006

Une certaine reprise économique et – peut-être – le paroxysme du troisième choc pétrolier, marquent la situation énergétique française de 2006 qui voit une nette progression des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Elle se caractérise en outre par une légère relance de la consommation de carburants, une hydraulique meilleure qu'en 2005 permettant de moins faire appel aux combustibles fossiles, en particulier au charbon, pour produire de l'électricité. On constate finalement une baisse, légère, de la consommation d'énergie primaire et, sensible, des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie.

par **Richard LAVERGNE**

Secrétaire général de l'Observatoire de l'énergie,  
Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables

EN RÉSUMÉ POUR 2006 : UNE CONSOMMATION FINALE EN LÉGÈRE REPRISE (+0,6 %), MAIS AVEC UNE SENSIBLE BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DUES À L'ÉNERGIE (-1,4 %)

- Corrigée du climat, la consommation totale d'énergie primaire s'élève à 275,3 Mtep, en baisse de -0,3 % (après une faible hausse, de +0,2 %, en 2005), donc en net retrait par rapport au PIB (+2,0 %). En données réelles, elle baisse de -1,0 %, à 273,2 Mtep.
- La consommation d'énergie finale croît légèrement dans son ensemble (+0,6 %) et dans tous les secteurs, sauf l'industrie : +1,1 % dans le résidentiel-tertiaire, +1,0 % pour les transports, contre -0,7 % dans l'industrie.
- La consommation finale énergétique évolue de façon contrastée par énergie : +4,1 % pour le charbon (grâce à la bonne tenue de la sidérurgie), +3,6 % pour les énergies

renouvelables thermiques (grâce aux différents soutiens mis en place), +1,5 % pour l'électricité, quasi-stabilité à la fois pour le pétrole (-0,1 %) et le gaz (-0,3 %).

- L'intensité énergétique de la France baisse de nouveau sensiblement, de -1,3 % pour l'énergie finale, après -1,5 % en 2005, évolution compatible avec l'objectif de baisse de 2 % par an d'ici 2015.
- Malgré des prix très élevés, les ventes de carburants routiers croissent de +0,4 %, après un recul de -0,9 % en 2005 ; celles de gazole progressent de +2,7 %, du fait de la diésélisation persistante du parc automobile, alors que celles d'essence prolongent leur chute, de -5,9 %. Il s'ensuit une sensible hausse des importations de gazole.
- La consommation primaire totale d'énergies renouvelables est celle qui croît le plus rapidement, de +5 %, à 17,2 Mtep. En particulier les biocarburants croissent fortement, de 63 %, après +15 % en 2005. Le regain de l'hydraulique (+8 %) grâce à une meilleure pluviosité qu'en 2005, allié avec un fort développement de l'éolien,

permet une nette diminution de l'appel aux centrales thermiques classiques (-9,3 %).

- La conséquence des évolutions ainsi décrites est que les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie baissent sensiblement, de -1,4 %.

## LE CONTEXTE ÉCONOMIQUE ET ÉNERGÉTIQUE, DANS LE MONDE ET EN FRANCE

La situation énergétique mondiale est marquée en 2006 par une poursuite de la crise des prix des matières premières, notamment du pétrole, sous l'influence de la demande galopante de certains pays émergents dont la croissance économique est presque aussi vigoureuse qu'en 2005, mais également par un essoufflement ou un répit de cette crise à partir de septembre. En Europe, les prix spot des permis d'émission de gaz à effet de serre se sont effondrés à partir d'avril, après avoir atteint près de 30 €/t CO<sub>2</sub>, alors que les échanges sur les bourses sont restés dynamiques.

### Le contexte macro-économique mondial

Malgré le choc pétrolier, l'économie mondiale voit son taux de croissance augmenter légèrement et dépasser 4 % pour la troisième année consécutive. Ce dynamisme maintenu est particulièrement sensible dans les pays émergents d'Asie (1), avec plus de 10 % pour la Chine et plus de 6 % en Inde, près de 8 % en Russie, une moyenne proche de 5 % pour l'Amérique latine, mais seulement +3 % au Brésil.

Les États-Unis maintiennent leur croissance à +3,3 % grâce à la vigueur de leur demande extérieure, la montée du prix des actions et le repli des prix des énergies au second semestre qui ont stimulé la consommation et la confiance des ménages malgré la crise de l'immobilier. Le Japon ralentit légèrement sa croissance (+2,2 %) et l'OCDE dans son ensemble croît de +3,2 %.

La reprise économique est nette en Europe, tant dans l'Union européenne (UE) à 25 (+2,7 %) que dans l'UE à 15 (+2,6 %), ou dans la zone euro (+2,6 % également, un niveau qui n'avait pas été atteint, de loin, depuis 2000). L'Allemagne et le Royaume-Uni se placent dans la moyenne, avec +2,6 % chacun, l'Italie comme la France un peu en deçà, avec environ +2 %. Pour l'Allemagne et l'Italie, il s'agit d'une reprise après cinq années de quasi-stagnation, tandis qu'au Royaume-Uni, c'est plutôt un retour à la normale après une année 2005 relativement faible.

Le troisième choc pétrolier n'a eu jusqu'à présent qu'un effet limité sur l'inflation, grâce à des gains de productivité, à la mondialisation et à une modération salariale globale. Le commerce mondial de marchandises se révèle encore plus vigoureux en 2006 (+8,7 %), qu'en 2005 (+7,8 %) avec un léger ralentissement dans les pays en

développement, bien qu'à un niveau élevé de +9,8 % (-1,0 point sur 2005).

### Le contexte macro-économique français

En moyenne annuelle, le PIB de la France croît de +2,0 %, après +1,2 % en 2005. Cette reprise « molle », par rapport à celle de nos voisins européens, est marquée par quatre trimestres en « dents de scie ». De même, la production manufacturière a connu des hauts et des bas, mais le dynamisme de la demande intérieure (+4,2 % pour les investissements des entreprises et +2,8 % pour la consommation des ménages) compense la dégradation du solde de la balance commerciale (-27 %).

Au 1<sup>er</sup> janvier 2007, la population de la France métropolitaine s'élève (2) à 61,54 millions d'habitants, en progression de 0,8 % sur un an. Le vieillissement de la population se poursuit avec une espérance de vie qui dépasse 84 ans pour les femmes et 77 ans pour les hommes. La croissance moyenne annuelle du nombre d'habitants est de 0,6 % depuis 2000, tandis que le nombre de ménages, et donc de logements, croît de plus du double, +1,3 % par an. La bonne tenue de l'immobilier tend à accroître le nombre de maisons individuelles à l'écart des villes, ce qui suscite un besoin supplémentaire de déplacements domicile-travail et des difficultés de raccordement au réseau de gaz naturel.

La consommation des ménages reste le principal moteur de l'activité économique en France (3), avec une croissance moyenne de +2,6 %, sa plus forte progression depuis six ans. Le pouvoir d'achat de leur revenu augmente de la même façon, de +2,7 %, après +1,3 % en 2005, notamment du fait de la décélération des prix à la consommation et d'une amélioration du marché du travail. Leurs dépenses en produits manufacturés augmentent de 4,2 %, tandis que celles d'énergie baissent de -0,9 % grâce, en particulier, à un climat d'automne particulièrement doux qui a permis de réduire les quantités achetées.

L'industrie française continue d'être morose avec une production manufacturière dont la croissance se limite à 0,7 % (en donnée brute, après +0,3 % en 2005), en partie du fait d'un déstockage prononcé, alors que l'inverse s'était produit l'année dernière. En revanche, comme en 2005, l'investissement des entreprises progresse globalement de 3,8 %, porté notamment par le secteur du bâtiment et des travaux publics (+5,5 %). Les investissements en produits manufacturés progressent de 3,9 %, un peu moins qu'en 2005, du fait du ralentissement de la construction automobile.

(1) Perspectives économiques de l'OCDE, n° 80, décembre 2006.

(2) Insee Première n° 1118, janvier 2007.

(3) Note de conjoncture de l'Insee, mars 2007.

Le commerce extérieur est encore cette année très dynamique dans un contexte international porteur, notamment en Allemagne. Les exportations croissent de 6,2 % (après +3,2 % en 2005) et les importations de 7,1 % (après +6,4 % en 2005), de sorte que la balance commerciale aggrave son déficit, avec une contribution négative au PIB de -0,4 point (après -0,9 en 2005).

Des cours internationaux des énergies qui fléchissent après avoir atteint un plus haut en août pour le pétrole

Le choc pétrolier et gazier, commencé en 2002, semble être arrivé à un haut de cycle avec un sommet atteint en août 2006. En moyenne annuelle, le dollar US baisse légèrement, à 0,796 € (-0,9 %), tandis que le cours du pétrole Brent daté, à 65,14 \$/bl croît de +20 %. Cette nouvelle flambée s'amortissant sur le second semestre s'explique par le cumul de plusieurs facteurs parfois contradictoires :

- une demande mondiale de brut en hausse soutenue, bien qu'en ralentissement (+1,0 % en moyenne, soit +0,8 Mbl/jour, après +1,6 % en 2005) ; en particulier, l'Amérique du Nord (-0,24 Mbl/j) et l'Europe (-0,03 Mbl/j) connaissent chacune une baisse ;
- un contexte international toujours tendu : conflit entre Israël et le Liban, crise du nucléaire iranien, troubles au Nigeria, risques d'escalade en Irak, etc. ;
- des craintes sur le renouvellement d'une saison catastrophique de cyclones dans le Golfe du Mexique ;
- des incidents techniques sur un pipeline en Alaska ;

• un quatrième trimestre au climat exceptionnellement doux, globalement, dans les pays de l'OCDE, qui explique pour une bonne part que la demande de produits raffinés baisse pour cette zone de -0,9 %, à 49,2 Mbl/j (cf. tableau I) ;

La légère baisse du cours du dollar atténué quelque peu le prix moyen annuel du brut importé qui, exprimé en euro, croît de 20 %, contre +22 % exprimé en dollar, à un niveau légèrement supérieur au prix moyen du Brent (cf. tableau II).

Comme en 2005, la hausse des cours internationaux des énergies a peu d'influence sur l'inflation en France, qui reste égale à +1,7 %. Pour les ménages, c'est le prix du gaz qui subit la plus forte hausse, de +15,9 %, alors que les prix de l'électricité restent quasiment stables (+0,6 %) du fait de leur faible dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. La croissance des prix des énergies dans leur ensemble est de +6,4 %, après +10,1 % en 2005 (cf. tableau III).

Pour le gaz, la France, comme les autres pays d'Europe continentale, s'approvisionne principalement par le biais de contrats à long terme (15 à 25 ans) passés avec les entreprises nationales des pays producteurs (Gazprom, Sonatrach, Statoil, Gasunie, etc). Dans ce cadre, les prix du gaz sont indexés principalement sur ceux des produits pétroliers, avec un retard de trois à six mois. En complément à ces achats, il est possible de s'approvisionner sur des marchés de gros, ou marchés spot, dont le plus important en Europe est le NBP, à Londres (4). Ce marché est soumis à une forte volatilité qui a fait passer le

(4) NBP : National Balancing Point (Londres).

Moyennes annuelles	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brent daté (en \$/bl)	20,65	19,12	12,78	17,84	28,52	24,44	24,85	28,90	38,28	54,55	65,14
Panier OPEP (en \$/bl)	20,29	18,68	12,28	17,47	27,60	23,12	24,36	28,10	36,05	50,64	61,08
Dollar US (en euro)	0,780	0,890	0,899	0,939	1,085	1,117	1,062	0,886	0,805	0,804	0,796

Tableau I – Evolution des prix moyens annuels du pétrole brut.

Prix moyen annuel du pétrole brut importé	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
en \$/bl	20,9	19,4	13,0	17,5	28,6	24,8	24,9	29,7	38,8	53,6	65,2
en euro/t	120	126	85	120	228	203	194	193	229	316	381

Tableau II – Evolution du prix moyen annuel du pétrole brut importé.

En %	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Produits pétroliers	+4,1	-4,1	+4,7	+21,9	-5,6	-3,2	+3,2	+8,7	+15,4	+6,7
Électricité	-2,2	-2,2	-4,5	-2,1	-0,5	+0,8	+1,2	+1,4	-	+0,6
Gaz	+5,8	+1,8	-5,4	+8,1	+15,4	-0,3	+2,9	-2,7	+7,9	+15,9
Ensemble des énergies	<b>+2,2</b>	<b>-2,9</b>	<b>+0,5</b>	<b>+12,8</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>+2,5</b>	<b>+5,0</b>	<b>+10,1</b>	<b>+6,4</b>
Ensemble des biens et services	+1,2	+0,7	+0,6	+1,7	+1,6	+1,9	+2,1	+2,2	+1,7	+1,7

Source : Observatoire de l'énergie, base Pegase, d'après INSEE (indice des prix à la consommation)

Tableau III – Evolution des prix moyens annuels à la consommation (en % par rapport à l'année précédente).

cours moyen à un mois du gaz de 12,8 \$/MBtu en janvier 2006 à 5,8 \$/MBtu un an plus tard, pour une moyenne de 8,39 \$/MBtu sur 2006 (+13 %).

Depuis 2003, l'actualité charbonnière est marquée par des prix élevés. Un record a été enregistré durant l'été 2004 où le charbon en provenance d'Afrique du Sud pour livraison sur le marché ARA (5) a frôlé 80 \$/t CAF (6) (environ 66 €/t). En dépit d'une amélioration sensible de toute la chaîne logistique charbonnière (augmentation des capacités portuaires, meilleure disponibilité des cargos, etc.), quelques goulots d'étranglement subsistent, ce qui semble créer encore quelques difficultés sur un marché en pleine effervescence. Porté par les pays émergents, l'engouement pour le charbon ne se dément guère : en 2005, la consommation mondiale de houille s'élevait à 5,0 milliards de tonnes (7), soit 1,1 de plus qu'en 2002 et près de 80 % de cet accroissement est dû à la seule Chine. En attendant que les investissements puissent répondre à cette forte demande, les prix continuent de s'apprécier : le prix spot du charbon vapeur livré sur le marché ARA gagne +3 %, pour s'établir en moyenne en 2006 à 64 \$/t (51 €/t), après une baisse de -14 % en 2005, à 62 \$/t (49 €/t).

Les prix de l'uranium n'ont que peu d'impact en matière énergétique en France puisque, d'une part, ils ne représentent que 0,5 % du coût du kWh nucléaire d'électricité et que, d'autre part, les importations sont limitées à environ 8 000 tonnes par an pour faire fonctionner la totalité des centrales nucléaires françaises. Néanmoins, malgré une vigoureuse mais récente reprise des dépenses d'exploration production, en lien avec la relance du nucléaire au niveau mondial, les prix spot de l'uranium sont proches de 80 \$/kg de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> en moyenne pour 2006, soit plus de quatre fois leur prix de 2001.

#### Autres éléments de contexte énergétique

La facture énergétique (8) de la France croît encore de +18,5 %, après +35 % en 2005, à 46,2 milliards d'euros, un nouveau record historique. La facture pétrolière croît de 16 %, celle de gaz de 28 % et le solde exportateur d'électricité croît, comme en 2005, de 7 %, à 2,7 milliards d'euros. Globalement la facture énergétique représente 2,6 % du PIB, un niveau qui n'avait pas été atteint depuis 1985 (3,7 %).

Le climat de l'année 2006 a été plus froid que la normale au premier trimestre; puis une vague de chaleur a frappé la France en juillet, avant un automne exceptionnellement

doux. Au total, l'indice de rigueur, au sens de l'Observatoire de l'énergie, vaut 0,94, ce qui traduit une plus grande douceur, à la fois que la normale et que l'année 2005 (0,99). La pluviométrie s'est améliorée par rapport à l'année 2005, très médiocre de ce point de vue, sans retrouver ses niveaux de 2003 ou 2004, pourtant considérés comme bas. L'hydraulicité profite cependant nettement de cette évolution.

Selon les estimations de l'*Oil and Gas Journal*, les réserves mondiales (9) de pétrole brut s'élèvent à 1 317 milliards de barils au 1<sup>er</sup> janvier 2007, contre 1 293 en 2006, et représentent 42 ans de production. La part de l'Opep est d'environ 70 %.

La production mondiale de pétrole, soit 85,3 Mbl/j (million de barils/jour) en 2006, augmente de 0,8 Mbl/j, soit une progression bien moindre qu'en 2005 (+1,3 Mbl/j) et surtout qu'en 2004, année de croissance exceptionnelle (+3,4 Mbl/j). La Russie, le Canada et les États-Unis augmentent leur production en 2006, profitant des cours élevés. En Europe, le gisement de Mer du Nord poursuit son déclin.

Pour la première fois depuis 1985, la demande en pétrole de l'OCDE recule, de -0,4 Mbl/j, alors que la croissance de la demande hors-OCDE reste soutenue (+1,2 Mbl/j), bien qu'en deçà de son niveau de 2004 (+2,4 Mbl/j). Cette hausse provient essentiellement de Chine et, plus généralement, d'Asie, ainsi que du Moyen-Orient.

#### LA CONSOMMATION TOTALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE

La consommation totale d'énergie primaire décroît faiblement après correction climatique, de -0,3 %, à 275,3 Mtep. Hormis 2003 où elle avait très faiblement reculé (-0,1 %), il faut remonter à 1982, au lendemain du deuxième choc pétrolier, pour retrouver une baisse, certes d'une plus forte ampleur (-2,1 %). En 2005, elle avait crû faiblement, de +0,2 %, après +1,3 % en 2004 et une moyenne annuelle de +1,2 % depuis 1990. En données non corrigées, la consommation totale d'énergie primaire s'inscrit en recul plus marqué, de -1,0 %, du fait de la douceur du climat (cf. tableau IV).

La consommation finale d'énergie renoue par contre avec la hausse, avec +0,6 %, à 177,1 Mtep, après -0,3 % en 2005 et +0,9 % en 2004, après correction climatique.

Ce décalage entre primaire et final, inversé par rapport à l'année précédente, provient principalement de la baisse de consommation de charbon pour produire de l'électricité, grâce à la relative bonne tenue de l'hydraulicité.

Le gaz, même corrigé du climat, et surtout le charbon, sont les deux seules énergies primaires qui décroissent,

(5) ARA : Anvers, Rotterdam, Amsterdam.

(6) CAF : coût, assurance et fret.

(7) Source : Coal Information, AIE, 2006.

(8) Calculée selon une méthodologie développée par l'Observatoire de l'énergie pour refléter les coûts des seuls produits énergétiques à partir des données des Douanes (cf. note d'analyse spécifique).

(9) Plus de 95 % des 179 milliards de barils de réserves annoncées par le Canada sont des réserves de pétrole non conventionnel, sables bitumineux notamment ; l'inclusion de telles réserves dans les évaluations officielles ne fait pas consensus entre experts car les sables bitumineux sont bien plus difficiles à extraire et à raffiner que le pétrole conventionnel.

	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05	TCAM 06/90
<b>Consommation d'énergie primaire (en Mtep)</b>									
Réelle	182,4	191,7	225,2	264,6	275,4	276,0	273,2	-1,0	+1,2
<b>Avec CC</b>	<b>179,7</b>	<b>190,0</b>	<b>229,2</b>	<b>269,2</b>	<b>275,7</b>	<b>276,2</b>	<b>275,3</b>	<b>-0,3</b>	<b>+1,2</b>
dont									
- Usages énergétiques (avec CC)	133,6	134,2	141,9	158,8	161,2	160,7	161,7	+0,6	+0,8
- Usages non énergétiques	10,9	11,8	12,4	17,4	15,4	15,3	15,4	+0,7	+1,4
<b>Taux de variation annuel (en %)</b>									
Consommation primaire (avec CC)	+7,8	-1,6	+2,1	+2,4	+1,0	+0,2	+0,3		
PIB total (en volume)	+5,4	+1,9	+2,7	+4,1	+2,3	+1,2	+2,0		
CC = correction climatique TCAM (taux de croissance annuel moyen) en %									

Tableau IV – Consommation d'énergie primaire.

En Mtep	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05	TCAM 06/90
Charbon	17,3	13,1	7,7	2,3	0,4	0,3	0,2	-28,0	-20,9
Pétrole	2,2	2,4	3,5	1,7	1,4	1,3	1,3	-6,0	-6,1
Gaz naturel	6,3	6,3	2,5	1,5	1,1	0,9	1,0	+13,3	-5,4
Électricité primaire									
- Nucléaire	3,8	16,0	81,7	108,2	116,8	117,7	117,3	-0,3	+2,3
- Hydraulique, éolien, photovoltaïque	4,1	6,1	5,0	6,2	5,7	5,0	5,5	+10,0	+0,6
ENRt et déchets	9,8	8,7	11,4	12,5	12,6	12,7	12,8	+0,4	+0,7
<b>Total production primaire</b>	<b>43,5</b>	<b>52,5</b>	<b>111,8</b>	<b>132,5</b>	<b>138,0</b>	<b>137,9</b>	<b>138,1</b>	<b>+0,1</b>	<b>+1,3</b>
<b>Taux d'indépendance énergétique</b>	<b>23,9 %</b>	<b>27,4 %</b>	<b>49,7 %</b>	<b>50,1 %</b>	<b>50,1 %</b>	<b>50,0 %</b>	<b>50,5 %</b>	<b>+0,6 pt</b>	
TCAM (taux de croissance annuel moyen) en %									

Tableau V – Production nationale d'énergie primaire.

alors que l'électricité primaire (10) et le pétrole stagnent, et que les énergies renouvelables progressent sensiblement (+3,1 %).

## PRODUCTION NATIONALE ET INDÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE

Pour la deuxième année consécutive, la production nationale d'énergie primaire stagne (+0,1 %, après -0,1 % en 2005), à 138,1 Mtep, alors que sa croissance moyenne annuelle s'élève à +1,3 % depuis 1990 (cf. tableau V).

La production d'énergies fossiles ne représente plus que 2,5 Mtep, soit 1,7 % de leur consommation.

### Charbon

L'extraction du charbon étant arrêtée depuis avril 2004, date de fermeture du dernier puits lorrain, la production se limite désormais aux produits de récupération valorisés dans des centrales thermiques à hauteur de 0,2 Mtep. La baisse de la demande permet une reconstitution des stocks de 0,9 Mtep, après trois années de déstockage, d'autant que les importations continuent de croître.

(10) Électricité primaire : nucléaire + hydraulique + éolien + photovoltaïque – solde exportateur des échanges.

Les importations de combustibles minéraux solides, avec 22 millions de tonnes (13,7 Mtep), progressent de +2,2 % ; elles sont constituées à 93 % de houille (+2,7 %) plus particulièrement adaptée aux centrales électriques. Les cinq principaux pays ou zones d'origine sont l'Australie (5,7 Mt), l'Afrique du Sud (4,2 Mt), l'Union européenne à 27 (2,1 à 3,3 Mt) (11), la Colombie (2,2 Mt) et les États-Unis (2,0 Mt).

### Pétrole

Stimulées par les prix élevés du brut, les dépenses en investissements d'exploration augmentent de 27 % en 2006 et le nombre de mètres forés à cet effet croît de 59 %, à près de 4 600 m. La production nationale d'huile ralentit sa chute, de -2,2 %, à 1,06 million de tonnes, après -5,1 % en 2005, avec 62 champs localisés essentiellement dans les bassins parisien et aquitain (12).

Les importations nettes de pétrole (brut et raffiné) baissent, pour la première fois depuis 2002, de -0,8 %, grâce à la diminution de la consommation primaire réelle (-0,3 %) et à une moindre mise en stock (stabilité, en particulier, des stocks de produits raffinés, contre 1,1 Mtep stockés en 2005). Les importations de pétrole brut baissent de -2,4 % à 82,1 en Mtep (soit 1,65 Mbl/j),

(11) Incertitude sur les statistiques douanières de certains pays européens.

(12) Source : Bilan annuel du BEPH, DGEMP-Direm, mars 2007.

tandis que les importations nettes de produits raffinés croissent de 13 %, comme en 2005. L'activité du raffinage est en baisse pour la deuxième année consécutive, avec 83 Mtep traités et un taux d'utilisation de la capacité de distillation atmosphérique égal à 85,3 % (après 87,4 % en 2005 et 89 % en 2004), en raison, notamment, de plusieurs grands arrêts techniques normaux. La production des raffineries françaises est toujours excédentaire en essence et en fioul lourd, alors que la France doit importer du gazole (en particulier de Russie). La marge de raffinage qui avait atteint son plus haut niveau en 2005, avec 35 €/t, redescend à 26 €/t en moyenne annuelle.

Au total, la disponibilité nationale en produits raffinés couvre 88 % de la demande, toutes comprises, après 89 % en 2005.

## Gaz naturel

La production nationale, qui avait chuté de 20 % en 2005 du fait des arrêts quinquennaux de maintenance à Lacq, a repris et gagne 13 %, à 13,2 TWh (13), soit 1,17 milliard de m<sup>3</sup>. On peut noter la stabilité de la production de gaz de mine dans le Nord-Pas-de-Calais et l'arrêt définitif en avril 2006 de la production du gisement de Trois Fontaines (Meuse et Haute Marne) qui devrait être converti en stockage souterrain d'ici 2008. La douceur de l'automne a permis une nouvelle progression des stocks, de 11,7 TWh, après 7,3 TWh en 2005. Les stocks utiles avoisinent ainsi 106 TWh en fin d'année.

Malgré cette mise en stock, le solde importateur de gaz baisse pour la première fois depuis 2001, de -3,1 %, à



© Bordas / SIPA

Une hydraulique meilleure qu'en 2005 a permis en 2006 de moins faire appel aux combustibles fossiles (Poste de transformation haute tension de la centrale hydroélectrique de Luchon).

S'agissant des approvisionnements en pétrole brut, la part de l'Opep continue de décroître, avec 32,8 % des origines (-1,1 point), ainsi que celle de la Mer du Nord (20,4 % ; soit -1,8 point), mais le Moyen-Orient et l'ex-URSS se raffermissent (respectivement 22,8 % et 20,1 %), au détriment de l'Algérie qui perd près de 2 Mt. Les six principaux pays fournisseurs de la France sont la Norvège (13,4 Mt), la Russie (9,8 Mt), l'Arabie Saoudite (8,7 Mt), le Kazakhstan (8,1 Mt), l'Iran (6,7 Mt) et le Royaume-Uni (6,6 Mt). A noter le bond de l'Irak qui fournit 4,0 Mt, après 2,8 Mt en 2005.

510 TWh. La structure des importations, qui a fait, en 2006, l'objet d'une méthodologie refondue par l'Observatoire de l'énergie, témoigne de quelques évolutions notables : d'une part, les importations de GNL (14) s'accroissent de 10 %, du fait de l'arrivée de gaz d'Egypte

(13) TWh pour térawattheure, soit un milliard de kWh.

(14) GNL : gaz naturel liquéfié.

En TWh	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	TCAM	
								06/05	06/90
Thermique classique	119,5	126,0	48,2	53,1	59,8	66,7	60,5	-9,3	+1,4
Nucléaire	14,8	61,3	313,7	415,2	448,2	451,5	450,2	-0,3	+2,3
Hydraulique, éolien, photovoltaïque	48,1	70,7	58,3	72,5	66,2	58,0	63,8	-10,1	+0,6
<b>Total</b>	<b>182,4</b>	<b>258,0</b>	<b>420,1</b>	<b>540,8</b>	<b>574,3</b>	<b>576,2</b>	<b>574,5</b>	<b>-0,3</b>	<b>+2,0</b>

TCAM (Taux de croissance annuel moyen) en %

Tableau VI – Production totale brute d'électricité.

En %	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	VAM	
								06/05	06/90
Thermique classique	65,5	48,9	11,5	9,8	10,4	11,6	10,5	-1,0 pt	-0,1 pt
Nucléaire	8,1	23,7	74,7	76,8	78,1	78,4	78,4	-	+0,2 pt
Hydraulique, éolien, photovoltaïque	26,4	27,4	13,9	13,4	11,5	10,1	11,1	+1,0 pt	-0,2 pt
<b>Total</b>	<b>100,0</b>								

VAM (Variation annuelle moyenne) en points

Tableau VII – Structure de la production totale brute d'électricité.

et du Nigeria, malgré la baisse de 5 % du gaz algérien, portant la part du GNL dans les importations totales à 31 % ; d'autre part, la proportion des contrats à long terme gagne 6 points, à 86 %. Parmi les entrées nettes sur contrats à long terme, soit 437 TWh, la Norvège en est à l'origine de 34 %, les Pays-Bas de 22 %, l'Algérie et la Russie chacune de 19 %, l'Égypte de 6 % et le Nigeria de 1 %.

La capacité de transport de GNL s'accroît sensiblement avec notamment la mise en service par GDF, fin 2006 – début 2007, de trois méthaniers construits aux chantiers navals de Saint-Nazaire.

### Énergies renouvelables et déchets

La diversité des formes d'énergie considérées sous cette appellation conduit à distinguer trois agrégats d'énergies considérées comme primaires :

- ENRt : bois-énergie, solaire thermique, géothermie, pompes à chaleur, déchets urbains renouvelables, biogaz, biocarburants.
- ENRé : électricité hydraulique hors pompages, éolien, photovoltaïque.
- ENRt et déchets : ENRt et déchets urbains non renouvelables valorisés sous forme d'énergie (cet agrégat fait l'objet d'une colonne spécifique dans le Bilan de l'énergie).

La production primaire de l'agrégat « ENRt et déchets » s'élève à 12,8 Mtep, en progression de 0,4 %. En ajoutant la production d'électricité hydraulique, éolienne et photovoltaïque, en forte hausse, on obtient la production primaire d'énergies renouvelables et de déchets qui atteint 17,8 Mtep. En retirant de cet agrégat sa partie non renouvelable (pompages et déchets non renouvelables), la production primaire d'énergies renouvelables (ENRt + ENRé) en France s'élève à 16,9 Mtep, en hausse de 3,2 %.

### Électricité

La production totale brute d'électricité (d'une part primaire, c'est-à-dire nucléaire, hydraulique, éolienne et photovoltaïque, d'autre part secondaire, c'est-à-dire d'origine thermique classique) perd 0,3 %, à 574 TWh. Il s'agit de sa première baisse depuis 1997, alors que la tendance depuis 1990 est une hausse de 2,0 % par an. Cette production est à 78 % d'origine nucléaire, 11 % d'origine hydraulique, éolienne, photovoltaïque et également 11 % d'origine thermique classique (charbon majoritairement). Cf. tableaux VI et VII.

En soustrayant la consommation des « auxiliaires » des centrales, on obtient la production totale nette d'électricité, soit 549 TWh (-0,2 %). Les principaux producteurs restent toujours, dans l'ordre, EDF (près de 90 % du marché français), CNR et Endesa (cf. annexes, figure 1). Les principaux déterminants de l'offre d'électricité peuvent être analysés comme suit :

- la production nucléaire brute baisse de -0,3 %, à 450 TWh (429 TWh en net), après une hausse de +0,7 % en 2005. Ce sont les réacteurs de 1 300 MW (20 réacteurs à l'origine de 41 % du total du nucléaire produit en France) dont la production globale baisse de -3,2 % (contre +3,4 % en 2005), alors que les 34 réacteurs de 900 MW croissent de +1,3 % et les 4 réacteurs N4 de +5,5 %. Au total, le taux moyen de disponibilité du parc continue de s'améliorer avec 83,6 % (+0,2 point).
- Le thermique classique total (d'origine renouvelable ou non) recule de -9,3 %, à 60,5 TWh en brut, l'année 2005 ayant constitué un record depuis 1983. Les centrales au charbon (38 % de la production thermique classique) chutent de -17 % (après un bond de +13 % en 2005) et la cogénération semble stagner, entre 22 et 25 TWh selon de premiers pointages réalisés par l'ERD sur l'obligation d'achat. La consommation d'énergie pour alimenter les centrales thermiques classiques baisse de 9,4 %, et de 16 % pour le seul charbon.

• L'hydraulique (y compris usine marémotrice et stations de pompage) progresse de 8,1 % pour s'établir à 61,6 TWh. Cette hausse fait toutefois suite à un recul de près de 9 TWh en 2005, année où la sécheresse renouvelée avait conduit à un niveau exceptionnellement bas de 57,0 TWh produits. Le regain de production de 2006 la laisse cependant encore loin en deçà des niveaux normaux, autour de 70 TWh. Avec un creux en 2005 à 6,6 TWh, la consommation des stations de pompage (STEP) retrouve un niveau voisin de ceux prévalant de 2002 à 2004, avec 7,5 TWh.

#### L'électricité d'origine renouvelable

- *L'hydraulique* d'origine renouvelable, c'est-à-dire la production d'électricité hydraulique hormis la production issue des pompes, s'établit à 58,5 TWh, en progression de 9,9 %.
- *L'éolien* continue son essor rapide avec une production de 2,2 TWh, après 1,0 TWh en 2005, pour la seule Métropole (hors DOM-TOM). La puissance installée, selon la méthode de l'Observatoire de l'énergie ne prenant en compte que les éoliennes mises en service industriel après signature d'un contrat d'obligation d'achat, s'élève à 1 388 MW en fin d'année, pour environ un millier d'éoliennes.
- *L'électricité produite* à partir d'énergies renouvelables thermiques (bois, résidus de bois, part renouvelable des déchets urbains solides, biogaz), décroît légèrement, de -0,7 %, à 3,5 TWh.

