

# Les défis de la planète énergie

Raréfaction des ressources, désordre climatique annoncé... et consommation d'énergie toujours croissante : la planète est entrée dans un cycle vicieux dont elle ne sortira qu'au prix de sauts technologiques. Les problèmes à résoudre vont du stockage massif de l'électricité à la séquestration du CO<sub>2</sub>, en passant par les énergies renouvelables bon marché ou la voiture propre.

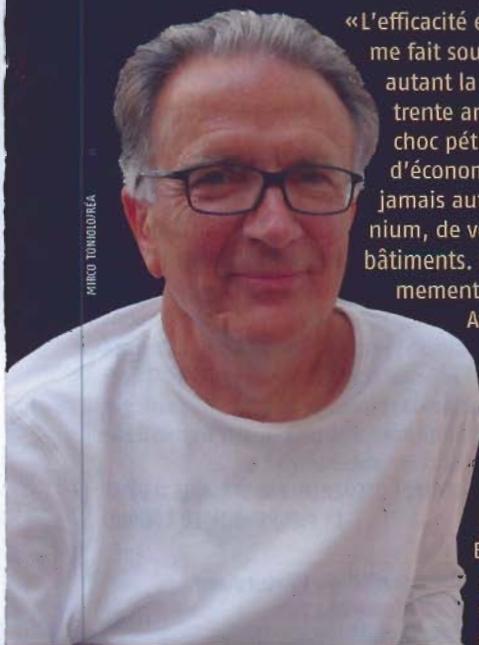
**Q**uinze ans de réflexions depuis le Sommet de la Terre, à Rio, dix ans de hausse continue du baril d'or noir... pour quel résultat ? La prise de conscience que les choix énergi-

ques sous-tendaient la prospérité des grandes nations, la qualité de l'environnement et l'accès au développement des millions d'êtres humains encore privés d'un simple accès à l'électricité.

Trop peu innovants dans les années 90 – quand le baril tutoyait les 10 dollars –, les industriels ont revu leur copie. Question d'image, certes, mais surtout de réalisme économique. Depuis la flambée des prix de l'énergie, trouver des solutions peut faire gagner de l'argent.

## "Arrêtons la schizophrénie"

L'avis de **Patrick Bouchain**, architecte, concepteur de la Cité nationale de l'immigration



MIRKO TONOLLO/REA

«L'efficacité énergétique ? Cela me fait sourire qu'on se pose autant la question, plus de trente ans après le premier choc pétrolier. On nous parle d'économies et nous n'avons jamais autant utilisé d'aluminium, de verre, d'acier dans les bâtiments. Des matériaux extrêmement coûteux en énergie.

Avec la climatisation et les baies vitrées partout, nous exigeons aussi le printemps permanent. Notre attitude est schizophrénique.» Pour le prouver, Patrick Bouchain n'est pas tendre avec ses confrères et décompose un bâtiment

tertiaire moderne en deux tas : celui qui est utile à la vie et celui qui ne l'est pas. «Le second est plus gros ! Et que fera-t-on de tous ces immeubles dans trente ou quarante ans, après la crise du tertiaire ? L'efficacité énergétique passe aussi par la réemployabilité du bâti. Ce n'est pas le cas, mais nous y serons contraints.»

Ce que Patrick Bouchain prône avant tout, c'est le retour à la simplicité, au bon sens – réfléchir à l'orientation des bâtiments, le B.A.BA des constructeurs d'autrefois –, aux matériaux naturels, comme le bois. «Cela fait trente ans que je l'expérimente. Il vieillit bien et c'est un bon isolant. Or 80% des problèmes énergétiques trouvent leur réponse dans l'isolation.»

PROPOS RECUEILLIS PAR J- C. G.

## 1 AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les économies, c'est du sérieux. Et cela concerne tout le monde. «L'énergie la plus verte, c'est l'énergie économisée», soutient Peter Terwiesch, le directeur des technologies d'ABB. Dans le bâtiment, qui, en France, sera l'un des enjeux principaux du Grenelle de l'environnement, le chauffage et la climatisation représentent le plus gros poste de dépenses énergétiques. Au total, le bâti pèse 45% de la consommation en France, avec une énorme marge d'amélioration : de 300 kWh/m<sup>2</sup>/an pour un logement des années 70, la consommation est tombée à 100 kWh/m<sup>2</sup>/an pour un logement récent. Objectif : atteindre 50 kWh/m<sup>2</sup>/an à moyen terme, ce que permettent les meilleures pratiques actuelles. Sous réserve de pouvoir financer des milliards d'euros dans la rénovation.

**RESSOURCES FOSSILES LIMITÉES**

Les réserves de pétrole s'élèvent à 40 ans au rythme de consommation actuel. Celle de charbon à 200 ans.

**EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

Pour produire un point de PIB, la Chine utilise quatre fois plus d'énergie que la France.

**L'équation à résoudre****DEMANDE EN ÉNERGIE**

La consommation de pétrole mondiale augmente de plus de 2% par an malgré la flambée des prix.

**REPENSER LA MOBILITÉ**

Les transports consomment 60% des ressources pétrolières et sont responsables de 25% des émissions de CO<sub>2</sub>.

**ACCÈS À L'ÉNERGIE POUR TOUS**

Encore 1,6 milliard de Terriens n'ont pas d'accès à l'électricité ou à une source moderne d'énergie.

**DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES ALTERNATIVES**

Les investissements dans les énergies renouvelables se sont élevés à 100 milliards de dollars en 2006.

**LUTTE CONTRE L'EFFET DE SERRE**

Pour stabiliser la concentration en CO<sub>2</sub>, les émissions annuelles devront être divisées par quatre d'ici à 2050.

