



PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES

ÉNERGIE PROPRE: LES DIVERSES SOLUTIONS



Juillet 2006

REVUE ÉLECTRONIQUE DU DÉPARTEMENT D'ÉTAT DES ÉTATS-UNIS

**PERSPECTIVES
ÉCONOMIQUES**



Directeur de la rédactionJonathan Schaffer
Rédacteurs en chefAndrzej Zwaniecki
Elizabeth Kelleher
RédacteursKathleen Hug
.....Linda Johnson
.....Kathryn McConnell
.....Bruce Odessey
.....Cheryl Pellerin
IllustrationsMaggie Sliker
Page de couvertureThaddeus Miksinski

Directrice de la publicationJudith Siegel
Directeur adjoint de la publicationRichard Huckaby
Responsable de la productionChristian Larson
Responsable adjointe de la productionSylvia Scott
TraductionService linguistique IIP/G/AF
Maquette de la version française Africa Regional Services, Paris

Conseil de rédactionJeremy Curtin
.....Janet Garvey
.....Jeffrey Berkowitz

Couverture : Des éoliennes situées le long de la frontière
du Colorado et du Wyoming. © AP/Wide World Photo

Le Bureau des programmes d'information internationale du département d'État des États-Unis publie cinq revues électroniques sous le logo eJournal USA – *Perspectives économiques, Dossiers mondiaux, Démocratie et droits de l'homme, Les Objectifs de politique étrangère des États-Unis* et *La Société américaine* – qui examinent la société, les valeurs, la pensée et les institutions des États-Unis, ainsi que les principales questions intéressant les États-Unis et la communauté internationale.

Une nouvelle revue est publiée chaque mois en anglais et est suivie deux à quatre semaines plus tard d'une version en français, en portugais et en espagnol. Certains numéros sont également traduits en arabe et en russe. Chacune de ces revues est cataloguée par volume (le nombre d'années de publication) et par numéro (numéros publiés dans l'année).

Les opinions exprimées dans les revues ne représentent pas nécessairement le point de vue ou la politique du gouvernement des États-Unis. Le département d'État des États-Unis n'est nullement responsable du contenu ou de l'accessibilité des sites Internet indiqués en hyperlien ; seuls les éditeurs de ces sites ont cette responsabilité. Les articles, les photographies et les illustrations publiés dans ces revues peuvent être librement reproduits ou traduits en dehors des États-Unis, sauf indication contraire ou sauf mention de droit d'auteur. Dans ce dernier cas, ils ne peuvent être utilisés qu'avec l'autorisation du titulaire du droit d'auteur indiqué dans la revue.

Les numéros les plus récents, les archives ainsi que la liste des revues à paraître sont disponibles sous divers formats à l'adresse suivante : <http://usinfo.state.gov/pub/ejournalusa.html>.

Veuillez adresser toute correspondance au siège de l'ambassade des États-Unis de votre pays ou bien à la rédaction :

Editor, *eJournal USA: Economic Perspectives*
IIP/T/ES
U.S. Department of State
301 4th Street SW
Washington, DC 20547
États-Unis d'Amérique
Adresse électronique: ajecon@state.gov



PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES

DÉPARTEMENT D'ÉTAT DES ÉTATS-UNIS / JUILLET 2006 / VOLUME 11 / NUMÉRO 2

<http://usinfo.state.gov/pub/ejournalusa.html>

SOMMAIRE

ÉNERGIE PROPRE: LES DIVERSES SOLUTIONS

3 Introduction

SAMUEL BODMAN, SECRÉTAIRE À L'ÉNERGIE DES ÉTATS-UNIS

4 Une énergie propre pour demain

PAULA DOBRIANSKY, SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT À LA DÉMOCRATIE ET AUX AFFAIRES MONDIALES

Les États-Unis estiment que le meilleur moyen de parvenir à la sécurité d'approvisionnement énergétique et d'aider les pays à se développer d'une façon durable est d'encourager les technologies de production d'une énergie propre et d'un prix abordable.

8 Encadré: *Pennsylvanie : changer la façon dont les Américains pensent au sujet de l'énergie*

Kathleen McGinty est à la tête du département de la protection de l'environnement de la Pennsylvanie.

9 La révolution automobile au diapason des normes de rendement

AMORY LOVINS, PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DU ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE

Les nouvelles technologies de construction des véhicules sont bonnes sur les plans économique et écologique et offrent des moyens de transport sûrs et d'un prix abordable.

14 Encadré: *Le rôle croissant des matériaux composites dans la construction automobile*

Amory Lovins, Rocky Mountain Institute

15 La renaissance de l'énergie nucléaire

JAMES LAKE, CODIRECTEUR DE LABORATOIRE POUR LE PROGRAMME NUCLÉAIRE À L'IDAHO NATIONAL LABORATORY

L'énergie nucléaire tient une place importante dans l'avenir énergétique des États-Unis, car elle est capable de produire

en toute sécurité non seulement de l'électricité, mais aussi des carburants routiers économiques, propres et durables.

20 Encadré: *Le vent tourne en faveur de l'énergie nucléaire*

Andrew Paterson, Environmental Business International

22 Énergie renouvelable: à la recherche d'une énergie inépuisable

MICHAEL ECKHART, DIRECTEUR DE L'AMERICAN COUNCIL ON RENEWABLE ENERGY

L'énergie renouvelable n'est pas une panacée, mais elle peut permettre de réduire les importations de pétrole, de diminuer la pollution et les émissions de gaz à effet de serre et de créer des emplois.

27 Encadré: *AMORE: l'énergie renouvelable au service du développement au Mindanao*

28 Encadré: *Les végétaux servant à la production de biodiesel*

29 À mesures modestes, grosses économies d'énergie

MARK LEVINE, DIRECTEUR DE LA DIVISION DES TECHNOLOGIES ENVIRONNEMENTALES DU LABORATOIRE NATIONAL LAWRENCE BERKELEY

Le rendement énergétique est l'outil le plus puissant de notre arsenal pour parvenir à la sécurité énergétique sans porter atteinte à l'environnement

34 Encadré: *Des entrepreneurs américains construisent des logements écologiques*

35 Encadré: *Faire des économies d'énergie: un choix individuel*

36 Des solutions propres au service de la production d'énergie

LEWIS MILFORD, PRÉSIDENT DU CLEAN ENERGY GROUP ET ALLISON SCHUMACHER, DIRECTRICE DE PROJET DU CLEAN ENERGY GROUP

Des solutions telles que le charbon décarbonisé, la séquestration du carbone, les piles à combustible, la bioénergie et les centrales à ultra-haut rendement alimentées au gaz offrent une voie menant à un avenir caractérisé par une énergie durable.

40 Encadré: *la cogénération: plus d'énergie et moins de pollution*

42 La création de débouchés pour l'énergie propre

LARISA DOBRIANSKY, HAUTE RESPONSABLE DU MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE CHARGÉE DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE NATIONALE

Les pouvoirs publics peuvent jouer un rôle décisif dans la facilitation de la mise sur le marché de technologies de production d'énergie propre en offrant des incitations financières et en supprimant les obstacles à l'exploitation des possibilités de l'innovation technique.

46 Une feuille de route pour investir dans l'énergie durable

STEVEN PARRY, NGEN PARTNERS LLC, MARK CIRILLI, MISSIONPOINT CAPITAL PARTNERS LLP, ET MARTIN WHITTAKER, MISSIONPOINT CAPITAL PARTNERS LLP

Une multitude d'innovations sur le plan commercial coïncide avec diverses tendances en matière de marché, de réglementation et de protection de l'environnement pour rendre les investissements dans le domaine de l'énergie durable de plus en plus intéressants.

51 La sécurité d'approvisionnement énergétique dans le cadre d'un partenariat mondial

PAUL SIMONS, SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT ADJOINT CHARGÉ DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES ET COMMERCIALES

Dans un monde caractérisé par l'intégration croissante des marchés de l'énergie, les pays ne peuvent garantir leur accès à une énergie sûre, bon marché et respectueuse de l'environnement qu'en coopérant dans le cadre de divers partenariats internationaux.

56 Bibliographie (en anglais)

58 Sites Internet (en anglais)

INTRODUCTION



En ce début de siècle, les technologies de production d'énergie propre transforment la façon dont nous utilisons de l'énergie dans nos logements, nos entreprises et nos véhicules. Je suis convaincu que, avant la fin de la décennie actuelle, nous verrons des progrès encore plus considérables.

Ce n'est pas là seulement mon opinion en qualité de secrétaire à l'Énergie. L'énergie propre gagne du terrain également sur le marché mondial.

Le secteur privé investit des centaines de millions de dollars dans les nouvelles techniques. L'indice mondial Ardour des sociétés productrices d'énergie renouvelable vient d'être créé en mai 2006. Il est clair que le monde des investisseurs pense qu'il est possible de gagner de l'argent avec l'énergie renouvelable, ce qui est un autre signe indiquant que l'on peut s'attendre à un fort accroissement des débouchés.