Au total, toutes énergies renouvelables confondues, la production d'électricité d'origine renouvelable fait un bond de +9,2 %, à 62,0 TWh, après une baisse de -12 % en 2005. La part de cette forme d'électricité dans la consommation intérieure brute d'électricité (15), calculée pour la seule Métropole selon la méthodologie européenne, s'élève à 12,1 %, contre 11,0 % en 2005, grâce à une hausse du numérateur (production) et à une légère baisse du dénominateur (consommation). En tenant compte du « productible » pour l'hydraulique, le pourcentage devient 13,9 %, en légère croissance après de nombreuses années de baisse.

- *Le solde exportateur d'électricité* repart à la hausse (+5,0 %), après trois années de baisse, à 63,3 TWh. Les exportations « physiques », soit 72 TWh, progressent un peu moins vite que les importations, soit 8,5 TWh.

En 2006, c'est toujours avec l'Allemagne que le solde exportateur des échanges physiques est le plus important, avec 15,3 TWh. Les soldes suivants sont enregistrés, dans l'ordre, avec l'Italie (13,8 TWh, alors qu'il avait atteint 18,5 TWh en 2002), le Royaume-Uni (10,9 TWh), la Suisse (9,4 TWh, en hausse de 22 %), la Belgique (8,8 TWh, en hausse de 87 %) et l'Espagne (4,7 TWh, en baisse de 29 %).

Pour la première fois depuis 1994, le solde importateur d'énergie, sous toutes ses formes, est en baisse de -1,3 %, à 140,2 Mtep. Avec une consommation (intérieure)

d'énergie primaire qui, en réel, baisse de -1,0 %, une production nationale d'énergie primaire qui stagne (+0,1 %) et des stocks reconstitués à hauteur de 2,2 Mtep (charbon et gaz principalement), le taux d'indépendance énergétique de la France gagne 0,6 point, à 50,5 % (cf. annexes, figure 2).

#### CONSOMMATION D'ÉNERGIE, PAR FORME D'ÉNERGIE

Globalement, la consommation d'énergie primaire (corrigée du climat) stagne (-0,3 %) pour la quatrième année consécutive. Si ce n'est l'électricité primaire également stable, comme en 2005, et les énergies renouvelables thermiques et déchets valorisés dont la croissance s'amplifie (+3,1 %, après +1,3 %), les autres évolutions sont inverses de celles observées en 2005 : forte baisse du charbon (-7,6 %) après une hausse de +3,9 %, légère reprise du pétrole (+0,2 %) après une baisse de -1,4 % et chute du gaz (-1,5 %) après deux années de hausse (cf. tableaux VIII et IX).

Par rapport à sa tendance depuis 1990, qui reste à la hausse de +1,2 % par an en moyenne, la consommation d'énergie primaire est donc nettement en retrait, mais le « mix » énergétique primaire de la France évolue peu : 4 % charbon, 33 % pétrole, 15 % gaz, 43 % électricité primaire et 5 % autres renouvelables et déchets.

**Charbon : chute de -7,6 % en primaire, en lien avec la production d'électricité.**

Avec 12,4 Mtep la consommation primaire de charbon retrouve son niveau plancher connu en 2001, après une baisse tendancielle depuis le début des années 80. Son profil de consommation suit pour l'essentiel les aléas de la production d'électricité thermique classique (y compris les centrales industrielles) qui, en 2006, chute de -16 %, à 5,2 Mtep, représentant malgré tout 42 % de la consommation primaire de charbon.

Inversement, la consommation finale (énergétique et non énergétique) progresse de 4,0 %, à 7,0 Mtep, après une baisse de -1,2 % en 2005. Cette évolution tient à la bonne marche de la sidérurgie dont la production d'acier brut est en hausse de 1,9 %, absorbant 4,9 Mtep de charbon (+5,8 %), soit 71 % de la consommation finale de charbon. Dans les autres secteurs industriels, la consommation de charbon semble avoir stagné, de même que dans le résidentiel-tertiaire où la faible consommation, avec 0,4 Mtep, est principalement le fait des réseaux de chaleur.

(15) Consommation intérieure brute : production totale brute + importations - exportations.

En Mtep	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05	TCAM 06/90
Charbon	27,8	31,1	19,2	14,2	12,9	13,4	12,4	-7,6	-2,7
Pétrole	121,5	107,1	88,3	95,1	92,9	91,6	91,8	+0,2	+0,2
Gaz	13,2	21,1	26,3	37,6	40,1	41,0	40,3	-1,5	+2,7
Électricité primaire (*)	7,7	22,2	83,2	108,9	117,2	117,5	117,6	+0,1	+2,2
ENRt et déchets	9,4	8,4	12,2	13,3	12,6	12,7	13,1	+3,1	+0,5
<b>Total</b>	<b>179,7</b>	<b>190,0</b>	<b>229,2</b>	<b>269,2</b>	<b>275,7</b>	<b>276,2</b>	<b>275,3</b>	<b>-0,3</b>	<b>+1,2</b>

(\*) Y compris hydraulique, éolien et photovoltaïque TCAM (taux de croissance annuel moyen) en %

Tableau VIII – Consommation d'énergie primaire (corrigée du climat) par forme d'énergie.

En %	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05	VAM 06/90
Charbon	15,5	16,4	8,4	5,3	4,7	4,9	4,5	-0,4 pt	-0,2 pt
Pétrole	67,6	56,4	38,5	35,3	33,7	33,2	33,4	+0,2 pt	-0,3 pt
Gaz	7,4	11,1	11,5	14,0	14,5	14,8	14,7	-0,2 pt	+0,2 pt
Électricité primaire (*)	4,3	11,7	36,3	40,5	42,5	42,5	42,7	+0,2 pt	+0,4 pt
ENRt et déchets	5,2	4,4	5,3	4,9	4,6	4,6	4,8	+0,2 pt	-
<b>Total</b>	<b>100,0</b>								

(\*) Y compris hydraulique, éolien et photovoltaïque VAM (variation annuelle moyenne) en points

Tableau IX – Structure de la consommation d'énergie primaire (corrigée du climat).

Pétrole : stagnation conforme à la tendance depuis 1990 (+0,2 %)

La consommation totale primaire de pétrole croît de 0,2 % à 91,8 Mtep, son niveau le plus bas, après celui de 2005, depuis 1993, année de forte récession économique. Elle était en fait descendue encore plus bas dans les années 80 sous l'effet des deux premiers chocs pétroliers (jusqu'à seulement 82 Mtep en 1985-1986). Il semble néanmoins que l'élasticité-prix de la consommation de pétrole trouve ses limites, malgré les records de prix, en particulier pour les carburants, ce qui pourrait s'expliquer par la reprise économique et l'amélioration du pouvoir d'achat des ménages.

La part des usages considérés comme non substituables (transports et usages non énergétiques) croît légèrement, à 73 % de la consommation totale de produits raffinés (contre 64 % en 1990) et 68 % de la consommation totale de pétrole.

La consommation énergétique finale de produits raffinés est stable (-0,1 %), à 72,0 Mtep, en ligne avec sa tendance depuis 1990 (+0,1 % par an en moyenne), après une baisse de -1,2 % en 2005. La consommation finale totale de produits raffinés (à usage énergétique et non énergétique) est également quasi stable (+0,2 %), à 85,7 Mtep, alors qu'elle avait baissé de -1,2 % en 2005. Les évolutions par secteurs sont les suivantes :

- *Usages non énergétiques* (pétrochimie, lubrifiants) : la consommation de ce secteur progresse de +2 %, à 13,7 Mtep, après -1,0 % en 2005, dans un contexte de demande internationale soutenue.
- *Industrie* (sidérurgie incluse, mais hors pétrochimie) : avec 6,0 Mtep, les usages énergétiques du pétrole par l'industrie continuent de diminuer mais à un rythme (-1,2 %) plus modéré qu'en 2005. L'effet de structure reste négatif, avec une évolution relative défavorable

aux branches fortement consommatrices ; elles sont d'autant plus affectées par les hausses de prix des énergies que la concurrence des pays à bas coûts de main-d'œuvre est forte. Parmi les secteurs grands consommateurs, certains ont bénéficié du dynamisme de la construction. Dans une certaine mesure, c'est le cas du verre, où le « verre plat » est beaucoup utilisé dans le bâtiment ; c'est surtout le cas pour les matériaux de construction, même si la partie qui correspond au second œuvre souffre de la concurrence internationale. Les cimenteries, pour faire face à la demande, ont davantage recours au coke de pétrole, même si la progression se fait un peu moins vive en 2006. La chimie minérale se stabilise à un bas niveau, avec des difficultés pour les engrais et les colorants. Le papier-carton est globalement stable, avec une baisse de la production de pâtes, papier et carton, mais une croissance retrouvée pour la fabrication d'articles dérivés.

- *Résidentiel et tertiaire* : après de fortes baisses en 2002 et 2003, la consommation de ces secteurs reste sur une tendance de baisse modérée des deux années précédentes, avec -1,5 %, à 14,7 Mtep. La hausse continue des prix au cours du premier semestre a conduit les ménages à différer le remplissage de leurs cuves de fioul domestique et la douceur de l'automne a sans doute joué un rôle modérateur. La part du fioul dans le chauffage tend à se réduire depuis plusieurs années, particulièrement dans la construction neuve où le chauffage électrique prend une part prépondérante.

- *Agriculture* : la consommation de fioul domestique semble rester stable à 2,2 Mtep, mais des données récentes du ministère de l'Agriculture semblent laisser penser que ce poste pourrait s'avérer sous-évalué.

- *Transports* : après une baisse assez sensible (-1,0 %) en 2005, la consommation rebondit légèrement, de +0,4 %, à 49,1 Mtep. Si les carburants routiers sont stables, les carburateurs progressent par contre vigoureusement,

de +4,0 %, grâce au dynamisme retrouvé du transport aérien.

- *Production d'électricité* : malgré un hiver 2005-2006 assez rigoureux, la meilleure hydraulité a réduit l'appel aux centrales au fioul de -8,7 %, à 1,4 Mtep.

Gaz : baisse de -1,5 %, malgré une tendance à la hausse

La consommation primaire de gaz naturel, à 523,9 TWh (40,3 Mtep) baisse de -1,5 %. Il s'agit de la deuxième baisse connue depuis 1985, après celle de 2003 (-2,2 %). La tendance demeure malgré tout une hausse moyenne de +2,7 % par an depuis 1990. Les conditions météorologiques sont pour l'essentiel à l'origine de cette baisse, qui atteint -3,7 % en données réelles, du fait de la douceur de l'automne dont le caractère inhabituel a peut-être conduit l'Observatoire de l'énergie à sous-estimer la correction climatique induite. La consommation finale énergétique de gaz (naturel et industriel) est quasi stable (-0,3 %), à 453,7 TWh (34,9 Mtep), alors que la consommation finale totale de gaz (énergétique et non énergétique) baisse de -0,8 % à 474,7 TWh (36,6 Mtep).

Les évolutions par secteurs sont les suivantes :

- *Non énergétique* : la consommation de gaz naturel rechute, de -9,5 %, à 21 TWh (1,6 Mtep), en raison de la forte baisse de production d'ammoniac utilisé pour les engrais liée à des problèmes techniques et des mouvements sociaux sur certains sites.

- *Industrie* (gaz naturels et industriels, sidérurgie incluse, mais hors production d'électricité et hors non énergétique) : la consommation de ce secteur continue d'être orientée à la baisse avec -2,8 %, à 156 TWh (12,0 Mtep), après une quasi stabilité en 2005. La morosité de l'activité dans certaines branches, comme la production de sucre, l'automobile, la chimie, le textile ou le papier carton, prend le pas sur le dynamisme d'autres branches, telles que la construction ou la fabrication de plâtres et chaux. En outre les entreprises sont soucieuses d'économiser leur consommation de gaz dont le prix va croissant ; s'agissant de la sidérurgie, dont la production est bien orientée en 2006, il est constaté une hausse significative de la fabrication de gaz industriels qui se défalque de la consommation de gaz naturel pour produire de l'électricité.

- *Résidentiel et tertiaire* : la consommation de gaz naturel croît de 1 %, après correction climatique, à 293 TWh (22,6 Mtep), à peu près comme en 2005. Du fait de la douceur du climat, la consommation réelle est en fait à la baisse, de -2,9 %. En tendancier, le gaz est l'énergie dont la croissance reste la plus dynamique dans ce secteur, avec +3,1 % par an en moyenne depuis 1990. La modération observée depuis deux ans s'explique en partie par l'engouement pour le chauffage électrique dans les logements neufs, par la meilleure isolation des bâtiments, neufs ou après rénovation, et par des comportements

plus économes. Bien que les nouvelles constructions ne représentent qu'environ 1 % du parc, l'influence de la réglementation thermique (RT 2000 et RT 2005) concourt à cet effet puisque, selon une récente étude du CEREN, les maisons individuelles chauffées au gaz et construites selon la RT 2000 consomment 11 % à 15 % de moins que celles construites selon la RT 1998, cet écart étant de 7 % à 9 % dans le tertiaire.

- *Transports* : bien que faible, avec 0,8 TWh, la consommation de GNV (16) est en croissance régulière, avec notamment un tiers des bus mis en service qui fonctionnent avec cette forme de carburant particulièrement adaptée aux « flottes captives ».

- *Production d'électricité* : après une forte hausse (17 %) en 2005, en compensation de la faiblesse de l'hydraulique, la consommation de gaz pour la production d'électricité baisse de -1,4 %, à 46,1 TWh (3,5 Mtep), malgré une légère croissance (estimée de 1 % à 2 %) de la cogénération au gaz. Selon l'enquête annuelle sur les productions d'électricité (17), en 2005, la consommation de gaz (naturel et industriel) pour produire de l'électricité et de chaleur par cogénération s'élevait à 61 TWh (dont 90 % de gaz naturel), à l'origine de 21 TWh d'électricité et de 45 TWh de chaleur (éventuellement en association avec un autre combustible). Dans le bilan annuel de l'énergie, la part consacrée à produire de la chaleur, dans cette consommation de gaz, est répartie, par convention et contrairement à la part consacrée à produire de l'électricité, entre les divers secteurs de consommation finale concernés.

Sur les 185 000 km de longueur fin 2006 du réseau de distribution de GDF, 5 000 km ont été nouvellement posés ou renouvelés dans l'année, dont 966 km en remplacement de « fontes grises » dont l'éradication s'achèvera fin 2007.

Electricité primaire : stagnation (+0,1 % pour la consommation exprimée en tep)

La consommation d'électricité primaire (18), exprimée en TWh, croît de 0,8 %, à 453,3 TWh après correction du climat, et de seulement +0,1 % lorsqu'elle est exprimée en tep (du fait de l'application de coefficients d'équivalence qui diffèrent selon l'origine de l'électricité).

La consommation intérieure totale d'électricité (19) (également désignée par « énergie appelée ») s'établit à

(16) GNV : gaz naturel pour véhicules.

(17) « Production – Distribution de l'énergie électrique en France et dans les régions en 2003-2004 », Observatoire de l'énergie, novembre 2006, et édition 2007 à paraître.

(18) Consommation d'électricité primaire : production brute d'électricité « primaire » (nucléaire, hydraulique, éolienne, photovoltaïque) diminuée du solde exportateur d'électricité.

(19) Consommation intérieure totale d'électricité : production nette d'électricité (de toutes origines), diminuée de la consommation absorbée par les pompes et du solde exportateur d'électricité.

480,6 TWh, en baisse de -0,6 %. Il s'agit de la première baisse de cet indicateur depuis 1947, plus ancienne année sur laquelle l'Observatoire de l'énergie dispose de données statistiques. En 2005, la consommation intérieure avait crû de +0,6 % et la moyenne depuis 1990 est une croissance annuelle de +1,9 %. Cette baisse en 2006 résulte de l'important recul de la consommation d'électricité de la branche énergie : si celle-ci avait été identique à son niveau de 2005, la consommation intérieure aurait progressé de 1,2 %.

Le maximum de puissance appelée de l'année, qui est également un maximum absolu de consommation, a été atteint le vendredi 27 janvier 2006, à 19h00, avec 86,0 GW, au cours de la vague de froid qui a touché la France pendant une vingtaine de jours à compter du 22 janvier 2006. Les précédents records avaient été enregistrés le 28 février 2005 (86,0 GW) et le 8 janvier 2003 (84,7 GW).

RTE, qui possède 99 965 km de lignes électriques de transport à haute et très haute tension (HTB/HTA), soit 94 % du réseau français correspondant, a mis en service, en 2006, 456 km de lignes neuves ou renouvelées. Aucune progression n'est à noter sur les lignes THT de 400 kV.

Au titre de « l'obligation d'achat » concernant les énergies renouvelables et la petite cogénération, EDF a acquis 23,0 TWh d'électricité, soit 5 % de plus qu'en 2005, reflétant ainsi la forte progression de l'éolien. Ces achats se répartissent en 64 % cogénération, 15 % hydraulique, 9 % UIOM (20) et 9 % éolien.

La bourse française de l'électricité, Powernext, connaît un essor remarquable, avec des progressions de 50 % sur le marché de court terme (Powernext Day-Ahead), à 29,6 TWh, et de 33 % pour le marché à trois ans (Powernext Futures), avec 83,1 TWh. Les prix spot, notamment, subissent une forte volatilité : plus de 80 €/MWh pour la base et plus de 130 €/MWh pour la pointe en début d'année, pour s'établir à environ 45 et 60 €/MWh respectivement en fin d'année (21).

---

ENRt et déchets : une croissance qui s'affirme, avec +3,1 % en primaire

Sur la production primaire d'ENRt égale à 11,9 Mtep, constituée de formes d'énergies très diverses, valorisées principalement en chaleur, le bois reste prédominant avec 9,3 Mtep, soit 78 %, suivi par les déchets urbains solides (part renouvelable), avec 0,9 Mtep, soit 8 %, les biocarburants, avec 0,7 Mtep, soit 6 %, les pompes à chaleur, avec 0,4 Mtep, soit 4 %, et les biogaz, avec 0,3 Mtep, soit 2 %.

Les déchets valorisés considérés comme non renouvelables représentent 0,9 Mtep (50 % de l'ensemble des

déchets valorisés en énergie), de sorte que la production primaire totale du poste « ENRt et déchets » s'élève à 12,8 Mtep, en hausse de 0,4 % sur 2005.

Après correction du climat, la consommation primaire totale d'ENRt et déchets croît de +3,1 %, à 13,1 Mtep, après 1,3 % en 2005 et une moyenne depuis 1990 de +0,5 % par an. Il s'agit de la forme d'énergie la plus dynamique au sein du « mix » primaire de la France, elle est tirée plus particulièrement par le développement rapide des biocarburants.

L'octroi d'agréments supplémentaires pour la mise sur le marché de biocarburants s'élève à 355 milliers de tonnes, dont 95 pour l'éthanol et l'ETBE (22) qui s'incorporent à l'essence et 260 pour l'EMHV (23) qui s'incorpore au gazole. Au total, la consommation de biocarburants bénéficiant de la défiscalisation s'est établie à 0,68 Mtep, en hausse de 63 %, après déjà +18 % en 2005. Selon de premières évaluations, le taux d'incorporation des biocarburants dans les carburants routiers semble voisin de 1,75 %, après 1 % en 2005 (0,89 % pour l'essence et 1,04 % pour le gazole), en ligne avec l'objectif de 5,75 % fixé pour 2008.

La consommation du résidentiel-tertiaire, soit 8,9 Mtep, progresse de 1,4 %, alors que la tendance depuis 1990 était une contraction de -0,5 % par an. Ce léger rebond (dont le niveau est affecté d'une imprécision due à la difficulté de collecter des statistiques sur ces énergies dont une bonne part n'est pas commercialisée) semble s'expliquer par le développement des pompes à chaleur, des chaufferies au bois et du chauffage au bois, notamment dans les maisons individuelles neuves en association avec le chauffage électrique.

Avec 10,9 Mtep, la consommation finale totale fait un bond de +3,6 %, grâce au dynamisme des biocarburants dans les transports.

En agrégeant l'ensemble des énergies renouvelables (ENRt + ENRé), leur consommation primaire totale atteint 17,2 Mtep après correction du climat. Cette consommation est en hausse de 5 % sur 2005 et représente une part de 6,3 % du « mix » énergétique primaire français (+0,4 point par rapport à 2005) (cf. annexes, figure 3).

---

## CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE (24) PAR SECTEUR

La consommation finale, énergétique et non énergétique (engrais, plastiques, goudrons...), croît de +0,6 %, à

---

(22) ETBE : ethyl tertio buthyl éther, issu comme l'éthanol des betteraves ou du blé.

(23) EMHV : ester méthylique d'huile végétale, issu des oléagineux (colza, tournesol...).

(24) Consommation finale d'énergie : consommation totale d'énergie primaire diminuée de la consommation de la « branche énergie » (centrales électriques, raffineries, consommation internes et pertes).

---

(20) UIOM : usines d'incinération d'ordures ménagères.

(21) Observatoire des marchés de l'électricité et du gaz, CRE, 4<sup>e</sup> trimestre 2006.

En Mtep	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05 TCAM	06/90
Industrie	47,9	44,7	38,6	39,4	37,9	37,7	37,4	-0,7	-0,2
dont sidérurgie	12,5	10,7	7,0	6,2	6,2	5,8	6,1	+4,8	-0,8
Résidentiel-tertiaire	56,4	54,2	58,5	67,0	69,5	69,8	70,6	+1,1	+1,2
Agriculture	3,0	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	-	-0,5
Transports	26,3	32,1	41,7	49,4	50,8	50,4	50,9	+1,0	+1,2
<b>Total énergétique</b>	<b>133,6</b>	<b>134,2</b>	<b>141,9</b>	<b>158,8</b>	<b>161,2</b>	<b>160,7</b>	<b>161,7</b>	<b>+0,6</b>	<b>+0,8</b>
Non énergétique	10,9	11,8	12,4	17,4	15,4	15,3	15,4	+0,7	+1,4
<b>Total</b>	<b>144,6</b>	<b>145,9</b>	<b>154,4</b>	<b>176,2</b>	<b>176,6</b>	<b>176,0</b>	<b>177,1</b>	<b>+0,6</b>	<b>+0,9</b>
TCAM (taux de croissance annuel moyen) en %									

Tableau X – Consommation d'énergie finale par secteur (corrigée du climat).

En %	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05	VAM 06/90
Industrie	35,9	33,3	27,2	24,8	23,5	23,4	23,1	-0,3 pt	-0,3 pt
dont sidérurgie	9,4	8,0	4,9	3,9	3,8	3,6	3,8	+0,2 pt	-0,1 pt
Résidentiel-tertiaire	42,2	40,4	41,2	42,2	43,1	43,4	43,6	+0,2 pt	+0,2 pt
Agriculture	2,3	2,4	2,2	1,9	1,9	1,8	1,8	-	-
Transports	19,7	23,9	29,4	31,1	31,5	31,3	31,5	+0,1 pt	+0,1 pt
<b>Total</b>	<b>100,0</b>								
VAM (variation annuelle moyenne) en points									

Tableau XI – Structure sectorielle de la consommation énergétique finale (corrigée du climat).

177,1 Mtep, après un léger tassement en 2005 (-0,3 %) et une croissance annuelle moyenne de +0,9 % depuis 1990.

L'évolution est la même pour les seuls usages énergétiques, avec 161,7 Mtep. Le charbon (pour la sidérurgie) et les énergies renouvelables sont les deux formes d'énergie qui progressent le plus rapidement, d'environ +4 % chacune, suivies de l'électricité (+1,5 %), puis du pétrole et du gaz qui stagnent (-0,1 % et -0,3 % respectivement) cf. tableaux X, XI, XII et XIII.

Industrie : poursuite de la baisse, avec -0,7 %

Hors usages non énergétiques (plastiques, engrais...), la consommation énergétique de l'industrie baisse, comme en 2005, de -0,7 %, à 37,4 Mtep, en retrait sur la tendance de -0,2 % par an constatée depuis 1990.

Le secteur de l'industrie, au sens de l'Observatoire de l'énergie, comprend la sidérurgie, les industries agro-alimentaires, mais pas, à la différence de l'Insee, la branche « énergie » ni le « non énergétique ». En première analyse, la production de ce secteur semble croître de 1,4 %, un peu plus qu'en 2005 (+1,1 %). Cette croissance est tirée par le bâtiment car, sans ce secteur, la croissance de la production n'est plus que de +0,6 %. Toujours mal orientées, les IGCE (industries grosses consommatrices d'énergie) ont une production en baisse de -0,7 %, après déjà -1,2 % en 2005 : le repli de plusieurs secteurs, tels que la fabrication d'engrais (-12 %), l'industrie sucrière (-11,9 %) ou la chimie organique de base (-2,4 %), n'est pas compensé par la hausse d'autres secteurs, tels que la sidérurgie (+2,5 %), le ciment (+5,4 %) ou les matières plastiques (+3,6 %).

À l'exception du charbon (+4,3 %), dont la consommation profite du rebond de la sidérurgie, toutes les autres formes d'énergie sont orientées à la baisse : -0,9 % pour l'électricité (après -1,5 % en 2005, alors que la tendance depuis 1990 est une croissance de +1,0 % par an), -2,8 % pour le gaz, -1,2 % pour le pétrole et stagnation des énergies renouvelables.

Par ailleurs, des disparités importantes sont observées entre secteurs, en fonction de la conjoncture plus ou moins favorable qui les concerne. Ainsi, pour l'électricité, les plus fortes baisses sont observées dans la chimie organique de base, le papier-carton, l'automobile et la métallurgie ; pour le gaz, il s'agit de l'industrie sucrière, des biens d'équipement (dont l'automobile), du textile, de la chimie, du papier carton ; pour le pétrole, comme pour les autres énergies, le dynamisme du bâtiment a favorisé la consommation pour les matériaux de construction.

Malgré la hausse de la sidérurgie, l'intensité énergétique de l'industrie, considérée dans son ensemble continue de décroître, de -2,6 %. En baissant deux fois plus vite que l'intensité énergétique finale de l'économie française, elle contribue de façon décisive à cette évolution favorable. Certes, le recours au déstockage plutôt qu'à la production, ainsi que la morosité du secteur, jouent leur rôle ; mais confrontée à une concurrence internationale de plus en plus vive, l'industrie s'efforce de réduire ses charges en économisant l'énergie, dont les prix atteignent des sommets.

Résidentiel et tertiaire : le secteur qui croît le plus fortement, avec +1,1 %

Après une année 2005 (+0,5 %) en retrait sur sa tendance de moyen terme qui est de +1,2 % par an, la consom-

En Mtep	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05 TCAM	06/90
Charbon	17,7	13,3	10,2	7,4	6,7	6,6	6,9	+4,1	-2,5
Pétrole	85,4	78,4	70,8	73,5	73,0	72,1	72,0	-0,1	+0,1
Gaz	8,7	16,4	23,3	32,8	34,9	35,0	34,9	-0,3	+2,6
Électricité	13,0	18,2	26,3	33,7	36,2	36,5	37,0	+1,5	+2,2
ENRt et déchets	8,9	7,9	11,3	11,3	10,4	10,5	10,9	+3,6	-0,2
<b>Total énergétique</b>	<b>133,6</b>	<b>134,2</b>	<b>141,9</b>	<b>158,8</b>	<b>161,2</b>	<b>160,7</b>	<b>161,7</b>	<b>+0,6</b>	<b>+0,8</b>
TCAM (taux de croissance annuel moyen) en %									

Tableau XII – Consommation énergétique finale par énergie (corrignée du climat).

En %	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006	06/05 VAM	06/90
Charbon	13,3	9,9	7,2	4,7	4,1	4,1	4,2	+0,1 pt	-0,2 pt
Pétrole	63,9	58,4	49,9	46,3	45,3	44,9	44,5	-0,3 pt	-0,3 pt
Gaz	6,5	12,3	16,4	20,7	21,7	21,8	21,6	-0,2 pt	+0,3 pt
Électricité	9,7	13,5	18,5	21,2	22,5	22,7	22,9	+0,2 pt	+0,3 pt
ENRt et déchets	6,7	5,9	8,0	7,1	6,5	6,6	6,7	+0,2 pt	-0,1 pt
<b>Total énergétique</b>	<b>100,0</b>								
VAM (variation annuelle moyenne) en points									

Tableau XIII – Tableau par énergie de la consommation énergétique finale (corrignée du climat).

mation énergétique du résidentiel et du tertiaire retrouve cette tendance, avec +1,1 %, à 70,6 Mtep.

C'est l'électricité qui progresse le plus vigoureusement, exactement en ligne avec sa tendance depuis 1990 : +2,8 % (à 279 TWh, soit 24,0 Mtep). Cette croissance globale se répartit en environ +3 % dans le résidentiel et +2 % dans le tertiaire. Même en données réelles, la consommation d'électricité croît de 2 %, confirmant qu'il s'agit de l'énergie dont la hausse de consommation est la plus rapide. L'engouement, apparu il y a deux ou trois ans, pour le chauffage électrique dans les nouveaux logements (70 % des nouveaux logements sont équipés de chauffage électrique), les nouveaux usages (lecteurs MP3, décodeurs TV, Internet à haut débit, batteries rechargeables, etc.), des prix qui augmentent modérément, entre autres, suscitent une croissance de la consommation, dans un contexte où, malgré tout, les efforts d'économie d'énergie s'accroissent, notamment grâce aux campagnes de communication institutionnelles, comme l'attestent les réponses à des sondages d'opinion. Dans le secteur tertiaire, tous les sous-secteurs sont à la hausse, mais la plus forte croissance vient, de loin, des services non marchands (+4,2 %).

Les énergies renouvelables thermiques connaissent leur deuxième croissance successive, avec +1,4 %, à 8,9 Mtep, en corrigé du climat, résultant de la conjugaison d'une légère reprise de la consommation de bois utilisé dans les maisons individuelles (notamment en association avec le chauffage électrique) à la poursuite du développement des chaufferies au bois dans l'habitat collectif et le tertiaire.

Le gaz ne croît que de 1,0 % (à 293 TWh, soit 22,6 Mtep), après +0,8 % en 2005. Si en 2006, le climat peut être mis en cause, le gaz étant très dépendant du chauffage et la correction climatique apportée par l'Observatoire de l'énergie ayant pu être sous-estimée compte tenu de l'exceptionnelle douceur de l'automne, il

reste que le net retrait des deux dernières années par rapport à la tendance depuis 1990, soit +3,1 % par an, a des origines plus profondes. Tout d'abord, selon la vague (25) de janvier 2007 du baromètre d'opinion sur l'énergie Observatoire de l'énergie-Credoc, à la question « *Quelle est selon vous l'énergie qui présente les risques les plus importants dans les cinq années à venir en matière d'augmentation des prix ?* », 13 % citent le gaz, une proportion double de celle de janvier 2003 et plus du triple de celle qu'on observait jusqu'en 2000 (4 %). Alors que les ménages conservent leur appréciation positive sur le confort du gaz comme moyen de chauffage, ils le trouvent de plus en plus cher et se tournent plus volontiers vers l'électricité lors de l'achat d'un logement neuf, d'autant que le prix élevé de l'immobilier les incite à choisir – quand ils le peuvent – le mode de chauffage le moins cher à l'investissement, même s'il n'est pas forcément le moins cher sur le long terme. En effet, selon une étude de l'ATEE (26), le gaz naturel demeure une énergie de chauffage compétitive.

Transports : une reprise inattendue, avec +1,0 %

Après une baisse de -0,9 % pour la consommation des transports en 2005, les prix toujours très élevés du pétrole auraient pu permettre d'envisager une poursuite de cette baisse en 2006. Or, on assiste au contraire à une hausse, de +1,0 %, avec 50,9 Mtep, évolution proche de la tendance connue depuis 1990, de +1,5 % par an en moyenne. Les carburants pétroliers (essence, gazole,

(25) Chaque vague semestrielle du baromètre fait l'objet d'une note de synthèse consultable sur le site Internet de la DGEMP : [www.industrie.gouv.fr/energie](http://www.industrie.gouv.fr/energie).

(26) ATEE : Association technique Énergie Environnement.

En millions de tonnes	1990	2003	2004	2005	2006	%	%	%	TCAM
						06/05	05/04	04/03	06/90
Supercarburant	18,2	12,1	11,5	10,8	10,2	-5,9	-6,0	-4,9	-3,6
Gazole	16,6	29,7	29,6	29,9	30,7	+2,7	+1,1	+2,5	+3,9
GPLc	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	-6,5	-7,9	-9,0	+6,2
<b>Total carburants routiers</b>	<b>34,9</b>	<b>42,0</b>	<b>41,3</b>	<b>40,9</b>	<b>41,0</b>	<b>+0,4</b>	<b>-0,9</b>	<b>+0,3</b>	<b>+1,0</b>
Carburateurs et essence pour avion	3,8	5,8	6,1	6,1	6,4	+4,0	+0,9	+5,1	+3,4
Soutes (hors lubrifiants)	2,6	2,7	3,1	2,8	2,9	+3,9	-8,9	+13,4	+0,8

Source : CPDP (Centre Professionnel du Pétrole) et Observatoire de l'énergie  
TCAM (taux de croissance annuel moyen) en %

Tableau XIV – Ventes des principaux produits pétroliers liés aux transports au cours des quatre dernières années (y compris les biocarburants incorporés).

GPLc (27), carburateurs) constituent 97 % de la consommation totale du secteur, l'électricité 2 % et les biocarburants 1,3 %.

Les ventes de carburants routiers, à 41,0 millions de tonnes, croissent de +0,4 %, après une chute « historique » de -0,9 % en 2005 (également en 2003), alors que l'évolution tendancielle depuis 1990 est une croissance de +1,0 % par an. La consommation de gazole est la seule à augmenter, de façon dynamique, avec +2,7 %, du fait de la toujours plus forte diésélisation du parc automobile. La consommation d'essence poursuit sa chute, de -5,9 %, pratiquement comme en 2005. Les ventes de GPLc restent sur leur tendance baissière, avec -6,5 %.