Isolation extérieure, instauration de la ventilation double flux (avec récupération de chaleur), contrôle actif des systèmes électriques au moyen de capteurs de luminosité et de qualité d'air... Ingénieurs, architectes, fabricants de matériaux ne manquent pas d'idées. Allant jusqu'au bâtiment à énergie positive, celui qui produirait plus d'énergie qu'il n'en consomme en transformant l'occupant en producteur d'énergie solaire. Plusieurs projets ont déjà été menés en Allemagne. La France s'y met (voir notre dossier solaire en page 85). Dans l'industrie - 40% de la consommation mondiale d'électricité - les gisements d'économie potentiels sont nombreux, jusqu'à 10 à 30% de

la consommation. Principale cible, les moteurs (pompes, ventilateurs, compresseurs...), qui dévorent les deux-tiers de l'électricité amenée



Progrès. L'efficacité énergétique des bâtiments a été multipliée par trois en trente ans.

aux usines. Or, le simple fait de doser l'énergie en passant à la variation électronique de vitesse peut diviser la consommation par deux. Encore faut-il généraliser les diagnostics énergétiques encore trop peu usités. Et décider les investissements adéquats.

« Pour localiser les foyers d'économie, il faut savoir qui consomme combien et quand. La première des choses à faire est donc l'instrumentation. On mesure, on analyse et enfin on agit. » rappelle Rochdi Ziyat, le directeur d'Actemium (Vinci). La prise de conscience est là mais la demande est encore timide.

Aux grands noms de montrer l'exemple. Ce que fait ▶ Suite de la page 16

► Suite de la page 15 Siemens en se fixant pour objectif d'améliorer de 20 % l'efficacité énergétique de ses sites d'ici à 2011. Autre cas exemplaire, celui de Schneider dont le futur siège mondial (Triatum), en construction à Rueil-Malmaison (Hauts-de-Seine), devrait consommer cinq fois moins d'énergie au mètre carré que l'ancien. Une façon de montrer concrètement l'intérêt des solutions de gestion d'énergie... qu'il propose à ses clients. Parmi celles-ci, la gestion de l'éclairage (18 % de la consommation mondiale d'électricité). Un gouffre énergétique que l'essor des diodes électroluminescentes (Led), beaucoup plus économes que les lampes à incandescence, pourrait en partie combler. Promues par Philips ou Osram, elles pèsent déjà presque 3 milliards d'euros dans le monde sur un total de 13 milliards pour l'éclairage (hors luminaires et alimentations). Taux de croissance : 14 % par an « Grâce à ces Led, nous avons divisé par dix la consommation de nos nouveaux blocs de sécurité », témoigne Jean-Luc Scheer, le directeur technique de Cooper Menvier France.

## 2 METTRE LE CO<sub>2</sub> SOUS SÉQUESTRE

Réduire la consommation, économiser l'énergie, tout cela est certes l'idéal pour tenir les objectifs de réduction d'émission de CO<sub>2</sub>, mais sans doute pas suffisant. Cette démarche touche ses limites dans les industries les plus gourmandes, centrales électriques thermiques en tête. Une solution se révèle de plus en plus prometteuse : capturer le CO<sub>2</sub> à la source, puis le séquestrer. C'est-à-dire, après l'avoir capturé puis transporté par canalisation ou par bateau, le stocker sous terre. Les pistes et les expériences sont multiples comme le montrera le colloque organisé par l'IFP, le BRGM et l'Ademe, du 3 au 5 octobre à Paris. Il peut s'agir de gisements d'hydrocarbures dans lesquels l'injection de CO<sub>2</sub> sous pression permet par ailleurs d'améliorer l'exploitation. Une solution déjà pratiquée en Amérique du Nord. Dans le



## "Un nouveau marché : le stockage du CO<sub>2</sub>"

L'avis de **Pierre Le Thiez**, directeur général de Geogreen

« Nous n'avons pas le choix. Demain, il faudra stocker le CO<sub>2</sub>. Et pas n'importe où. Dans des sites géologiques conçus pour cela et placés sous surveillance. C'est là que nous interviendrons. Geogreen, un joint-venture créé fin août entre l'IFP, Geostock et le BRGM, va devenir le fournisseur de services sur la chaîne de transport et de stockage géologique, depuis l'expertise amont à l'ingénierie et au développement de projets. Pour le moment, ce marché n'existe pas : notre activité se résume surtout à de "l'ingénierie administrative". Des études d'orientation générales, des évaluations technico-écono-

miques, des études de préfaisabilité pour des opérateurs électriques en France.

Notre but, à terme, est de construire de véritables stockages et de mettre au point des méthodes de suivi de ces sites. En Europe, les premiers sites expérimentaux seront tous en phase d'essais d'ici trois à quatre ans : en Espagne, en Grande-Bretagne, en Allemagne. En France, les tests menés par Total à Lacq (Pyénées-Atlantiques) vont dans ce sens. Dans dix ans, une douzaine de démonstrations auront validé les technologies de stockage. Il est important que Geogreen participe aux essais et à l'élaboration de ces méthodes. Nous cherchons aussi à monter des alliances avec les industriels spécialistes du captage du CO<sub>2</sub> à la source, comme Alstom ou General Electric, pour proposer une offre intégrée. » ■

PROPOS RECUEILLIS PAR V.L.

même esprit, on peut mettre à contribution des veines de charbon non exploitables dans lesquelles le méthane, souvent naturellement présent, peut être chassé par le CO<sub>2</sub>, puis valorisé. Le stockage peut aussi se faire au sein des roches poreuses et perméables de certaines couches géologiques. Les aquifères profonds - des poches d'eau très salée impropres à la consommation - sont une option. Quant au captage proprement dit,



Démarche. La combustion propre est un objectif prioritaire pour l'industrie.

trois technologies sont en concurrence. La postcombustion fait appel à des solvants capables de piéger le CO<sub>2</sub> des fumées. Adaptable aux installations existantes, elle consomme toutefois beaucoup... d'énergie. Un inconvénient qu'Alstom pense limiter grâce à un procédé basé sur l'utilisation d'ammoniaque réfrigéré. « Notre procédé ne devrait consommer que le tiers de l'énergie réclamée par les technologies aval concurrentes, à base d'amines », indique Frédéric Grosse, le directeur du programme CO<sub>2</sub> d'Alstom. Fonctionnant sous des conditions de température et de pression raisonnables, il est aussi plus facile à mettre en œuvre. Le groupe démarre ainsi deux projets pilotes, l'un pour une centrale à fuel suédoise, l'autre pour une raffinerie norvégienne.