En bref, les arguments en faveur de l'énergie « verte » sont plus convaincants que jamais.

L'initiative du président Bush relative à l'énergie « avancée » prévoit une augmentation des crédits budgétaires consacrés aux

technologies de l'énergie propre, notamment une augmentation de 22 % en 2007. Les États-Unis accélèrent leurs travaux de recherche dans les techniques qui paraissent les plus prometteuses pour être concurrentielles sur le marché.

Les sources d'énergie propre sont extrêmement diverses, mais les technologies les ont mises à notre portée. L'éthanol d'origine cellulosique, les piles à hydrogène, les nouveaux procédés de production d'énergie nucléaire, les piles photovoltaïques et les centrales à charbon à émission nulle transforment la façon dont l'économie des pays du monde entier est alimentée grâce à des sources d'énergie plus propres.

Comme l'expliquent les divers articles de la présente revue, ces nouvelles technologies sont susceptibles d'augmenter le niveau de vie de la population et nous donnent les moyens de créer un avenir plus brillant, plus propre et plus prospère. J'espère que vous trouverez, comme moi, ces articles intéressants et instructifs.

Samuel Bodman
Secrétaire à l'Énergie des États-

UNE ÉNERGIE PROPRE POUR DEMAIN

Paula Dobriansky

Le monde a besoin d'une énergie propre et d'un prix abordable pour alimenter la croissance économique, le développement et la démocratie sans nuire au développement. Les États-Unis s'emploient à relever ce défi au moyen des technologies de transformation, de l'inventivité des créateurs d'entreprise et de l'appui aux initiatives locales dans les pays en développement.

Paula Dobriansky est sous-secrétaire d'État à la démocratie et aux affaires mondiales.



Le président Bush prononce un discours sur l'énergie au laboratoire du «California Fuel Cell Partnership».

Indubitablement, l'un des plus importants défis qu'ait à relever le monde moderne consiste à garantir l'accès à des sources d'énergie qui soient abondantes, bon marché, propres et renouvelables. Aux États-Unis, conformément à une longue tradition, les pouvoirs publics, le secteur privé et des organisations non gouvernementales s'y emploient en privilégiant la recherche sur l'énergie non polluante de façon à mettre au point des technologies de transformation qui pourront réduire notre dépendance pétrolière et procurer des avantages d'une portée considérable au monde entier.

En se mobilisant face à ce défi, les États-Unis œuvrent en même temps de manière à promouvoir la sécurité d'approvisionnement énergétique, à faire reculer la pauvreté, à diminuer la pollution de l'atmosphère et à lutter contre les changements climatiques. Souvent, ces démarches ont pour effet de renforcer les collectivités autonomes en construisant une culture de la démocratie à l'échelon local.

LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE SUR LA SELLETTE

Il se passe rarement un jour sans que le thème de l'énergie ne fasse la une de l'actualité pour une raison ou une autre. Que des chefs d'État ou de gouvernement se rencontrent, et ce dossier fait inmanquablement l'objet de discussions dont

l'importance n'a d'égale que l'urgence. Du Sommet mondial sur le développement durable tenu en 2002 au cycle des travaux de la Commission du développement durable de l'ONU sur l'énergie en 2005-2007 en passant par la réunion au sommet du groupe des Huit à Gleneagles en 2005, l'énergie a occupé le premier plan.

Et pour cause. Les perturbations de l'approvisionnement énergétique et la hausse des prix affectent dans une grande mesure les décisions prises au jour le jour sur la façon dont nous ravitaillons nos véhicules en carburant, dont nous chauffons nos maisons et dont nous alimentons nos entreprises en électricité. Qui plus est, environ 2 milliards d'habitants de la planète, soit près du tiers de la population mondiale, sont privés d'accès aux services énergétiques modernes dont l'importance n'est plus à démontrer quand il s'agit d'intégrer les technologies du XXI^e siècle à la vie des écoles, de faire progresser l'industrie, d'assurer l'approvisionnement en eau et d'accroître la production agricole ou encore de répondre aux besoins des établissements médicaux en matière d'éclairage, de chauffage et de climatisation.

Par ailleurs, le double objectif de la sécurité d'approvisionnement énergétique et de la lutte contre la pauvreté est inextricablement lié à la nécessité de réduire la pollution de l'air et de faire pièce aux changements climatiques. Selon l'Organisation mondiale de la santé,

la pollution intérieure des locaux coûte chaque jour la vie à 4 400 personnes, les modes de cuisson et de chauffage figurant les premiers au banc des accusés.

LE DÉVELOPPEMENT DE TECHNOLOGIES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE PROPRES ET BON MARCHÉ

Les États-Unis sont convaincus que la meilleure façon de promouvoir la sécurité énergétique et d'appuyer le développement tout en protégeant l'environnement et en améliorant la santé publique consiste à encourager le développement de technologies énergétiques propres et bon marché. À cette fin, il nous faut adopter une stratégie diversifiée qui regroupe des sources d'énergie classique, de pointe, renouvelable et à bon rendement.

Le gouvernement des États-Unis, souvent en partenariat avec le secteur privé, poursuit à l'échelon tant national qu'international tout un éventail de technologies qui devraient être appliquées progressivement d'ici à 2050 environ. Celles-ci regroupent les biocarburants non issus de cultures vivrières, la technologie du charbon épuré, la commercialisation de voitures hybrides dotées d'un dispositif de branchement sur secteur, les piles à hydrogène, les réacteurs nucléaires à meilleur rendement énergétique et résistants à la prolifération et la technologie de la fusion. Et encore cette liste ne récapitule-t-elle que les exemples les plus saillants.

Dans son discours sur l'état de l'Union en janvier 2006, le président George Bush a brossé les grandes lignes d'une stratégie visant à la réduire la dépendance pétrolière des États-Unis. Il a annoncé une « Initiative pour une énergie avancée », laquelle prévoit une augmentation de 22 % de l'enveloppe de la recherche du ministère de l'énergie consacrée à l'énergie propre. Les États-Unis s'engagent ainsi à investir davantage dans les technologies relatives à l'énergie solaire et éolienne, les centrales thermiques non polluantes alimentées au charbon, la technologie nucléaire propre et l'éthanol.

Il ne suffit pas de mettre au point des technologies de production d'énergie propre : encore faut-il qu'elles soient accessibles et plus abordables que les autres. À cette fin, le gouvernement des États-Unis a consacré plus de 11,7 milliards de dollars depuis 2001 à la recherche de sources d'énergie de remplacement. Ce financement a contribué à la réduction considérable du coût de l'énergie renouvelable. Face à la montée des prix de l'énergie classique, les investisseurs du secteur privé ont réagi. En 2005, le secteur de l'électricité a ainsi bénéficié d'un apport supplémentaire de 44 milliards de dollars au titre des dépenses d'équipement liées aux technologies de

l'énergie renouvelable. Les sources d'énergie renouvelable absorbent maintenant entre 20 et 25 % environ des investissements mondiaux dans le secteur de l'énergie.

Tout en nous concentrant sur la production de nouvelles ressources énergétiques, nous nous employons aussi à réduire notre consommation. L'exemple le plus frappant est celui du programme « Energy Star », qui bénéficie d'un soutien public, et qui aide les entreprises aussi bien que les ménages à protéger l'environnement par le biais de l'amélioration considérable du rendement énergétique. Ce programme a ainsi permis aux Américains d'économiser suffisamment d'énergie en 2005 pour éviter de rejeter dans l'atmosphère des émissions de gaz à effet de serre d'une quantité équivalente à celle que produisent 23 millions d'automobiles ; par la même occasion, ils ont réalisé des économies d'énergie d'un montant de 12 milliards de dollars, soit l'équivalent de 4 % de la demande annuelle totale d'électricité des États-Unis.

LA DISSÉMINATION DES TECHNOLOGIES AU MOYEN DE PARTENARIATS ENTRE LE SECTEUR PUBLIC ET LE SECTEUR PRIVÉ

Les partenariats plurilatéraux conclus entre les pouvoirs publics, la société civile et le secteur privé tiennent une place fondamentale dans les efforts qui sont déployés en



Joerg Boethling/Peter Arnold Inc.

Des paysannes travaillent dans un champ non loin d'éoliennes, en Inde.

vue de tenir le pari énergétique. Les États-Unis participent à un large éventail de partenariats, les uns conclus avec des petites organisations non gouvernementales américaines qui construisent de simples cuiseurs solaires et qui en démontrent l'emploi dans des camps de réfugiés en Afrique, et d'autres avec des alliances régionales plus vastes, tel le récent partenariat Asie-Pacifique sur le développement propre et le climat. Conclu avec l'Australie, la Chine, le Japon, l'Inde et la Corée du Sud - pays qui sont responsables avec les États-Unis de plus de 50 % de la consommation mondiale d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre -, ce partenariat est un accord volontaire qui a pour objectif non seulement d'accélérer l'utilisation des technologies plus propres et à meilleur rendement, mais aussi de faire en sorte que ses pays membres atteignent leurs objectifs nationaux respectifs en matière de réduction de la pollution, de sécurité énergétique et de lutte contre les changements climatiques. Le partenariat Asie-Pacifique se propose d'engager les parties prenantes issues de secteurs économiques essentiels pour qu'elles affrontent selon une approche intégrée les défis qui sont à relever.