Malgré les records atteints par les prix des carburants jusqu'en août, les consommations globales croissent donc quelque peu, même si elles sont en 2006 au même niveau qu'en 1999 (cf. tableau XIV).

Sur l'ensemble des carburants utilisés pour les transports, la plus forte contribution à la croissance provient des carburateurs (+4,0 %, à 6,4 millions de tonnes), le trafic aérien ayant retrouvé une nouvelle vigueur. Le trafic intérieur maritime et fluvial augmente lui aussi ses consommations de fioul lourd, de 0,15 Mtep.

Les indicateurs convergent pour montrer que les hausses des prix pétroliers ont des effets sur les particuliers : selon le panel Secodip (28), le kilométrage moyen annuel parcouru diminue de -1,9 % (après une diminution de -1,4 % en 2005, contre des augmentations de l'ordre de 1 % les années précédentes) ; ceci semble indiquer que la circulation en véhicules-km aurait baissé de nouveau, de -1 % environ, après -1,4 % en 2005. La consommation moyenne au 100 km aurait diminué de -1 %, ce qui est conforme à la tendance. En outre, le transfert vers le diesel se poursuit inexorablement : la part de l'essence dans les carburants routiers consommés recule chaque année de 1,5 point et, en 2006, elle est inférieure au quart du total (24,6 %).

Les immatriculations de voitures particulières neuves régressent de -3,3 %, à tout juste 2 millions, un chiffre

qui avait été dépassé tous les ans depuis 1999. La part du diesel y atteint 71,4 %, contre 69,1 % en 2005.

Un autre paramètre important de la consommation est la vitesse moyenne qui continue à diminuer en 2006, mais moins que les années précédentes : l'indicateur synthétique global calculé par l'Observatoire des vitesses donne une vitesse moyenne de 82 km/h en 2006 contre 82,9 en 2005, 84,5 en 2004, 86,8 en 2003 et environ 89 km/h les années précédentes. Le gain en consommation, non négligeable, lié à la diminution des vitesses, tend donc à s'estomper.

Par contre, les hausses de prix n'ont pas empêché une reprise du transport de marchandises. Alors que le trafic, mesuré en tonnes-kilomètres, avait diminué de 3,7 % en 2005, il est en 2006 reparti à la hausse (+2,4 %). Le trafic ferroviaire reste stable, à un bas niveau, mais le transport routier a progressé de +1,7 % en véhicules-km (contre -0,7 % en 2005) et de +2,8 % en tonnes-km (-2,1 % en 2005). En incluant les autobus et autocars, la progression du trafic de véhicules lourds est estimée à +2,4 %, et celle des véhicules utilitaires légers à +2 %.

## L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE

La baisse des intensités énergétiques primaire (29) et finale (30), qui avait été particulièrement marquée en 2005, se poursuit, mais de façon nettement plus contrastée avec, respectivement, -2,3 % et -1,3 %. Ces évolutions sont meilleures que les tendances connues depuis 1990 (respectivement -0,7 % et -1,1 %). L'écart entre les deux, qui n'existait pas en 2004 et qui était inverse en 2005, tient au fait qu'il faut moins d'énergie primaire pour satisfaire la demande finale de 2006. Autrement dit, la branche « énergie » (production d'électricité, enrichissement de l'uranium, raffineries, etc.) est sensiblement moins consommatrice d'énergie en 2006.

S'agissant de la consommation finale, la conjoncture économique et la hausse des prix des énergies entraînent des

(27) GPLc : gaz de pétrole liquéfié pour usage comme carburant.

(28) Étude commandée par l'Observatoire de l'énergie, le SESP du ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer et l'Ademe.

(29) Rapport entre la consommation d'énergie primaire, corrigée du climat, et le PIB exprimé en volume.

(30) Rapport entre la consommation finale énergétique, corrigée du climat, et le PIB exprimé en volume.

comportements plus économes dans tous les secteurs, particulièrement dans l'industrie.

La consommation par habitant en énergie primaire régresse de -0,8 %, à 4,50 tep, alors que celle énergétique finale, à 2,64 tep, progresse de 0,2 %. Leurs évolutions tendancielle depuis 1990 sont chacune en faible hausse, de +0,7 % et +0,3 % par an.

---

## LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> LIÉES À LA COMBUSTION D'ÉNERGIE

Sans prétendre à la précision des calculs que demandent les accords internationaux en la matière, les émissions de CO<sub>2</sub> peuvent être estimées de manière approximative à partir des bilans de l'énergie. Selon cette estimation, les émissions de CO<sub>2</sub> diminuent sensiblement, de

-1,3 %, après deux années de quasi stabilité (+0,1 %) et une tendance à la hausse limitée à 0,1 % par an depuis 1990.

Ce sont les transports qui sont à l'origine de la plus forte hausse des émissions, avec +0,5 %, alors que celles des centrales électriques thermiques classiques alimentées par des combustibles fossiles chutent de -12 % (mais après +20 % en 2005), du fait d'un rétablissement partiel de l'hydraulique qui permet d'économiser notamment du charbon. Les émissions du résidentiel-tertiaire baissent de -0,2 %, tandis que celles de l'industrie croissent de 0,1 % (du fait de l'utilisation accrue de charbon pour la sidérurgie).

Si l'on ne tenait pas compte des « puits de carbone », ni des autres gaz à effet de serre, le niveau des émissions de la France en 2006 serait d'environ 2 % au-dessus de celui de 1990 (mais 19 % en dessous de celui de 1980). Cf. annexes, figure 4.

## Bilan rénové de l'énergie 2004

(unité : Mtep)

	Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		ENRt et déchets	Total
	Houille Lignite PR	Coke Agglom.	Brut	Raffiné	Naturel	Indus- triels	Production brute	Consom- mation		
<b>APPROVISIONNEMENT</b>										
Production énergie primaire (P) .....	0,39		1,14	0,29	1,10		H: 5,69 N: 116,81		12,59	<b>138,01</b>
Importations .....	12,06	0,91	85,13	30,15	39,73	-	0,57		-	<b>168,55</b>
Exportations .....	- 0,07	- 0,57	-	- 21,47	- 1,25	-	- 5,89		- 0,06	<b>- 29,31</b>
Stocks (+ = déstockage, - = stockage) .....	+ 0,15	+ 0,05	+ 0,35	+ 0,23	+ 0,37	-				<b>+ 1,15</b>
Soutes maritimes internationales .....				- 2,97						<b>- 2,97</b>
<b>TOTAL disponibilités (D) ..</b>	<b>12,92</b>		<b>86,62</b>	<b>6,25</b>	<b>39,95</b>	<b>-</b>	<b>117,18</b>		<b>12,53</b>	<b>275,43</b>
<b>Indépend. énerg. (P/D) .....</b>	<b>3,0 %</b>		<b>1,5 %</b>		<b>2,8 %</b>		<b>104,5 %</b>		<b>100,5 %</b>	<b>50,1 %</b>
<b>EMPLOIS</b>										
<b>Consommation de la branche énergie</b>										
Raffinage .....			86,83	- 81,76			- 0,13	0,31		<b>5,25</b>
Production d'électr. therm. Usages internes de la branche	5,49 3,66	- - 3,15	-	1,32 0,12	2,35 0,65	0,72 - 0,29	- 5,01	2,07	1,44 0,23	<b>6,31</b> <b>6,05</b>
Pertes et ajustement .....	0,24	- 0,09	- 0,21	0,10	0,05	- 0,03		2,76	0,45	<b>81,50</b>
<b>TOTAL (A) .....</b>	<b>9,39</b>	<b>- 3,24</b>	<b>86,22</b>	<b>- 80,22</b>	<b>3,05</b>	<b>0,40</b>	<b>- 5,14</b>	<b>86,13</b>	<b>2,12</b>	<b>99,11</b>
<b>Consommation finale énergétique (corrigée du climat)</b>										
Sidérurgie .....	1,89	3,00		0,04	0,62	0,96		1,00	-	<b>6,15</b>
Industrie .....	0,93	0,42		6,02	12,17	-		10,98	1,26	<b>31,78</b>
Résidentiel Tertiaire .....	0,34	0,07		15,21	22,16	-		22,91	8,78	<b>69,47</b>
Agriculture .....	-	-		2,33	0,33	-		0,28	0,05	<b>2,99</b>
Transports (*) .....	-	-		49,37	0,04	-		1,05	0,35	<b>50,81</b>
<b>TOTAL (B) .....</b>	<b>3,16</b>	<b>3,49</b>		<b>72,97</b>	<b>35,32</b>	<b>- 0,40</b>		<b>36,22</b>	<b>10,44</b>	<b>161,20</b>
<b>Consommation finale non énergétique TOTAL (C) .....</b>										
	-	<b>0,14</b>		<b>13,54</b>	<b>1,70</b>	-				<b>15,38</b>
<b>Consommation totale d'énergie primaire (corrigée du climat) TOTAL corrigé (A+B+C) ....</b>	<b>12,94</b>		<b>92,91</b>		<b>40,07</b>		<b>117,21</b>		<b>12,56</b>	<b>275,69</b>
<i>Dont corrections climatiques .....</i>	<i>0,02</i>		<i>0,06</i>		<i>0,12</i>		<i>0,03</i>		<i>0,03</i>	<i>0,26</i>
Indice de rigueur climatique = 0,993 (*) hors soutes maritimes internationales H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire PR : produits de récupération ENRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur Source : Observatoire de l'Énergie										

## Bilan rénové de l'énergie 2005

(unité : Mtep)

	Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		ENRt et déchets	Total
	Houille Lignite PR	Coke Agglom.	Brut	Raffiné	Naturel	Indus- triels	Production brute	Consom- mation		
<b>APPROVISIONNEMENT</b>										
Production énergie primaire (P) .....	0,25		1,08	0,26	0,90		H : 4,99 N : 117,67		12,74	<b>137,89</b>
Importations .....	12,30	1,11	84,16	34,51	41,42	-	0,69		-	<b>174,19</b>
Exportations .....	- 0,18	- 0,43	-	- 24,66	- 0,90	-	- 5,88		- 0,06	<b>- 32,11</b>
Stocks (+ = déstockage, - = stockage) .....	+ 0,57	- 0,19	+ 0,02	- 1,10	- 0,56	-				<b>- 1,26</b>
Soutes maritimes internationales .....				- 2,72						<b>- 2,72</b>
<b>TOTAL disponibilités (D) ..</b>	<b>13,43</b>		<b>85,26</b>	<b>6,29</b>	<b>40,86</b>	<b>-</b>	<b>117,47</b>		<b>12,68</b>	<b>275,99</b>
<b>Indépend. éner. (P/D) .....</b>	<b>1,9 %</b>		<b>1,5 %</b>		<b>2,2 %</b>		<b>104,4 %</b>		<b>100,5 %</b>	<b>50,0 %</b>
<b>EMPLOIS</b>										
<b>Consommation de la branche énergie</b>										
Raffinage .....			85,31	- 80,38			- 0,13	0,30		<b>5,10</b>
Production d'électr. therm. ....	6,23	-		1,49	2,84	0,76	- 5,61		1,47	<b>7,18</b>
Usages internes de la branche .....	3,64	- 3,09	-	0,14	0,68	- 0,29		2,06	0,22	<b>6,17</b>
				0,00				2,81		
Pertes et ajustement .....	- 0,19	0,14	- 0,05	- 0,39	0,17	- 0,03		81,61	0,50	<b>81,76</b>
<b>TOTAL (A) .....</b>	<b>9,68</b>	<b>- 2,95</b>	<b>85,26</b>	<b>- 79,14</b>	<b>3,69</b>	<b>0,44</b>	<b>- 5,74</b>	<b>86,78</b>	<b>2,19</b>	<b>100,21</b>
<b>Consommation finale énergétique (corrigée du climat)</b>										
Sidérurgie .....	1,82	2,85		0,03	0,60	0,92		0,94	-	<b>5,80</b>
						- 1,36				
Industrie .....	1,15	0,40		6,00	12,19	-		10,86	1,25	<b>31,85</b>
Résidentiel Tertiaire .....	0,30	0,07		14,95	22,34	-		23,33	8,81	<b>69,80</b>
Agriculture .....	-	-		2,22	0,30	-		0,29	0,05	<b>2,86</b>
Transports (*) .....	-	-		48,87	0,05	-		1,03	0,42	<b>50,37</b>
<b>TOTAL (B) .....</b>	<b>3,27</b>	<b>3,32</b>		<b>72,07</b>	<b>35,48</b>	<b>- 0,44</b>		<b>36,45</b>	<b>10,53</b>	<b>160,68</b>
<b>Consommation finale non énergétique TOTAL (C) .....</b>										
	-	<b>0,12</b>		<b>13,41</b>	<b>1,79</b>	<b>-</b>				<b>15,32</b>
<b>Consommation totale d'énergie primaire (corrigée du climat) TOTAL corrigé (A+B+C) ....</b>	<b>13,44</b>		<b>91,60</b>		<b>40,96</b>		<b>117,49</b>		<b>12,72</b>	<b>276,21</b>
<i>Dont corrections climatiques .....</i>	<i>0,01</i>		<i>0,05</i>		<i>0,10</i>		<i>0,02</i>		<i>0,04</i>	<i>0,22</i>
Indice de rigueur climatique = 0,994 (*) hors soutes maritimes internationales H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire PR : produits de récupération ENRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur Source : Observatoire de l'Énergie										

RICHARD LAVERGNE

## Bilan rénové de l'énergie 2006

(unité : Mtep)

	Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		ENRt et déchets	Total
	Houille Lignite PR	Coke Agglom.	Brut	Raffiné	Naturel	Indus- triels	Production brute	Consom- mation		
<b>APPROVISIONNEMENT</b>										
Production énergie primaire (P) .....	0,18		1,06	0,20	1,02		H: 5,49 N: 117,32		12,79	<b>138,06</b>
Importations .....	12,64	1,07	82,13	36,81	39,92	-	0,73		0,01	<b>173,31</b>
Exportations .....	- 0,09	- 0,47	-	- 25,69	- 0,68	-	- 6,18		-	<b>- 33,11</b>
Stocks (+ = déstockage, - = stockage) .....	- 1,02	+ 0,10	- 0,36	- 0,04	- 0,90	-			-	<b>- 2,22</b>
Soutes maritimes internationales .....				- 2,81						<b>- 2,81</b>
<b>TOTAL disponibilités (D) ..</b>	<b>12,41</b>		<b>82,83</b>	<b>8,47</b>	<b>39,36</b>	<b>-</b>	<b>117,36</b>		<b>12,80</b>	<b>273,23</b>
<b>Indépend. énerg. (P/D) .....</b>	<b>1,5 %</b>		<b>1,4 %</b>		<b>2,6 %</b>		<b>104,6 %</b>		<b>99,9 %</b>	<b>50,5 %</b>
<b>EMPLOIS</b>										
<b>Consommation de la branche énergie</b>										
Raffinage .....			83,02	- 78,11			- 0,14	0,32		<b>5,09</b>
Production d'électr. therm.	5,22	-		1,36	2,74	0,81	- 5,07		1,46	<b>6,52</b>
Usages internes de la branche	3,65	- 3,22	-	0,14	0,50	- 0,31		1,28	0,20	<b>5,09</b>
				0,00				2,85		
Pertes et ajustement .....	- 0,57	0,36	- 0,19	- 0,07	0,08	- 0,03		81,34	0,54	<b>81,46</b>
<b>TOTAL (A) .....</b>	<b>8,30</b>	<b>- 2,86</b>	<b>82,83</b>	<b>- 76,68</b>	<b>3,32</b>	<b>0,47</b>	<b>- 5,21</b>	<b>85,79</b>	<b>2,20</b>	<b>98,16</b>
<b>Consommation finale énergétique (corrégée du climat)</b>										
Sidérurgie .....	1,98	2,96		0,03	0,62	0,93		0,96	-	<b>6,08</b>
						- 1,40				
Industrie .....	1,13	0,42		5,93	11,86	-		10,73	1,25	<b>31,32</b>
Résidentiel Tertiaire .....	0,31	0,06		14,72	22,56	-		23,98	8,93	<b>70,56</b>
Agriculture .....	-	-		2,22	0,30	-		0,29	0,05	<b>2,86</b>
Transports (*) .....	-	-		49,09	0,06	-		1,04	0,68	<b>50,87</b>
<b>TOTAL (B) .....</b>	<b>3,42</b>	<b>3,44</b>		<b>71,99</b>	<b>35,40</b>	<b>- 0,47</b>		<b>37,00</b>	<b>10,91</b>	<b>161,69</b>
<b>Consommation finale non énergétique</b>										
<b>TOTAL (C) .....</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>		<b>13,68</b>	<b>1,62</b>	<b>-</b>				<b>15,42</b>
<b>Consommation totale d'énergie primaire (corrégée du climat) TOTAL corrigé (A+B+C) ....</b>	<b>12,42</b>		<b>91,82</b>		<b>40,34</b>		<b>117,58</b>		<b>13,11</b>	<b>275,27</b>
<i>Dont corrections climatiques .....</i>	<i>0,01</i>		<i>0,52</i>		<i>0,98</i>		<i>0,22</i>		<i>0,31</i>	<i>2,04</i>
Indice de rigueur climatique = 0,945 (*) hors soutes maritimes internationales H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire PR : produits de récupération ENRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur Source : Observatoire de l'Énergie										

## « Equivalences »

L'Observatoire de l'énergie convertit les différentes formes d'énergie en tonnes d'équivalent pétrole (tep), en utilisant les coefficients suivants :

	Unité physique	tep PCI		Unité physique	tep PCI
<b>Charbon</b>			<b>Bois</b> .....	1 stère	0,147
Houille .....	1 t	0,619			
Coke de houille .....	1 t	0,667	<b>Gaz naturel et industriel</b> .....	1 MWh PCS	0,077
Agglomérés et briquettes de lignite	1 t	0,762			
Lignite et produits de récupération .....	1 t	0,405	<b>Produits pétroliers</b>		
<b>Electricité</b>			Pétrole brut, gazole, fuel domestique, produits à usages non énergétiques .....	1 t	1
- d'origine nucléaire .....	1 MWh	0,2606	GPL .....	1 t	1,095
- d'origine géothermique .....	1 MWh	0,86	Essences moteur et carburéacteur .....	1 t	1,048
- autres origines, exports, imports, consommation .....	1 MWh	0,086	Fuel lourd .....	1 t	0,952
			Coke de pétrole .....	1 t	0,762
PCI = Pouvoir calorifique inférieur. PCS = Pouvoir calorifique supérieur.					

## ANNEXES

## Évolution annuelle de l'énergie en France depuis 1973

## Evolution du bilan de l'énergie

(en Mtep)

	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006
<b>APPROVISIONNEMENT</b>							
Production énergie primaire (P)	43,5	52,5	111,8	132,5	138,0	137,9	138,1
Importations	159,7	163,8	138,2	165,1	168,6	174,2	173,3
Exportations	-14,8	-15,7	-20,0	-27,0	-29,3	-32,1	-33,1
Stocks $\left\{ \begin{array}{l} + = \text{déstockage} \\ - = \text{stockage} \end{array} \right.$	-0,7	-5,1	-2,3	-3,1	1,2	-1,3	-2,2
Soutes maritimes internationales	5,3	3,9	2,5	3,0	3,0	2,7	2,8
Total disponibilités (D)	<b>182,4</b>	<b>191,7</b>	<b>225,2</b>	<b>264,6</b>	<b>275,4</b>	<b>276,0</b>	<b>273,2</b>
Indépendance énergétique (P/D)	23,9 %	27,4 %	49,7 %	50,1 %	50,1 %	50,0 %	50,5 %
<b>EMPLOIS</b>							
<b>Consommation de la branche énergie</b>							
Raffinage	8,8	7,8	5,3	5,2	5,3	5,1	5,1
Production d'électricité thermique	17,1	19,3	6,9	6,8	6,3	7,2	6,5
Usages internes de la branche	2,2	3,6	4,3	5,4	6,1	6,2	5,1
Pertes et ajustement	7,0	13,4	58,3	75,6	81,5	81,8	81,5
Total (A)	<b>35,1</b>	<b>44,0</b>	<b>74,8</b>	<b>93,0</b>	<b>99,1</b>	<b>100,2</b>	<b>98,2</b>
<b>Consommation finale énergétique (corrigée du climat)</b>							
Sidérurgie	12,5	10,7	7,0	6,2	6,2	5,8	6,1
Industrie	35,4	34,0	31,6	33,2	31,8	31,9	31,3
Résidentiel tertiaire	56,4	54,2	58,5	67,0	69,5	69,8	70,6
Agriculture	3,0	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9
Transports (*)	26,3	32,1	41,7	49,4	50,8	50,4	50,9
Total (B)	<b>133,6</b>	<b>134,2</b>	<b>141,9</b>	<b>158,8</b>	<b>161,2</b>	<b>160,7</b>	<b>161,7</b>
<b>Consommation finale non énergétique</b>							
Total (C)	<b>10,9</b>	<b>11,8</b>	<b>12,4</b>	<b>17,4</b>	<b>15,4</b>	<b>15,3</b>	<b>15,4</b>
<b>Consommation totale d'énergie primaire (corrigé du climat)</b>							
Total corrigé (A + B + C)	<b>179,7</b>	<b>190,0</b>	<b>229,2</b>	<b>269,2</b>	<b>275,7</b>	<b>276,2</b>	<b>275,3</b>
dont : corr. climat	-2,7	-1,7	4,0	4,6	0,3	0,2	2,0
Indice de rigueur climatique	1,07	1,05	0,88	0,88	0,99	0,99	0,95
(*) hors soutes maritimes internationales. Source : Observatoire de l'Energie							

## Evolution de l'approvisionnement en énergie primaire de la France

(en Mtep)

	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006
<b>Production primaire nationale</b>							
Charbon .....	17,29	13,11	7,73	2,34	0,39	0,30	0,20
Gaz naturel .....	6,26	6,29	2,50	1,50	1,10	0,90	1,00
Pétrole .....	2,22	2,38	3,46	1,74	1,43	1,30	1,30
Electricité hydraulique (brute) .....	4,14	6,08	5,02	6,23	5,69	5,00	5,50
Electricité nucléaire (brute) .....	3,84	15,96	81,74	108,20	116,81	117,70	117,30
Energies renouvelables thermiques .....	9,77	8,65	11,38	12,51	12,60	12,70	12,80
<b>Total .....</b>	<b>43,52</b>	<b>52,47</b>	<b>111,83</b>	<b>132,52</b>	<b>137,86</b>	<b>137,90</b>	<b>138,10</b>
<b>Importations (1)</b>							
Combustibles minéraux solides .....	10,41	20,45	12,91	12,83	12,97	13,40	13,70
Gaz naturel .....	7,60	16,20	24,54	36,28	39,73	41,40	39,90
Pétrole brut (y c. autres produits à distiller (APD)) ....	134,92	113,56	73,31	85,63	85,13	84,20	82,10
Produits pétroliers raffinés (2) .....	6,32	12,25	26,83	30,07	30,17	34,50	36,80
Electricité .....	0,40	1,34	0,57	0,32	0,57	0,70	0,70
<b>Total .....</b>	<b>159,65</b>	<b>163,80</b>	<b>138,16</b>	<b>165,13</b>	<b>168,57</b>	<b>174,20</b>	<b>173,30</b>
<b>Exportations (1)</b>							
Combustibles minéraux solides .....	-1,25	-0,85	-0,63	-0,55	-0,63	-0,60	-0,60
Gaz naturel .....	-0,08	-0,13	-0,29	-0,68	-1,30	-0,90	-0,70
Produits pétroliers raffinés (3) .....	-12,85	-13,62	-14,53	-19,50	-21,47	-24,70	-25,70
Electricité .....	-0,66	-1,08	-4,51	-6,29	-5,88	-5,90	-6,20
<b>Total .....</b>	<b>-14,84</b>	<b>-15,68</b>	<b>-19,96</b>	<b>-27,01</b>	<b>-29,26</b>	<b>-32,10</b>	<b>-33,10</b>
<b>Variations de stock, déstockage (+), stockage (-) .....</b>	<b>-0,69</b>	<b>-5,05</b>	<b>-2,32</b>	<b>-3,07</b>	<b>1,18</b>	<b>-1,30</b>	<b>-2,20</b>
<b>Soutes maritimes internationales .....</b>	<b>5,30</b>	<b>3,90</b>	<b>2,50</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>2,70</b>	<b>-2,80</b>
<b>Ressources énergétiques nettes .....</b>	<b>182,35</b>	<b>191,68</b>	<b>225,21</b>	<b>264,61</b>	<b>275,38</b>	<b>276,00</b>	<b>273,20</b>

(1) Importations et exportations de tous produits (primaires ou non).

(2) Tous produits raffinés, déduction faite des autres produits à distiller (APD) et des rachats sur façonnage.

(3) Hors avitaillement et y compris produits issus du façonnage.

Source : Observatoire de l'énergie.

## Taux d'indépendance énergétique (1)

(en %)

Type d'énergie	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006
Charbon .....	61,5	42,0	40,7	16,5	3,0	1,9	1,5
Pétrole (2) .....	1,8	2,2	4,0	1,9	1,5	1,5	1,4
Gaz .....	46,4	29,3	9,9	4,2	2,8	2,2	2,6
Electricité primaire .....	103,4	98,8	104,8	105,5	104,5	104,4	104,6
Energies renouvelables thermiques .....	100,0	100,0	100,0	99,9	100,5	100,5	99,9
<b>Toutes énergies (2) .....</b>	<b>23,9</b>	<b>27,4</b>	<b>49,7</b>	<b>50,1</b>	<b>50,1</b>	<b>50,0</b>	<b>50,5</b>

(1) Rapport (en %) entre la production et la consommation d'énergie primaire (non corrigée du climat).

(2) Hors soutes maritimes internationales.

Source : Observatoire de l'énergie.

## Commerce extérieur (1) de produits énergétiques

	Unité	1973	1980	1985	1990	2000	2004	2005	2006
Importations CAF (2) (a) .....	en G€	3,08	23,13	32,56	18,33	32,56	37,62	51,99	62,07
Exportations FAB (3) (b) .....	en G€	0,51	2,87	5,03	4,16	9,01	9,19	12,98	15,82
Facture énergétique (a) - (b) .....	en G€	2,57	20,26	27,53	14,17	23,54	28,42	39,02	46,25
Part des importations d'énergie dans les importations totales CAF (1) (2) .....	%	12,40	26,40	22,10	9,40	9,60	10,50	13,30	14,40
Part de la facture énergétique dans le PIB total .....	%	1,44	4,56	3,66	1,38	1,63	1,71	2,28	2,60
Nombre de jours d'exportations totales couvrant la facture énergétique .....			99	73	29	26	30	40	43

(1) Les DOM sont inclus dans toutes les statistiques de commerce extérieur à partir de 1994.

(2) CAF = coût assurance-frêt.

(3) FAB = franco à bord

Source : Observatoire de l'énergie d'après DGDDI-DSEE et INSEE.

## Consommation finale énergétique par secteur économique et par type d'énergie

(en Mtep)

Energie x secteur	1973	1980	1990	2000	2004	2005	2006
<b>Charbon</b>							
Sidérurgie .....	9,5	8,2	5,5	5,1	4,9	4,7	4,9
Industrie .....	2,6	1,8	2,9	1,7	1,4	1,6	1,6
Résidentiel et tertiaire .....	5,6	3,3	1,8	0,7	0,4	0,4	0,4
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,3	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Agriculture .....	-	-	-	-	-	-	-
Transports .....	0,0	0,0	-	-	-	-	-
<b>Total charbon</b> .....	<b>17,7</b>	<b>13,3</b>	<b>10,2</b>	<b>7,4</b>	<b>6,7</b>	<b>6,6</b>	<b>6,9</b>
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,3	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Pétrole</b>							
Sidérurgie .....	2,3	1,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Industrie .....	21,8	17,3	9,0	7,0	6,0	6,0	5,9
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,4	-0,2	0,2	0,1	-	-	0,0
Résidentiel et tertiaire .....	32,7	25,5	17,7	15,9	15,2	15,0	14,7
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-1,4	-0,8	1,3	1,2	0,1	0,1	0,5
Agriculture .....	2,9	2,9	2,7	2,4	2,3	2,2	2,2
Transports (*) .....	25,7	31,5	41,0	48,2	49,4	48,9	49,1
<b>Total produits pétroliers</b> .....	<b>85,4</b>	<b>78,4</b>	<b>70,8</b>	<b>73,5</b>	<b>73,0</b>	<b>72,1</b>	<b>72,0</b>
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-1,8	-1,0	1,4	1,3	0,1	0,1	0,5
<b>Gaz</b>							
Sidérurgie .....	-0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
Industrie .....	3,5	6,4	9,1	12,3	12,2	12,2	11,9
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,00	-0,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,1
Résidentiel et tertiaire .....	5,5	9,7	13,8	20,1	22,2	22,3	22,6
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,2	-0,3	1,0	1,8	0,1	0,1	0,9
Agriculture .....	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Transports .....	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1	0,1
<b>Total gaz</b> .....	<b>8,7</b>	<b>16,4</b>	<b>23,3</b>	<b>32,8</b>	<b>34,9</b>	<b>35,0</b>	<b>34,9</b>
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,3	-0,3	1,2	2,0	0,1	0,1	1,0
<b>Electricité</b>							
Sidérurgie .....	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0
Industrie .....	6,2	7,1	9,0	11,0	11,0	10,9	10,7
Résidentiel et tertiaire .....	5,1	9,2	15,5	20,7	22,9	23,3	24,0
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-	-0,1	0,4	0,5	0,0	0,0	0,2
Agriculture .....	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Transports .....	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	1,0	1,0
<b>Total électricité</b> .....	<b>13,0</b>	<b>18,2</b>	<b>26,3</b>	<b>33,7</b>	<b>36,2</b>	<b>36,5</b>	<b>37,0</b>
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-	-0,1	0,4	0,5	0,0	0,0	0,2
<b>Energies renouvelables</b>							
Industrie .....	1,4	1,3	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3
Résidentiel et tertiaire .....	7,5	6,6	9,7	9,7	8,8	8,8	8,9
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,4	-0,2	0,8	0,8	0,0	0,0	0,3
Agriculture .....	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Transports .....	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,7
<b>Total énergies renouvelables</b> .....	<b>8,9</b>	<b>7,9</b>	<b>11,3</b>	<b>11,3</b>	<b>10,4</b>	<b>10,5</b>	<b>10,9</b>
<b>Consommation finale énergétique</b>							
Sidérurgie .....	12,5	10,7	7,0	6,2	6,2	5,8	6,1
Industrie .....	35,4	34,0	31,6	33,2	31,8	31,9	31,3
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-0,4	-0,3	0,3	0,4	0,0	0,0	0,1
Résidentiel et tertiaire .....	56,4	54,2	58,5	67,0	69,5	69,8	70,6
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-2,3	-1,4	3,7	4,3	0,3	0,2	1,9
Agriculture .....	3,0	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9
Transports (*) .....	26,3	32,1	41,7	49,4	50,8	50,4	50,9
<b>Total consommation finale</b> .....	<b>133,6</b>	<b>134,2</b>	<b>141,9</b>	<b>158,8</b>	<b>161,2</b>	<b>160,7</b>	<b>161,7</b>
<i>dont : corrections climatiques</i> .....	-2,7	-1,7	4,0	4,6	0,3	0,2	2,0
<i>Indice de variations (base 100 en 1973)</i> .....	100,0	100,4	106,2	118,9	120,7	120,3	121,0
<i>Taux de variations annuel (en %)</i> .....	7,3	-2,3	2,6	4,6	1,0	-0,3	0,6

(\*) hors soutes maritimes internationales. Source : Observatoire de l'énergie.

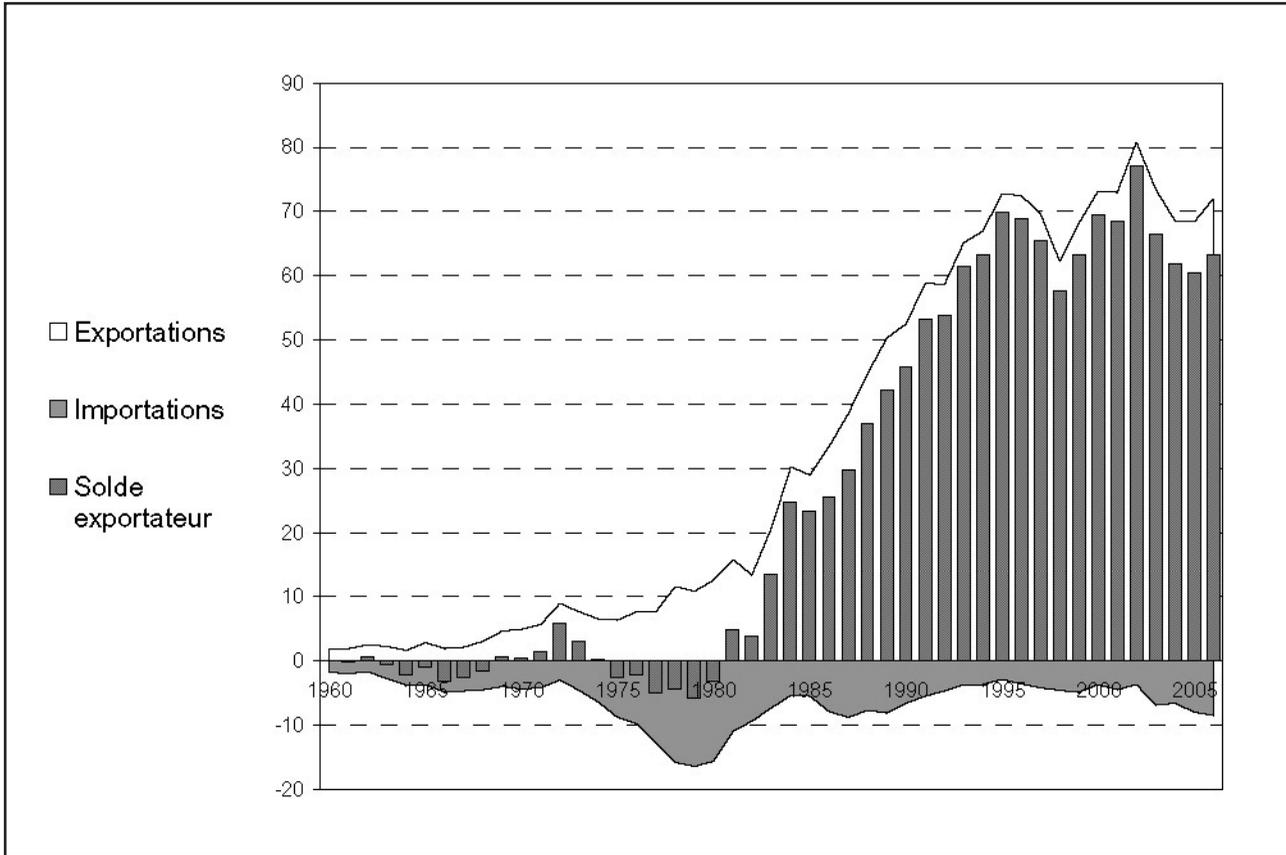


Figure 1 – Commerce extérieur d'électricité depuis 1960 (en TWh).