Deuxième option, l'oxycombustion consiste à brûler les carburants fossiles à haute température (2 500°C) en présence d'oxygène pur, donnant des fumées très concentrées en CO<sub>2</sub>.

La précombustion ou IGCC (Integrated

Gasification Combined Cycle), enfin, transforme le combustible en hydrogène, d'une part, et en dioxyde de carbone, d'autre part. Le CO<sub>2</sub> peut donc être isolé avant la combustion, tandis que l'électricité est produite sans émissions polluantes au moyen d'une turbine à hydrogène. General Electric y travaille dans le cadre du programme Futuregen. Handicap : la précombustion ne s'adapte pas aux installations existantes.

Reste une solution, plus rustique, le piégeage naturel du CO<sub>2</sub> par les arbres, quitte à les modifier génétiquement comme on le fait déjà avec les eucalyptus. Au Brésil, Vallourec fait ainsi tourner une partie de ses hauts fourneaux avec du charbon de bois.

### **3 FAIRE BAISSER LE PRIX DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

Marché de niche il y a vingt ans, l'éolien est devenu l'objet de furieuses batailles boursières. Face au danois Vestas et à GE tout puissant, Alstom



AR'VISION/AFAP

**Filière.** L'énergie des courants, c'est «l'éolien de la mer», la régularité en plus.

vient tardivement de s'y engager avec le rachat de l'espagnol Ecotècnia tandis qu'Areva, déjà actionnaire de l'allemand REpower, poursuit son offensive en prenant le contrôle de Multibruid. Une belle et bonne prise. L'essentiel n'est pas là. Pour le vent comme pour les autres énergies renouvelables, il s'agit de faire bais-

ser des prix de l'énergie produite. Spécialiste des turbines de grande puissance, jusqu'à 5 MW, Multibruid est de ceux qui peuvent aller au-delà en termes de puissance et faire ainsi baisser le prix de revient du kWh largement en dessous de son tarif de rachat (8 cents en France).

Selon les industriels danois, quand la puissance d'un aérogénérateur quadruple, son prix ne fait que tripler. «A terre, les puissances standard aujourd'hui sont de 3 MW. Pour l'offshore, auquel je crois davantage malgré des coûts d'infrastructures supérieurs, on en est à 5 MW. Mais on pourrait aller jusqu'à 8 MW», indique Pierre Bastid, le PDG de Convertteam. Avec des avancées techniques en vue comme la suppression du multiplicateur, synonyme de maintenance complexe, et le passage à des alternateurs discoïdes.

En Allemagne, Peter Ahmels, le président de l'Union fédérale de l'énergie éolienne, estime que **Suite page 18 ▶**

## "Compétition difficile pour les nouvelles énergies"

L'avis de **Robert L. Bradley Jr**, président de l'Institute for energy research à Houston\*

«Les énergies renouvelables dominaient le monde jusqu'à la révolution industrielle. Si, depuis, elles ont été remplacées par les hydrocarbures ce n'est pas par hasard! Ceux-ci, tout comme le nucléaire, offrent une meilleure concentration d'énergie. Ils reflètent le travail du soleil pendant des millions d'années alors que l'énergie solaire utilise le flux du soleil, très dilué.

Le coût n'est, de plus, pas le seul problème d'énergies du solaire ou de l'éolien. Ces énergies posent aussi des problèmes de fiabilité, puisque l'accès à la ressource est intermittent. Pour les biocarburants, l'éthanol n'est pas compétitif comparé à l'essence. A court terme, il ne peut s'imposer qu'avec des avantages

fiscaux et la force de la loi. De plus il est plus délicat à manipuler que d'autres carburants.

En résumé, la réalité est que le "plafond" de l'économie-pétrole est un mythe. Les hydrocarbures vont dominer longtemps encore. Je crois que leur coût est artificiellement élevé en ce moment et qu'il va redescendre, rendant la compétition difficile pour les nouvelles formes d'énergies. De plus, le pétrole cher ne joue pas à 100% en faveur de ces dernières qui ont des coûts énergétiques cachés, par exemple dans les infrastructures liés aux éoliennes ou l'hydrogène des piles à combustible. Les énergies renouvelables sont séduisantes mais leur temps pourrait arriver dans quelques dizaines d'années.»

PROPOS RECUEILLIS PAR NOTRE CORRESPONDANT

AUX ETATS-UNIS, PHILIPPE DEROIN

\*L'IER est un think tank américain, proche des milieux pétroliers et d'orientation libérale

► Suite de la page 17 l'énergie du vent sera moins coûteuse, en 2015 au plus tard, que le nucléaire et le charbon. Marc Vergnet, le fondateur de l'entreprise du même nom, enfonce le clou. Selon lui, l'installation en France de 17 000 MW éoliens ne coûterait que 20 milliards d'euros, «moins cher que 10 EPR». Une affirmation qui laisse de côté la question de l'intermittence de ce type d'énergie.