Dans le souci d'encourager les alliances entre le secteur public et le secteur privé, l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) a créé l'Alliance pour le développement mondial en 2001. Au moyen de ce nouveau modèle de gestion, l'USAID a financé des programmes qui ont été menés avec près de 400 alliances : l'effet de levier aidant, les crédits publics, à hauteur de 1,4 milliard de dollars, ont entraîné la mobilisation de plus de 4,6 milliards de dollars de la part de l'ensemble des partenaires.

En dernier ressort, le succès des partenariats se mesure à l'aune des résultats concrets obtenus sur le terrain. À cet égard, il convient de citer l'exemple de certains des partenariats qui ont été établis il y a près de quatre ans lors du Sommet mondial sur le développement durable, tenu à Johannesburg. Il y a ainsi lieu de mentionner le Partenariat pour les carburants et les véhicules propres, l'un des 4 liés à des prescriptions de résultats et privilégiant le rôle du marché qui s'insèrent dans l'Initiative du président Bush sur l'énergie propre, stratégie à multiples volets destinée à s'attaquer aux questions de l'accès à l'énergie, de l'augmentation du rendement énergétique et de l'amélioration de la qualité de l'air. En 2002, l'essence vendue dans tous les pays d'Afrique subsaharienne, à une seule exception près, contenait du plomb. En 2005, grâce au concours du Partenariat pour les carburants et les véhicules propres, tous les 49 pays d'Afrique subsaharienne avaient cessé de raffiner et d'importer de l'essence au



AP/Wide World Photo

La centrale solaire expérimentale Eurelios de l'Union européenne en Sicile.

plomb. Ce changement aura un effet notable sur la santé des 733 millions d'habitants de ces pays.

Les États-Unis sont acquis au principe de la transparence dans la transmission des données concernant les partenariats auxquels ils participent. Dans ce souci, nous avons créé un site internet (www.SDP.gov) qui fournit des informations mises à jour en permanence sur les démarches des partenariats en faveur du développement durable.

L'ÉLABORATION D'UN CADRE STRATÉGIQUE ET D'UN CADRE RÉGLEMENTAIRE EFFICACE

L'une des clés de la dissémination des technologies relatives à l'énergie propre consiste à assurer le développement de marchés capables de les assimiler. L'adoption d'un cadre stratégique et d'un cadre réglementaire efficaces, à l'échelon tant local que national, s'avère indispensable pour encourager les investissements du secteur privé au niveau qui sera nécessaire dans les dizaines d'années à venir.

Le gouvernement des États-Unis progresse à grands pas dans la voie du renforcement de la capacité dans l'ensemble des pays en développement. Qu'il s'agisse d'assurer des services énergétiques fiables dans les quartiers insalubres de l'Inde, d'établir les règles relatives au commerce des produits énergétiques en Afrique australe ou d'accroître la participation de la population aux prises de décisions dans le secteur mondial de l'énergie, nous œuvrons de concert avec les ministères, les services publics d'électricité et les utilisateurs finaux des pays en développement de façon à bâtir le type de structures

institutionnelles et du marché qui soient capables d'encourager les investissements dans le secteur de l'énergie.

Par ailleurs, les États-Unis sont fiers de s'associer à leurs collègues du groupe des Huit (G8) et à un certain nombre d'autres partenaires dans le contexte de l'Initiative pour la transparence des industries extractives. Cette dernière contribue à renforcer la gouvernance dans les pays riches en ressources naturelles grâce à la publication intégrale et à la vérification des paiements versés au gouvernement au titre de l'exploitation pétrolière, gazière et minière.

L'ENCOURAGEMENT DES HABITUDES DÉMOCRATIQUES À L'ÉCHELON LOCAL

En élargissant l'accès aux services énergétiques modernes, propres, salubres et à bon rendement, on peut aider les populations à sortir de l'ornière de la pauvreté et protéger l'environnement en même temps. Un autre aspect peut-être tout aussi important, c'est que le fait même de fournir ce genre de services offre aux collectivités de splendides occasions de se mobiliser pour apprendre, et mettre en pratique, l'art délicat de la prise de décisions dans un cadre démocratique.

Loin de limiter leurs fondements à l'acte de voter, les démocraties robustes reposent sur les bases de la cohésion sociale et des institutions participatives. Pour les villageois comme pour les habitants de bidonvilles en milieu urbain, l'accès à des services énergétiques est fonction du degré de responsabilité des institutions chargées de servir les collectivités. Beaucoup trop souvent, les décisions politiques sont prises sans qu'il soit pleinement tenu compte des besoins de la population, sans que l'on cherche à déterminer qui recevra quoi, quand, où et comment.

À l'échelle mondiale, un certain nombre d'initiatives novatrices en matière d'approvisionnement en électricité s'attaquent à ce problème en encourageant les structures communautaires de proximité à combler l'écart entre les ménages et les fournisseurs de services. Par exemple, l'USAID a apporté son concours à une alliance, à Ahmedabad (Inde), dans le cadre de laquelle des organisations non gouvernementales locales ont aidé les habitants des bidonvilles à se procurer les titres de propriété foncière et le financement nécessaires pour avoir le droit d'être raccordés légalement au réseau électrique. Les résultats sont impressionnants. Dans le cadre de ce projet pilote, 820 ménages dont l'accès à l'électricité était illégal et peu fiable ont pu régulariser leur situation.

Ce programme a été étendu depuis à 115 000 foyers défavorisés en milieu urbain. Dans la ville brésilienne de Salvador, la société productrice d'électricité COELBA a recruté des « agents communautaires » qui ont pour tâche d'aider la population locale et les responsables à cerner et à résoudre les problèmes ainsi qu'à encourager la sobriété énergétique. À ce jour, la COELBA a raccordé plus de 200 000 foyers au réseau. Forts de ce succès, l'USAID et l'Association américaine de l'énergie appuient actuellement un échange Sud-Sud entre la COELBA et son homologue en Angola, l'EDEL.

En faisant participer aux campagnes d'électrification des intermédiaires issus des collectivités, ces programmes renforcent les comportements démocratiques au niveau local. Ils font naître la confiance, créent le capital social, donnent la parole à la population. Ce faisant, ils réussissent non seulement à raccorder des clients au réseau, mais aussi à mettre en valeur la participation à la vie d'une démocratie. Cette expérience et les nouvelles compétences acquises peuvent facilement s'appliquer à d'autres aspects de la vie sociale et politique, ce qui contribue, à terme, à l'établissement d'une culture démocratique plus solide et plus robuste.

LES MOYENS DE RELEVER LES DÉFIS

Les États-Unis poursuivent l'ambition d'une énergie propre, capable de les aider à surmonter les défis qui les attendent. Notre stratégie consiste à nous appuyer sur la recherche scientifique de la plus haute qualité, à tirer parti des forces du marché, à encourager l'inventivité des créateurs d'entreprise et à œuvrer en synergie avec les pays en développement afin d'atteindre notre double objectif, à savoir celui d'une économie dynamique et d'un environnement propre. ■

PENNSYLVANIE: Changer la façon dont les Américains pensent au sujet de l'énergie

Kathleen McGinty

La Pennsylvanie est l'un des États qui a adopté les normes les plus novatrices en matière d'énergie afin de garantir que 18 % de toute l'énergie qui sera produite en 2020 proviendra de sources propres, efficaces et modernes. La loi sur l'énergie propre met notre État à l'avant-garde d'un mouvement croissant visant à promouvoir au niveau des États la distribution et l'emploi de l'énergie solaire et renforce notre rôle de chef de file en matière d'énergie éolienne à

l'est du fleuve Mississippi. Le gouverneur de la Pennsylvanie, M. Edward Rendell, a fait tout son possible pour attirer la société espagnole Gamesa spécialisée dans l'énergie éolienne, qui va consacrer 84 millions de dollars à l'implantation en Pennsylvanie de ses bureaux pour les États-Unis et de 4 usines.

Connue comme État producteur de charbon, la Pennsylvanie a décidé de stimuler le marché pour les projets d'énergie de remplacement en investissant dans des techniques de pointe qui rendent ces ressources plus concurrentielles. Au cours des dix années à venir, elle remplacera 34 millions d'hectolitres de carburants fossiles par des biocarburants produits localement tels que l'éthanol et le biodiesel ou par des carburants issus de la liquéfaction du charbon. Les 34 millions d'hectolitres représentent les quantités de carburants que, selon les prévisions, la Pennsylvanie devrait importer du golfe Persique dans dix ans. L'État consacrera 30 millions de dollars au cours des cinq prochaines années pour mettre en place l'infrastructure nécessaire pour la production et la distribution généralisées de carburants de remplacement.