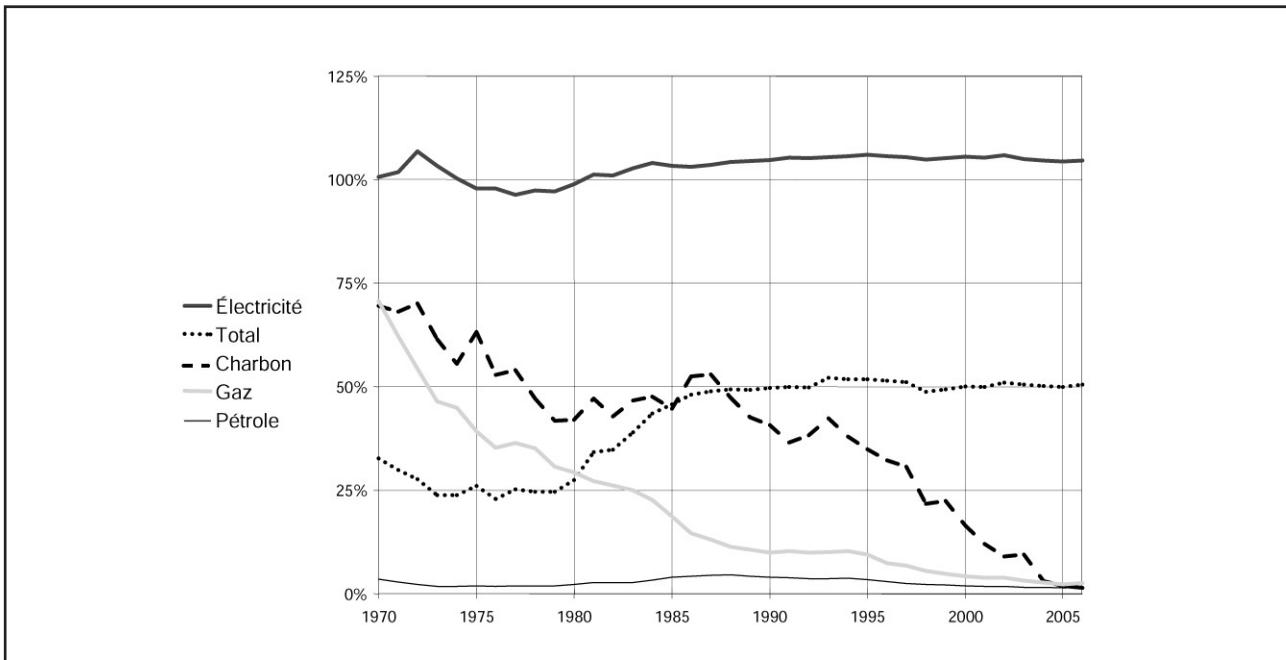


Figure 2 – Indépendance énergétique totale et par forme d'énergie depuis 1970 (en %).

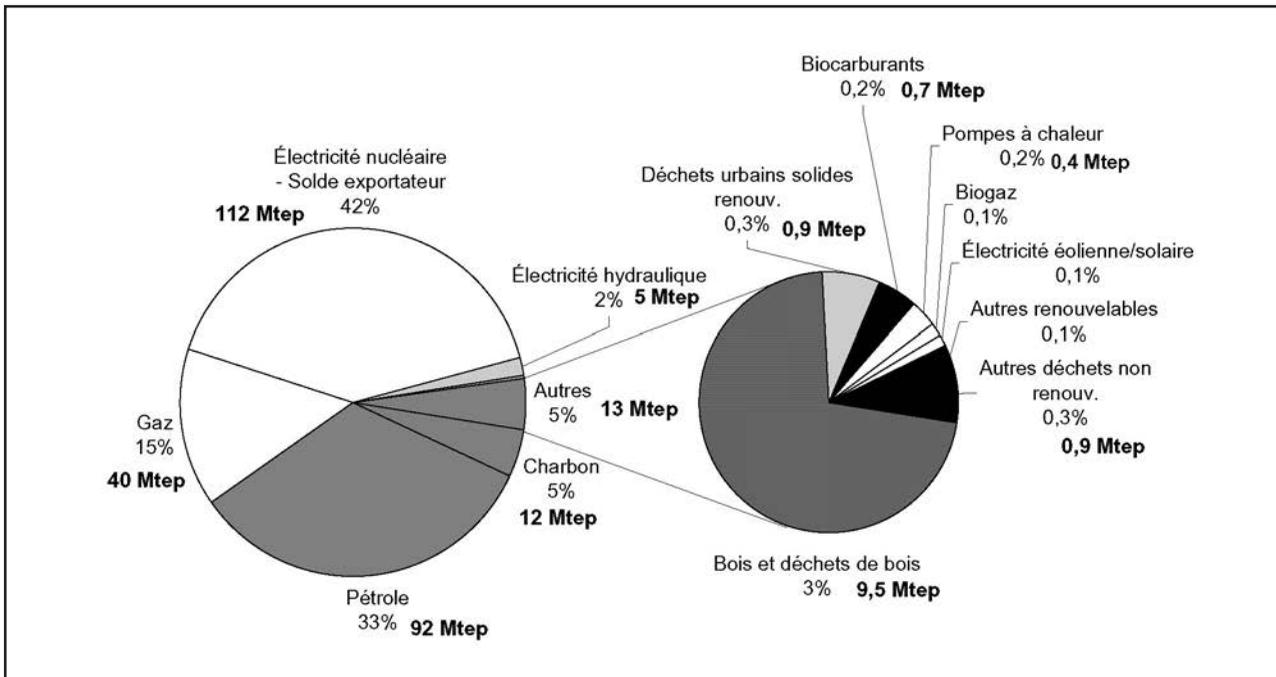


Figure 3 – Le « bouquet » énergétique primaire de la France (en affectant, pour simplifier, le solde exportateur d'électricité au nucléaire).

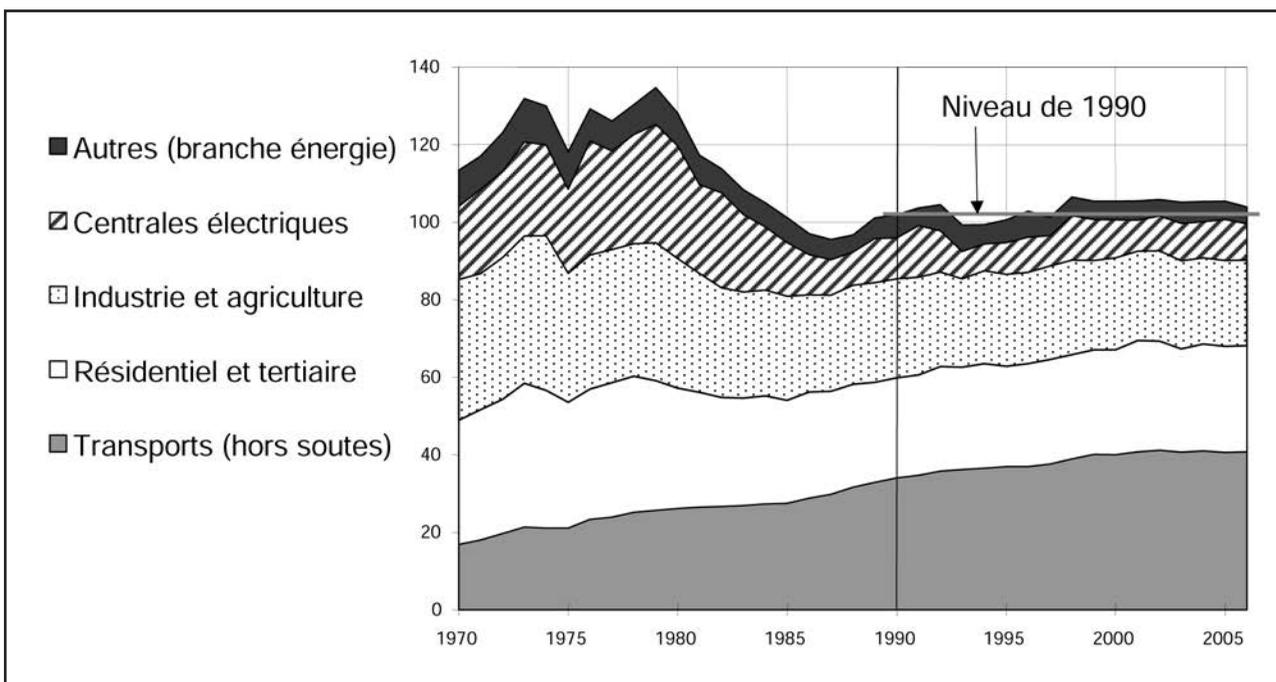


Figure 4 – Émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie (en millions de tonnes de carbone, selon une méthodologie développée par l'Observatoire de l'énergie à partir des bilans de l'énergie, avec correction climatique).



# La facture énergétique de la France en 2006

## La facture énergétique s'alourdit encore (+18,5 % à 46,2 Md€) malgré la baisse des quantités importées

par **Bernard NANOT**

Adjoint au secrétaire général de l'Observatoire de l'Energie, DGEMP,  
Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables

**A** 46,2 milliards d'euros (Md€) en 2006, la facture énergétique de la France continue à s'alourdir : +18,5 % sur un an, après déjà +37,3 % en 2005, +24,3 % en 2004 et +5,5 % en 2003 (en euros courants). Si le taux de progression faiblit, le surcoût, exprimé à prix courants, reste considérable : +7,2 milliards d'euros en 2006, après +10,6 en 2005 et +5,6 en 2004. La facture payée en 2006 pour un approvisionnement énergétique d'origine étrangère est le double de celle de 2003. Sans elle, le commerce extérieur de la France aurait été excédentaire de 15 milliards d'euros. Avec elle, il est déficitaire de 30. A prix constants, le montant de la facture énergétique est presque équivalent à celui de 1981, au plus fort du second choc pétrolier. Cela signifie que notre déficit en énergie a la même valeur d'échange que les 161 milliards de francs (ou 24,6 milliards d'euros) du déficit de l'époque. C'est donc un des plus forts que la France ait connus. Il représente en 2006 une part de 2,6 % du produit intérieur brut, un niveau qui n'avait pas été atteint depuis longtemps (1985), mais qui reste nettement inférieur au maximum de 5 % enregistré en 1981.

### ASCENSION CONTINUE DES PRIX DES ÉNERGIES IMPORTÉES

#### Produits pétroliers

Les cours du pétrole ont encore progressé en 2006. Ils se sont installés en 2006 au-dessus des 60 dollars le baril, soit plus du double des cours de 2003. Les hausses suc-

cessives, mesurées sur le Brent daté, pétrole de Mer du Nord le plus utilisé comme référence dans les contrats, ont été de +9,38 \$/bl (+33 %) en 2004, 16,27 \$/bl (+43 %) en 2005, et encore 10,59 \$/bl (+19 %) en 2006 (cf. tableaux I et II).

Comme le souligne l'Agence internationale de l'énergie, cette hausse impressionnante est due, non pas à une pénurie, mais à la crainte d'une pénurie.

Le contexte mondial, il est vrai, est celui d'un marché tendu, fréquemment gagné par la fébrilité. L'émergence de pays comme la Chine et l'Inde provoque une importante demande nouvelle. Les installations de production et de raffinage, dans lesquelles les investissements avaient été peu stimulés auparavant par des cours assez faibles, ont fait face, mais en tournant presque à pleine capacité. Dès lors, le système est apparu trop fragile : que la demande s'emballe ou que l'offre se réduise, et la crise pouvait survenir avec des ruptures d'approvisionnement sur un produit dont les économies ne peuvent pas se passer.

La crise internationale à propos du nucléaire iranien, le conflit au Liban, la *driving season* ou la période des cyclones aux Etats-Unis, les troubles au Nigéria, les incidents techniques en Alaska, la remise en cause de contrats par tel ou tel gouvernement, l'annonce d'un niveau un peu faible des stocks américains... ont constitué autant de raisons de craindre pour l'équilibre offre-demande. A ceci s'ajoute l'augmentation des transactions, qui a pour effet d'amplifier les mouvements des cours.

Début août 2006, l'addition de ces craintes a hissé le cours du Brent au chiffre record de 78 \$/bl. Par la suite, le marché a retrouvé un peu plus de sérénité, avec la fin des hostilités ouvertes au Liban et un répit sur le dossier

	1992	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dubaï	17,18	16,10	26,33	22,82	24,09	26,78	33,79	49,42	61,60
Panier OPEP (1)	18,21	16,86	27,60	23,12	24,36	28,10	36,05	50,64	61,08
Brent daté	19,30	17,04	28,52	24,44	24,95	28,90	38,28	54,55	65,13
WTI	20,54	18,41	30,35	26,09	26,19	31,07	41,52	56,63	66,05

Tableau I – Prix moyen annuel par type de pétrole brut (\$/bl).

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
En €/t	177,3	105,4	239,0	207,2	197,4	187,6	221,4	308,4	363,1
En €/bl	19,64	12,96	30,95	27,31	26,49	25,60	30,81	43,86	51,87

Tableau II – Prix moyen annuel du Brent daté, en €.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
En \$/bl	19,4	13,0	17,5	28,6	24,8	24,9	29,7	38,8	53,6	65,2
En €/t	126	85	120	228	203	194	193	229	316	381

Tableau III – Prix moyen annuel du pétrole brut importé.

du nucléaire iranien, une saison d'été assez calme aux Etats-Unis, un redémarrage des activités en Alaska... Le cours est revenu aux alentours des 60 \$/bl, niveau autour duquel il oscille depuis septembre 2006, surveillé par les pays de l'OPEP, qui ont décidé d'intervenir pour qu'il ne descende pas durablement plus bas. Pourtant, fin 2006, les capacités de production non utilisées (hors Irak) étaient remontées à 3,09 Mb/j, contre 1,67 au début janvier.

Le prix moyen annuel CAF (2) du pétrole brut importé s'est établi à 65 \$/bl, en augmentation de 21,6 %. Il suit donc de très près le cours du Brent daté. Une légère déco- te du dollar sur un an (-0,9 % par rapport à l'euro) fait que la hausse est un peu moins forte, exprimée en euros (+20,6 %). En valeur, les importations de brut ont représenté 31,8 milliards d'euros, en hausse de 18 % (cf. tableau III).

Les quantités de pétrole brut importées accentuent leur recul (3) : -2,4 % en 2006, après -1,1 % en 2005 et -0,4 % en 2004. Les provenances se répartissent presque à égalité entre quatre zones : le Moyen-Orient (28 %), la Mer du Nord (25 %), les pays de l'ex-URSS (24 %) et l'Afrique (21 %).

Le prix moyen des produits pétroliers raffinés à l'import augmente un peu moins que le pétrole brut : +15 % à 441 €/t (après déjà +35 % en 2005, +13 % en 2004 et +7 % en 2003).

(1) À partir du 16 juin 2005, nouvelle moyenne calculée à partir des prix du : Mélange Sahara, Minas, Iran Lourd, Basra Léger, Kuwait Export, Es Sider, Bonny Léger, Qatar Marine, Arabie Léger, Murban et BCF 17 ; l'écart à la baisse est inférieur à 1 \$/bl.

(2) CAF : coût, assurance, fret – Source DGDDI/DSEE.

(3) Source Observatoire de l'Énergie.

(4) Calculé à partir du ratio « facture gazière (source Douanes) / quantités importées (source OE, bilan gazier 2005) ». Etabli en mixant deux sources hétérogènes, ce ratio ne vise à fournir qu'un ordre de grandeur de l'évolution des prix.

(5) Anvers, Rotterdam, Amsterdam.

Ceux à l'export, plus chers parce qu'essentiellement relatifs à de l'essence, alors que les importations portent surtout sur du gazole, progressent davantage (+20 % à 421 €/t, contre +37 % en 2005, +9 % en 2004 et -0,1 % en 2003).

#### Gaz naturel

Le coût CAF (4) du gaz naturel importé suit le mouvement du prix du pétrole, avec un retard d'environ 5-6 mois, du fait de l'indexation des contrats de long terme. En conséquence, il enregistre une forte augmentation en 2006 : +32 % en moyenne, après +13,4 % en 2005, +0,9 % en 2004 et +10,7 % en 2003). En valeur relative, le gaz est l'énergie dont le coût augmente le plus en 2006.

#### Charbon

Depuis 2003, l'actualité charbonnière est marquée par une flambée des prix, qui se maintiennent à des niveaux élevés (cf. graphique pour l'exemple du charbon vapeur sud africain livré sur le marché ARA (5)). Ces niveaux n'avaient jamais été atteints depuis le début des années 1980. Un record a été enregistré durant l'été 2004, où le charbon en provenance d'Afrique du Sud pour livraison sur le marché ARA avait frôlé les 80 \$ la tonne CAF (environ 66 €/t). En moyenne sur 2004, le prix spot du charbon vapeur affichait 72 \$/t, soit un bond de +67 % sur un an (58 €/t, soit une hausse de +57 % seulement en euros, atténuée du fait de l'appréciation de la monnaie européenne durant cette période).

En dépit d'une amélioration sensible sur toute la chaîne logistique charbonnière (augmentation des capacités portuaires, meilleure disponibilité des cargos, etc.), quelques



© Gilles Leindorfer / REA

On constate une amélioration sensible sur toute la chaîne logistique charbonnière (Port minéralier du Havre, rail d'acheminement du charbon vers le lieu de stockage).

goulots d'étranglement subsistent, ce qui semble créer encore quelques difficultés sur un marché en pleine effervescence ; en effet, porté par les pays émergents et notamment la Chine, l'engouement pour le charbon ne se dément guère : en 2005, la consommation mondiale de houille tutoie les 5 milliards de tonnes (Gt) (6), soit 1,1 Gt de plus qu'en 2002, dont près de 80 % sont à l'actif de la seule Chine. En attendant que les investissements puissent répondre à cette forte demande, les prix continuent de s'apprécier : le prix spot du charbon vapeur livré sur le marché ARA gagne +3 %, pour s'établir en moyenne en 2006 à 64 \$/t (51 €/t), après une baisse de -14 % en 2005, à 62 \$/t (49 €/t).

### Electricité

A 4,6 c€/kWh en 2006, le prix de l'électricité exportée (7) maintient une croissance de +9 %, sensiblement inférieure à celle de 2005 (+24 %), ou à celle du pétrole ou du gaz. Comme la France est exportatrice nette d'électricité, c'est une hausse qui est favorable à sa facture énergétique.

(6) Source : AIE/OCDE (*Coal informations*, 2006).

(7) CAF : coût, assurance, fret – Source DGDDI/DSEE.

### Baisse globale du volume des importations

Pour la première fois depuis des années, le solde importateur d'énergie de la France a diminué.

Le bilan des échanges électriques est un peu meilleur qu'en 2005. Les importations de charbon ont un peu progressé. Mais les importations de pétrole brut ont diminué de 2 Mtep ; même si le solde des échanges de produits raffinés s'est aggravé d'un peu plus d'une Mtep, le solde pétrolier est moins négatif (de 0,76 Mtep) qu'en 2005. Mais c'est surtout pour le gaz que les importations ont sensiblement baissé, avec -1,5 Mtep.

Si une part de cette baisse des importations est liée aux coûts élevés de l'énergie, il faut bien reconnaître qu'une part non négligeable – pour le gaz, notamment – s'explique par la douceur de l'automne.

Les quantités de pétrole brut importées accentuent leur recul (8) : -2,4 % en 2006, après -1,1 % en 2005 et -0,4 % en 2004. Les provenances se répartissent presque à égalité entre quatre zones : le Moyen-Orient (28 %), la Mer du Nord (25 %), les pays de l'ex-URSS (24 %) et l'Afrique (21 %).

Le déclin des gisements de Mer du Nord se poursuit, et les importations d'Arabie Saoudite et d'Algérie se rédui-

(8) Source Observatoire de l'Énergie.

sent. En revanche, les flux venant de l'ex-URSS augmentent et ceux d'Irak reprennent de l'importance.

Le solde importateur de produits raffinés (9) progresse à nouveau de +13 %, comme en 2005. Les importations ont augmenté de +7 %, et les exportations de +4 %. Chacun des deux flux progresse donc, en valeur, nettement moins qu'en 2005 (+15 % chacun en 2005), mais le solde négatif continue sur sa lancée : les raffineries françaises produisent trop d'essence relativement à notre marché actuel, où le gazole est nettement majoritaire, et doivent exporter les excédents (vers les États Unis, notamment). Inversement, elles ne produisent pas assez de gazole et doivent en importer (en particulier de Russie).

De la même façon, elles produisent du fioul lourd (FOL), destiné aux soutes maritimes internationales, en excédent par rapport aux besoins nationaux et doivent en exporter.

Le nouvel investissement de Total à Gonfreville (hydrocraqueur de 2,4 millions de tonnes par an) va permettre à partir du début 2007 de contenir le déficit croissant en gazole et d'utiliser des charges lourdes et soufrées.

Le solde global des importations pétrolières est, en quantité, légèrement à la baisse :

- les importations de brut ont diminué de 2,03 Mtep ;
- les importations de produits raffinés ont augmenté de 2,3 Mtep ;
- les exportations de produits raffinés ont augmenté de 1,03 Mtep ;
- globalement, le solde importateur s'est donc réduit de 0,76 Mtep.

On assiste donc à une substitution de brut par des produits raffinés, et à une orientation vers l'exportation des raffineries, alors que la consommation totale stagne ou même régresse, aidée en 2006 par des températures particulièrement douces (avec un indice de rigueur climatique de 0,95).

Parallèlement à la diminution de la consommation réelle (-3,7 % pour la consommation primaire totale), le solde net des entrées-sorties de gaz passe de 526,2 TWh en 2005 à 509,7 TWh en 2006, soit une diminution de -3,1 %, après +5,2 % en 2005 et +4,4 % en 2004.

Les importations en GNL se sont très sensiblement accrues (+10 %) du fait des flux en provenance d'Égypte et du Nigeria, et malgré la baisse (-5,0 %) des importations en provenance d'Algérie. Leur poids total passe de 27 % en 2005 à 31 % en 2006.

(9) Données estimées principalement à partir de celles des Douanes.

(10) L'estimation de l'OE est basée sur les informations d'un champ partiel (producteurs d'électricité et sidérurgistes pour l'essentiel) afin de palier la sous-évaluation récurrente des données du commerce extérieur. S'agissant du coke, et afin de tenir compte de la réalité du marché, les données sont calées sur les informations en provenance de la Fédération française de l'acier et celles de l'industrie, de façon à corriger les déclarations douanières.

(11) Cet agrégat est la somme des flux transitant sur les lignes RTE (lignes d'interconnexion – référencées par l'UCTE – et autres lignes transfrontalières – non référencées par l'UCTE), des flux transitant sur les autres réseaux et des compensations au titre des droits d'eau.

Les importations par des contrats de long terme ont globalement progressé de +4,2 %, malgré la forte baisse des importations en provenance de Russie, dont le poids passe de 20 % en 2005 à 16 % en 2006 ; les importations en provenance de Norvège (qui est le premier fournisseur de la France, avec près de 29 % des approvisionnements) progressent de +18,4 %, et celles venant des Pays-Bas de +10,2 %.

Les contrats de court terme ont été moins sollicités en 2006 : ils représentent moins de 6 % des entrées nettes de gaz naturel en 2006 contre près de 8 % en 2005.

La production nationale, qui avait diminué très fortement entre 2004 et 2005 du fait de travaux à Lacq, a repris mais ne représente que 2,5 % des approvisionnements (hors stockage).

Les conditions climatiques particulièrement douces fin 2006 expliquent que les stocks, traditionnellement pleins au début de la période de chauffe (fin octobre), aient été peu sollicités. Les stocks de fin décembre sont donc plus élevés que ceux de 2005.

Les importations de combustibles minéraux solides s'élèvent à 22 millions de tonnes (Mt), soit une progression de +2,2 % par rapport à 2005. La houille, principal produit importé, avec une part de marché de 93 %, totalise 20,4 Mt (principalement du charbon vapeur destiné à la production d'électricité), soit une hausse de +2,7 % (10). Au total, les importations de CMS retenues pour 2006 s'élèveraient à 13,7 Mtep, contre 13,4 Mtep un an auparavant, soit une progression de +2,2 %.

S'agissant de l'origine géographique des importations, l'Australie occupe le 1<sup>er</sup> rang de nos fournisseurs (26 %), suivie de l'Afrique du Sud (19 %), de la Colombie (10 %) et des États-Unis (9 %). A eux seuls, ces quatre pays assurent environ les deux tiers de l'approvisionnement français de charbon.

Dans le bilan de l'électricité, les flux utilisés pour déterminer les importations et les exportations d'électricité concernent les flux physiques et non les flux contractuels (11).

Après un pic exceptionnel à 77 TWh en 2002, le solde des échanges extérieurs physiques d'électricité s'était, en 2003, inscrit en recul de plus de 10 TWh, avant de se contracter encore de 4,5 TWh en 2004, puis à nouveau de 1,6 TWh en 2005, le solde tombant à 60,3 TWh. En 2006, le solde progresse de 3 TWh, à 63,3 TWh. Cette évolution résulte d'une progression de 3,5 TWh des exportations (à 71,9 TWh), partiellement compensée par une hausse de 0,5 TWh des importations (8,5 TWh).

Après avoir quasiment doublé en 2003, s'établissant à 7,0 TWh, les importations physiques avaient reculé de 0,4 TWh en 2004, avant de croître de 1,5 TWh en 2005. Avec une nouvelle hausse, de 0,5 TWh, en 2006, le niveau atteint (8,5 TWh) est particulièrement élevé au regard des chiffres des années passées, puisqu'il faut remonter à l'année 1987 pour observer un niveau d'importations supérieur (8,9 TWh). Les importations physiques d'électricité représentent ainsi 1,8 % de l'énergie appelée en 2006, après 1,7 % en 2005 et 1,4 % en 2004.

Après un pic à 80,7 TWh en 2002, les exportations physiques avaient reculé de 7,4 TWh en 2003, puis de 4,9 TWh en 2004, avant de se stabiliser en 2005. La progression de 3,5 TWh enregistrée en 2006 est de ce fait insuffisante pour que les exportations retrouvent les niveaux du début des années 2000. En 2006, les exportations physiques d'électricité représentent ainsi 13,1 % de la production totale nette française d'électricité, après 12,4 % en 2005 et 12,5 % en 2004.

Evolution de la facture par type d'énergie :

+5 milliards pour le pétrole, +2 pour le gaz

La baisse des volumes importés est plus que compensée par les hausses de coûts.

La facture pétrolière est, à elle seule, de 37 milliards d'euros. Elle s'est alourdie de 5 milliards par rapport à 2005 (+16 %). Le solde des produits raffinés ne s'est pas trop aggravé (+5 %), la progression des exportations (+2 Md€) compensant presque celle des importations (+2,3 Md€).

La facture gazière a augmenté de 28 % (+2,1 Md€). Malgré la baisse des volumes importés, c'est la composante qui a crû le plus.

L'augmentation de la facture charbonnière est de 3,5 %. Elle ne porte que sur 50 millions d'euros.

L'électricité continue à être un produit d'exportation qui a rapporté au pays 2,6 Md€ (+6,8 %).

La facture pèse 2,6 % du PIB de la France, ou l'équivalent de six jours de travail pour l'ensemble des Français

A 2,6 % du PIB français, après 2,28 % en 2005 et 1,71 % en 2004, la facture énergétique se rapproche du niveau du premier choc pétrolier (environ 3,2 %), mais reste bien inférieure à celui du deuxième choc (5 % en 1981). Compte tenu de la durée moyenne du travail, la facture énergétique correspond à la richesse produite par la population active de la France en six jours de travail.

Le poids relatif de la facture énergétique dans les importations s'accroît à nouveau : les importations d'énergie CAF ont représenté 14,4 % des importations de toute nature (contre 13,3 % en 2005, 10,5 % en 2004 et 8,0 % en 1997).

La facture équivaut à 40 jours d'exportations totales FAB, contre 39 jours en 2005, 30 en 2004 et 19 jours seulement en 1997.

## Tableaux relatifs à la facture énergétique (1)

### Commerce extérieur de l'énergie en 2006 (en M€, données brutes)

	Importations (CAF)			Exportations (FAB)			Facture (Import-Export)			
	2005	2006	05-06 (%)	2005	2006	05-06 (%)	2005	2006	05-06 (%)	05-06 (M€)
CMS	1 645	1 697	+3,2	159	161	+1,1	1 485	1 536	+3,5	+51
Pétrole brut	26 860	31 757	+18,2	4	2	-48,9	26 857	31 755	+18,2	+4 899
Produits pétroliers raffinés	14 075	16 375	+16,3	8 801	10 829	+23,0	5 274	5 546	+5,2	+272
<b>Total pétrole</b>	<b>40 935</b>	<b>48 132</b>	<b>+17,6</b>	<b>8 805</b>	<b>10 831</b>	<b>+23,0</b>	<b>32 130</b>	<b>37 301</b>	<b>+16,1</b>	<b>+5 171</b>
Gaz	8 022	10 708	+33,5	159	671	+322,3	7 864	10 037	+27,6	+2 174
<b>Total pétrole et gaz</b>	<b>48 957</b>	<b>58 840</b>	<b>+20,2</b>	<b>8 964</b>	<b>11 501</b>	<b>+28,3</b>	<b>39 994</b>	<b>47 339</b>	<b>+18,4</b>	<b>+7 345</b>
Électricité	1 393	1 527	+9,7	3 854	4 155	+7,8	-2 461	-2 628	+6,8	-167
<b>TOTAL</b>	<b>51 995</b>	<b>62 065</b>	<b>+19,4</b>	<b>12 977</b>	<b>15 818</b>	<b>+21,9</b>	<b>39 018</b>	<b>46 247</b>	<b>+18,5</b>	<b>+7 229</b>

### Comparaison de la facture énergétique avec quelques agrégats économiques

	1973	1980	1985	1990	1997	2000	2004	2005	2006
Facture énergétique CAF/FAB									
Md€ courants	2,57	20,26	27,53	14,17	13,12	23,54	28,42	39,02	46,25
Md€ constants 2006	12,23	46,87	41,54	18,30	15,09	26,47	29,56	39,83	46,25
Part des importations d'énergie CAF dans les importations totales (CAF)	12,4 %	26,4 %	22,1 %	9,4 %	8,0 %	9,6 %	10,5 %	13,3 %	14,4 %
Nombre de jours d'exportations FAB couvrant la facture énergétique	#N/A	99	73	29	19	26	30	40	43
Part de la facture énergétique dans le PIB total	1,44 %	4,56 %	3,66 %	1,38 %	1,03 %	1,63 %	1,71 %	2,28 %	2,60 %
Cours du dollar US (en euro) (*)	0,679	0,644	1,370	0,830	0,890	1,085	0,805	0,804	0,797

(\*) au taux fixe de 1 euro pour 6,55957 FF avant 1999.

### Prix moyens (CAF) des énergies importées, en € ou US \$ courants

	1973	1980	1985	1986	1990	1995	1997	2000	2001	2002	2004	2005	2006
CMS (en €/t)	22	42	80	67	55	48	55	49	53	56	65	78	80
Pétrole brut :													
- en €/t	18	155	281	118	136	97	126	228	203	194	229	316	381
- en \$/bl	3,5	32,9	28,0	15,3	22,4	17,3	19,4	28,6	24,8	24,9	38,8	53,6	65,2
Produits pétroliers raffinés (en €/t)	31	160	295	150	172	132	174	278	251	232	281	384	441
Gaz naturel (en c€/kWh) (*)	0,09	0,73	1,77	1,26	0,79	0,68	0,82	1,02	1,34	1,16	1,29	1,49	2,07

(\*) Ratio « facture gazière source Douanes/quantités importées, source OE, bilan gazier 2004 » : le ratio de deux statistiques aussi hétérogènes ne peut donner qu'un ordre de grandeur de l'évolution des prix.