Pour l'instant, ce qu'observe Pierre-Nicolas Biehel, le responsable du secteur Eoliennes chez Siemens France, c'est surtout la «forte spéculation provoquée par une demande au moins deux fois supérieure à l'offre». Phénomène aggravé, explique-t-il, par une production trop centralisée entraînant des frais de transport et de montage prohibitifs (10 à 30% du coût des projets suivant la localisation). Selon lui, le prix des énergies renouvelables pourrait donc être réduit de façon significative rien

qu'en régionalisant l'approvisionnement et la main-d'œuvre.

Comme dans l'éolien, dans le photovoltaïque, des effets d'échelle et des améliorations technologiques rendent chaque année le silicium plus compétitif. Ce qui n'empêche pas la recherche de filières plus économiques. Certaines futuristes (cellules organiques imprimées), d'autres déjà au stade industriel comme les couches minces de CdTe (tellure de cadmium) ou de CIS (Cuivre, indium, sélénium). Plusieurs start-up sont «sur le coup», en Allemagne (Würth Solar...) et aux Etats-Unis (First Solar, NanoSolar...) notamment (voir notre dossier page 90)

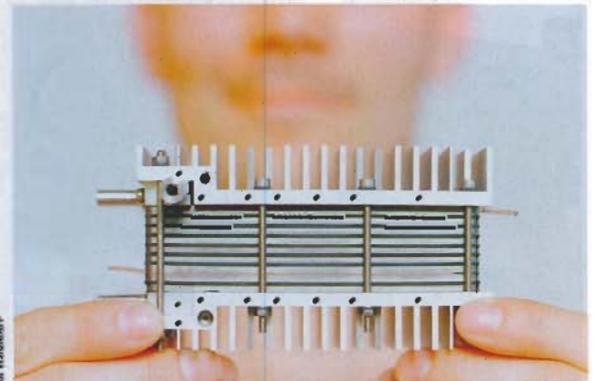
S'il y a peu de marge de progression à espérer du côté des barrages hydroélectriques (de loin la première source d'énergie renouvelable dans le monde), la houille bleue, autrement dit l'énergie des vagues et des courants, suscite en revanche des espoirs.

Encore à ses balbutiements, elle reste fort chère. De nombreux projets en Grande-Bretagne (MCT, Ocean Power Delivery...) et en France (Hydrohelix, Searev...) visent à la rendre plus abordable en optimisant les designs. En Bretagne, la société Aquaphile développe une machine marémotrice très simple (roue à aubes) dont le prix de revient du kWh se situerait autour de 10 centimes pour un tarif de rachat estimé à 15 cents.

## 4 MIEUX STOCKER L'ÉNERGIE

Au-delà des aspects économiques, le principal obstacle au développement des énergies renouvelables, et d'une manière générale à une meilleure gestion des réseaux, est simple. Il s'agit de mieux faire correspondre l'offre d'électricité à la demande. Pour cela, le principe est connu. Il s'agit d'accumuler l'énergie lorsque la production est excédentaire pour pouvoir la restituer ensuite. Avec des équipements de stockage, situés soit au plus près de la fabrication, pour que celle-ci soit lissée, soit en des points stratégiques du réseau de distribution.

A grande échelle, le stockage hydraulique, par pompage de l'eau d'un réservoir inférieur à un réservoir supérieur, reste un grand classique de la gestion de réseau. D'autres voies se profilent. Certains industriels évoquent des méthodes originales, comme l'électrolyse de l'eau avec production d'hydrogène lorsque l'on dispose d'un excédent d'électricité, la compression de gaz ou le stockage



Technologie. A terme, l'électricité excédentaire pourrait servir à fabriquer des carburants alternatifs utilisables notamment dans des piles à combustible (photo).

thermique dans un matériau réfractaire. Autre piste : le stockage électromagnétique supraconducteur (Smes), une bobine supraconductrice dans laquelle l'énergie est stockée sous la forme d'un courant circulant (presque) sans perte. Développée par American Superconductor entre autres, cette solution serait la plus séduisante si ce n'était son coût prohibitif.

En pratique, la méthode de stockage la plus simple reste l'accumulateur électrochimique, rajeuni ces dernières années par les progrès de la filière lithium-ion. «La question est de savoir comment utiliser cette technologie à grande échelle sans risque d'incendie en cas de défaut ou de court-circuit», précise François Barsacq, le directeur de la division industrielle du fabricant d'accumulateur Uniross. Le lithium, en effet, est un métal très réactif. Les recherches portent sur la nature de l'électrode positive, dont on remplace tout ou partie du dioxyde Suite page 20 ▶

## “Des accumulateurs pour mieux gérer le réseau”

L'avis de **John Searle**, président du directoire de Saft

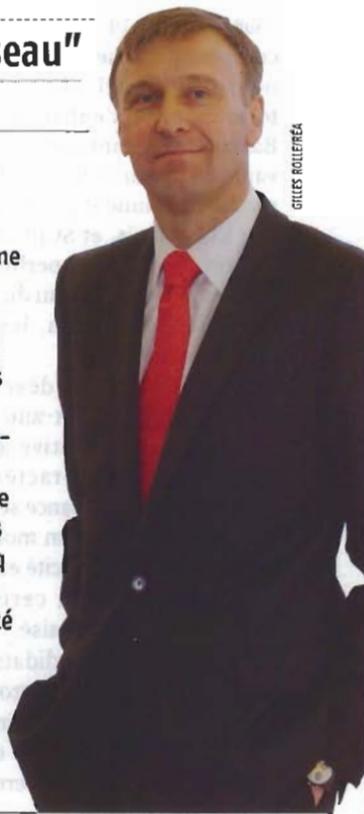
«La grande question des opérateurs électriques, c'est la stabilité des réseaux. Avec 1 ou 2% de sources renouvelables dans le mix énergétique, un réseau électrique se passe de stockage. A 10%, on change d'échelle. L'ensemble devient instable, avec des risques de rupture. Ainsi, si le Danemark ou les Pays-Bas peuvent autant développer leur production éolienne, c'est qu'ils s'appuient sur la forte inertie du réseau allemand et les capacités de stockage hydroélectriques norvégiennes (1). Mais des accumulateurs électrochimiques pourraient sécuriser les réseaux en prenant le relais de l'alimentation lors des périodes de pointes. Nous l'avons fait en Alaska, dans la région de Fairbanks (90 000 ha-

bitants), au moyen de 13 760 accumulateurs nickel-cadmium pouvant délivrer 27 MW pendant quinze minutes. Un record! Comme la masse : 1 500 tonnes.