La Pennsylvanie pourrait très bien devenir sous peu le principal producteur de biodiesel du pays, passant pratiquement de zéro au début de l'année 2005 à quelque 1,5 million d'hectolitres par an dans les douze prochains mois. Elle abrite déjà la première usine de biocarburants qui est entrée en activité à la fin de 2005 grâce à une subvention de l'État s'élevant à 219 908 dollars. Cette usine permettra de remplacer 121 000 hectolitres de pétrole importé par du biodiesel produit localement et de garder sur place 6 millions de dollars en réduisant la nécessité pour l'État d'acheter des carburants dans d'autres pays.

La première usine de gazéification et de liquéfaction du charbon est en cours de construction dans le nord-est de la



John Rich, le créateur de la future usine de Gilberton (Pennsylvanie) où les déchets de charbon seront transformés en carburant diesel à faible émission.

Pennsylvanie. Elle utilisera des déchets de charbon pour produire 1,5 million d'hectolitres de diesel non polluant chaque année. Ce que l'État de la Pennsylvanie fait pour financer ce projet est sans précédent: il s'est associé avec le secteur privé pour acheter presque toute la production. Il se réservera la production pendant une dizaine d'années à des prix bien inférieurs à ceux du marché à l'heure actuelle afin de garantir des débouchés durables et rentables pour l'usine.

La Pennsylvanie consacre actuellement quelque 30 milliards de dollars à l'importation de carburants. Au lieu de faire des dépenses à l'étranger, nous allons investir dans notre État et donner des emplois aux Pennsylvaniens. Après des années d'inactivité, l'organisme chargé du développement de l'énergie de la Pennsylvanie a accordé des subventions et des prêts s'élevant à 15 millions de dollars pour la réalisation de 41 projets d'énergie propre auxquels le secteur privé participera à concurrence de 200 millions de dollars. Ces projets créeront 1 558 emplois pendant la période de construction puis d'exploitation. L'État de la Pennsylvanie a lancé en mai 2003 un programme dans le cadre duquel il a accordé des subventions atteignant 15,9 millions de dollars qui ont incité le secteur privé à investir de son côté 43,7 millions de dollars en vue de la réalisation de projets d'exploitation de sources renouvelables telles que l'énergie éolienne, l'énergie solaire, la biomasse, les déchets de charbon, ainsi que de projets de recyclage de l'énergie.

Les technologies de l'énergie avancée permettent de protéger l'environnement ainsi que de favoriser le développement économique. En Pennsylvanie, nous changeons la façon dont les États-Unis produisent des carburants et pensent au sujet de l'énergie: nous attirons des investissements qui stimulent l'économie et qui créent des emplois en exploitant des ressources locales afin de renforcer la sécurité intérieure et de réaliser des progrès importants sur le plan de la protection de l'environnement. ■

Kathleen McGinty est à la tête du département de la protection de l'environnement de la Pennsylvanie.

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

LA RÉVOLUTION AUTOMOBILE AU DIAPASON DES NORMES DE RENDEMENT

Amory Lovins



Ned Ahrens/King County Metro Transit

Un nouveau modèle d'autobus hybride (diesel-électrique) fait l'objet d'essais à Seattle (État de Washington).

« Une révolution automobile » qui pourrait engager le monde dans la voie de « l'après-pétrole » est sur le point de se produire, maintenant que les constructeurs commencent à se tourner vers des matériaux plus légers, une conception aérodynamique plus fluide, une propulsion hybride et des carburants d'origine non pétrolière.

M. Amory Lovins est cofondateur et président-directeur général du Rocky Mountain Institute, organisme à but non lucratif qui encourage le recours aux ressources renouvelables et à bon rendement énergétique. Il est aussi président du conseil d'administration de la société Fiberforge spécialisée dans les matériaux de synthèse.

Le secteur des transports alimente le commerce mondial du pétrole et il pose un défi de taille pour l'environnement, en particulier en milieu urbain. De fait, la plupart des villes sont conçues en fonction des voitures, et non des habitants, faisant de l'automobile non plus « un accessoire pratique de l'existence, mais son principe central d'organisation », affirme M. Alan Thein Durning, auteur qui se spécialise dans les questions environnementales. Ce n'est pourtant pas une fatalité. D'ailleurs, de nouvelles technologies automobiles existent déjà, et d'autres sont en cours de développement ; elles ont toutes en puissance la capacité de transformer les paradigmes du développement et de la sécurité d'approvisionnement énergétique à l'échelle mondiale. Si elles sont mises en valeur, ces technologies pourront se révéler salutaires pour les entreprises du monde entier, assurer une mobilité sûre et d'un prix abordable, préserver l'environnement et créer un avantage compétitif. Loin d'être un scénario de science-fiction, il s'agit au contraire de réalités qu'on verra poindre à l'horizon avant la fin de la présente décennie.

Le monde ne peut pas continuer à consommer près de 50 milliards d'hectolitres de pétrole par an, dont la moitié dans le secteur des transports, quand on sait

que cette consommation est à l'origine d'environ 42 % des émissions mondiales de gaz carbonique, selon le rapport sur les perspectives énergétiques mondiales que le ministère de l'énergie des États-Unis a publié en 2005. Les coûts directs et peu visibles du pétrole – changements climatiques, insécurité, rivalités géopolitiques, instabilité des prix et dégradation du développement économique et social – rendent ce scénario insupportable.

Les solutions les plus fondamentales sont aussi les plus simples. L'occupation plus judicieuse des sols renforce le tissu social des quartiers et évite aux habitants d'avoir à courir à droite et à gauche. Les politiques intelligentes laissent tous les moyens de transport se faire concurrence à des prix honnêtes, qu'il s'agisse de se déplacer à pied, à vélo, en train ultra-léger ou en bus ultra-moderne. De Singapour à Curitiba (Brésil), les voitures ne posent pas problème dans les villes qui ne font pas preuve de favoritisme à leur égard, et cela n'empêche pas les habitants de jouir d'un excellent degré de mobilité. À terme, cela pourrait être le cas aussi des pays aussi « voïturocentriques » que les États-Unis et d'autres pays industriels, s'ils renonçaient seulement à offrir des incitations à l'essor anarchique des villes et aux automobiles par leur fiscalité et leur réglementation du zonage.

Conduire moins, c'est bien, mais quand on considère que les sept huitièmes des habitants de la planète se passent encore d'automobiles – le nombre de propriétaires de véhicules en Chine et en Afrique aujourd'hui est plus ou moins équivalent à ce qu'il était aux États-Unis vers 1915 –, il est clair qu'on a besoin de voitures moins polluantes. Attachez votre ceinture : la plus grande révolution automobile depuis un siècle prend de la vitesse.

Si toutes les voitures étaient dotées des meilleures technologies classiques qui sont aujourd'hui l'apanage de quelques modèles seulement, on économiserait au moins le quart de notre facture de carburant, ce qui veut dire qu'en moins d'un an on aurait récupéré les sommes investies, compte tenu du prix actuel de l'essence aux États-Unis. On peut cependant faire mieux encore en exploitant les principes physiques de la construction automobile.

LES NOUVEAUX MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

Le moteur d'une voiture moderne, son régime de ralenti, sa transmission et ses accessoires dissipent les sept huitièmes de l'énergie que lui apporte son carburant. Un huitième seulement (environ 12 %) atteint les roues. Sur

cette quantité, la moitié chauffe les pneus et la route, ou l'air que le véhicule chasse sur les côtés. Les 6 % restants, c'est tout, servent à l'accélération du véhicule (avant de chauffer les freins quand on les actionne). Et comme environ 95 % de la masse qui fait l'objet de l'accélération concernent la voiture, et non son conducteur, c'est moins de 1 % de l'énergie provenant du carburant qui sert à transporter le conducteur – il n'y a pas de quoi s'émerveiller quand on pense que c'est le fruit de cent vingt années de travaux d'ingénierie.

Heureusement, les trois quarts des besoins d'une voiture en matière d'énergie propulsive sont dus à son poids, et chaque unité d'énergie économisée au niveau des roues économise sept unités de plus qu'on n'a pas besoin de gaspiller pour atteindre les roues. Autrement dit, on peut faire des économies considérables de carburant en construisant des véhicules nettement plus légers.

Naguère, cela signifiait qu'il fallait utiliser des métaux coûteux, tels l'aluminium et le magnésium. De nos jours, les aciers ultra-légers peuvent doubler le rendement énergétique d'une voiture sans en augmenter le prix



Hypercar Inc.

Figure 1 : le prototype de voiture « Revolution », voiture utilitaire de sport en fibre de carbone, de taille moyenne et ultra-légère (860 kg), dont la conception remonte à 2000.

ni en compromettre la sécurité. Quand les voitures sont bien conçues, même l'emploi d'aciers classiques peut produire des résultats surprenants. Une jeune entreprise allemande (www.loremo.com) a conçu un cabriolet 4 places à moteur diesel, pesant entre 450 et 470 kg, qui combine une vitesse de pointe de 160 à 220 km/h à une consommation d'essence de 1,5 à 2,7 litres aux 100 km. Cette voiture sera mise sur le marché en 2009 et elle se vendra entre 11 000 et 15 000 euros.