### Prix moyens (CAF) des énergies importées, en € constants 2006 (2)

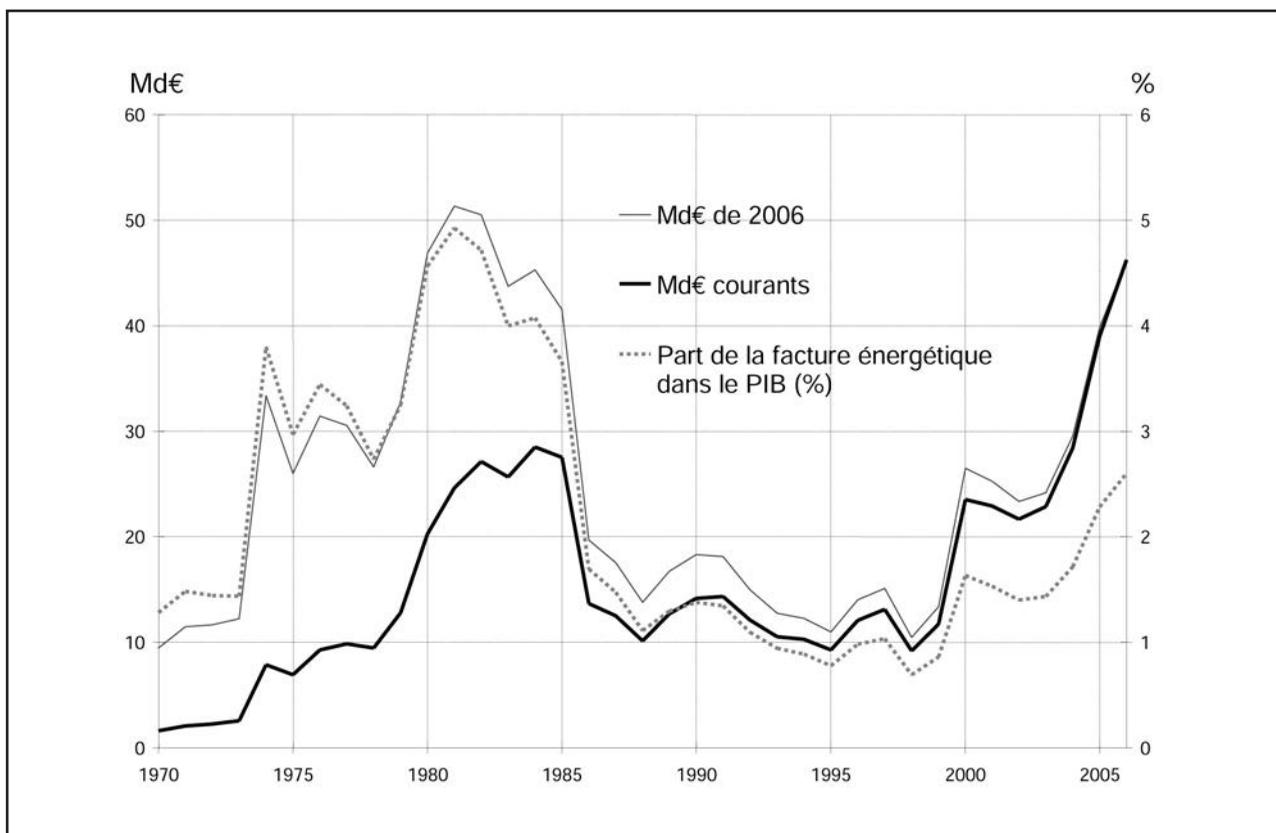
	1973	1980	1985	1986	1990	1995	1997	2000	2002	2004	2005	2006
CMS (en €/t)	105	97	120	97	71	57	64	55	60	68	79	80
Pétrole brut (€/t)	83	359	424	170	176	114	145	256	209	238	323	381
Produits pétroliers raffinés (en €/t)	146	370	446	216	223	156	200	313	250	293	391	441
Gaz naturel (en c€/kWh)	0,42	1,69	2,68	1,82	1,02	0,80	0,94	1,14	1,24	1,34	1,52	2,07

(1) Données provisoires pour 2006.

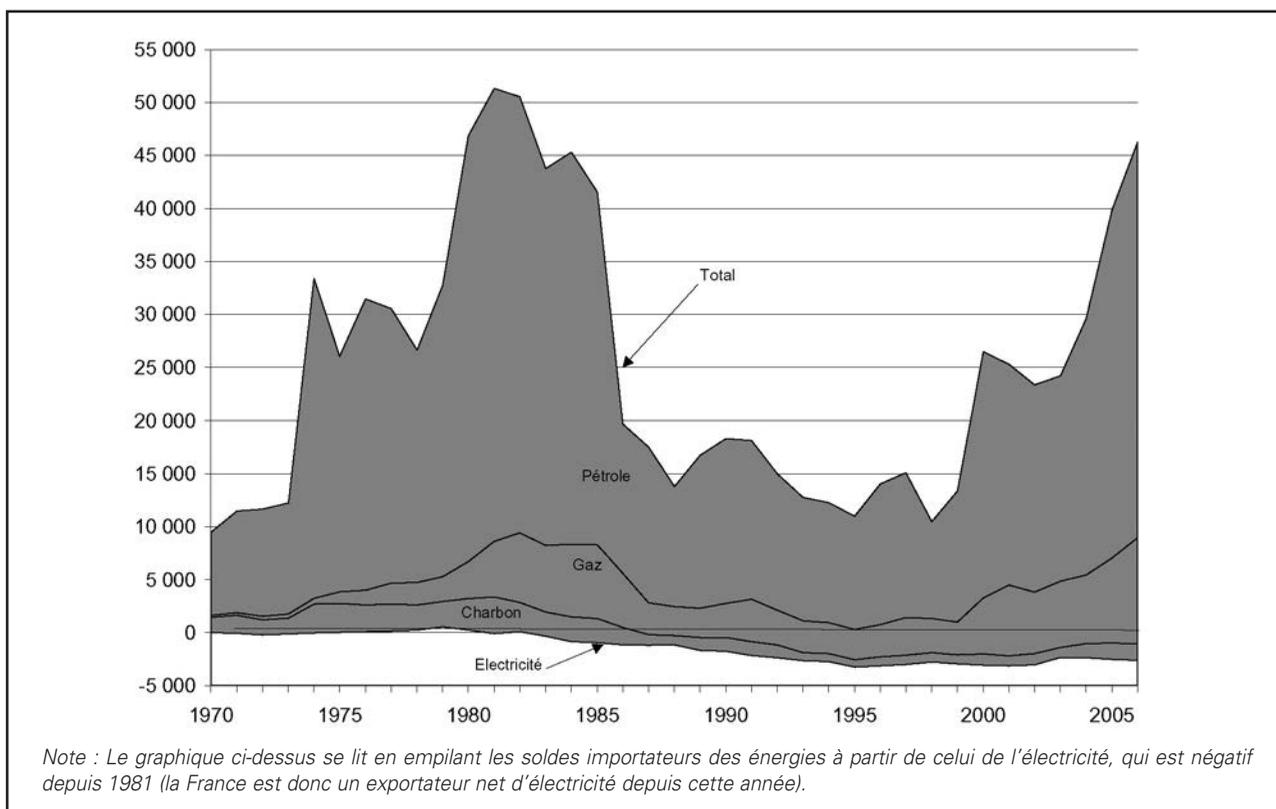
(2) Déflateur utilisé : prix du PIB total.

## ANNEXES

### Facture énergétique de la France

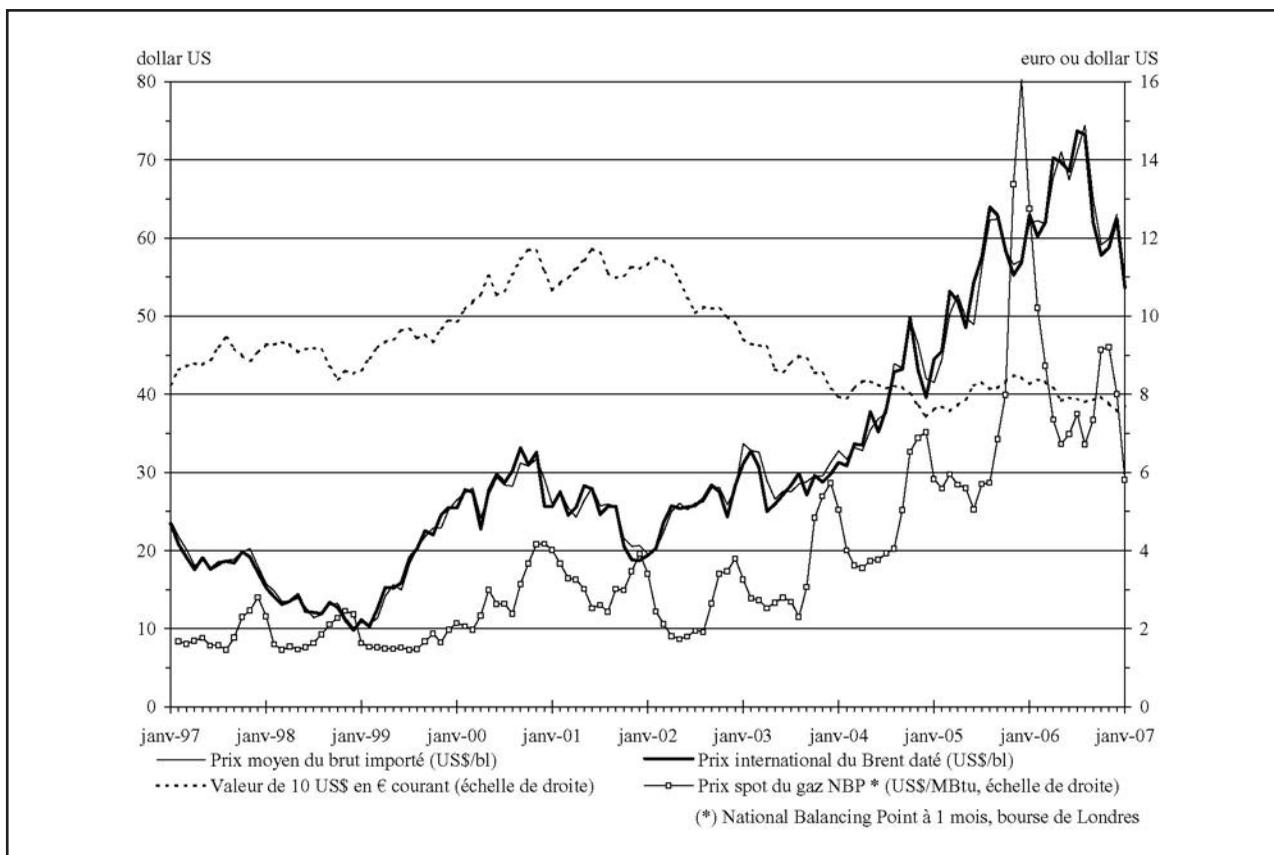


### La facture énergétique déclinée par type d'énergie (en M€ 2006).

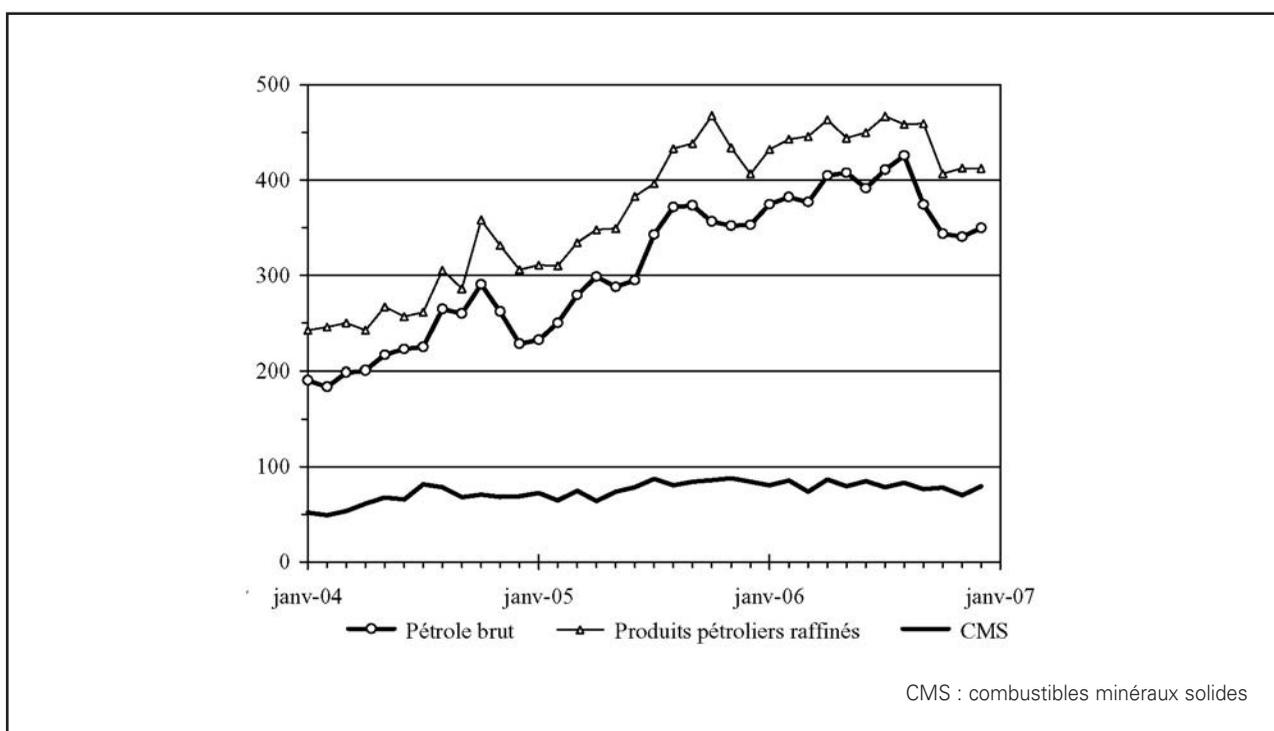


## Cours internationaux et prix du pétrole brut importé

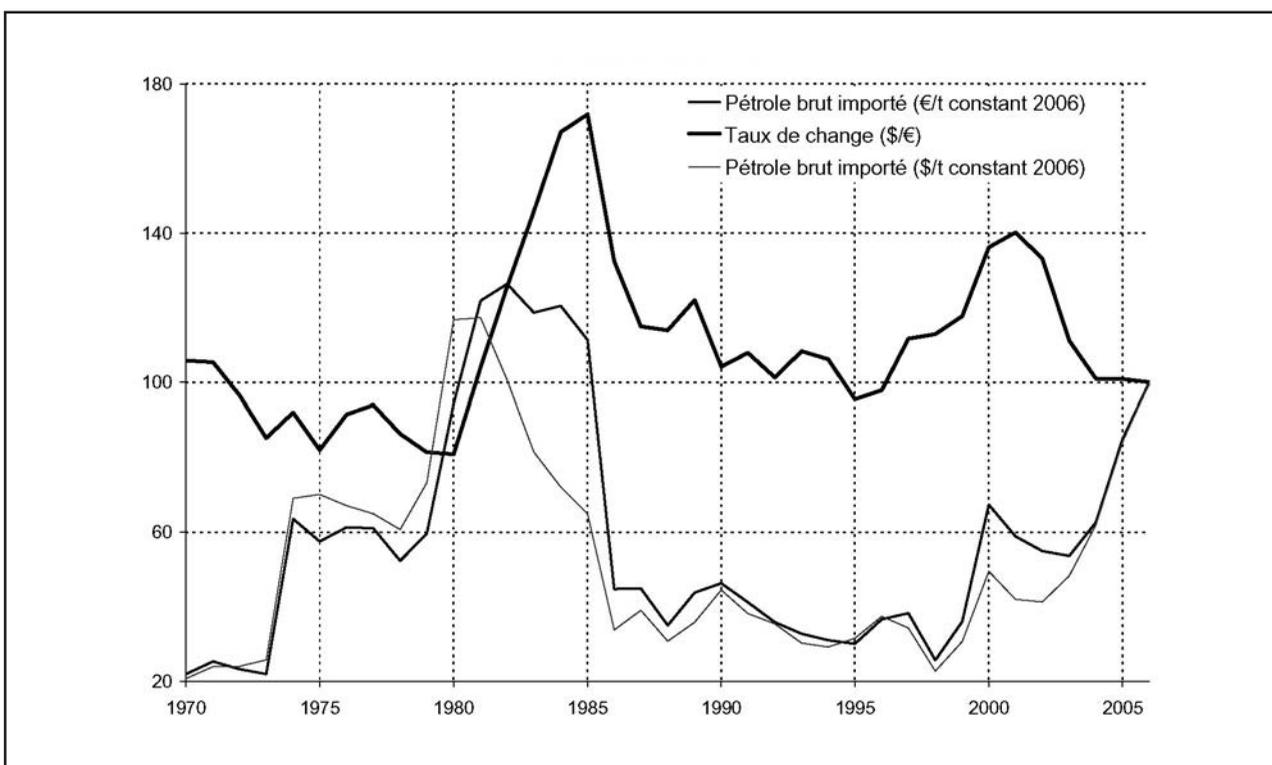
Prix moyen mensuel du baril de pétrole brut importé en France, en dollar US (courant) et cours internationaux



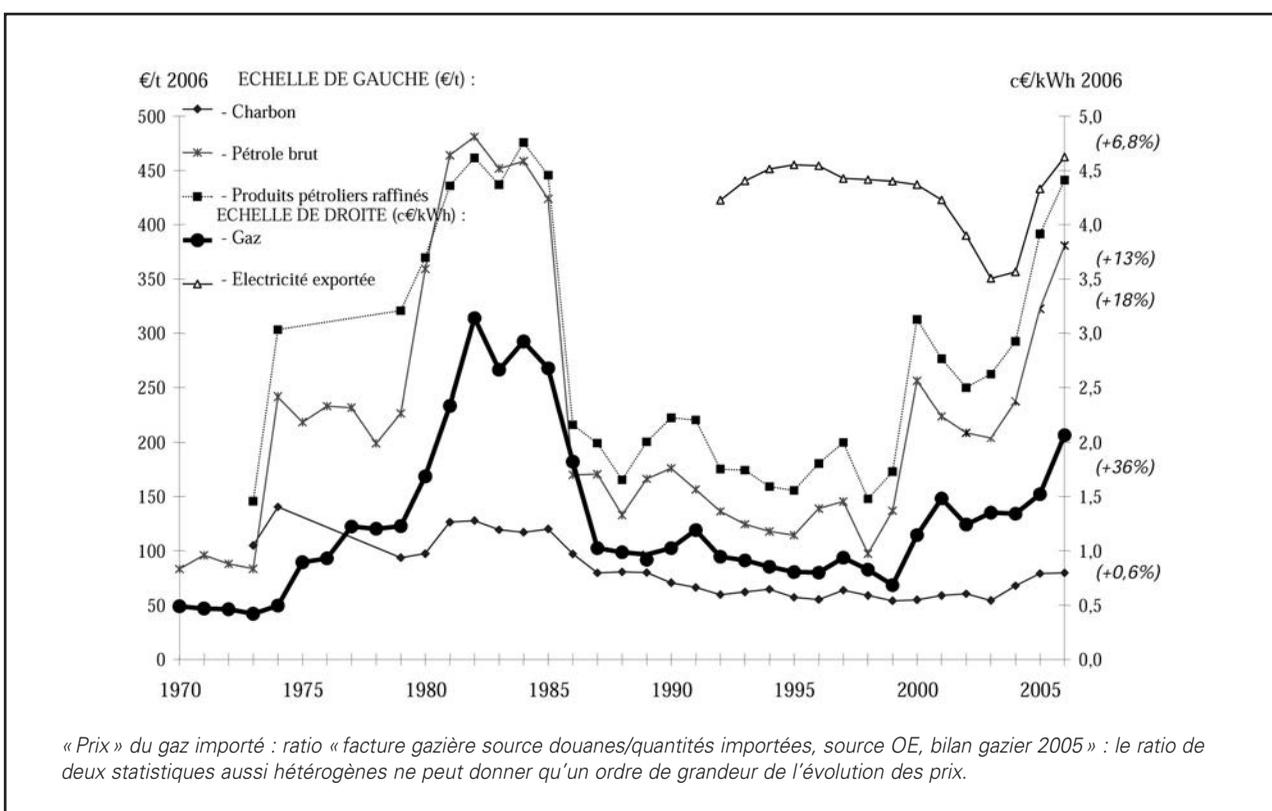
Prix moyens mensuels des énergies importées en €/t



**Prix moyen du pétrole brut importé et cours du \$ (indices base 100 en 2006)**

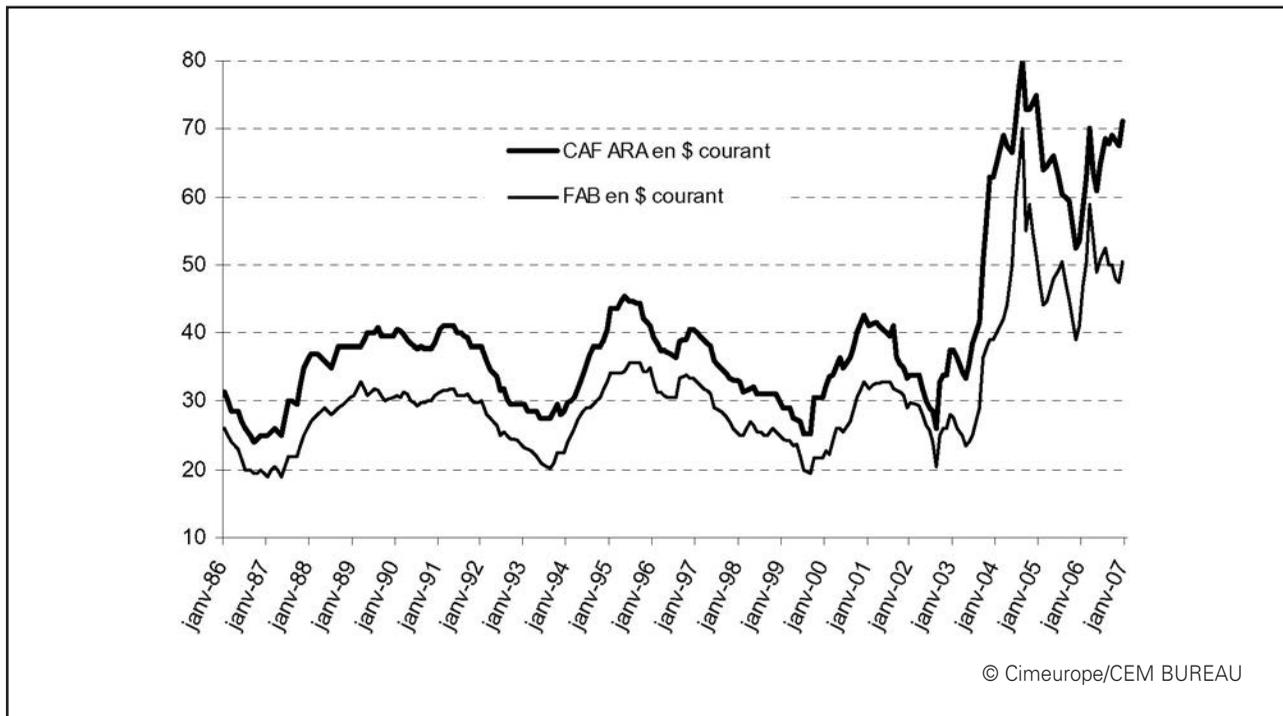


**Prix moyens annuels des énergies importées et exportées en euros 2006 (€/t ou c€/kWh)**





### Prix spot du charbon vapeur en provenance d'Afrique du Sud (\$/t)



BERNARD NANOT



# L'électricité

par **Sylvie SCHERRER**

Observatoire de l'Énergie, DGEMP,

Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables

## LA CONSOMMATION

La consommation d'électricité primaire corrigée du climat progresse de 0,8 %, à 453,3 TWh. Cette hausse résulte de la reprise de la production hydraulique, qui fait plus que compenser l'effritement de la production d'origine nucléaire, le solde exportateur augmentant légèrement. Elle fait suite à un recul de même ampleur en 2005, qui venait lui-même après une croissance soutenue en 2004 (+2,6 %). L'indice de rigueur climatique est de 0,94, soit légèrement moins qu'en 2004 et 2005 : 0,99 ; il entraîne une correction climatique (c'est-à-dire la prise en compte d'une sous-consommation liée au climat) de +2,6 TWh, après seulement +0,3 TWh en 2004 et 2005.

A l'inverse, l'énergie appelée corrigée du climat recule de 0,6 %, après avoir progressé de 0,6 % en 2005 et de 2,3 % en 2004.

La consommation finale énergétique corrigée du climat accélère, avec une hausse de 1,5 %, après +0,6 % en 2005 et +2,5 % en 2004. En données réelles, des fluctuations voisines sont constatées : +1,0 %, après +0,6 % en 2005 et +2,7 % en 2004.

Cette hausse est imputable à la consommation du *résidentiel-tertiaire* (les deux tiers de l'ensemble) qui, en données corrigées du climat, continue de progresser à un rythme soutenu (+2,8 %), intermédiaire entre celui de 2005 (+1,8 %) et celui de 2004 (+3,3 %). Exprimée en termes réels, l'augmentation de la consommation du résidentiel-tertiaire est de 2,0 %, après +1,8 % en 2005 et +3,7 % en 2004.

L'*industrie*, hors sidérurgie, recule de 1,2 %, après -1,1 % en 2005 et +1,2 % en 2004.

Dans la *sidérurgie*, la consommation augmente de 1,2 %, après une chute de 5,8 % en 2005 et une stabilité en 2004.

Dans les *transports ferroviaires et urbains*, la consommation d'électricité se reprend également, avec une hausse de 1,3 % compensant partiellement le recul de 1,8 % de 2005.

## LA PRODUCTION

La production brute d'électricité primaire s'établit à 514,0 TWh, après 509,5 TWh en 2005, soit +0,9 %. Elle est assurée à 88 % par le nucléaire et à 12 % par l'hydraulique et l'éolien. La progression de 0,9 % enregistrée en 2006, soit +4,5 TWh, fait suite à un recul de 1 % en 2005 (premier recul depuis 1998), qui avait partiellement compensé la hausse de 1,6 % de 2004.

La contribution du parc *nucléaire* atteint 450,2 TWh, en baisse de 0,3 % (soit -1,3 TWh), après +0,7 % en 2005 et +1,6 % en 2004.

La *production hydraulique* se reprend de 4,6 TWh, soit +8,1 %, après la forte chute de 2005 (-13,1 %). Le regain de production constaté en 2006 est cependant insuffisant pour retrouver les niveaux de 2003 et 2004, pourtant déjà considérés comme très déficitaires. La production hydraulique atteint 61,6 TWh en 2006.

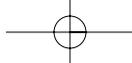
La *production éolienne* passe de 1,0 TWh en 2005 à 2,1 TWh en 2006.

La *production brute thermique classique* recule de 6,2 TWh, soit -9,3 %. Cette baisse ne fait que compenser partiellement la forte progression enregistrée 2005 (+11,4 %), qui avait hissé la production thermique classique à un niveau jamais atteint depuis 1983. Ces fluctuations répondent à celles des disponibilités en hydraulique. La part de l'électricité thermique à flamme dans la production totale atteint 10 %.

La *production totale nette d'électricité* s'élève à 548,8 TWh, soit -0,2 % par rapport à 2005. Elle se répartit en 428,7 TWh nucléaires (78,1 %), 57,1 TWh thermiques classiques (10,4 %), 60,9 TWh hydrauliques (11,1 %) et 2,2 éoliens et photovoltaïques (0,4 %).

## LE SOLDE DES ÉCHANGES

Avec 63,3 TWh, soit +5,0 %, le solde exportateur s'inscrit en hausse de 3,0 TWh par rapport à l'an passé.



## Bilan statistique

### Production brute et consommation d'électricité (Unité : TWh) (1)

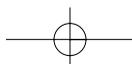
	1973	1979	1985	1990	1995	2000	2004	2005	2006 p
<b>PRODUCTION NATIONALE</b>	<b>182,4</b>	<b>241,4</b>	<b>344,3</b>	<b>420,1</b>	<b>493,2</b>	<b>540,8</b>	<b>574,3</b>	<b>576,2</b>	<b>574,5</b>
Hydraulique (2)	48,1	67,8	64,3	58,3	76,7	72,5	66,2	58,0	63,8
Thermique nucléaire	14,8	40,0	224,1	313,7	377,2	415,2	448,2	451,5	450,2
Thermique classique	119,5	133,6	55,9	48,2	39,2	53,1	59,8	66,7	60,5
<b>SOLDE DES ECHANGES</b>	<b>-3,0</b>	<b>5,7</b>	<b>-23,4</b>	<b>-45,8</b>	<b>-69,8</b>	<b>-69,5</b>	<b>-61,9</b>	<b>-60,3</b>	<b>-63,3</b>
Importations	4,7	16,4	5,5	6,7	2,9	3,7	6,6	8,1	8,5
Exportations	-7,6	-10,8	-28,9	-52,4	-72,7	-73,2	-68,5	-68,4	-71,9
<b>POMPAGES</b>	<b>-0,2</b>	<b>-1,0</b>	<b>-2,5</b>	<b>-4,9</b>	<b>-4,2</b>	<b>-6,6</b>	<b>-7,3</b>	<b>-6,6</b>	<b>-7,5</b>
<b>CONSUMMATION DES AUXILIAIRES</b>	<b>-7,9</b>	<b>-10,4</b>	<b>-15,7</b>	<b>-19,9</b>	<b>-21,8</b>	<b>-24,1</b>	<b>-24,7</b>	<b>-26,0</b>	<b>-25,7</b>
<b>CONSUMMATION INTERIEURE (3)</b>	<b>171,3</b>	<b>235,6</b>	<b>302,7</b>	<b>349,6</b>	<b>397,3</b>	<b>440,6</b>	<b>480,3</b>	<b>483,2</b>	<b>478,0</b>
dont :									
Pertes de réseau	11,4	16,3	23,3	26,6	29,4	29,9	31,7	32,2	31,8
Basse Tension	45,1	79,1	113,8	127,9	145,5	159,7	182,8	185,8	189,3
Haute et Moyenne Tension	114,8	140,2	165,6	195,1	222,4	250,9	265,8	265,2	256,8
p : provisoire									
(1) : 1 TWh = 1 milliard de kWh									
(2) : Y compris éolien et solaire photovoltaïque									
(3) : Consommation intérieure ou Energie appelée (non corrigée du climat) = Production nationale + Solde des échanges - Pompages - Consommation des auxiliaires.									
Source : Observatoire de l'Energie d'après RTE, EDF, SNET, CNR, SHEM, ...									

### Capacité de production d'électricité Puissance maximale en MW (1) en service au 31/12

	2002	2003	2004	2005	2006
Nucléaire	63 273	63 363	63 363	63 260	63 260
Thermique classique	28 197	27 979	27 898	26 873	26 159
Hydraulique	25 557	25 454	25 340	25 349	25 350
Éolien	132	221	363	723	1 388
Photovoltaïque	9	11	14	17	23
<b>TOTAL</b>	<b>117 168</b>	<b>117 028</b>	<b>116 978</b>	<b>116 222</b>	<b>116 180</b>
(1) : 1 MW = 1 millier de kW					
Source : Observatoire de l'Energie					

### Consommation finale d'électricité par secteur (Unité : TWh) (1)

	1973	%	1979	1985	1990	1995	2000	2004	2005	2006 p	%
Sidérurgie	11,7	7,8	12,6	9,9	10,5	10,4	11,1	11,7	11,0	11,1	2,6 %
Industrie	72,3	48,0	82,6	86,6	105,0	114,1	127,4	127,7	126,3	124,8	29,0 %
Résidentiel-Tertiaire (2)	59,2	39,3	101,3	143,0	179,6	211,5	240,5	266,4	271,2	278,8	64,8 %
Agriculture	1,1	0,7	1,5	1,4	2,0	2,5	2,7	3,3	3,4	3,4	0,8 %
Transports	6,4	4,2	6,9	7,4	8,3	8,6	10,4	12,2	11,9	12,1	2,8 %
<b>TOTAL (2)</b>	<b>150,7</b>	<b>100</b>	<b>204,9</b>	<b>248,3</b>	<b>305,4</b>	<b>347,1</b>	<b>392,1</b>	<b>421,3</b>	<b>423,8</b>	<b>430,2</b>	<b>100 %</b>
p : provisoire											
(1) : 1 TWh = 1 milliard de kWh											
(2) : corrigée du climat (nouvelle méthode de correction climatique, voir chapitre sur le bilan énergétique)											
Source : Observatoire de l'Energie											



**Prix de l'électricité dans l'habitat (tarif bleu d'EDF)***Prix de 100 kWh pour une consommation type donnée (1)**Unité : euro courants TTC (2)*

			1985	1990	1995	2000	2004	2005	2006
<b>Puissance souscrite</b>	<b>Consommation annuelle</b>	<b>dont en heures creuses (3)</b>							
<b>Simple tarif</b>									
3 kVA	1 200 kWh	-	14,12	14,53	15,57	14,40	14,89	14,89	14,98
6 kVA	1 700 kWh	-	14,55	14,37	15,38	13,68	14,15	14,15	14,22
<b>Double tarif</b>									
6 kVA	3 500 kWh	1 300 kWh	12,16	12,26	13,19	11,68	12,04	12,04	12,10
9 kVA	7 500 kWh	2 500 kWh	11,38	11,70	12,72	11,36	11,71	1,71	1,78
12 kVA	13 000 kWh	5 000 kWh	10,61	10,99	11,97	10,75	11,08	11,08	1,23

(1) : Le prix comprend l'abonnement et les kWh consommés. Il est obtenu par moyenne annuelle des prix en région parisienne.