En Europe, nous avons des discussions sur ces sujets mais elles ne se traduisent pas encore dans les faits. Question de coût. Pour sécuriser une ville de 100 000 habitants pendant deux heures, il faut investir plusieurs dizaines de millions d'euros. A Fairbanks, les discussions ont duré plus de cinq ans. Mais les batteries l'ont emporté pour des raisons d'efficacité et de recyclabilité.»

PROPOS RECUEILLIS PAR J.-C.G.

(1) Des câbles sous-marins acheminent les excédents électriques éoliens, quand il y en a, jusqu'à des turbines-pompes norvégiennes chargées de remonter l'eau dans les barrages.



OLIVIER BOULEMÉA

► Suite de la page 19 de cobalt par des composés à base de fer, de manganèse ou de nickel. «La recherche est foisonnante», s'enflamme François Barsacq, précisant que sa société travaille aussi sur la filière nickel-zinc, remise à l'honneur par Power Genix, aux Etats-Unis, et SCPS en France. **Intérêt: un rapport performances/coût comparable à celui du plomb ou du nickel-cadmium, les métaux lourds en moins.**

En parallèle, SCPS développe un accumulateur argent-zinc présenté comme une alternative au Li-ion. **Avantages: des caractéristiques d'énergie et de puissance semblables, un coût de production moitié moindre, l'absence de toxicité et de risque d'inflammation et, cerise sur le gâteau, un recyclage aisé.**

Parmi les autres candidats au stockage de l'électricité, on trouve aussi les supercondensateurs, dont la technologie a progressé ces dernières années. En 2006, les chercheurs du Cirimat de Toulouse et de l'université de Drexel (Philadelphie) ont mis au point des électrodes à base de carbone nanoporeux affichant une énergie volumique 50% supérieure à la norme. Avec une rapidité de stockage

très supérieure à celle d'un accumulateur.

C'est la rapidité de réaction qui constitue aussi l'atout majeur du volant d'inertie pour le stockage de l'électron. Développé par des fabricants tels que Beacon Power, Pentadyne ou Piller, ce dispositif convertit l'énergie électrique en énergie mécanique au moyen d'un moteur inertiel faisant office de générateur en phase de restitution. Pour Michel Amiet, le responsable des études amont de génie électrique à la DGA, «l'ASE (alternateur à stockage d'énergie) est promis à un grand avenir dans les métros et tramways dans la mesure où il dope la puissance et permet de diminuer de 20% la facture d'électricité en récupérant l'énergie de freinage.»

## 5 INVENTER LA VOITURE PROPRE

Depuis sa création, la voiture se rêve en vert. A l'Exposition universelle de 1900, Rudolph Diesel tentait déjà de faire tourner son moteur à l'huile d'arachide. Moteur à eau, moteur à air, moteur électrique..., nombreuses sont les technologies qui ont tenté de pousser le moteur à explosion dans



Concept. De nombreux constructeurs présentent leur vision de la voiture propre (ici un modèle polycarburants du brésilien Obvio).

le fossé. Mais le «thermique» en a encore sous la pédale. Avant de le remettre au musée, les énergies de substitution devront faire leur preuve: biocarburants, électricité, hybrides, hydrogène... Incapables de deviner laquelle de ces technologies prendra l'avantage, les bureaux d'études planchent sur toutes. Et nous dessinons un horizon multi-énergie.

Cette cohabitation durera le temps de mettre au point le graal de l'automobile: la voiture zéro pollution. En lice: l'électrique et la pile à combustible. Dans le premier cas, les batteries offrant à la fois puissance et autonomie se font attendre. Malgré les efforts de Bolloré (lithium métal polymère) et du binôme Saft-Johnson Controls (lithium-ion). Pour la pile à combustible, l'horizon semble encore plus lointain. Certes, produire de l'électricité à partir d'hydrogène éradique la pollution locale: le pot d'échappement n'émet que de la vapeur d'eau. Mais bien des obstacles restent à franchir: diviser le coût du système par trois, produire l'hydrogène sans libérer de CO<sub>2</sub>, distribuer le carburant à grande échelle et le stocker sans risques. Autant de gageures qui ont empêché cette technologie, à l'essai depuis plus de dix ans, de passer au stade de la production en grande série.

En attendant, les constructeurs tentent de trouver à ces nouvelles énergies des applications de niche, adaptées à leurs contraintes. Ils dessinent ainsi de nouveaux modes de déplacement et relèguent la voiture unique et multi-usage au garage. L'avenir appartient désormais aux

## "Les constructeurs ne font pas assez d'efforts"

L'avis de Denis Baupin, adjoint au maire de Paris chargé des transports

«Il n'y a pas de solution unique au problème de mobilité durable. Il faut combiner les transports collectifs, les taxis, le vélo et l'auto-partage pour limiter la place de la voiture individuelle en ville. Elle y conservera une place, car elle est indispensable à certains, mais on peut s'interroger sur sa forme. Est-il pertinent qu'un véhicule qui ne transporte qu'une seule personne 99% du temps soit dimensionné pour quatre? Ou que des moteurs soient capables de rouler à 200 km/h alors qu'ils ne dépassent jamais les 130 km/h, engendrant ainsi une pollution supplémentaire, même

quand ils roulent à 30km/h? Les automobilistes sont pris en otages par les constructeurs qui fabriquent toujours les mêmes véhicules, plus gros et plus polluants. Réduire leur taille aurait aussi un impact positif sur la congestion urbaine et sur le stationnement. Quant aux véhicules utilitaires, il faut renforcer l'acheminement des marchandises vers les villes par le rail ou par voies d'eau. Et inciter financièrement les compagnies de livraison à utiliser des voitures propres pour leurs trajets urbains. Sans perdre de vue que, même pour du gaz ou de l'électricité, l'appellation "propre" doit prendre en compte la façon dont l'énergie est produite à la source.»