Les matériaux composites polymères avancés sont encore plus solides et plus légers. Leur emploi permet de diminuer de moitié le poids d'une voiture et sa consommation d'essence tout en la rendant encore plus sûre parce que, par rapport à l'acier, les composites en

fibres de carbone peuvent absorber jusqu'à douze fois plus d'énergie par kilogramme en cas de collision. Avec ces nouveaux matériaux, on peut donc construire des voitures spacieuses (confortables et sûres), mais qui ne sont pas lourdes (le poids étant une caractéristique peu désirable et à mauvais rendement énergétique) : on économise ainsi du pétrole et on sauve des vies. Un nouveau procédé de fabrication (voir encadré) permet même la construction d'une voiture en fibre de carbone au même coût qu'un modèle en acier. C'est parce que le coût supplémentaire des nouveaux matériaux est compensé par la simplification des procédés de fabrication et par l'emploi d'un système de propulsion plus petit.

Par exemple, un véhicule utilitaire sport (SUV) de taille moyenne, conçu en 2000 (Figure 1) et équipé du système de propulsion hybride le plus courant, qui double le rendement énergétique du véhicule, peut aisément transporter 5 adultes et jusqu'à 2 m³ de marchandises, remorquer une demi-tonne sur une route en pente dont la dénivellation atteint 44 %, passer du point mort à 100 km/h en l'espace de 7,2 secondes, être plus sûr qu'un véhicule équivalent construit en acier même s'il en percute un, et pourtant consommer un tiers d'essence en moins, sa consommation étant de 3,6 litres aux 100 km.

Si on en produisait 50 000 par an, son prix de vente au détail reviendrait à 2 520 dollars de plus (en dollars de 2000) que son équivalent en acier, mais uniquement parce qu'il s'agit d'un modèle hybride, et non parce qu'il est ultra-léger. Avec l'argent qu'il économiserait en essence, son propriétaire rentrerait dans ses fonds en l'espace de deux ans aux États-Unis, et d'un an dans les pays de l'Union européenne ou au Japon, où le carburant coûte plus cher. La fabrication de ces véhicules exigerait beaucoup moins de place et deux tiers de capitaux en moins que les usines d'aujourd'hui les moins gourmandes, parce que le besoin d'outillage et d'équipement y serait jusqu'à 80 fois moins élevé et que l'étape de l'atelier de la carrosserie et celle de l'atelier de la peinture se trouveraient éliminées – or ce sont les deux étapes les plus difficiles et les plus coûteuses de la production de véhicules automobiles.

LES CARBURANTS ROUTIERS DE REMPLACEMENT

Il y a déjà beaucoup de voitures en circulation qui consomment des biocarburants ; par exemple, leur carburant est un mélange de 15 % d'essence et de 85 % d'éthanol, de préférence de l'éthanol « cellulosique » tiré de plantes ligneuses (panic raide ou déchets agricoles) à l'aide de nouveaux procédés. Une voiture hybride ultra-légère



AP/Wide World Photo

Une voiture électrique dans une station-service équipée pour ce genre de véhicules, à San Diego (Californie).

qui roulerait au « E85 », comme on appelle ce carburant, consommerait trois quarts de pétrole en moins, soit 7 % seulement de la quantité actuelle. Le Brésil a déjà mis fin à ses importations de pétrole, aux deux tiers grâce à l'éthanol issu de la canne à sucre qui soutient maintenant la concurrence sans besoin de subventions. Au Brésil, les trois quarts des nouvelles voitures peuvent rouler indifféremment à toutes sortes de carburants, qu'il s'agisse de l'éthanol pur ou de l'essence pure, encore que l'essence contienne toujours au moins 20 % d'éthanol. La Suède envisage d'accéder à l'indépendance pétrolière d'ici à 2020, en misant principalement sur l'éthanol issu de résidus forestiers, et 60 % de ses stations de ravitaillement, les plus performantes, devront proposer un carburant renouvelable d'ici à 2009.

À long terme, on peut présenter des arguments irréfutables à l'appui de la fabrication de voitures hybrides ultra-légères, au rendement trois fois supérieur à celui d'aujourd'hui, et qui rouleraient à l'hydrogène comprimé, converti en électricité dans une pile à combustible. Une

voiture lourde et à mauvais rendement aurait besoin d'un réservoir excessivement volumineux et d'une grosse pile à combustible, forcément coûteuse. Par contre, une voiture ultra-légère et aérodynamique aurait besoin de deux fois moins d'énergie propulsive et d'un réservoir moins grand. Pour qu'une pile à combustible trois fois plus petite soit rentable, il suffirait d'augmenter de 3 % le volume de production cumulative – ce qui signifie que le constructeur produirait un véhicule rentable bien des années plus tôt. Quand ils sont en stationnement (soit 96 % du temps), ces véhicules pourraient même devenir des centrales électriques rentables sur roues, leur propriétaire pouvant revendre l'électricité au réseau au moment et à l'endroit où cet apport d'énergie serait le plus utile. Dans un garage, par exemple, il suffirait de brancher un tuyau pour introduire de l'hydrogène dans le véhicule et d'acheminer l'électricité produite au moyen de câbles. Pendant les heures de pointe, on pourrait mettre en marche la pile à combustible, et la voiture ferait alors fonction de centrale électrique; le compte de son propriétaire serait crédité en conséquence.

En attendant, à supposer que cette mesure soit rentable, le fait de rajouter des piles aux voitures hybrides classiques pourrait permettre d'économiser le carburant qui est consommé lors de trajets courts, voire de longueur moyenne.

DES TECHNOLOGIES RENTABLES

La voiture moderne doit être fonctionnelle, esthétique, sûre, économe et d'un prix abordable. Les constructeurs automobiles et les dirigeants politiques ont souvent en tête l'idée que les voitures à bon rendement doivent être petites, peu performantes, dangereuses, laides ou onéreuses. En fait, la conception qui privilégie l'intégration et le recours aux nouvelles technologies permet la construction de voitures ayant tous les attributs désirés, aujourd'hui et demain, simultanément et sans compromis. Dès lors, il n'y a pas lieu de taxer lourdement l'essence ni d'imposer de strictes normes de rendement pour inciter les consommateurs à acheter des voitures laides: ceux-ci voudront acheter des automobiles à super rendement parce que ce seront de meilleurs véhicules, de la même façon que la plupart des gens préfèrent les enregistrements numériques aux disques en vinyle.

Dans le cas des voitures classiques, mais améliorées, qui coûtent plus cher à l'achat, un gros obstacle tient à la perspective à court terme des consommateurs, lesquels ne pensent qu'aux deux ou trois premières années pendant lesquelles ils ne vont pas faire d'économies. Le prix

élevé de l'essence incite les gens à conduire moins, mais il n'a pas beaucoup d'effet sur le choix d'un nouveau véhicule parce qu'il se perd dans la masse des autres coûts, indépendants du carburant. Le prélèvement d'une taxe à l'achat d'une voiture neuve en fonction de sa consommation d'essence, ou au contraire l'octroi d'une remise si le véhicule est particulièrement économe, constitue le meilleur moyen d'influencer le choix du consommateur; ce sont les taxes perçues qui financent les remises. L'éventail des prix encourage l'acheteur à choisir un modèle à faible consommation et de la taille qui lui convient. Il économise de l'argent; le constructeur réalise un bénéfice plus important; la sécurité nationale y gagne elle aussi. Cette formule, qui commence à voir le jour dans divers pays (Canada, France, certains États des États-Unis) s'avère plus efficace et plus séduisante d'un point de vue politique que la taxation de l'essence ou la prescription de normes.

La révolution automobile en matière de consommation d'essence se heurte à de nombreux obstacles, mais aucun n'est incontournable. Inventées par Ferdinand Porsche en 1900, les voitures hybrides ont été reconçues près d'un siècle plus tard par des constructeurs japonais aux idées visionnaires et soucieux de leur bilan. Les véhicules hybrides d'aujourd'hui consomment jusqu'à deux fois moins d'essence que les véhicules classiques et ils sont souvent aussi plus performants.

Les constructeurs américains rattrapent le temps perdu comme ils peuvent, et ils ont besoin d'aide pour se rééquiper et se recycler (ce qui n'implique pas nécessairement la distribution de deniers publics). De deux choses, l'une: soit les États-Unis vont continuer à importer des voitures à bon rendement pour se sevrer du pétrole, soit ils vont se mettre à fabriquer des voitures à bon rendement et ils n'auront plus besoin d'importer ni du pétrole ni des voitures. Un million d'emplois sont en jeu. Le processus que l'économiste autrichien Joseph Schumpeter qualifie de « destruction créatrice » est en train de balayer le secteur automobile. Dès lors, le marché se chargera de changer la mentalité des cadres de direction ou de les remplacer.