(2) : TVA et taxes perçues pour le compte des collectivités locales incluses.

(3) : La plage d'heures creuses est de huit heures débutant entre 22 heures et 23 heures 30.

Source : Observatoire de l'Energie d'après EDF

**Prix de l'électricité dans l'industrie (tarif vert A d'EDF)***Prix de 100 kWh pour une consommation type donnée (1)**Unité : euro courants hors TVA (2)*

	1985	1990	1995	2000	2004	2005	2006
<b>Client du tarif « A5 » - option base, moyennes utilisations</b> 15 kV - 1 000 kW pendant 3 000 heures Pointe=230, HPH=1 080, HCH=350, HPE=1 060, HCE=280	7,63	7,79	7,90	6,63	6,83	6,83	6,88
<b>Client du tarif « A5 » - option base, longues utilisations</b> 60/90 kV - 10 000 kW pendant 6 000 heures Pointe=340, HPH=1 610, HCH=1 250, HPE=1 700, HCE=1 100	5,56	5,81	6,05	5,13	5,28	5,28	5,31

(1) : Le prix comprend les primes fixes et les kWh consommés. Il est obtenu par moyenne annuelle des prix en région parisienne.

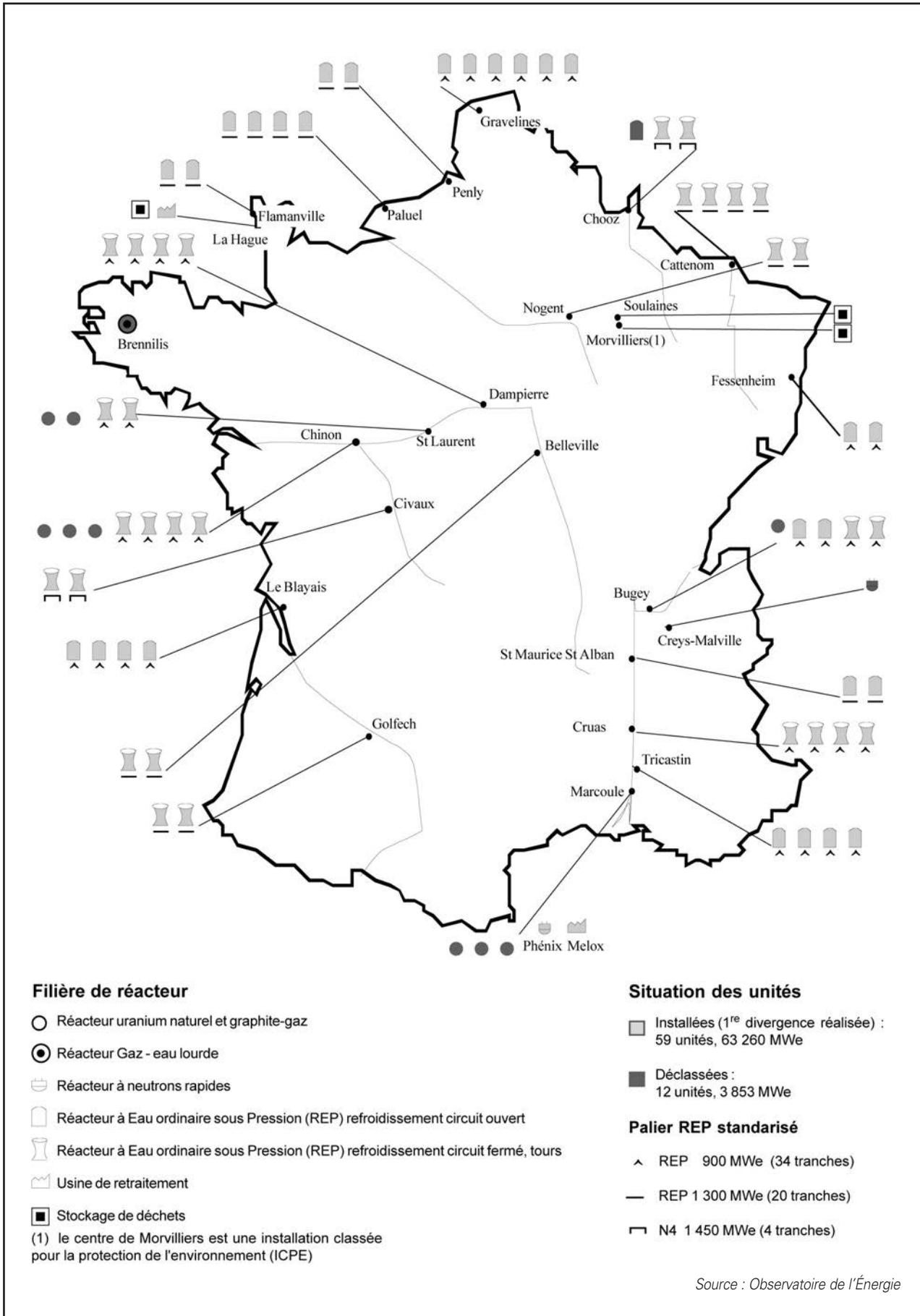
HPH = Heures Pleines Hiver, HCH = Heures Creuses Hiver, HPE = Heures Pleines Eté, HCE = Heures Creuses Eté.

(2) : Taxes perçues pour le compte des collectivités locales incluses.

Source : Observatoire de l'Energie d'après EDF

## LES SITES NUCLÉAIRES EN FRANCE : SITUATION AU 1<sup>er</sup> JANVIER 2007

SYLVIE SCHERRER



# Le gaz naturel en France : les principaux résultats en 2006

par **Véronique PAQUEL**

Observatoire de l'énergie, DGEMP, Ministère de l'Ecologie, du Développement  
et de l'Aménagement durables

## Industrie du gaz

### Production, disponibilité et répartition du gaz (\*)

(unité : GWh)

	1973	1979	1985	1990	2001	2004	2005	2006 (p)
<b>A. Production (a)</b>	<b>156 328</b>	<b>146 590</b>	<b>102 581</b>	<b>68 954</b>	<b>47 573</b>	<b>41 680</b>	<b>38 567</b>	<b>39 831</b>
Gaz naturel	79 979	82 499	57 198	31 282	17 751	12 947	10 301	12 191
Grisou	1 298	1 581	1 434	1 227	1 755	1 367	1 442	1 000
Gaz manufacturé	2 731	109	-	-	-	-	-	-
Gaz de cokerie	26 954	26 347	20 006	15 590	10 974	9 769	9 120	8 969
Gaz de haut fourneau et de convertisseur	45 366	36 054	23 943	20 855	17 093	17 597	17 704	17 670
<b>B. Importations</b>	<b>98 704</b>	<b>192 080</b>	<b>263 693</b>	<b>318 765</b>	<b>461 981</b>	<b>515 955</b>	<b>537 869</b>	<b>518 436</b>
dont :								
- des Pays-Bas	80 704	110 644	76 510	42 326	55 482	98 800	87 264	96 181
- d'Algérie	18 000	33 164	88 183	104 399	111 744	62 897	85 968	81 651
- de Norvège	-	21 746	27 362	63 117	137 276	134 521	124 178	147 034
- de la Russie	-	26 197	71 187	108 923	115 099	106 920	105 026	81 177
- divers	-	329	451	-	42 380	100 626	36 719	16 512
<b>C. Variation des stocks + pertes à la transformation</b>	<b>4 193</b>	<b>3 089</b>	<b>7 035</b>	<b>22 074</b>	<b>- 25 561</b>	<b>- 4 800</b>	<b>7 262</b>	<b>11 676</b>
<b>D. Disponible brut (A + B - C)</b>	<b>250 839</b>	<b>335 581</b>	<b>359 239</b>	<b>365 645</b>	<b>535 114</b>	<b>562 435</b>	<b>569 174</b>	<b>546 591</b>
<b>E. Chauffage des fours et autres usages internes</b>	<b>33 383</b>	<b>28 418</b>	<b>21 211</b>	<b>15 445</b>	<b>14 160</b>	<b>18 690</b>	<b>19 541</b>	<b>16 692</b>
<b>F. Gaz non comptabilisé</b>	<b>30 184</b>	<b>3 945</b>	<b>4 320</b>	<b>6 991</b>	<b>36 732</b>	<b>- 1 796</b>	<b>12 782</b>	<b>- 4 118</b>
<b>G. Disponible net (D - E - F)</b>	<b>187 272</b>	<b>303 218</b>	<b>333 708</b>	<b>343 209</b>	<b>484 223</b>	<b>545 541</b>	<b>536 850</b>	<b>534 017</b>
<b>Répartition du gaz disponible</b>								
<b>Usages domestiques</b>	<b>45 185</b>	<b>69 549</b>	<b>85 948</b>	<b>85 138</b>	<b>142 564</b>	<b>143 385</b>	<b>144 818</b>	<b>140 474</b>
dont : Gaz naturel	37 681	69 316	85 942	85 138	142 564	143 385	144 818	140 474
<b>Usages commerciaux et assimilés</b>	<b>24 420</b>	<b>50 667</b>	<b>75 735</b>	<b>78 879</b>	<b>96 158</b>	<b>142 944</b>	<b>144 109</b>	<b>141 227</b>
dont : Gaz naturel	21 860	50 608	75 732	78 879	96 158	142 944	144 109	141 227
<b>Usages industriels (b)</b>	<b>116 509</b>	<b>181 014</b>	<b>169 128</b>	<b>175 342</b>	<b>234 873</b>	<b>242 399</b>	<b>235 646</b>	<b>242 739</b>
<b>Gaz carburant</b>	<b>137</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>300</b>	<b>550</b>	<b>605</b>	<b>800</b>
<b>Exportations</b>	<b>1 021</b>	<b>1 926</b>	<b>2 881</b>	<b>8 848</b>	<b>10 328</b>	<b>16 263</b>	<b>11 672</b>	<b>8 777</b>
<b>Total réparti</b>	<b>187 272</b>	<b>303 218</b>	<b>333 708</b>	<b>343 209</b>	<b>484 223</b>	<b>545 541</b>	<b>536 850</b>	<b>534 017</b>

(\*) Ce tableau concerne tous les gaz combustibles à l'exclusion des gaz de pétrole liquéfié (GPL) et des gaz de raffinerie. (a) Cette répartition entre industries productrices s'entend après échanges entre ces industries. (b) La répartition des consommations industrielles figure à la page suivante.

Source : Observatoire de l'Énergie.

## Industrie du gaz

### Répartition des consommations industrielles

(unité : GWh)

	1973	1979	1985	1990	2001	2004	2005	2006 (p)
<b>Electricité</b>	<b>43 816</b>	<b>36 575</b>	<b>14 178</b>	<b>12 401</b>	<b>31 961</b>	<b>40 144</b>	<b>46 306</b>	<b>46 780</b>
dont : Gaz naturel	24 872	17 862	2 661	257	21 653	30 540	36 945	35 583
Gaz de cokerie	5 410	5 141	2 355	3 114	2 987	2 046	2 284	2 333
Gaz de haut fourneau et de convertisseur	13 534	13 572	9 162	9 030	7 321	7 557	7 077	7 501
<b>Sidérurgie</b>	<b>23 284</b>	<b>27 389</b>	<b>19 356</b>	<b>17 869</b>	<b>14 185</b>	<b>14 484</b>	<b>15 375</b>	<b>14 459</b>
dont : Gaz naturel	8 766	12 741	8 906	8 615	7 556	8 031	7 848	8 004
Gaz de cokerie	5 902	8 751	7 393	7 494	5 155	5 101	4 929	4 863
Gaz de haut fourneau et de convertisseur	8 616	5 897	3 057	1 760	1 473	1 351	2 598	1 592
<b>Industries mécaniques et constructions électriques</b>	<b>6 557</b>	<b>13 778</b>	<b>15 969</b>	<b>17 380</b>	<b>22 354</b>	<b>21 279</b>	<b>22 683</b>	<b>nd</b>
<b>Industries chimiques et parachimiques</b>	<b>26 744</b>	<b>55 416</b>	<b>63 028</b>	<b>56 584</b>	<b>63 009</b>	<b>64 516</b>	<b>60 383</b>	<b>nd</b>
dont : Gaz naturel	24 749	53 908	60 320	56 056	63 009	64 516	60 383	nd
Gaz de cokerie	1 983	1 507	2 708	528	-	-	-	-
<b>Autres industries</b>	<b>16 108</b>	<b>47 856</b>	<b>56 587</b>	<b>71 108</b>	<b>103 358</b>	<b>93 571</b>	<b>90 938</b>	<b>nd</b>
dont : Gaz naturel	13 984	47 540	56 544	71 939	103 051	92 256	90 899	nd
<b>Ensemble</b>	<b>116 509</b>	<b>181 014</b>	<b>169 128</b>	<b>175 342</b>	<b>234 873</b>	<b>242 399</b>	<b>235 646</b>	<b>242 739</b>
dont : Gaz naturel	72 371	132 051	128 431	136 867	217 622	226 343	218 759	226 450

Source : Observatoire de l'énergie.

### LA CONSOMMATION

**La consommation primaire de gaz naturel** (corrigée du climat), à 523,9 TWh baisse de -1,5 %. Il s'agit de la deuxième baisse connue depuis 1985, après celle de 2003 (-2,2 %). La tendance demeure malgré tout une hausse moyenne de +2,7 % par an depuis 1990 et +1,2 % depuis 2000.

**La consommation réelle d'énergie primaire baisse** : - 3,7 % par rapport à 2005 avec 511,2 TWh, la progression étant de + 2,8 % en moyenne annuelle depuis 1990, et +1,7 % depuis 2000.

**La production d'électricité** : après une forte hausse (17 %) en 2005, en compensation de la faiblesse de l'hydraulique, la consommation de gaz pour la production d'électricité baisse de -1,4 %, à 46,1 TWh (35,6 TWh de gaz naturel et 10,5 TWh de gaz industriels), malgré une légère croissance (estimée de 1 % à 2 %) de la cogénération au gaz.

**La consommation finale énergétique de gaz** (naturel) est quasi stable (-0,2 %), à 459,8 TWh, soit une progression en moyenne annuelle de +2,7 % depuis 1990 et +0,5 % depuis 2000.

**Dans le secteur résidentiel-tertiaire** : la consommation de gaz naturel croît de 1 %, après correction climatique, à 293 TWh, à peu près comme en 2005. Du fait de la douceur du climat, la consommation réelle est en fait à la baisse, de -2,9 %. En tendancier, le gaz est l'énergie dont la croissance reste la plus dynamique dans ce secteur, avec +3,3 % par an en moyenne depuis 1990 et 1,9 depuis 2000 ; d'après une étude de l'ATEE le gaz naturel demeure l'énergie de chauffage la moins chère en utilisation (mais pas en installation). La modération observée depuis deux ans s'explique en partie par l'engouement pour le chauffage électrique dans les logements neufs, par la meilleure isolation des bâtiments, neufs ou après rénovation, et par des comportements plus économes. Bien

que les nouvelles constructions ne représentent qu'environ 1 % du parc, l'influence de la réglementation thermique (RT 2000 et RT 2005) concourt à cet effet puisque, selon une récente étude du CEREN, les maisons individuelles chauffées au gaz et construites selon la RT 2000 consomment 11 % à 15 % de moins que celles construites selon la RT 1998, cet écart étant de 7 % à 9 % dans le tertiaire.

**Dans l'industrie (gaz naturel, sidérurgie incluse, mais hors production d'électricité et hors non énergétique)** : la consommation de ce secteur continue d'être orientée à la baisse, avec -2,5 %, à 162,1 TWh, après une quasi stabilité en 2005, soit une progression annuelle moyenne de +1,6 % depuis 1990 et -0,5 % depuis 2000. La morosité de l'activité dans certaines branches, comme la production de sucre, l'automobile, la chimie, le textile ou le papier carton, prend le pas sur le dynamisme d'autres branches, telles que la construction ou la fabrication de plâtres et chaux. En outre, les entreprises sont soucieuses d'économiser leur consommation de gaz, dont le prix va croissant ; s'agissant de la sidérurgie, dont la production est bien orientée en 2006, il est constaté une hausse significative de la fabrication de gaz industriels, qui se défalque de la consommation de gaz naturel pour produire de l'électricité.

**Dans le secteur des transports** : bien que faible, avec 0,8 TWh, la consommation de GNV (1) est en croissance régulière, avec notamment un tiers des bus mis en service fonctionnant avec cette forme de carburant particulièrement adaptée aux « flottes captives ».

**La consommation finale non énergétique** rechute de -9,5 %, à 21 TWh (1,6 Mtep), en raison de la forte baisse de production d'ammoniac utilisé pour les engrais, liée à des problèmes techniques et des mouvements sociaux sur certains sites.

(1) GNV : gaz naturel pour véhicules.

## LES IMPORTATIONS

Le solde net des entrées sorties de gaz naturel en France passe de 526,2 TWh en 2005 à 509,7 TWh en 2006, soit une diminution de -3,1 %.

Le portefeuille des importations s'est modifié en 2006 par rapport à 2005 :

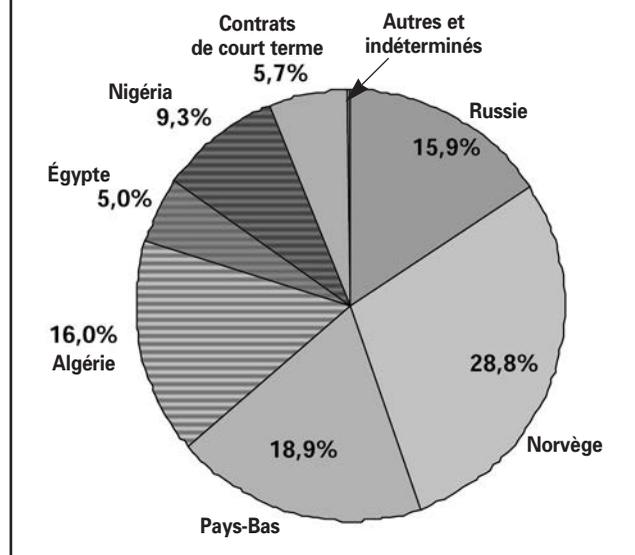
- les importations en GNL se sont très sensiblement accrues (+10 %) du fait des importations en provenance d'Égypte et du Nigeria, et malgré la petite baisse (-5,0 %) des importations en provenance d'Algérie. Leur poids total passe de 27 % en 2005 à 31 % en 2006.
- Les importations par des contrats de long terme ont globalement progressé de +4,2 %. La proportion des contrats à long terme gagne 6 points, à 86 %. Parmi les entrées nettes sur contrats à long terme, soit 437 TWh, la Norvège en est à l'origine de 34 %, les Pays-Bas de 22 %, l'Algérie et la Russie chacune de 19 %, l'Égypte de 6 % et le Nigeria de 1 %.
- Les contrats de court terme ont été moins sollicités en 2006 : ils représentent moins de 6 % des entrées nettes de gaz naturel en 2006, contre près de 8 % en 2005.

## LA PRODUCTION

La production nationale, qui avait diminué de -20,3 % entre 2004 et 2005 du fait de travaux à Lacq, a repris et atteint 13,2 TWh en 2006, contre 11,7 TWh en 2005 et

(2) Le gisement épuisé de Trois Fontaines (Meuse et Haute-Marne) pourrait être transformé en stockage de gaz.

## Entrées nettes de gaz naturel en France en 2006



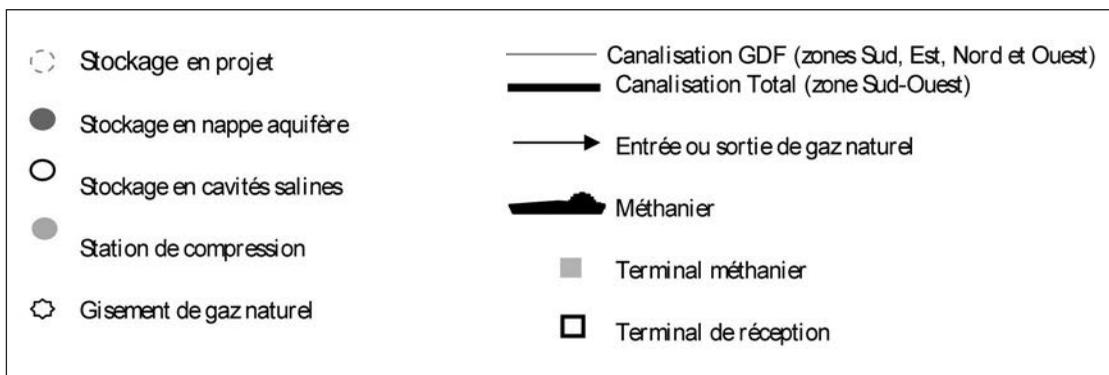
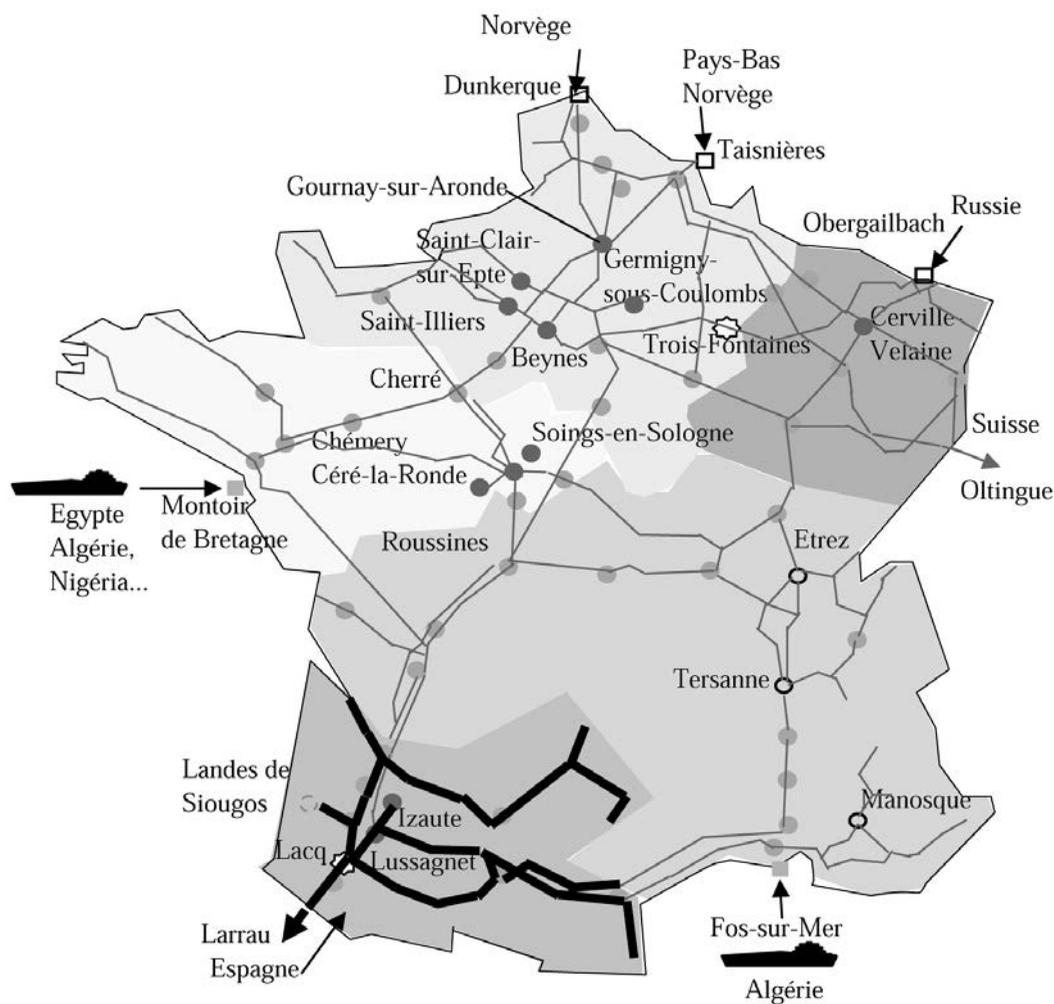
14,3 TWh en 2004. La production de « Trois Fontaines » (2) est arrêtée.

## LES STOCKS

Les stocks, qui avaient baissé de 4,8 TWh en 2004 et de 8,6 TWh en 2003, ont progressé en 2005 de 7,3 TWh et de 11,7 TWh en 2006. La clémence du climat au début de l'hiver 2006-2007 (novembre et décembre) explique que les stocks, traditionnellement pleins au début de la période de chauffe (fin octobre), aient été peu sollicités. Les stocks (utiles) avoisinent 106 TWh fin décembre 2006, contre 92 TWh en décembre 2005 et de l'ordre de 50 TWh en décembre 2004.

## RÉSEAUX DE TRANSPORT, STOCKAGE, COMPRESSION ET PRODUCTION DE GAZ NATUREL DÉBUT 2007

VÉRONIQUE PAQUEL



Sources : OE.

# Les combustibles minéraux solides

par **Sami LOUATI**

Observatoire de l'Énergie, DGEMP, Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables

## LE CHARBON : LES PRINCIPAUX RÉSULTATS PROVISOIRES 2006

La consommation totale d'énergie primaire corrigée du climat est de 12,4 Mtep en 2006, un niveau comparable au minimum historique de 2001, après 13,4 Mtep en 2005, soit une forte baisse de -7,6 % (-7,7 % en données réelles). Cette évolution baissière est à mettre à l'actif des centrales thermiques.

Dans le secteur de la production d'électricité (y compris les centrales industrielles) : une chute de -16,2 %, à 5,2 Mtep, après +13,5 % en 2005 et -7,4 % en 2004. Seule l'année 2001 avait connu un niveau de consommation inférieur. Cette forte baisse est en lien avec la douceur du climat et l'amélioration des conditions de production de l'hydraulique. Ainsi, la production d'électricité à base de charbon perd plus de 4 TWh. La part des centrales électriques dans la consommation primaire totale de charbon tombe à 42 %, soit quatre points de moins qu'en 2005.

La consommation finale corrigée du climat a connu une progression de +4,1 %, soit 5,2 Mtep, en lien avec la bonne marche de la sidérurgie.

Dans la sidérurgie, on note une hausse de +5,8 % due au bon fonctionnement du secteur, comme en témoigne sa production d'acier brut (+1,9 % au total, particulièrement la filière électrique, qui augmente de +4,2 % et voit sa part de marché gagner environ un point à 38,3 %). A 4,9 Mtep, la sidérurgie représente 72 % de la consommation finale de charbon.

Dans l'industrie (hors sidérurgie), on constate une stagnation, avec une consommation estimée à 1,6 Mtep.

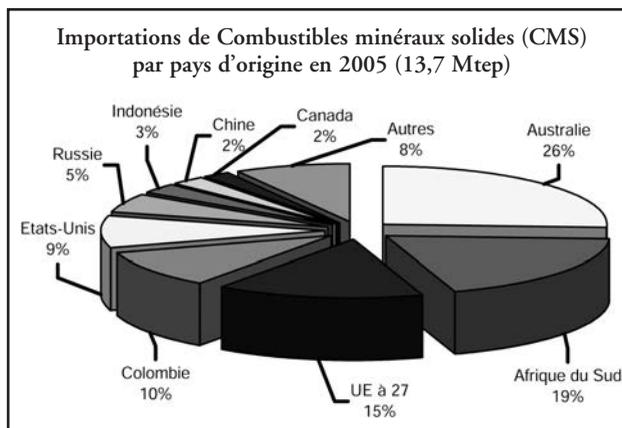
Dans le résidentiel-tertiaire, la demande semble atteindre un palier, avec une consommation stable, à seulement 0,4 Mtep, tournée principalement vers les réseaux de chaleur.

## La production

L'extraction du charbon étant arrêtée depuis avril 2004, date de la fermeture de la dernière mine lorraine de La Houve, la production se limite désormais aux seuls *produits de récupération* valorisés dans les centrales électriques à hauteur de 180 ktep en 2006, soit une baisse de -28 % par rapport à 2005.

## L'importation

Les importations totales de combustibles minéraux solides (CMS) (1) totalisent 13,7 Mtep en 2006, contre 13,4 Mtep un an auparavant, soit une progression de +2,2 %. S'agissant de l'origine géographique des importations, l'Australie occupe le 1<sup>er</sup> rang de nos fournisseurs (26 %), suivie de l'Afrique du Sud (19 %), de la Colombie (10 %) et des Etats-Unis (9 %). A eux seuls, ces quatre pays assurent environ les deux tiers de l'approvisionnement français en charbon. Pour la troisième année consécutive, la Russie confirme son ascension sur



(1) Combustibles minéraux solides.(houille, lignite, coke et agglomérés).

le marché international du charbon et voit ses cargaisons vers la France atteindre plus de 1 Mt (6 % du total), soit un triplement en trois ans. A l'inverse, la forte demande intérieure de la Chine continue à limiter ses exportations, qui, comme en 2005, ne représentent que 2 % de nos approvisionnements, contre 7 % à 9 % au début des années 2000.

### Les prix

Depuis 2003, l'actualité charbonnière est marquée par une flambée des prix, qui semblent se maintenir à des niveaux élevés (2). Ces niveaux n'avaient jamais été atteints depuis le début des années 80. Un record a été enregistré durant l'été 2004, où le charbon en provenance d'Afrique du Sud pour livraison sur le marché ARA avait frôlé les 80\$ la tonne CAF (3) (environ 66 €/t). En moyenne, sur 2004, le prix spot du charbon vapeur (4) affichait 72 \$/t, soit un bond de +67 % sur un an (58 €/t, soit une hausse atténuée, de +57 %, du fait de l'appréciation de la monnaie européenne durant cette période).

En dépit d'une amélioration sensible sur toute la chaîne logistique charbonnière (augmentation des capacités portuaires, meilleure disponibilité des cargos, etc.), quelques goulots d'étranglement subsistent, ce qui semble créer encore quelques difficultés sur un marché en pleine effervescence ; en effet, porté par les pays émergents et notamment la Chine, l'engouement pour le charbon ne se

démontre guère : en 2005, la consommation mondiale de houille tutoie les 5 milliards de tonnes (5) (Gt), soit 1,1 Gt de plus qu'en 2002, dont près de 80 % sont à l'actif de la seule Chine. En attendant que les investissements puissent répondre à cette forte demande, les prix continuent de s'apprécier : le prix spot du charbon vapeur livré sur le marché ARA gagne +3 %, pour s'établir en moyenne en 2006 à 64 \$/t (51 €/t), après une baisse de -14 % en 2005, à 62 \$/t (49 €/t).

### Les stocks

Après trois années consécutives de déstockage, l'année 2006 connaît un important mouvement de reconstitution des stocks : -1,5 Mt pour l'ensemble des produits charbonniers, contre +0,7 Mt en 2005, ramenant le niveau des stocks à 6,4 Mt, principalement du charbon vapeur à destination des centrales électriques, dont l'autonomie atteint plus de six mois et demi au rythme actuel de la consommation, soit environ trois mois de plus qu'en 2005.

(2) Anvers, Rotterdam, Amsterdam.

(3) Coût, assurance et fret.

(4) Utilisé principalement pour la production d'électricité.

(5) AIE/OCDE (Coal informations, 2006).

**Bilans des combustibles minéraux solides (CMS)**

(milliers de tonnes)

	1970	1975	1980	1990	2000	2004	2005	2006 (p)
<b>RESSOURCES</b>								
Variations des stocks (déstockage).....	1 388	-	-	-	-	354	686	
<b>Importations</b>								
Houille .....	13 715	17 420	29 424	19 389	18 980	19 460	19 851	20 391
Lignite .....	0	-	12	69	52	40	36	37
Coke .....	3 384	2 772	3 018	1 109	1 493	1 281	1 525	1 461
Agglomérés (y compris briquettes de lignite)...	501	221	286	178	80	77	118	121
<b>Total</b> .....	<b>17 600</b>	<b>20 413</b>	<b>32 740</b>	<b>20 745</b>	<b>20 605</b>	<b>20 858</b>	<b>21 530</b>	<b>22 010</b>
<b>Production primaire</b>								
Extraction de houille .....	37 354	22 406	18 135	10 487	3 165	160 (*)	0	0
Produits secondaires récupérés (PR)	484	1 238	2 058	712	639	712	617	452
Extraction de lignite .....	2 785	3 186	2 585	2 333	297	0	0	0
<b>Total</b> .....	<b>40 623</b>	<b>26 830</b>	<b>22 778</b>	<b>13 532</b>	<b>4 101</b>	<b>872</b>	<b>617</b>	<b>452</b>
<b>Total des ressources</b> .....	<b>59 611</b>	<b>47 243</b>	<b>55 518</b>	<b>34 277</b>	<b>24 706</b>	<b>22 084</b>	<b>22 833</b>	<b>22 462</b>
<b>EMPLOIS</b>								
Variations des stocks (stockage) .....	-	4 710	2 479	1 732	720			1 490
<b>Exportations</b> .....								
Houille .....	1 161	518	401	585	89	108	295	140
Lignite .....	0	0	31	0	0	0	0	0
Coke .....	853	730	871	383	721	853	643	701
Agglomérés .....	81	43	6	14	12	0	0	0
<b>Total</b> .....	<b>2 095</b>	<b>1 291</b>	<b>1 309</b>	<b>982</b>	<b>822</b>	<b>961</b>	<b>938</b>	<b>841</b>
<b>Consommation</b>								
Branche énergie (1) .....	23 152	19 010	31 294	15 614	11 562	10 634	11 512	9 335
Finale énergétique (2) .....	34 150	22 024	20 171	15 683	11 440	10 330	10 251	10 659
Finale non énergétique .....	214	208	265	266	162	159	132	136
<b>Total</b> .....	<b>57 516</b>	<b>41 242</b>	<b>51 730</b>	<b>31 563</b>	<b>23 164</b>	<b>21 123</b>	<b>21 895</b>	<b>20 130</b>
<b>Total des emplois</b> .....	<b>59 611</b>	<b>47 243</b>	<b>55 518</b>	<b>34 277</b>	<b>24 706</b>	<b>22 084</b>	<b>22 833</b>	<b>22 462</b>
<b>VARIATIONS DES STOCKS (3)</b>								
Houille .....	- 2 132	+ 3 156	+ 2 024	+ 1 212	+ 962	- 191	- 831	1 677
Lignite .....	+ 479	+ 589	+ 185	+ 308	- 7	0	0	0
Coke .....	+ 251	+ 946	+ 246	+ 209	- 148	- 73	284	- 145
Agglomérés .....	+ 14	+ 19	+ 24	+ 3	- 17	- 3	- 1	1
Produits récupérés .....	0	0	0	0	- 70	- 87	- 138	- 43
<b>Total CMS</b> .....	<b>- 1 388</b>	<b>+ 4 710</b>	<b>+ 2 479</b>	<b>1 732</b>	<b>+ 720</b>	<b>- 354</b>	<b>- 686</b>	<b>1 490</b>

(1) Y compris centrales électriques industrielles et écart statistique.