PROPOS

RECUEILLIS PAR PIERRE-YVES BOCQUET



FRED TANNEAU/APP

véhicules spécialisés. L'électrique et la pile à combustible pour de courts trajets urbains en zéro pollution. Les hybrides pour gagner en autonomie et sortir des agglomérations. Leur avantage : ils autorisent un mix de carburants adapté aux ressources naturelles locales. Bicarburant essence-éthanol au Brésil, premier producteur de canne à sucre ; gazole-biodiesel pour l'Europe biocarburant-électricité pour la France et sa puissance nucléaire ; pile à combustible-batterie pour le futur champion de l'hydrogène, encore à découvrir.

Le dernier salon de Francfort, qui a fermé ses portes il y a quelques jours, a permis d'entrevoir les prémices de cette évolution. Chaque marque a ainsi tenu à présenter sa vision de la voiture propre de demain. Citroën l'a rêvé légère, low cost et écologique (2,9l/100km) avec sa C-Cactus. Toyota l'a pensée urbaine et compacte avec sa iQ, dans la lignée de la Smart. General Motors l'a déclinée en version tout électrique en présentant sa bien nommée Volt. Porsche lui-même a tenté le grand écart avec une version hybride de son 4x4 Cayenne. « Si nous voulons faire une rupture importante en terme d'émission, il faudra définir différentes catégories de véhicules en fonction de leur usage, prédit Jean-Luc Mathé, le directeur de la R&D de Siemens VDO. Le législateur devra intervenir et inventer de nouvelles normes correspondant à différents types de véhicules. »

Reste que pour intégrer la voiture dans ce « système » de mobilité, il faudra la connecter à l'ensemble du réseau : trains, avions, bus, tramways, taxis, vélos, etc. Dernier écueil : comment informer efficacement l'automobiliste sur les différents moyens de transport mis à sa disposition, des temps de parcours estimés, disponibilité de ravitaillement en carburant. Les infrastructures manquent encore. La balle est dans le camp des pouvoirs publics. Mécontent des efforts insuffisants réalisés par les constructeurs, Bruxelles s'appête à les taxer sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Une étape importante sur le chemin vers la voiture propre. ■

JEAN-CHARLES GUÉZEL,  
THIBAUT DE JAEGER  
ET PIERRE-YVES BOQUET

## UNE INTERVIEW DE JEAN-LOUIS BORLOO

MINISTRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

# "Il faut cesser le gâchis"

Les participants au Grenelle de l'environnement doivent donner cette semaine les premières pistes pour les chantiers qui seront mis en place par le gouvernement. L'efficacité énergétique sera au premier plan.



**Engagement.** Jean-Louis Borloo, en compagnie de nos journalistes Agathe Remoué (à gauche) et Virginie Lepetit, insiste sur la nécessité de coordonner les actions.

### Quels sont les défis ? Et quel est le rôle des pouvoirs publics ?

La situation est inédite. Qu'il s'agisse de réserves d'énergie fossile, de biodiversité, de pandémie, de réchauffement... la situation se dégrade plus vite que les modèles ne le prévoient. La conscience générale de ces bouleversements augmente et tout le monde commence à comprendre que les acteurs publics ne peuvent pas changer les choses tous seuls.

Il faut s'affranchir de ce conflit apparent entre croissance et sauvegarde de la planète et montrer que l'on peut et doit s'engager dans la voie d'une croissance durable. C'est possible, mais ce n'est pas de la responsabilité d'un seul acteur, d'une seule entreprise, d'une seule branche : tous les canaux de la société doivent se mobiliser en même temps et de manière coordonnée.

### De quelle nature doivent être les progrès ?

Il faut cesser le gâchis, passer du jetable au durable. Mettre son intelligence au service de l'amélioration des performances. Il faut cesser de s'interroger sur le coût pour penser en termes de

retours sur investissement. Avoir un comportement « développement durable » se traduira forcément, au bout d'un moment, par des économies. Un exemple, la rénovation de l'habitat.

### Qui va bénéficier le plus de l'effort d'économie d'énergie ?

Ceux qui seront en première ligne sur ces questions sont évidemment les consommateurs d'énergie mais aussi les professionnels des services du comptage, de l'intelligence, de la méthodologie, qui accompagneront les changements de process nécessaires. Mais le principe va s'étendre. La grande distribution, par exemple, ne pourra pas se priver d'indicateurs d'énergie sur les produits qu'elle met en rayon.

Qui gagnera ? Et bien, celui qui fera cette évolution le mieux et le plus vite. Une chose est sûre : Les entreprises - mais c'est vrai aussi des Etats, des territoires, des villes - qui ne se lanceront pas complètement seront condamnées. Les clients leur tourneront un jour le dos, elles ne pourront plus attirer les meilleurs éléments !