Les constructeurs chinois et indiens aux dents longues vont mettre les bouchées doubles et dépasser la technologie occidentale. Quant aux pays qui n'ont pas de secteur automobile pour le moment, ils vont peut-être se lancer dans une entreprise entièrement nouvelle, qui ne sera pas fondée sur l'acier et qui sera plus apparentée à la fabrication d'ordinateurs à roues qu'à celles de voitures à puces électroniques.

La technologie d'aujourd'hui rend possible le

triplement du rendement des voitures, des camions et des avions, les frais supplémentaires qu'il faudrait engager pouvant être amortis en l'espace d'un an ou deux. De même, un emploi plus efficace du pétrole dans les bâtiments et dans l'industrie, puis l'utilisation du gaz naturel en réserve et de biocarburants avancés pourraient réduire à néant la consommation de brut par les États-Unis d'ici aux années 2040, revitaliser l'économie et supprimer 26 % des émissions de gaz carbonique. L'abandon total du pétrole coûterait en moyenne 15 dollars le baril (en dollars de 2000) – soit le cinquième des cours mondiaux récents -, de sorte que l'industrie sera le fer de lance de la transition parce qu'il y va de son intérêt financier.

Dans le cadre de l'étude coparrainée par le ministère de la défense en 2004 et qui avait pour titre « Winning the Oil Endgame » (Gagner la dernière manche au jeu du pétrole), mes collègues et moi avons brossé les grandes lignes d'une version américaine de cette transition. Notre stratégie est en cours d'application ; j'en veux pour preuves le doublement du rendement énergétique des camions de gros tonnage utilisés par la chaîne de magasins Wal-Mart, la commercialisation par la société Boeing d'un avion 787 dont le rendement est amélioré de 20 % (sans augmentation concomitante des coûts) et le fait que le ministère de la défense explore une nouvelle génération de plateformes militaires dont la technologie pourrait transformer le parc des véhicules civils aussi profondément que les programmes de R&D de l'armée qui ont donné naissance à l'internet. D'autres pays peuvent faire aussi bien que nous, voire mieux, à condition de viser haut, d'avoir des idées audacieuses et de prendre au sérieux les marchés et le progrès technologique. La construction de voitures et d'autres véhicules à super-rendement est l'une des meilleures stratégies pour faire du monde un endroit plus riche, plus équitable et plus sûr. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

LE RÔLE CROISSANT DES MATÉRIAUX COMPOSITES DANS LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE

Amory Lovins

Noyée dans une résine plastique, la fibre de carbone, qui est plus rigide et plus solide que l'acier mais dont la densité est de deux tiers moindre, forme un matériau composite avancé, analogue au bois (fibres de cellulose noyées dans la lignine) ou au béton (barres d'acier noyées dans le ciment et du gravier). Les matériaux composites avancés, de plus en plus courants

dans les articles de sport, sont utilisés depuis longtemps dans les structures militaires et aérospatiales, mais leur production devrait être un millier de fois moins chère et plus rapide pour être rentable dans le secteur automobile. Le procédé consistant à placer les fibres de carbone dans la position voulue, de les imprégner de résine liquide et de cuire lentement le tout pour qu'une réaction chimique se produise est beaucoup trop lent et beaucoup trop cher pour la construction de véhicules : des voitures fabriquées de cette manière, comme la voiture de sport Mercedes SLR McLaren, coûte des centaines de milliers de dollars.

Certains constructeurs d'automobiles font des progrès encourageants pour ce qui est de réduire ces coûts. La société BMW compte 60 spécialistes qui perfectionnent un procédé exclusif : grâce à sa presse la plus grande du monde, elle fabrique déjà plus d'un millier de toits et de capots en fibres de carbone par an pour ses modèles de haut de gamme. Les sociétés Toyota et Honda, quant à elles, souhaitent transférer leur technique de production de matériaux composites avancés de leurs divisions aéronautiques à leur usine d'automobiles.

Par ailleurs, la production à plus grande échelle, en particulier dans le secteur aéronautique (plus de la moitié du poids du nouveau Boeing 787 se compose de matériaux composites avancés), permet de fabriquer



Courtesy DaimlerChrysler

Des matériaux composites en fibres de carbone servent à la fabrication des portes, du capot et de la carrosserie de la voiture de sport Mercedes SLR McLaren, dans une usine située en Angleterre.

des matériaux composites qui sont meilleurs et moins chers, et des innovateurs en dehors du secteur automobile mettent au point de nouveaux procédés de fabrication.

C'est ainsi qu'une petite entreprise du Colorado, Fiberforge, dont l'auteur du

présent article est le président, œuvre de concert avec des constructeurs d'automobiles, avec leurs fournisseurs et avec d'autres branches d'activité pour commercialiser un procédé original qui semble pouvoir obtenir 80 à 100 % de la performance des matériaux composites du secteur aéronautique à un coût représentant 10 à 20 % du leur. Ce procédé consiste à faire d'abord une sorte de « contreplaqué » extrafort de polymères contenant des couches diversement orientées de fibres de carbone et de thermoplastique, qui est formé automatiquement et précisément par une machine à commande numérique semblable à une imprimante, puis chauffé jusqu'à ce que le thermoplastique se ramollisse et placé dans une presse classique de thermoformage pour obtenir la forme complexe désirée. Une minute plus tard, la pièce refroidie est prête à être découpée et utilisée. ■

Pour de plus amples renseignements en anglais, veuillez consulter le site Internet « www.fiberforge.com » et les articles qui y sont référencés.

Amory Lovins est cofondateur et président-directeur général du Rocky Mountain Institute.

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

LA RENAISSANCE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

James Lake



Constellation Energy

La centrale nucléaire de Calvert Cliffs dans le Maryland vue de la baie de Chesapeake.

La renaissance de l'énergie nucléaire laisse entrevoir un avenir entièrement différent en matière de production d'électricité dans le monde entier, sans compter qu'elle apaise les inquiétudes suscitées par les émissions de gaz à effet de serre, malgré les obstacles qui demeurent. À terme, cette forme d'énergie pourrait devenir plus sûre, plus économique, plus résistante à la prolifération et plus durable.

James Lake est codirecteur de laboratoire pour le programme nucléaire de l'Idaho National Laboratory et il a assuré la présidence de l'American Nuclear Society en 2000-2001.

Les solides résultats obtenus dans le domaine de l'énergie nucléaire aux États-Unis, tant sur le plan économique que sur celui de la sûreté, conjugués à la demande croissante d'énergie et à la sensibilisation accrue aux avantages pour l'environnement d'une énergie nucléaire propre, forment le point de départ de la renaissance de cette forme d'énergie, laquelle est à même d'aider les États-Unis à atteindre les objectifs qu'ils se sont fixés pour le XXI^e siècle en matière de sécurité d'approvisionnement énergétique, de prospérité économique et de qualité de l'environnement. Encore faut-il au préalable que les dirigeants politiques surmontent des obstacles de taille, dont le niveau relativement élevé des coûts d'investissement des nouvelles centrales, la gestion durable du combustible irradié et les risques de prolifération du plutonium de qualité militaire issu du cycle du combustible nucléaire.

HISTORIQUE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE AUX ÉTATS-UNIS

Aux États-Unis, l'énergie nucléaire naquit dans les années 1950 et 1960, dans un climat d'attentes déraisonnables, impossibles même comme on finit par le constater: le nucléaire est si bon marché, disait-on à l'époque, que ce n'était pas la peine d'installer des compteurs. Au fur et à mesure de la construction et de l'exploitation des premières centrales nucléaires, des difficultés commencèrent à surgir, dont la hausse des coûts de construction et des interrogations sur la sûreté, lesquelles atteignirent leur paroxysme lors de l'accident survenu en 1979 en Pennsylvanie, au cœur du réacteur nucléaire TMI-2 de la centrale de Three Mile Island. Les mesures correctives ultérieurement instaurées par la Commission fédérale de réglementation nucléaire (NRC) en vue de sécuriser l'exploitation des centrales nucléaires firent prendre de nombreuses années de retard sur le calendrier de construction des installations en cours, à une époque d'inflation à deux chiffres, ce qui réduisit plusieurs de ces projets à la faillite, fermant le premier chapitre de l'énergie nucléaire aux États-Unis.

Tout au long des années 1980, les services publics de l'électricité nucléaire finirent de construire une bonne partie des centrales restantes, les mirent en exploitation et cherchèrent à en améliorer la rentabilité et la performance, ce qui eut en même temps un effet salutaire sur la sûreté des installations. Vers les années 1995 à 1999, les 103 centrales nucléaires que comptait le pays assuraient 20 % de l'électricité produite aux États-Unis, à un coût de moins de 0,02 dollar le kilowatt-heure, ce qui était très avantageux par rapport aux centrales alimentées au charbon ou par d'autres combustibles. En outre, leur sûreté fut améliorée par un facteur de 10, à tel point que l'énergie nucléaire obtient aujourd'hui des résultats exemplaires sur le plan de la sûreté industrielle. Vers la fin des années 1990, sous l'effet de la montée des prix de l'énergie et des importantes coupures de courant en Californie, les milieux d'affaires aux États-Unis reprirent de l'intérêt pour le nucléaire. Plusieurs grandes sociétés, Exelon et Entergy par exemple, rachetèrent une partie

Nous sommes à l'aube d'une renaissance de l'énergie nucléaire, rendue possible par le fonctionnement sécuritaire et économique des cent-trois centrales nucléaires que comptent les États-Unis et signalée par l'annonce, attendue dans un avenir proche, de plusieurs commandes de nouvelles centrales destinées à être construites et exploitées dans les dix années à venir.

du parc nucléaire à des petites sociétés moins rentables à mesure que commençaient à s'améliorer les possibilités de commercialisation de cette forme d'énergie.