(2) Consommation non corrigée du climat.

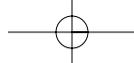
(3) Signe += stockage, signe -= déstockage.

(P) Résultats provisoire.

(\*) Arrêt définitif de l'extraction de charbon, en avril 2004, avec la fermeture de la dernière mine située dans le Bassin lorrain.

Pour des informations complémentaires en rapport avec la production de charbon (production par bassin, rendements), se reporter aux éditions précédentes.

Source : Observatoire de l'énergie.



## Consommation finale énergétique de CMS

(milliers de tonnes)

SAMI LOUATI

	1970	1975	1980	1990	2000	2004	2005	2006 (p)
<b>Consommation finale de houille et lignite</b>								
Sidérurgie .....	1 778	1 516	968	1 729	2 462	3 056	2 936	3 193
Industrie hors centrales .....	4 944	1 855	1 814	4 043	2 085	1 510	1 867	1 844
Résidentiel, tertiaire .....	6 277	3 456	2 725	1 725	733	539	480	480
Transports .....	265	17	9	0	0	0	0	0
<b>Total houille et lignite .....</b>	<b>13 264</b>	<b>6 844</b>	<b>5 516</b>	<b>7 497</b>	<b>5 280</b>	<b>5 105</b>	<b>5 283</b>	<b>5 517</b>
<b>Consommation finale de coke</b>								
Sidérurgie .....	13 153	10 680	11 394	6 665	5 327	4 503	4 270	4 439
Industrie hors centrales .....	1 876	1 196	1 008	670	585	624	607	627
Résidentiel, tertiaire .....	1 715	913	263	157	50	21	14	4
Transports .....	29	6	5	0	0	0	0	0
<b>Total coke .....</b>	<b>16 773</b>	<b>12 795</b>	<b>12 670</b>	<b>7 492</b>	<b>5 962</b>	<b>5 148</b>	<b>4 891</b>	<b>5 070</b>
<b>Consommation finale d'agglomérés</b>								
Sidérurgie .....	3	1	0	0	0	0	0	0
Industrie hors centrales .....	29	2	0	0	0	0	0	0
Résidentiel, tertiaire .....	4 025	2 369	1 979	694	198	77	77	72
Transports .....	56	13	6	0	0	0	0	0
<b>Total agglomérés * .....</b>	<b>4 113</b>	<b>2 385</b>	<b>1 985</b>	<b>694</b>	<b>198</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>72</b>
<b>Consommation finale de CMS (H, L, C, A)</b>								
Sidérurgie .....	14 934	12 197	12 362	8 394	7 789	7 559	7 206	7 632
Industrie hors centrales .....	6 849	3 053	2 822	4 713	2 670	2 134	2 474	2 471
Résidentiel, tertiaire .....	12 017	6 738	4 967	2 576	981	637	571	556
Transports .....	350	36	20	0	0	0	0	0
<b>Total CMS .....</b>	<b>34 150</b>	<b>22 024</b>	<b>20 171</b>	<b>15 683</b>	<b>11 440</b>	<b>10 330</b>	<b>10 251</b>	<b>10 659</b>

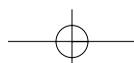
\* Y compris briquettes de lignite.  
Source : Observatoire de l'énergie.

## Transformation

(milliers de tonnes)

	1970	1975	1980	1990	2000	2004	2005	2006 (p)
<b>Enfouement de houille</b>								
Cokéfaction .....	18 745	15 221	14 781	9 515	7 229	5 583	5 847	5 847
Agglomération .....	4 116	2 698	1 649	383	115	39	34	23
<b>Production de coke et d'agglomérés</b>								
Production de coke .....	14 152	11 445	11 118	7 197	5 235	4 542	4 445	4 689
Production d'agglomérés .....	4 302	2 795	1 757	554	121	35	31	25
dont : usines minières (1) .....	3 503	2 300	1 338	430	70	0	0	0
usines non minières .....	799	495	419	124	51	35	35	35
<b>Consommation de houille et lignite des centrales électriques</b>								
Centrales minières (2) .....	6 652	5 949	8 285	5 002	3 582	3 496	3 367	3 127
Centrales EDF .....	10 062	8 840	18 744	7 783	6 287	5 180	6 584	5 139
Centrales sidérurgiques .....	590	182	62	86	0	0	0	0
Centrales industrielles .....	445	99	548	221	556	457	362	354
<b>Total centrales électriques .....</b>	<b>17 749</b>	<b>15 070</b>	<b>27 639</b>	<b>13 092</b>	<b>10 425</b>	<b>9 133</b>	<b>10 313</b>	<b>8 620</b>
dont lignite .....	2 306	2 597	2 381	1 843	267	0	0	0

(1) Y compris Agglocentre et Agglonord (filiales de Charbonnages de France) fermés respectivement en 2002 et 2000.  
(2) Y compris des produits de récupération.  
Source : Observatoire de l'énergie.



## Importations de combustibles minéraux solides

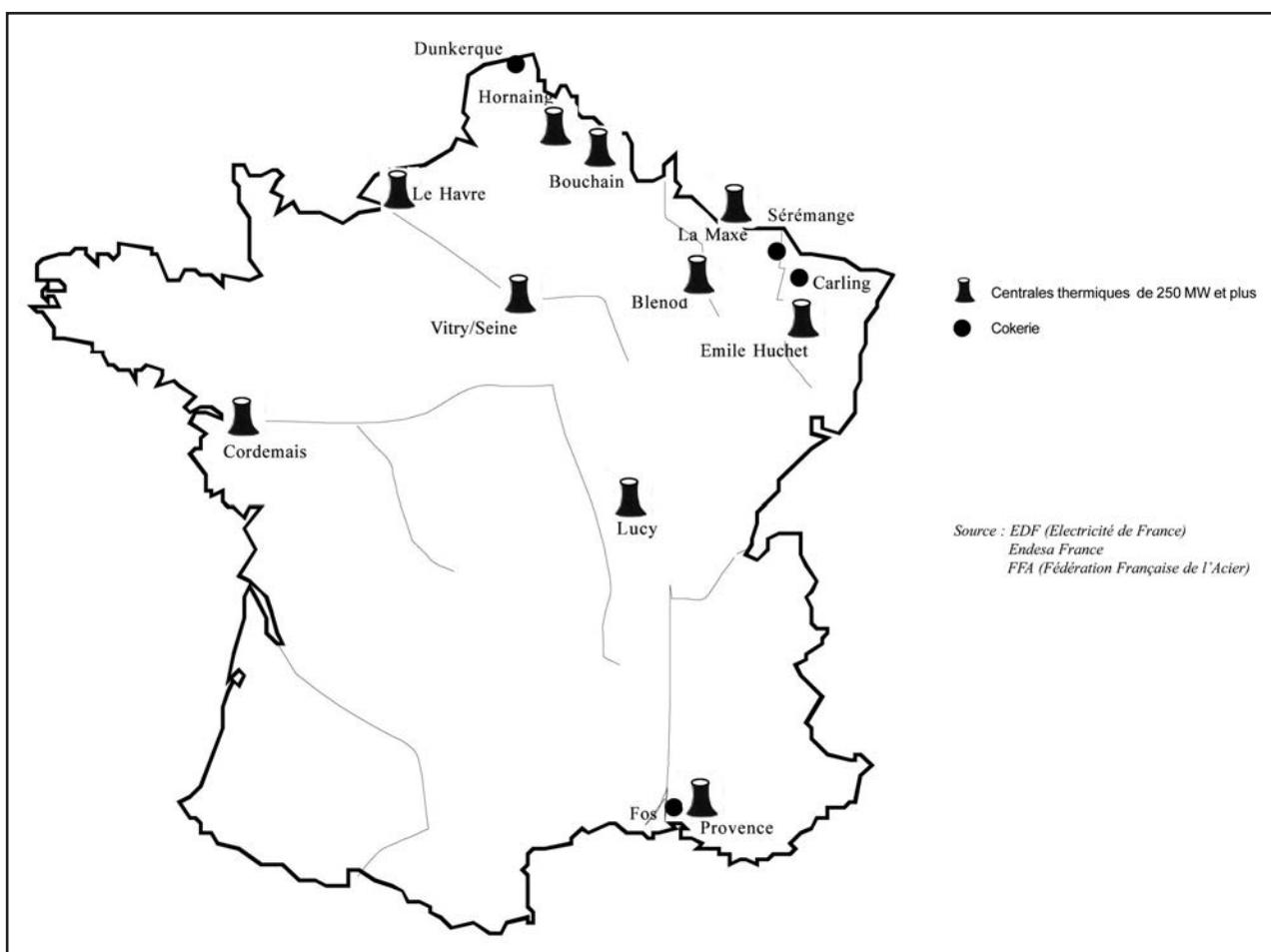
(milliers de tonnes)

	2000	2004	2005	2006
Allemagne	190	175	477	256
Pologne	1 645	935	1 530	1 015
Pays-Bas	56	82	94	469
Belgique	581	443	1 062	1 210
Italie	48	69	87	93
Royaume-Uni	108	74	53	59
Autres pays de l'UE à 27	86	156	610	159
<b>Ensemble des pays de l'UE</b>	<b>2 714</b>	<b>1 934</b>	<b>3 913</b>	<b>3 261</b>
Afrique du Sud	4 523	3 945	4 225	4 236
Australie	3 841	6 014	5 308	5 727
Canada	625	365	491	474
Viêt-Nam	130	231	100	150
CEI	375	917	927	1 183
États-Unis	3 356	2 236	1 928	2 011
Colombie	1 914	2 852	2 516	2 234
Venezuela	748	450	542	460
Chine	1 541	838	473	508
Pays divers	838	1 076	1 107	1 766
<b>TOTAL</b>	<b>20 605</b>	<b>20 858</b>	<b>21 530</b>	<b>22 010</b>

Source : Observatoire de l'énergie.

## L'industrie charbonnière en France : production de coke et d'électricité

Situation au 1<sup>er</sup> janvier 2007



# Les hydrocarbures

FAITS ET  
CHIFFRES POUR  
2006

par **Bernard NANOT**

Adjoint au secrétaire général de l'Observatoire de l'énergie, DGEMP,  
Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables

## LE PÉTROLE EN FRANCE : LES PRINCIPAUX RÉSULTATS EN 2006

Prix à la consommation : nouvelles hausses

**Fioul domestique** : +10 % (+31 % en 2005)

**Gazole** : +4,9 % (+16,2 % en 2005)

**Essence** : +6,1 % (+10,0 % en 2005)

Après les très fortes hausses de 2005, les prix pétroliers ont continué à augmenter, même si le rythme a été plus faible. Les prix maximum ont été atteints pendant l'été, avant une décreue en fin d'année ramenant en décembre les prix à leurs niveaux moyens de 2005.

La consommation : en légère baisse

Depuis le contre-choc pétrolier de 1985 et jusqu'en 1999, la **consommation primaire** (1) de pétrole corrigée du climat avait progressé à un rythme d'environ +0,9 % par an, à l'exception d'une courte stagnation en 1995-1996. Depuis 2000, cette tendance a clairement été stoppée pour laisser place à des fluctuations orientées autour d'une légère baisse. En 2005, année de très forte hausse des cours, ce recul avait été de -1,4 % ; en 2006, malgré les nouvelles hausses, il n'est que de -0,3 %.

Toujours après correction du climat, la **consommation totale** de produits raffinés (2) est stable (+0,0 %). Hors usages non énergétiques et consommation de la branche énergie (centrales électriques classiques et consommation propre des raffineries), la **consommation finale énergétique** (3) est en très légère baisse (-0,1 %, à 72 Mtep). Les évolutions par secteur sont les suivantes :

- usages non énergétiques (pétrochimie et lubrifiants essentiellement) : la consommation de cette branche est en hausse (+2 % à 13,7 Mtep). Mis à part l'année 2005, en léger recul à -0,9 %, la tendance est plutôt à la hausse

depuis 2001. La pétrochimie, en effet, bénéficie d'une demande internationale soutenue ;

### *Industrie, y compris sidérurgie*

Les usages énergétiques du pétrole par l'industrie continuent à diminuer, mais à un rythme modéré (-1,2 %). L'effet de structure reste négatif, avec une évolution relative plus défavorable aux branches fortement consommatrices, qui ont souffert des hausses de prix : là où la concurrence des pays à bas coûts de main-d'œuvre est forte, les entreprises n'ont pas toujours pu répercuter le renchérissement de l'énergie. Parmi les secteurs grands consommateurs, certains ont bénéficié du dynamisme de la construction : c'est, dans une certaine mesure, le cas du verre, où le verre plat sert dans le bâtiment. C'est surtout le cas pour les matériaux de construction, même si la partie qui correspond au second œuvre souffre de la concurrence internationale. Les cimenteries, pour faire face à la demande, ont eu davantage recours au coke de pétrole ; la progression continue en 2006, mais se fait moins vive. La chimie minérale se stabilise à un bas niveau, avec des difficultés pour les engrais et les colorants. Le papier-carton est globalement stable, avec des difficultés pour la production de pâtes, papier et carton, mais avec une croissance retrouvée pour la fabrication d'articles de papier et carton ;

### *Résidentiel-tertiaire*

Ce secteur confirme lui aussi sa chute, de -1,5 %, à 14,7 Mtep, après -1,7 % en 2005 et -1,4 % en 2004 ; les hausses des prix au cours du premier semestre ont conduit beaucoup de ménages à différer au maximum la reconstitution de leurs stocks. La douceur de l'automne

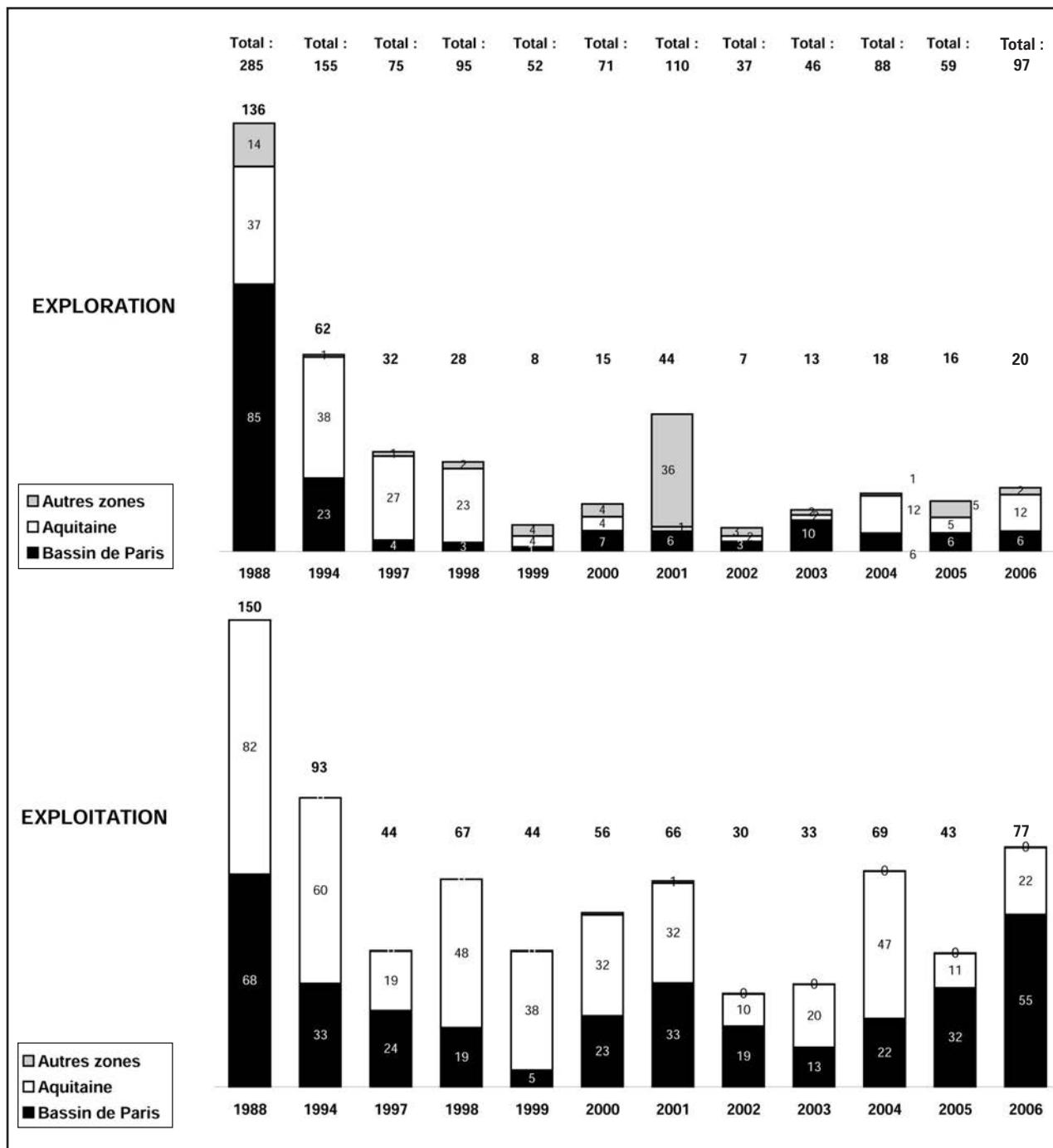
(1) Hors soutes maritimes internationales.

(2) Ventes déclarées par les entrepositaires agréés (source CPDP, déduction faite du contenu en biocarburants pour les carburants routiers) + solde net des bases pétrochimiques (source Direm).

(3) Sans tenir compte des variations de stocks chez les consommateurs finals.

## Exploration - Exploitation

Investissements (en millions d'euros)



Source : DGEMP - DIREM

a pu perturber également les réapprovisionnements. La tendance générale reste à la baisse du fioul domestique dans les secteurs résidentiel et tertiaire. La baisse est lente, compte tenu de l'inertie du parc installé, mais elle est forte dans la construction neuve. Le chauffage électrique est en effet moins coûteux à installer, ce qui, compte tenu des coûts actuels de l'immobilier, est un avantage important pour les accédants à la propriété. Et le chauffage au gaz est, là où la desserte est assurée, moins coûteux en fonctionnement ;

### Agriculture

La consommation est stable, à 2,2 Mtep. De nouveaux résultats du Sces laissent penser que cette consommation a été sous-évaluée ;

### Transports

Depuis 2001, la consommation des transports a cessé d'augmenter et oscille autour de 49 Mtep. La baisse de

2005 a été assez importante (-1 %). En 2006, on enregistre une légère hausse de +0,4 %. Dans cette hausse, la plus forte contribution est apportée par les carburateurs (+0,25 Mtep), le trafic aérien restant dynamique. Le trafic maritime et fluvial a, lui aussi, augmenté ses consommations de fioul lourd de 0,15 Mtep. Mais la grosse masse est évidemment celle des carburants routiers, qui représentent 80 % du total et qui, globalement, n'évolue que très peu, diminuant de -0,2 % (-0,08 Mtep). Ainsi, malgré les records atteints par les prix des carburants, les consommations globales n'ont-elles diminué que très faiblement. Inversement, on peut aussi souligner qu'elles ne progressent plus et qu'elles sont en 2006 au même niveau qu'en 1999. Un effet certain, même s'il n'est pas immédiat, des hausses de prix est la poursuite des transferts vers les moteurs diesel : la part de l'essence dans les carburants routiers consommés recule chaque année de 1,5 point. En 2006, elle est tombée en-dessous du quart du total (24,6 %) ;

*La consommation de combustibles pétroliers pour la production d'électricité thermique* a diminué (-8,7 %), les conditions climatiques ayant permis un meilleur recours à l'électricité d'origine hydraulique.

Les usages pour lesquels le pétrole est difficilement substituable (transports et matières premières) représentent désormais 72 % de la consommation totale de produits raffinés, contre 62 % en 1990.

#### Les importations

*Les quantités de pétrole brut importées* accentuent leur recul (4) : -2,4 % en 2006, après -1,1 % en 2005 et -0,4 % en 2004. Les provenances se répartissent presque à égalité entre quatre zones : le Moyen-Orient (28 %), la Mer du Nord (25 %), les pays de l'ex-URSS (24 %) et l'Afrique (21 %).

Le déclin des gisements de Mer du Nord se poursuit, et les importations d'Arabie Saoudite et d'Algérie se réduisent. En revanche, les flux venant de l'ex-URSS augmentent et ceux venant d'Irak reprennent de l'importance.

*Le solde importateur de produits raffinés* (5) progresse à nouveau de +13 %, comme en 2005. Les importations ont augmenté de +7 %, et les exportations de +4 %. Chacun des deux flux progresse donc, en valeur, nettement moins qu'en 2005 (+15 % chacun en 2005), mais le solde négatif continue sur sa lancée : les raffineries françaises produisent trop d'essence relativement à notre marché actuel, où le gazole est nettement majoritaire, et doivent exporter les excédents (vers les Etats Unis, notamment). Inversement, elles ne produisent pas assez de gazole et doivent en importer (en particulier de Russie).

De la même façon, elles produisent du fioul lourd (FOL), destiné aux soutes maritimes internationales, en excédent par rapport aux besoins nationaux et doivent en exporter.

*Le solde global des importations pétrolières* est, en quantité, légèrement à la baisse :

- les importations de brut ont diminué de 2,03 Mtep ;
- les importations de produits raffinés ont augmenté de 2,3 Mtep ;
- les exportations de produits raffinés ont augmenté de 1,03 Mtep ;
- globalement, le solde importateur s'est donc réduit de 0,76 Mtep.

On assiste donc à une substitution de brut par des produits raffinés, et à une orientation vers l'exportation des raffineries, alors que la consommation totale stagne ou même régresse, aidée en 2006 par des températures particulièrement douces (avec un indice de rigueur climatique de 0,95).

#### Prix du brut importé

Le prix moyen annuel CAF (6) du pétrole brut importé s'est établi à 65 \$/bl, en augmentation de 21,6 %. Il suit donc de très près le cours du Brent daté. Une légère décoction du dollar sur un an (-0,9 % par rapport à l'euro) fait que la hausse est un peu moins forte, exprimée en euros (+20,6 %). En valeur, les importations de brut ont représenté 31,8 milliards d'euros, en hausse de 18 %.

Le prix moyen des **produits pétroliers raffinés** à l'import augmente un peu moins que le pétrole brut : +15 % à 441 €/t (après déjà +35 % en 2005, +13 % en 2004 et +7 % en 2003).

Ceux à l'export, plus chers parce qu'essentiellement relatifs à de l'essence, alors que les importations portent surtout sur du gazole, progressent davantage (+20 % à 421 €/t, contre +37 % en 2005, +9 % en 2004 et -0,1 % en 2003).

#### Production

La production nationale d'huile a limité son déclin à -2,2 % entre 2005 et 2006. Elle s'établit à 1 055 kt et représente 1 % des besoins nationaux. 590 kt ont été extraites en Bassin Parisien (dont 111 à Itteville), et 460 en Aquitaine (dont 140 à Parentis).

#### Raffinage

L'activité du raffinage a été en légère baisse, traitant 83 Mtep contre 85,3 en 2005. La marge de raffinage, après un très haut niveau en 2005 (35 €/t en moyenne annuelle) est redescendue à 26 €/t en 2006. Les grands arrêts techniques normaux ont été un peu plus importants

(4) Source Observatoire de l'Énergie.

(5) Données estimées principalement à partir de celles des Douanes.

(6) CAF : coût, assurance, fret - Source DGDDI/DSEE.

qu'en 2005 et peuvent expliquer d'un quart à un tiers de la baisse d'activité. Ainsi, avec 83 Mt de brut traité, le taux d'utilisation de la capacité de distillation atmosphérique est-il de 85,3 % (7) en 2006, après 87,4 % en 2005 et 89 % en 2004.

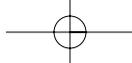
### *Stocks*

Les stocks de pétrole brut ont diminué au cours de l'année 2006 (baisse de -0,36 Mtep), tandis que ceux de pro-

duits raffinés sont globalement stables. En fait, les mouvements sont faibles. On note cependant un déstockage de fioul lourd et un accroissement des stocks de fioul domestique, très vraisemblablement lié à la douceur exceptionnelle de l'automne.

---

(7) Source Direm.



## Pétrole brut : production et approvisionnement

### Structure des réceptions de produits à distiller

(unité : million de tonnes)

Pays	1973		1990		2000		2004		2005		2006	
		% du total des récept.		% du total des récept.		% du total des récept.		% du total des récept.		% du total des récept.		% du total des récept.
<b>Total des réceptions</b>	<b>134,92</b>	<b>100,0</b>	<b>73,43</b>	<b>100,0</b>	<b>85,6</b>	<b>100,0</b>	<b>85,1</b>	<b>100,0</b>	<b>84,2</b>	<b>100,0</b>	<b>82,1</b>	<b>100,0</b>
<b>Proche-Orient</b>	96,43	71,5	31,72	43,2	31,6	36,9	23,2	27,2	22,4	26,6	22,8	27,7
Arabie Saoudite	30,17	22,4	15,15	20,6	15,2	17,8	12,6	14,7	10,3	12,3	8,7	10,6
Irak	18,68	13,8	2,95	4,0	7,2	8,4	1,5	1,8	1,4	1,7	3,5	4,3
Iran	10,82	8,0	9,08	12,4	5,2	6,0	6,4	7,5	6,9	8,1	6,7	8,2
EAU-Oman	15,87	11,8	1,93	2,6	0,0	0,0	-	-	0,1	0,1	1,4	1,7
Qatar	3,1	2,5	0,22	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
Syrie	0,59	0,4	2,16	2,9	2,5	2,9	1,1	1,2	1,2	1,4	0,9	1,1
Koweït	15,48	11,5	0,00	0,0	1,4	1,6	1,7	2,0	2,4	2,9	1,6	1,9
Autres	1,41	1,0	0,23	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Afrique du Nord</b>					<b>6,3</b>	<b>7,4</b>	<b>10,3</b>	<b>12,1</b>	<b>10,2</b>	<b>12,1</b>	<b>7,9</b>	<b>9,6</b>
Algérie	11,10	8,2	3,05	4,2	3,5	4,1	6,0	7,1	5,4	6,4	3,5	4,3
Libye	6,49	4,8	2,95	4,0	2,4	2,9	4,1	4,8	4,5	5,3	4,2	5,1
Tunisie	0,29	0,2	0,16	0,2	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Egypte	-	-	1,01	1,4	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-
<b>Afrique Noire</b>					<b>7,6</b>	<b>8,8</b>	<b>6,2</b>	<b>7,3</b>	<b>8,9</b>	<b>10,6</b>	<b>9,5</b>	<b>11,5</b>
Nigeria	12,59	9,3	3,11	4,2	4,8	5,7	2,6	3,1	2,8	3,4	4,0	4,9
Gabon, Congo	-	-	4,85	6,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,8	0,9	0,7	0,9
Cameroun, Angola	2,36	1,7	5,83	7,9	2,2	2,6	3,1	3,6	4,6	5,5	3,7	4,4
Autres					0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,8	1,0	1,2
<b>Autres</b>					<b>40,2</b>	<b>46,9</b>	<b>45,4</b>	<b>53,3</b>	<b>42,8</b>	<b>50,8</b>	<b>42,0</b>	<b>51,2</b>
Norvège	0,19	0,1	5,76	7,9	21,1	24,7	15,6	18,3	16,1	19,1	13,4	16,3
Royaume-Uni	-	0,0	4,66	6,4	9,9	11,6	8,8	10,3	4,4	5,3	6,6	8,0
CEI	3,36	2,5	6,25	8,5	8,0	9,3	19,2	22,6	19,6	23,3	20,1	24,4
Venezuela	1,80	1,3	0,45	0,6	-	-	-	-	0,1	0,1	0,6	0,7
Mexique	-	-	2,49	3,4	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
Autres pays	0,31	0,2	1,13	1,6	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	1,4	1,8

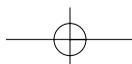
Source : Observatoire de l'énergie.

### Evolution de l'approvisionnement en produits à distiller

(en millions de tonnes)

	2000	2002	2003	2004	2005	2006
Importations pour besoins français .....	85,6	80,0	85,5	85,1	84,2	82,1
dont :						
- Pétrole brut et condensats .....	85,5	80,0	85,4	85,1	84,2	82,1
- APD .....	0,2	-	0,0	-	-	-
Production française de pétrole brut .....	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
Variations de stocks de pétrole brut .....	-0,1	0,2	-0,5	0,4	0,1	-0,4
<b>Total .....</b>	<b>87,0</b>	<b>81,6</b>	<b>86,2</b>	<b>86,7</b>	<b>85,3</b>	<b>82,9</b>

Source : Observatoire de l'énergie.



## Les produits raffinés

### Evolution de l'approvisionnement en produits raffinés

(en millions de tonnes)

	2000	2002	2003	2004	2005	2006
Production nette des raffineries	80,3	76,2	80,8	81,4	80,2	80,2
Réceptions (1)	30,2	32,2	29,1	30,4	34,7	37,1
Expéditions	19,2	19,1	20,6	21,5	24,6	25,5
Variations de stocks (2)	1,1	0,7	0,0	-0,2	1,1	0,0
<b>Total</b>	<b>92,2</b>	<b>90,0</b>	<b>89,3</b>	<b>90,1</b>	<b>91,4</b>	<b>91,9</b>

(1) N.c. rachats sur façonnage, inclus dans la production.  
(2) Raffinage et distribution  
Source : Observatoire de l'énergie / DIREM.

### Production nette des raffineries françaises (1)

(en millions de tonnes)

En millions de tonnes	2000	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Production nette totale</b> .....	<b>80,3</b>	<b>76,2</b>	<b>80,8</b>	<b>81,4</b>	<b>80,2</b>	<b>80,2</b>
dont :						
GPL .....	2,6	2,1	2,5	2,5	2,3	2,2
<b>Essence et super</b> .....	<b>16,5</b>	<b>15,1</b>	<b>15,5</b>	<b>15,3</b>	<b>14,7</b>	<b>15,1</b>
dont sans plomb.....	15,9	14,9	15,3	15,1	14,5	15,1
Naphta pour vapocraqueur .....	5,9	5,4	6,1	5,7	5,4	5,0
Carburacteur .....	6,1	5,1	5,2	5,6	5,5	5,6
Gazole .....	22,0	21,8	23,3	21,8	20,6	21,3
Fuel domestique FOD (2).....	12,5	12,3	13,1	12,6	12,9	12,3
<b>Gazole + FOD</b> .....	<b>34,5</b>	<b>34,1</b>	<b>36,3</b>	<b>34,4</b>	<b>33,5</b>	<b>33,5</b>
Fuel lourd industriel.....	7,6	7,2	7,0	7,2	7,4	7,5
Fuel lourd de soutes (IF).....	2,3	2,1	2,8	3,7	3,3	3,3
<b>Total fuels lourds</b> .....	<b>9,8</b>	<b>9,3</b>	<b>9,8</b>	<b>10,9</b>	<b>10,7</b>	<b>10,8</b>
Lubrifiants .....	1,8	1,7	1,8	1,9	1,9	1,6
Bitumes.....	3,7	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6

(1) Production brute - autoconsommation.  
(2) Comprend le Diesel Marine Léger (DML).  
Source : Observatoire de l'énergie / DIREM.

### Production de gaz naturel (1) et d'hydrocarbures extraits du gaz naturel

Gaz naturel	1980	1990	2002	2003	2004	2005	2006
Production de gaz brut (millions de m <sup>3</sup> ) .....	10 827	4 334	2 649	2 306	2 149	1 806	1 877
Produits finis obtenus :							
Gaz épuré (millions de m <sup>3</sup> ) .....	7 539	2 963	1 664	1 422	1 254	1 002	1 094
Produits pétroliers (en 1 000 t) .....	833	352	177	159	150	100	45
Soufre (en 1 000 t) .....	1 830	667	547	459	422	357	361

(1) non compris le grisou de Gazonor.  
Source : DIREM.

# Les énergies renouvelables en France : les principaux résultats en 2006

FAITS ET CHIFFRES  
POUR 2006

par **Hélène THIÉNARD**

Observatoire de l'énergie, DGEMP, Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables

**P**our rappel, la mise en conformité de la comptabilité des énergies renouvelables avec les conventions internationales s'est traduite par les modifications suivantes à partir du bilan 2005, avec rétropolation pour les années antérieures :

- la production hydraulique brute est comptabilisée hors production issue des STEP (stations de pompage) ;
- la production primaire brute de biogaz est la production du biogaz capté valorisé ;
- la production primaire brute des déchets urbains et sa valorisation sous forme électrique et thermique sont désormais réparties à 50 % entre déchets urbains renouvelables et déchets urbains non renouvelables. Seuls les déchets urbains renouvelables apparaissent dans ce bilan spécifique.