### En quoi ces États généraux de l'environnement, que vous avez lancés, pourront-ils changer les choses ?

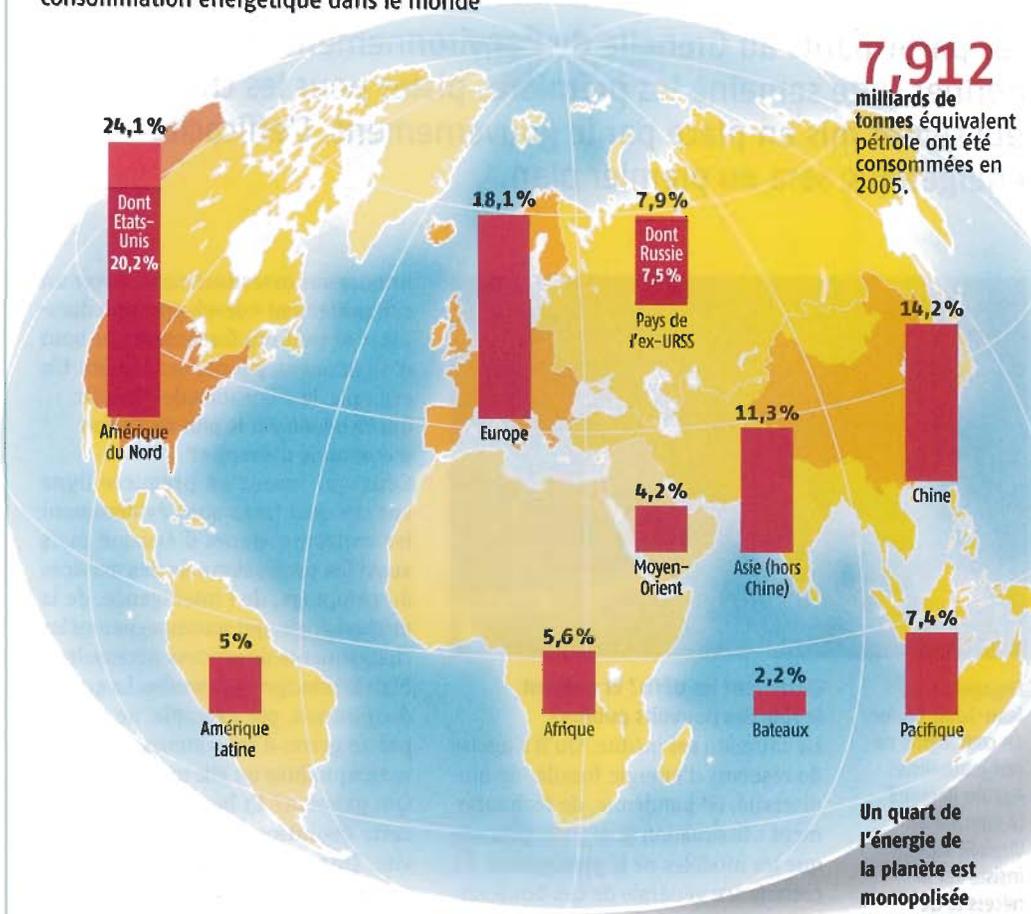
Un vrai beau « Grenelle », c'est un « Grenelle » besogneux : il faut aller dans les détails. Il faut en sortir les 15 à 20 chantiers d'avenir et les décliner autour de plans d'action concrets, mesurables, suivis. Cette démarche permettra enfin de passer de l'inaction à l'action. L'intérêt de rassembler les parties prenantes est que chacun exprime ses besoins et cherche à voir comment aider les autres pour progresser. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR AGATHE REMOUÉ  
ET VIRGINIE LEPETIT

## Le monde de l'énergie

### Une consommation inégale...

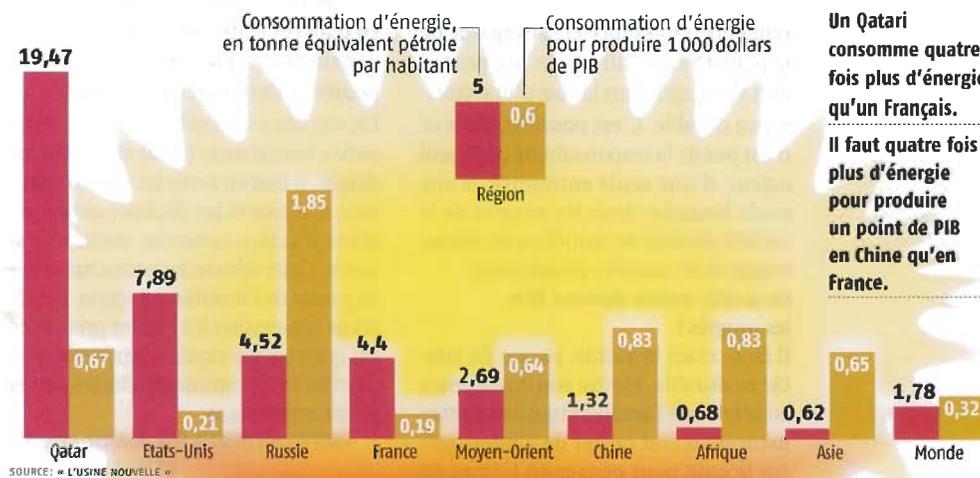
Consommation énergétique dans le monde



Un quart de l'énergie de la planète est monopolisée par l'Amérique du Nord.

### Un gaspillage inquiétant

Intensité énergétique par grande région



Un Qatar consume quatre fois plus d'énergie qu'un Français.

Il faut quatre fois plus d'énergie pour produire un point de PIB en Chine qu'en France.