De nos jours, plus de la moitié des centrales nucléaires en fonctionnement ont déjà obtenu le renouvellement pour vingt ans de leur licence originale d'exploitation, dont la durée était fixée à quarante ans. De nouvelles demandes sont attendues pour tous les autres réacteurs, à mesure que leur licence originale viendra à expiration. Autrement dit, le marché de l'électricité d'origine nucléaire va se maintenir, tandis que la population continuera d'en retirer des avantages financiers et sur le plan de l'environnement.

Maintenant que s'achève le deuxième chapitre de l'énergie nucléaire, celui de la reprise financière et de la sûreté, cette forme d'énergie semble sur le point de contribuer

plus que jamais à satisfaire les besoins des États-Unis et du monde. On doit cet état de fait aux préoccupations croissantes pour la sécurité d'approvisionnement énergétique et à la hausse du prix des importations de combustibles fossiles, à l'augmentation considérable de la demande d'énergie pour alimenter notre prospérité économique, à l'attention accrue qui est portée à l'élimination des menaces environnementales liées à l'emploi de combustibles fossiles, au remplacement de ces derniers par le recours à l'énergie nucléaire, qui n'émet pas de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et à l'existence d'un marché de l'électricité qui voit l'énergie nucléaire d'un très bon œil parce qu'elle ne coûte pas cher.

La confiance de la population dans le fonctionnement des centrales nucléaires s'améliore régulièrement, maintenant que leurs avantages pour l'économie et l'environnement sont mieux compris et que leur sûreté a été renforcée. Selon certains sondages, 70 % des Américains sont favorables au maintien des centrales en fonctionnement et plus de 50 % sont d'accord pour en construire d'autres.

De nos jours, 440 centrales nucléaires assurent 16 % des besoins d'électricité du monde. D'ambitieux programmes de construction de réacteurs ont été mis en route, en particulier dans des pays de l'Asie de l'Est, en



AP/Wide World Photo

Réalisation d'essais sur le prototype de réacteur nucléaire avancé à l'Idaho National Laboratory.

UNE NOUVELLE DIRECTION POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

En 2001, le gouvernement des États-Unis a rendu publique une nouvelle politique énergétique (NEP) qui a engagé le pays dans la voie du recours accru à l'énergie nucléaire, à court terme, en facilitant le renouvellement des licences d'exploitation accordées aux centrales en fonctionnement ainsi que l'obtention de celles qui sont nécessaires à la construction de nouveaux réacteurs. En outre, la NEP tente d'encourager le recours à cette forme d'énergie par le biais du développement, de la démonstration et de l'exploitation d'une nouvelle génération de technologies en la matière. On notera, car c'est important, qu'elle se propose d'atteindre

ces objectifs au moyen d'un programme de R&D portant sur le cycle des combustibles avancés, lesquels pourraient se révéler plus propres, avoir un meilleur rendement, produire moins de déchets et être plus résistants à la prolifération qu'un combustible nucléaire à usage unique, dont on sait que les déchets doivent être enfouis dans le sol.

Plusieurs programmes ont été mis en place en vue de l'application de la NEP. En voici des exemples :

Russie et en Inde. Pour leur part, les États-Unis sont sur le point de se remettre à construire des centrales nucléaires, ce qu'ils n'ont pas fait depuis plus de vingt-cinq ans. On entame ainsi le troisième chapitre, celui de la renaissance de l'énergie nucléaire.

Pour répondre aux espoirs qu'on fonde sur elle, l'énergie nucléaire doit relever quatre grands défis :

- premièrement, elle doit pouvoir soutenir la concurrence sur le marché mondial de l'énergie ; en particulier, les sociétés d'énergie doivent mieux maîtriser les coûts d'investissement ;
- deuxièmement, pour répondre aux attentes de la population qui exige une sûreté exceptionnelle, l'exploitation des centrales actuellement en fonctionnement doit continuer de se faire en toute sécurité, et les réacteurs qui seront construits à l'avenir devront se conformer à des critères de plus en plus rigoureux sur le marché mondial sans cesse croissant ;
- troisièmement, la population et les dirigeants nationaux doivent savoir que l'énergie nucléaire et le cycle de son combustible revêtent un caractère durable ; en particulier, le combustible irradié doit être géré dans un souci de rentabilité et de sûreté tout le temps que ce combustible demeure radioactif, et l'approvisionnement en combustible nucléaire doit s'envisager dans la perspective des siècles, compte tenu de l'épuisement progressif des combustibles fossiles ;
- quatrièmement, les matières nucléaires issues du cycle du combustible doivent être protégées contre toute possibilité de prolifération et d'emploi à des fins malveillantes, non pacifiques.

- l'initiative Nuclear Power 2010 a pour objectif la construction de nouvelles centrales nucléaires avant 2010,
- le programme Génération IV concerne le développement d'une nouvelle génération de réacteurs plus économiques, plus sûrs, plus durables et plus résistants à la prolifération du plutonium de qualité militaire,

- l'initiative relative au cycle du combustible avancé (Advanced Fuel Cycle) vise à étudier des méthodes de retraitement et de recyclage du combustible irradié qui permettent d'extraire des ressources en uranium une quantité beaucoup plus importante d'énergie en brûlant les éléments de période longue présents dans le combustible usé de manière à ne pas séparer le plutonium. Ce genre de technologie porte en germe la promesse de réduire la quantité de combustible irradié, ce qui aurait pour conséquence de prolonger le cycle de vie du centre de stockage géologique des combustibles irradiés et des déchets radioactifs qu'il est question d'aménager à Yucca Mountain.

Le 8 août 2005, le président George Bush a promulgué la loi de 2005 sur la politique énergétique. Cette nouvelle

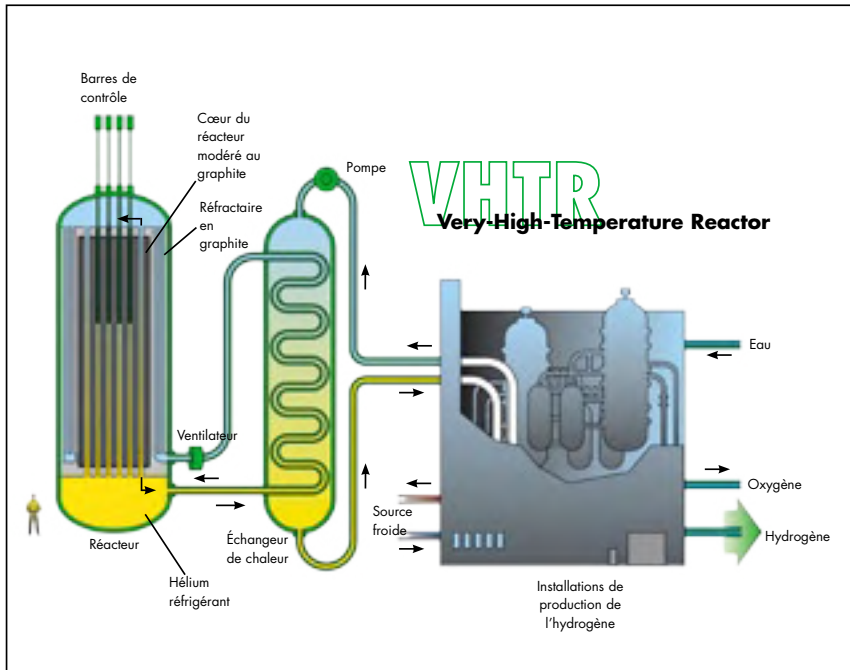


Diagramme d'un réacteur à très haute température.

loi-cadre prévoit l'établissement de budgets à long terme relatifs aux programmes susmentionnés, dont des garanties de prêts, des crédits d'impôt à la production, et la protection des investissements du secteur privé dans la construction des quelques premières nouvelles centrales nucléaires. (Les exploitants se heurtent à des risques associés aux nouvelles modalités de délivrance des licences d'exploitation ainsi qu'à la réorganisation de l'infrastructure des États-Unis en matière de conception et de construction.) En outre, la nouvelle loi-cadre autorise le financement à long terme de programmes de R&D dans le domaine de l'énergie nucléaire, dont le programme de développement d'une nouvelle génération de réacteurs dits de la génération IV et l'initiative relative au cycle du combustible avancé; ces programmes de R&D sont aujourd'hui réunis sous l'étiquette du GNEP (« Global Nuclear Energy Partnership »).