Le bilan « spécifique » des énergies renouvelables (ENR) diffère du bilan officiel de l'énergie (dont la dernière colonne intitulée 'ENRt et déchets' comprend les énergies renouvelables thermiques et l'ensemble des déchets) dans la mesure où :

- il fait la synthèse des productions électrique et thermique d'origine renouvelable ;
- il recense les productions d'énergies renouvelables primaire *ou* secondaire, lorsqu'elles font l'objet d'une transformation ;
- il détaille les usages (électrique et/ou thermique) réservés à chacune des productions d'énergie renouvelable et donne la répartition de ces usages selon les différents secteurs consommateurs d'énergie (résidentiel, industrie, agriculture...).

La mise à jour annuelle de ce bilan permet de suivre et de mesurer l'avancement des programmes soutenus par les pouvoirs publics en matière d'utilisation et de valorisation des énergies renouvelables.

NB : l'actualisation des bilans repose dans certaines filières sur des enquêtes à périodicité variable, ce qui peut engendrer des révisions assez sensibles.

Les commentaires suivants ne concernent que les données établies pour la métropole. En revanche, les deux tableaux qui suivront reprennent, pour l'un, les données de la métropole et, pour l'autre, les données métropole + DOM.

## LA PRODUCTION

**La production d'électricité** d'origine renouvelable repart à la hausse : +9,2 % à 62,0 TWh, contre 56,8 TWh en 2005, année pénalisée par une très faible production hydraulique. Cet accroissement global de 5,2 TWh provient, d'une part, d'une hausse de près de 8 % de la production hydraulique renouvelable (56,4 TWh en 2006 contre 52,3 TWh en 2005) et, d'autre part, d'un doublement de la production éolienne (+123 %, soit près de 1,2 TWh supplémentaire). Les autres productions électriques d'origine thermique se stabilisent, pour la première fois, à 3,5 TWh, après avoir fortement progressé au début des années 2000.

En conséquence, la part de l'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute d'électricité (Métropole uniquement) remonte à 12,1 % en 2006 (contre 11,0 % en 2005).

La part de l'hydraulique reste prépondérante, avec près de 91 % de la production électrique. Tandis que la part de l'éolien double à 3,5 %, celle des déchets urbains renouvelables diminue légèrement à 2,5 % et celle du bois-énergie est stable à 2,3 %. Le biogaz et le

solaire photovoltaïque assurent la part résiduelle, avec 0,8 %.

L'année 2006 restera marquée par :

- une remontée relative de la production hydraulique, qui reste cependant à des niveaux faibles (elle ne retrouve même pas son niveau de 2004) ;
- un bond de 123 % de la production d'électricité éolienne (2150 GWh contre 964 GWh en 2005, pour la Métropole) et le quasi doublement des capacités installées (1388 MW de puissance installée fin 2006 contre 723 MW fin 2005) ;

une intensification du solaire photovoltaïque relié au réseau, après déjà trois années consécutives de forte croissance ; les puissances de capteurs installés reliés au réseau métropolitain en 2006 auraient doublé, selon les premières estimations de l'Ademe (6100 kWc contre 3075 kWc en 2005) ;

- une stagnation de l'électricité issue des filières d'énergies renouvelables d'origine thermique, après plusieurs années de sensible croissance. Pour la première année, la faible augmentation de la valorisation électrique issue du bois-énergie et du biogaz ne compense plus totalement une moindre valorisation électrique des déchets urbains.

**La production thermique** d'origine renouvelable (y compris les biocarburants) reste stable, avec 10,4 Mtep. La progression assez soutenue des productions thermiques des pompes à chaleur et des biocarburants parvient en effet à compenser la moindre consommation de bois-énergie dans le secteur résidentiel-tertiaire liée à un hiver plus clément que l'année précédente.

La production thermique est assurée principalement par le bois-énergie (83 % à 8,7 Mtep), mais sa part tend à diminuer légèrement au profit des biocarburants (7 %) et des pompes à chaleur (4 %). La part des déchets urbains renouvelables est stable (3 %), ainsi que la part résiduelle concernant le solaire thermique, la géothermie, le biogaz et les résidus de récoltes (3 %).

On notera, pour 2006 :

- la poursuite de la montée en puissance du solaire thermique : avec les mesures de soutien prises dans le cadre du programme Hélios 2006 (ou « Plan soleil 2000-2006 ») conduit par l'Ademe et la mise en place du crédit d'impôt, près de 175 000 m<sup>2</sup> de nouveaux capteurs solaires thermiques ont été installés, soit un quasi doublement des surfaces par rapport à l'année précédente ;
- une stagnation des productions thermiques issues de la géothermie, du biogaz et des déchets de récolte ;
- une tendance confirmée au recul de la production de chaleur en provenance des déchets urbains (-5 %), lié à l'arrêt d'anciennes installations et à la stabilisation de la cogénération dans les nouvelles unités ;
- la poursuite d'un intérêt confirmé pour les pompes à chaleur, avec l'installation de près de 42 000 pompes à chaleur supplémentaires en 2006 (29 500 en 2005) ;
- une hausse significative des quantités agréées de biocarburants mises sur le marché (+63 %), tant dans la filière éthanol que dans la filière des biodiesels, grâce à l'octroi d'agréments supplémentaires en 2006 (+355 000 t) et à la construction de nouvelles capacités de production ;

- un léger repli, à climat réel, de l'utilisation de bois de chauffage dans le secteur résidentiel/tertiaire, lié à un climat 2006 globalement plus doux que le climat moyen sur la période 1976-2005, mais une légère reprise à conditions climatiques moyennes.

Étant donné l'impossibilité d'estimer les stocks de bois constitués par les détaillants et les particuliers, on considère par convention que la production est égale à la consommation de bois combustible. Le manque de données disponibles à ce jour concernant la consommation des ménages rend les résultats fragiles ; la diminution tendancielle de l'utilisation du bois de chauffe par les ménages constatée au cours de la dernière décennie semble toutefois s'être arrêtée, avec même une légère reprise ; on constate, par ailleurs, l'accélération des ventes d'appareils de chauffage au bois, favorisées par la mise en place du crédit d'impôt (570 000 appareils à bois en première estimation concernant les inserts et foyers fermés, mais aussi les appareils indépendants et les chaudières). A noter également la progression, toujours soutenue, des installations de chaufferies collectives et industrielles (405 chaufferies au bois engagées en 2006 pour une puissance de 228 MW dans le cadre du « Plan bois énergie 2000-2006 », également conduit par l'Ademe).

## LA CONSOMMATION DES ÉNERGIES RENEUVELABLES THERMIQUES

**La consommation finale** d'énergies renouvelables thermiques (à climat réel) est stable, à 10,4 Mtep (la part de l'électricité produite à partir des ENRt est comptabilisée dans le poste électricité).

**La part du résidentiel-tertiaire** reste dominante, avec près de 81 % de la consommation finale en 2006, mais sa part diminue légèrement au profit des transports (7 %). La part de l'industrie reste stable (12 %), ainsi que celle de l'agriculture (0,5 %).

La part du résidentiel-tertiaire est en légère baisse, avec 8,4 Mtep, consécutive au petit repli de la consommation de bois de chauffage (ménages, collectivités et tertiaire), qui représente toujours près de 90 % de la consommation de ce secteur. La part des pompes à chaleur augmente légèrement (5 %), celle des déchets urbains renouvelables (par l'intermédiaire des réseaux de chaleur) reste stable (à peine 3 %). Le poids du solaire thermique et de la géothermie reste marginal.

**Dans l'industrie**, on note une quasi stabilité, avec 1,2 Mtep, à la faveur d'une activité relativement soutenue dans les industries des pâtes à papier chimiques (production en hausse de 2,5 %) et de la mise en service d'un nombre croissant de chaufferies bois industrielles (« Plan bois énergie 2000-2006 »).

**Dans le secteur des transports**, la consommation de biocarburants progresse significativement, à 0,68 Mtep, (+63 %), dans un contexte d'augmentation des agréments.

## Bilan statistique\*

Unité : ktep

	1980	1990	1995	2000	2004	2005	2006
<b>A. Production d'énergie primaire (1)</b>	<b>15 007</b>	<b>16 114</b>	<b>18 023</b>	<b>17 389</b>	<b>16 875</b>	<b>16 370</b>	<b>16 892</b>
Hydraulique (hors pompage)	6 020	4 680	6 338	5 824	5 194	4 497	4 846
Eolien	0	0	0	7	51	82	185
Solaire (2)	7	19	20	17	19	22	29
Géothermie	11	110	132	126	130	130	130
Pompes à chaleur	13	307	272	213	321	371	437
Déchets urbains renouvelables	294	589	741	955	957	945	928
Bois et déchets de bois	8 541	10 269	10 193	9 687	9 458	9 507	9 321
Résidus de récoltes hors bagasse	66	67	77	75	119	120	120
Biogaz	55	73	82	146	207	220	227
Biocarburants	0	0	168	339	419	476	669
B. Solde commerce extérieur (biocarburants)	0	0	0	8	-65	-57	13
<b>C. Total disponibilités EnR (A+B)</b>	<b>15 007</b>	<b>16 114</b>	<b>18 023</b>	<b>17 396</b>	<b>16 810</b>	<b>16 313</b>	<b>16 905</b>
D. EnR mobilisées pour produire de l'électricité (3)	6 340	5 136	6 910	6 663	6 270	5 641	6 093
E. Usages internes + pertes et ajustement	282	438	464	457	414	447	466
<b>F. Disponibilités des EnR d'origine thermique (C-D-E) (4)</b>	<b>8 385</b>	<b>10 540</b>	<b>10 649</b>	<b>10 276</b>	<b>10 126</b>	<b>10 225</b>	<b>10 346</b>
<b>Répartition de la consommation finale des EnR d'origine thermique (4)**</b>							
Résidentiel-tertiaire (5)	7 377	9 269	9 159	8 615	8 484	8 526	8 379
dont bois et déchets de bois	7 202	8 627	8 476	7 994	7 758	7 762	7 552
Industries	967	1 225	1 273	1 265	1 236	1 228	1 233
dont bois et déchets de bois	904	1 105	1 140	1 120	1 077	1 072	1 077
Agriculture	41	46	49	49	52	52	52
dont bois et déchets de bois	40	40	40	40	40	40	40
Transports	0	0	168	347	354	419	682
<b>Total consommation finale (5)**</b>	<b>8 385</b>	<b>10 540</b>	<b>10 649</b>	<b>10 276</b>	<b>10 126</b>	<b>10 225</b>	<b>10 346</b>
* France métropolitaine (DOM exclus). Ce bilan concerne les EnR uniquement, définies selon la nouvelle méthodologie (hydraulique, biogaz, déchets urbains renouvelables).							
** Ces données diffèrent légèrement de la dernière colonne « EnR et déchets » du bilan officiel, qui inclut les déchets non renouvelables.							
(1) Ensemble des productions électriques et thermiques d'origine renouvelable (1 GWh = 0,086 ktep).							
(2) Solaire thermique et photovoltaïque.							
(3) Energies renouvelables d'origine électrique (hydraulique, éolienne, solaire photovoltaïque) ou thermique mobilisées pour produire de l'électricité.							
(4) Energies renouvelables d'origine thermique utilisées sous forme de chaleur ou de force motrice (biocarburants), hors déchets non renouvelables.							
(5) Il s'agit de consommations réelles, sans corrections des aléas climatiques.							
Source : Observatoire de l'énergie d'après CEREN, ADEME, EDF, Observ'ER.							

## Energie éolienne raccordée au réseau électrique en métropole et dans les DOM/COM

	1990	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 p
Puissance installée (MW) :												
- au cours de l'année	0,1	3,2	1,9	7,8	10,2	43,1	27,0	55,2	101,8	141,9	385,0	672,1
- parc total en cumul	0,1	6,1	8,0	15,8	25,9	69,0	96,0	151,2	253,1	395,0	779,9	1 452,0
dont cumul DOM/COM	-	0,5	2,0	2,0	9,2	13,3	13,8	19,3	32,1	32,1	56,8	64,0
Production annuelle (GWh) :	0,2	7,8	13,3	22,5	52,7	99,5	158,1	309,9	435,1	639,4	1 006,3	2 234,3
dont DOM/COM	-	0,5	3,0	4,0	16,8	23,2	28,1	41,9	45,1	44,6	43,7	85,3
p : provisoire - Source : ADEME/EDF.												

## Energie solaire thermique en métropole et dans les DOM

Unité : 1000 m<sup>2</sup>

	1990	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 p
Surface de capteurs en service	599	630	631	624	623	626	629	660	716	782	895	1 110
dont DOM	33	55	70	78	94	113	126	161	201	248	303	361
p : provisoire Source : Observatoire de l'Énergie d'après Observ'ER												

## Solaire thermique - Etat d'avancement du Plan Soleil 2000-2006 (en Métropole)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 p	cumul 2000-2006
CESI (1) : nombre d'unités installées	800	2 500	3 520	5 040	7 260	12 120	24 300	55 540
: surface de capteur (1000 m <sup>2</sup> )	2,8	10,8	19,9	28,2	34,8	56,7	114,2	267,4
SSC (2) : surface installée (1000 m <sup>2</sup> )	2,0	3,4	3,6	6,2	8,4	17,8	40,1	81,5
ECS collective (3) : surface installée (1000 m <sup>2</sup> )	1,6	3,5	6,6	13,3	12,1	17,9	22,0	77
Total surface (1000 m <sup>2</sup> )	6,4	17,7	30,1	47,7	55,3	92,4	176,3	425,9

p : provisoire. 1 : chauffe-eau solaire individuel. 2 : système solaire combiné (chauffage + eau chaude). 3 : eau chaude solaire collective.

Les objectifs de ce plan fixent pour 2006 l'installation de 550 000 m<sup>2</sup> de capteurs installés ou 30 000 chauffe-eau solaires individuels par an et 500 à 1 000 unités par an de chauffage combiné eau chaude et habitat. Pour l'habitat collectif et le tertiaire, l'objectif réside dans l'installation de 15 000 m<sup>2</sup> de capteurs par an.

Source : ADEME/ENERPLAN/Observ'ER

## Consommation annuelle de biocarburants

Unité : millier de tep

	1992	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Filière éthanol : ETBE (1)	2,2	24,2	53,2	62,5	58,0	59,1	57,8	57,7	49,3	51,6	74,9	150,2
Filière ester : EMHV (2)	0,6	143,3	234,6	210,9	230,0	287,9	289,9	288,2	301,0	302,4	344,2	531,8

1 : pour être incorporé aux essences (dans un rapport de 5 à 15 %), l'éthanol, produit à partir de blé ou de betteraves, est au préalable transformé en ETBE par adjonction d'isobutène (d'origine fossile non renouvelable). Depuis 2005 l'éthanol pur peut aussi être directement incorporé aux essences (dans un rapport de 5 à 15 %) et ce procédé commence à s'industrialiser. Contrairement aux éditions précédentes, seule la part « éthanol » renouvelable est comptabilisée dans ce tableau.

2 : les huiles végétales, telles que le colza en France permettent d'obtenir, par transformation chimique, des esters méthyliques ou diesters : EMHV (Ester Méthylique d'Huile Végétale) que l'on peut incorporer au gazole (oxygénation des carburants) dans un rapport de 5 à 15 %.

Source : Observatoire de l'Energie d'après DIREM

## Etat des réalisations des usines de traitement de déchets avec récupération d'énergie

	1995	1997	1998	1999	2000*	2002	2004 p
Nombre d'installations	94	98	104	110	109	112	110
Tonnage annuel traité (en 1000 tonnes)	8 012	8 415	8 671	9 830	10 319	11 352	10 349
Quantité d'énergie vendue (GWh)	9 837	8 000	8 194	8 716	9 642	11 959	11 573

p : provisoire. \* Depuis l'année 2000, l'enquête ITOM est réalisée tous les deux ans

Source : ADEME d'après l'inventaire des unités de traitement des ordures ménagères (ITOM).

## Consommation de bois de chauffage dans le secteur résidentiel\*

unité : million de stères

	1992	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 p
résidences principales :	63,9	57,4	56,3	56,1	53,5	54,7	52,0	49,4	47,9
- base	23,5	16,4	18,6	20,5	21,7	22,2	20,0	18,3	16,8
- appoint	19,7	15,9	14,0	15,1	15,6	17,8	17,6	17,6	17,5
- associé	20,7	25,1	23,7	20,5	16,2	14,8	14,4	13,6	13,5
résidences secondaires	2,9	2,7	2,4	2,5	2,8	3,2	3,3	3,3	3,3
<b>total résidentiel</b>	<b>66,8</b>	<b>60,1</b>	<b>58,7</b>	<b>58,6</b>	<b>56,3</b>	<b>57,8</b>	<b>55,3</b>	<b>52,7</b>	<b>51,2</b>

\* A climat normal

Source : CEREN

# FOR OUR ENGLISH-SPEAKING READERS

RÉSUMÉS ÉTRANGERS

## ELECTRICITY ON A EUROPEAN SCALE

### Editorial

*François Valérian*

#### Energy in Europe: The case of electricity or "How to be European?"

*Bruno Lescoeur*

After a long period of benign neglect, concern has been re-aroused for questions related to energy. Europe needs to augment its production of electricity, and firms are now drafting strategies on a continental scale. A major piece of the energy puzzle is still missing: the yet to be designed European energy policy.

#### The 4 November 2006 blackout: An outage of "technical" democracy?

*Jean-Pierre Leteurtois*

With its power plants and exportation of electricity to neighboring lands, France imagined that it was sheltered from blackouts. But in the autumn of 2006, five million French households were deprived of electricity due to an error by a German operator. What to think of this? The internationalization of the electricity market, though useful to consumers, should not mean deregulation or the relinquishment of rules and regulations to power companies. Supervision of the grid must be reinforced on behalf of all European users of electricity.

#### Vattenfall, an energy firm on a European scale

*Gunmar Lundberg*

Till the mid-1990s, Vattenfall had a dominant position in Sweden. While lowering its share in the Swedish market, liberalization has provided the company with the opportunity to invest in other European countries. Capitalizing on its experience in its homeland, the firm invested in neighboring Finland, Poland and, above all, Germany. A European operator has been born.

## Miscellany

### What is macropsychoanalysis?

*Vivien Lévy-Garboua and Gérard Maarek*

Classical economics helps us explain certain phenomena, but it has revealed its limits by overlooking the feelings of the individual person, who is reduced to a utility function. It is tempting to apply to psychoanalysis the very same process of "aggregation" at work in macroeconomics, and to switch from the individual to the group level when studying the stirrings of the soul. In this respect, Freud was a forerunner in several of his writings on anthropology and religion. The psychoanalytical study of major human groups, ranging from companies to a whole society, has not advanced very far. Using psychoanalytical concepts to

describe collective emotions and neuroses is a stimulating exercise.

### Artists and engineers, obliged to cooperate:

#### The meeting of the Club des Annales des Mines at École des Mines in Paris on 18 January 2007

*François Boisivon*

Whether for designing an industrial product or a work of architecture, such as the Millau Viaduct, engineers have to play the artist at times in order to be successful. In turn, new technology and new materials are drawing artists nearer to engineers. Apart from occasional interactions, can lasting cooperation develop between these two parties? Can it be facilitated, for example by adapted training programs?

### Is there a new economy?

*Alain Bienaymé*

If a new economy does exist, the reason is not just Internet and new communications technology. The globalization of exchanges, the increasing complexity of developed economies, the emergence of environmental and ethical issues, all this represents an intellectual challenge for the science of economics. Economists are trying to draw up new explanatory models for taking into account notions such as information, the firm and morale.

## Energy: Facts and Figures in 2006

### A provisional appraisal for France in 2006: Annual trends in energy since 1973

*Richard Lavergne*

### The energy bill for France in 2006

*Bernard Nanot*

### Electricity

*Sylvie Scherrer*

### Natural gas in France: The principal results in 2006

*Véronique Paquel*

### Solid mineral fuels

*Sami Louati*

### Hydrocarbons

*Bernard Nanot*

### Renewable sources of energy

*Hélène Thiénard*

# AN UNSERE DEUTSCHSPRACHIGEN LESER

## Leitartikel

*François Valérian*

**Das europäische Energieversorgungsunternehmen – Zum Sektor der Stromversorgung**

**Oder : Wie kann man Europäer sein ?**

*Bruno Lescoeur*

Nach einer langen Periode der energiepolitischen Sorglosigkeit bereitet die Energieversorgung von neuem große Sorgen. Der Bedarf an Stromerzeugung ist in Europa stark gestiegen und die Unternehmen konzipieren ihre Strategien im Hinblick auf den europäischen Kontinent. Durch Abwesenheit glänzt allein die europäische Energiepolitik, die noch zu definieren ist.

**Der Stromausfall vom 4. November 2006 : eine Panne der technischen Demokratie ?**

*Jean-Pierre Leteurtrous*

Aufgrund seiner Stromproduktionskapazität und seiner Stromexporte in benachbarte europäische Länder glaubte sich Frankreich vor Strompannen sicher. Und dann, im Herbst 2006, waren eines Tages wegen des Fehlers eines deutschen Netzbetreibers 5 Millionen Haushalte in Frankreich ohne Strom. Was ist daraus zu schließen ? Die Internationalisierung der Strommärkte bringt den Verbrauchern Vorteile, soll aber nicht zu einer Deregulierung oder zur Verletzung der Regeln durch die Betreiber führen. Es ist notwendig, die Aufsicht über die Netze im Auftrag der europäischen Nutzer zu verstärken.

**Vattenfall, ein Energieversorgungsunternehmen von europäischem Format**

*Gunnar Lundberg*

Bis in die Mitte der 1990er Jahre nahm Vattenfall in Schweden eine beherrschende Position ein. Die Liberalisierung der Märkte hat den schwedischen Marktanteil geringer werden lassen, doch Vattenfall hat auch die Möglichkeit genutzt, in anderen europäischen Ländern zu investieren. Auf der schwedischen Erfahrung aufbauend investierte Vattenfall in den Nachbarländern, in Finnland, Polen und vor allem in Deutschland. Ein europaweit operierendes Unternehmen hat sich herausgebildet.

## Vermischtes

**Was ist Makropsychoanalyse ?**

*Vivien Lévy-Garboua, Gérard Maarek*

Die klassische Wirtschaftslehre war in der Lage, eine gewisse Anzahl von Phänomenen zu erklären, hatte aber offensichtlich auch ihre Grenzen, da sie die Gefühle des Individuums, das sie auf Nützlichkeitsfunktionen reduzierte, nicht berücksichtigte. Es ist reizvoll, auf die Psychoanalyse denselben Aggregationsprozess anzuwenden, der auch in der Makroökonomie am Werk ist, und in der Betrachtung der Gefühlswelt die Aufmerksamkeit vom Individuellen auf das Kollektive zu verlagern. Freud war in mehreren Werken über anthropologische und religiöse Themen auch ein Vorläufer dieser Denkrichtung, aber die psychoanalytische Untersuchung großer menschlicher Kollektive, vom Unternehmen bis zur Gesellschaft, ist

nicht sehr weit vorangekommen. Der Rückgriff auf psychoanalytische Konzepte ist jedoch für die Beschreibung kollektiver Emotionen und Neurosen sehr stimulierend.

**Künstler und Ingenieure, die obligate Allianz**

**Bericht des Club des Annales des Mines von der Tagung an der École des Mines de Paris am 18. Januar 2007**

*François Boisivon*

Ob es sich um industrielle Designprodukte handelt oder um einen Architektorentwurf wie den Viaduc de Millau, um erfolgreich zu sein, muss ein Ingenieur manchmal auch zum Künstler werden.

Und umgekehrt inspirieren die neuen Technologien und neuen Werkstoffe den Künstler dazu, sich dem Ingenieur anzunähern.

Aber können Künstler und Ingenieure nicht nur punktuell sondern auch dauerhaft zusammenarbeiten ? Wäre dies zum Beispiel durch eine angemessene Ausbildung leichter zu verwirklichen ?

**Gibt es eine neue Wirtschaft ?**

*Alain Bienaymé*

Wenn es eine neue Wirtschaft gibt, so ist dies nicht nur dem Internet und den neuen Technologien zu verdanken. Die Globalisierung des Handelsverkehrs, die wachsende Komplexität der entwickelten Wirtschaft, die zunehmende Aufmerksamkeit für umweltpolitische und ethische Themen, diese Entwicklungen konfrontieren die Wirtschaftswissenschaften mit herausfordernden theoretischen Problemen. Die Wirtschaftswissenschaftler bemühen sich um neue Erklärungsmodelle, die Begriffe wie Information, Unternehmen und sogar Moral integrieren.

## Energie : Tatsachen und Zahlen für das Jahr 2006

**Die provisorische Energiebilanz für 2006**

**Die jährliche Entwicklung der Energiebilanz seit 1973**

*Richard Lavergne*

**Die Energierechnung Frankreichs im Jahr 2006**

*Bernard Nanot*

**Die Stromproduktion**

*Sylvie Scherrer*

**Erdgas in Frankreich : die wichtigsten Resultate im Jahr 2006**

*Véronique Paquel*

**Feste Brennstoffe**

*Sami Louati*

**Die Kohlenwasserstoffe**

*Bernard Nanot*

**Die erneuerbaren Energien**

*Hélène Thiénard*

# A NUESTROS LECTORES DE LENGUA ESPAÑOLA

## LA ELECTRICIDAD A LA ESCALA EUROPEA

Editorial

*François Valérian*

**La empresa energética europea. El tema de la electricidad o cómo poder ser europeo**

*Bruno Lescoeur*

Tras un largo periodo de inconsciencia energética, las preocupaciones en el campo de la energía vuelven a la superficie. Los requisitos de producción eléctrica en Europa son considerables; las empresas crean sus estrategias a la escala del continente. No obstante, un tema sigue brillando por su ausencia: todavía no se ha definido una política energética europea.

**El apagón del 4 de noviembre 2006. ¿Un fallo de la democracia técnica?**

*Jean-Pierre Leteurtruis*

Francia, con su gran parque de producción eléctrica y sus exportaciones de electricidad a sus vecinos europeos, se creía protegida contra los cortes de electricidad. Sin embargo, en el otoño de 2006, 5 millones de hogares franceses se vieron privados de electricidad a causa de un operador alemán. ¿Qué se puede concluir de este incidente? La internacionalización del mercado eléctrico, útil para el consumidor, no debe significar desregulación ni gestión de las reglas por parte de los operadores. Es necesario reforzar la vigilancia de la red en beneficio de todos los usuarios europeos.

**Vattenfall, una empresa energética de tamaño europeo**

*Gunnar Lundberg*

Hasta mediados de los años 1990, Vattenfall ocupaba un lugar preponderante en Suecia. La liberalización de los mercados redujo la cuota de mercado sueco, pero ofreció a Vattenfall la oportunidad de invertir en otros países europeos. Aprovechando su experiencia en Suecia, la empresa invirtió en los países vecinos, Finlandia, Polonia y sobre todo Alemania. Un operador europeo vio la luz.

## Otros Temas

**¿Qué es el macropsicoanálisis?**

*Vivien Lévy-Garboua, Gérard Maarek*

La economía clásica ha permitido explicar un cierto número de fenómenos, pero también ha demostrado sus límites al no tener en cuenta los sentimientos de un individuo reducido a una función utilitaria. Parece tentador aplicar al psicoanálisis el mismo proceso de agregación aplicado a la macroeconomía y pasar de lo individual a lo colectivo en el estudio de los movimientos del ser. De esta manera, Freud fue un precursor de esta tendencia en varias obras de reflexión antropológica o religiosa, pero el estudio psicoanalítico de los grandes grupos humanos, de la empresa a toda la sociedad, no se desarrolló

realmente. No obstante, el recurso a los conceptos psicoanalíticos para describir las emociones y neurosis colectivas es muy estimulante.

**Artistas e ingenieros, una alianza a la fuerza**

**Informe del Club de los *Annales des Mines* de la Escuela de Minas de París del 18 de enero de 2007**

*François Boisivon*

Ya sea que se trate del diseño de un producto industrial o de una obra arquitectónica como el Viaducto de Millau, para lograr sus objetivos, el ingeniero debe en ocasiones convertirse en artista.

Asimismo, las nuevas tecnologías y los nuevos materiales llevan al artista a acercarse al ingeniero.

Más allá de los acercamientos precisos, ¿artistas e ingenieros pueden convivir de forma durable? ¿Se pueden facilitar las colaboraciones? Por ejemplo, mediante formaciones adaptadas

**¿Existe una nueva economía?**

*Alain Bienaymé*

Si existe una nueva economía, esto no se debe únicamente al nacimiento de Internet y de las nuevas tecnologías de la comunicación. La globalización de los intercambios, la complejidad de las economías desarrolladas, la emergencia de preocupaciones ambientales o éticas, representan un desafío de comprensión a las ciencias económicas. Los economistas tratan de elaborar nuevos modelos explicativos, que integren las nociones de información, de empresa y también de moral.

## Energía: Hechos y Cifras en 2006

**Balance energético temporal de Francia para 2006**

**Evolución anual de la energía en Francia desde 1973**

*Richard Lavergne*

**La factura energética francesa en 2006**

*Bernard Nanot*

**La electricidad**

*Sylvie Scherrer*

**El gas natural en Francia: principales resultados en 2006**

*Véronique Paquel*

**Los combustibles minerales sólidos**

*Sami Louati*

**Los hidrocarburos**

*Bernard Nanot*

**Las energías renovables**

*Hélène Thiénard*

## НАШИМ ЧИТАТЕЛЯМ, ГОВОРЯЩИМ ПО-РУССКИ

### Электричество в Европе

От редакции  
Франсуа Валериан

**Европейское энергетическое предприятие –  
Случай электроэнергетики  
Или: как быть европейцем?  
Бруно Лекер**

После долгого периода энергетической беспечности вновь растет озабоченность в этой области. Потребности в производстве энергии в Европе очень велики, в то время как отныне предприятия разрабатывают свою стратегию в масштабе континента. Отсутствует важный фактор: европейская энергетическая политика, которую еще предстоит определить.

**Масштабный сброс мощности 4 ноября 2006 г.: сбой  
технической демократии?  
Жан-Пьер Ледертуа**

Сильная своим парком предприятий производства электроэнергии и экспортом электричества европейским соседям, Франция полагала, что защищена от перебоев снабжения. Но вот осенью 2006 года пять миллионов французских семей остались без электричества по вине немецкого оператора. Что следует думать об этом? Интернационализация рынка электричества, полезная для потребителя, не должна означать ослабление регулирования или предоставление этого регулирования самим операторам. Необходимо усилить наблюдение за сетями для всех европейских пользователей.

**Ваттенфаль – энергетическое предприятие европейского  
масштаба  
Гуннар Лундберг**

До середины 1990 годов Ваттенфаль занимал в Швеции основное место. Либерализация рынков ослабила долю шведского рынка, но предоставила Ваттенфалью возможность инвестировать в другие европейские страны. Капитализируя свой шведский опыт, предприятие сделало вложения в соседние страны – Финляндию, Польшу и в особенности Германию. Рождение европейского оператора.

**Что такое макропсихоанализ?  
Вивьен Леви-Гарбуа, Жерар Маарек**

Классическая экономика позволила объяснить некоторое количество феноменов, но она также продемонстрировала свои пределы, не учитывая чувства индивидуума, сведенного к функции полезности. Соблазнительно применять к психоанализу процесс агрегирования, действующий в макроэкономике, и переходить от индивидуального к коллективному в изучении движений души. Фрейд был также предтечей этого пути в различных трудах, где приводились антропологические или религиозные размышления, но психоаналитическое исследование крупных человеческих образований, от предприятия до целого общества, остается мало разработанным. В то

время как обращение к психоаналитическим концепциям для описания коллективных эмоций и неврозов является весьма стимулирующим.

**Художники и инженеры – неизбежный альянс  
Отчет Клуба Анналов Горного института Парижа от  
18 января 2007 года**

О чем бы ни шла речь – о дизайне промышленного изделия или о концепции архитектурного сооружения типа виадука Мийо – для их успешного выполнения иногда приходится стать художником. Точно также, новые технологии и новые материалы призывают художника работать в тесном сотрудничестве с инженером. Кроме этих конкретных контактов, могут ли художники и инженеры сотрудничать в долгосрочной перспективе? Можно ли упростить сотрудничество, например благодаря адаптированной профессиональной подготовке?

**Существует ли новая экономика?  
Ален Бьенаме**

Если и существует новая экономика, то не только потому, что появился Интернет и новые коммуникационные технологии. Глобализация обменов, растущая сложность развитых экономик, появление озабоченности состоянием окружающей среды и этических соображений ставят перед экономической наукой задачу понимания. Экономисты прилагают усилия для разработки новых экспликативных моделей, которые включают понятия информации, предприятия, а также морали.

**Энергетика: факты и цифры в 2006 году**

**Предварительный энергетический баланс Франции  
в 2006 году**

**Годовая эволюция энергии во Франции с 1973 года  
Ришар Лавернь**

**Энергетическая фактура Франции в 2006 году  
Бернар Нано**

**Электричество  
Сильви Шеррер**

**Природный газ во Франции: основные результаты  
2006 года  
Вероника Паке**

**Твердое минеральное горючее  
Сами Луати**

**Углеводороды  
Бернар Нано**

**Возобновляемые энергоресурсы  
Элен Тьенар**