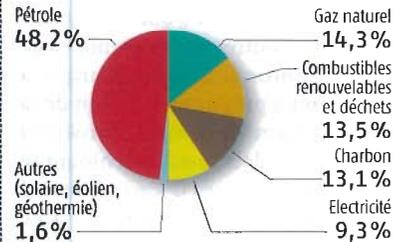
SOURCE: « L'USINE NOUVELLE »

### ... qui a presque doublé en trente ans

Evolution de la consommation d'énergie primaire dans le monde

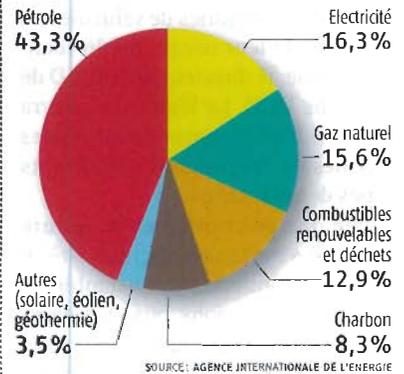
CONSUMATION TOTALE EN 1973

**4,7 milliards de tonnes équivalent pétrole**



CONSUMATION TOTALE EN 2005

**7,9 milliards de tonnes équivalent pétrole**



SOURCE: AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE

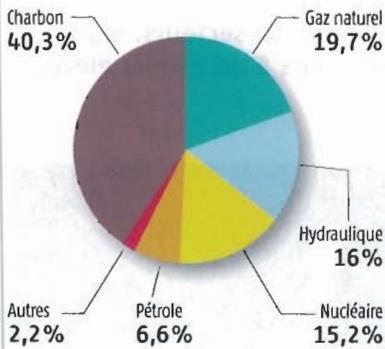


Retrouvez sur [www.usinenouvelle.com](http://www.usinenouvelle.com)

> Une sélection d'articles déjà parus dans « L'Usine Nouvelle », sur le nucléaire, l'informatique basse consommation et les énergies vertes. Rubrique « En savoir plus »

## La production d'électricité est toujours dominée par le charbon...

Le mix électrique mondial



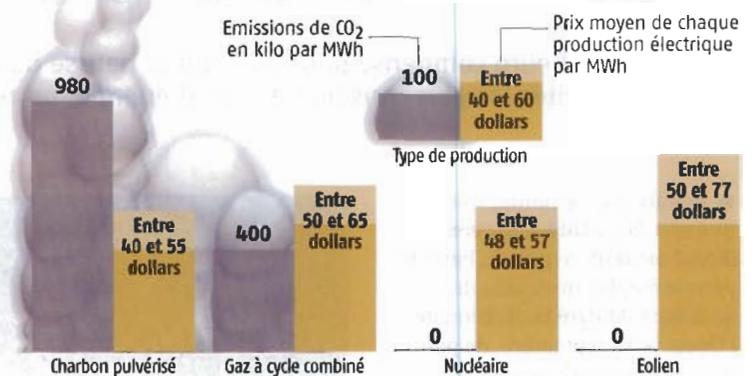
**TOTAL PRODUCTION**  
**18235**  
TWh en 2005

Entre trente ans, la production électrique mondiale a été multipliée par trois. La part du nucléaire a été multipliée par cinq.

SOURCE : WORLD ENERGY OUTLOOK

## ... qui reste le moins cher, mais le plus polluant

Prix moyen de chaque production électrique par MWh (dernières technologies disponibles, hors coûts du CO<sub>2</sub>) et émissions de CO<sub>2</sub>



SOURCES : WORLD ENERGY OUTLOOK, ADEME, EDF

## Les énergies renouvelables sont sous-exploitées...

Puissances théoriques disponibles sur la planète



SOURCE : VACLAV SMIL, TRANSFORMING THE 20TH CENTURY.

Microhydraulique

1 terawatt

Consommation globale d'énergie fossile (en 2000)

10 terawatts

Vent

100 terawatts

Rayonnement solaire

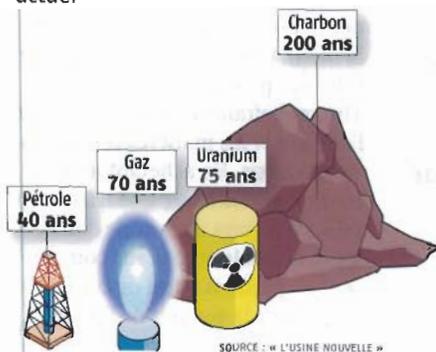
Plus de 10 000 terawatts

Les énergies renouvelables représentent moins de

**3%** de la production électrique, leur potentiel est bien plus important

## ... alors que les réserves fossiles sont limitées

Réserves en ressources fossiles, en gardant le niveau de consommation actuel



SOURCE : W. L'USINE NOUVELLE

## Pour comprendre

- **1 kW = 1 000 W** = puissance nécessaire pour alimenter un radiateur électrique
- **1 MW = 1 000 kW** = puissance nécessaire pour alimenter une locomotive
- **50 MW** = puissance délivrée par une turbine électrique moyenne
- **100 MW** = puissance d'un barrage électrique moyen
- **1 GW = 1 000 MW** = puissance d'une tranche nucléaire
- **1 TW = 1 000 GW**

NB : pour mesurer la consommation, on multiplie la puissance par une heure (ex. 1MWh)

## Pour aller plus loin

Quelques sites internet

- [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)  
Conseil mondial de l'énergie
- [www.iea.org](http://www.iea.org)  
Agence internationale de l'énergie
- [www.bp.com](http://www.bp.com)  
A voir pour la BP statistical review, l'un des références du domaine
- [www.industrie.gouv.fr/energie](http://www.industrie.gouv.fr/energie)  
Direction de l'énergie du gouvernement
- [ec.europa.eu/energy](http://ec.europa.eu/energy)  
Direction de l'énergie de la Commission européenne
- [www.manicore.com](http://www.manicore.com)  
Site de l'expert Jean-Marc Jancovici

## A lire

- «**Géopolitique de l'énergie**», par Jean-Pierre Favennec, IFP publication, Editions Technip