L'initiative Nuclear Power 2010: elle vise à tester et à valider de nouvelles modalités de délivrance d'une licence après certification par la RNC de la sûreté de nouveaux modèles de réacteurs, à donner suite aux demandes d'approbation des futurs sites et à délivrer une nouvelle licence combinée de construction et d'exploitation.

La NRC a déjà certifié 4 modèles de réacteur avancé développés par les sociétés Westinghouse et General Electric, tandis que 6 autres demandes sont encore à l'étude, dont 2 au moins devraient recevoir un avis favorable entre 2008 et 2010. Trois exploitants ont soumis au moins 6 demandes d'approbation de futurs

sites, lesquelles sont à l'étude. Enfin, 12 services publics d'électricité ont avisé la NRC de leur intention de solliciter une licence de construction et d'exploitation pour au moins 23 réacteurs. Les premières commandes officielles de nouvelles centrales nucléaires sont attendues d'ici à la fin 2007 ou au début 2008.

Les centrales nucléaires de la génération IV et de la suivante: plus d'une centaine de spécialistes de divers pays ont établi la feuille de route des réacteurs avancés de la génération IV, laquelle doit servir à évaluer et à classer par rang de priorité 6 technologies qui semblent beaucoup plus prometteuses que celles d'aujourd'hui et dont on pressent qu'elles seront plus économiques, plus sûres, plus durables et plus résistantes à la prolifération. À cet égard, le

réacteur à très haute température, refroidi au gaz, et le réacteur rapide refroidi au sodium sont les mieux placés pour faire l'objet d'un développement international.

La prochaine génération des centrales nucléaires se fonde sur une technologie du refroidissement au gaz qui fonctionne à des températures de 850 à 950 degrés Celsius tout en améliorant grandement le rendement thermique en vue de la production d'électricité, encore que la gamme des températures laisse même envisager la production d'hydrogène à haut rendement. La production d'hydrogène à haut rendement, et sans émissions, constitue un élément critique des efforts déployés par le président Bush en vue de remplacer progressivement les coûteuses importations de pétrole par de l'hydrogène pour répondre aux besoins des États-Unis en matière de carburant routier: il s'agirait dans un premier temps d'enrichir le brut lourd extrait aux États-Unis, puis de produire des carburants routiers de synthèse et, à terme, d'alimenter les véhicules à pile à combustible. Dès lors, il est important que les réacteurs de la prochaine génération soient capables de produire non seulement de l'électricité, mais aussi de l'hydrogène tant pour le secteur des transports que pour la production de chaleur nécessaire aux procédés industriels, domaines dans lesquels la forte dépendance des États-Unis vis-à-vis des importations de pétrole menace la prospérité économique du pays.

Laboratoire national du ministère de l'énergie en Idaho

L'initiative relative au cycle du combustible avancé et le GNEP: le président Bush a annoncé la création du GNEP au début de 2006. Ce partenariat est censé accélérer considérablement le développement de la technologie du cycle du combustible avancé et celle des réacteurs rapides. Il vise notamment les objectifs suivants:

- réduire le fardeau du stockage géologique du combustible irradié en ce qui concerne le volume des déchets nucléaires, la charge calorifique (le combustible radioactif en décomposition libère une énergie thermique considérable), la radiotoxicité (toxicité des rayonnements ionisants pour les cellules vivantes ou les tissus) et le nombre des sites de stockage dont on aura besoin au XXI^e siècle,

- récupérer la valeur énergétique considérable qui est présente dans le combustible irradié,

- enfin, rendre plus résistants à la prolifération les procédés de recyclage des combustibles irradiés.

Pour atteindre ces objectifs, il faut développer 3 technologies et en démontrer l'efficacité. Elles concernent: 1) la transmutation des matières présentes dans le combustible nucléaire usé au moyen d'une nouvelle génération de réacteurs rapides avancés et refroidis au sodium de façon à en extraire la valeur énergétique et à faciliter le stockage des déchets ultimes dans un seul site; 2) la séparation des éléments du combustible nucléaire usé qui proviennent du parc des réacteurs refroidis à l'eau de façon à isoler l'uranium, les composants combustibles réutilisables et les déchets des produits de fission, à l'aide du procédé UREX+ d'extraction de l'uranium qui ne sépare pas le plutonium de qualité militaire; et 3) le développement et la démonstration de technologies de recyclage et de fabrication du combustible utilisé dans les réacteurs avancés.

LES PERSPECTIVES D'AVENIR

Nous sommes à l'aube d'une renaissance de l'énergie nucléaire, rendue possible par le fonctionnement sécuritaire et économique des 103 centrales nucléaires que comptent les États-Unis et signalée par l'annonce, attendue dans un avenir proche, de plusieurs commandes de nouvelles centrales destinées à être construites et exploitées dans les dix années à venir. Dans une perspective à long terme, nos laboratoires nationaux travaillent en synergie avec les universités et le secteur industriel américains ainsi qu'avec la communauté internationale en vue du développement de la prochaine génération de systèmes avancés qui se révéleront encore plus économiques, plus sûrs et plus durables parce qu'ils utiliseront un cycle fermé, lequel brûle une bien plus grande quantité du combustible nucléaire, ce qui permet d'extraire un potentiel énergétique nettement supérieur tout en réduisant la quantité des déchets. L'énergie nucléaire tient une place importante dans l'avenir énergétique des États-Unis, car elle est capable de produire en toute sécurité non seulement de l'électricité, mais aussi des carburants routiers économiques, propres et durables. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

LE VENT TOURNE EN FAVEUR DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Andrew Paterson

En toute probabilité, le regain spectaculaire de l'intérêt porté à l'énergie nucléaire débouchera dans une dizaine d'années sur la construction des premières centrales nucléaires aux États-Unis depuis un quart de siècle. Plusieurs facteurs expliquent que les espoirs placés dans la viabilité économique de ces nouveaux projets ne cessent de croître.

Coût de production concurrentiel et fiabilité: aux États-Unis, le coût de production de l'électricité d'origine nucléaire est légèrement inférieur à celui des centrales à charbon et environ le tiers de celui des centrales alimentées au gaz, selon l'Utility Data Institute, des organismes privés et des banques de données. À la vérité, c'est parce que le coût des biens d'équipement concernant les 103 réacteurs en fonctionnement aux États-Unis a été entièrement amorti. Même s'ils commencent à augmenter, les cours du combustible d'uranium (moins de 0,005 dollar le kilowatt-heure) ont été plus stables et beaucoup moins élevés que ceux du gaz. En outre, les États-Unis s'approvisionnent en combustible d'uranium auprès du Canada et de l'Australie, deux alliés stables, et non au Moyen-Orient, qui est une zone instable. Ajoutons à cela que le recyclage de la matière fissile présente dans les ogives nucléaires russes qui datent de la guerre froide leur fournit la moitié du combustible dont ils ont besoin. Enfin, les centrales nucléaires fonctionnent sans interruption, indépendamment des aléas climatiques, ce qui fait d'elles la source la plus fiable d'électricité produite à grande échelle.

Possibilités de baisse du coût de construction: dans le secteur de la production d'électricité à grande échelle, ce sont les centrales nucléaires qui ont le coût de construction le plus élevé. Ces dernières années, toutefois, on a vu se développer un marché international des réacteurs nucléaires. Les exploitants de centrales aux États-Unis forment des alliances de manière à passer des commandes groupées de réacteurs de conception standardisée et certifiée par la Commission fédérale de réglementation nucléaire (NRC), ce qui devrait faire baisser les prix à l'unité. En se regroupant, les

services publics d'électricité donnent aux vendeurs et aux sociétés d'ingénierie la possibilité de prévoir la courbe de leur chiffre d'affaires sur vingt ans, ce qui leur permet de renforcer leurs effectifs et de commander des modèles de plus grande taille. Le regroupement des commandes entraîne la baisse des coûts d'investissement, lesquels sont ramenés aux alentours de 1 200 à 1 500 dollars le kilowatt électrique, alors qu'ils oscillaient entre 2 000 et 2 300 dollars du temps de la construction des premiers réacteurs. À titre de comparaison, les coûts d'investissement se situent entre 1 300 et 1 500 dollars dans le cas des centrales à charbon (selon que le charbon est brûlé ou gazéifié) et aux alentours de 600 dollars dans le cas des centrales au gaz.

Délivrance de licences dans un contexte prévisible: la NRC a redéfini les modalités de délivrance de licences aux exploitants de centrales nucléaires en les rendant plus prévisibles sans compromettre pour autant la sécurité, à la plus grande satisfaction de ceux-ci. Les réformes de la NRC seront mises à l'épreuve dans un avenir proche avec l'aide des pouvoirs publics, dans le cadre du programme Nuclear Power 2010 du ministère de l'énergie. Toutefois, les premiers réacteurs d'un nouveau modèle seront rajoutés aux centrales en fonctionnement, là où l'infrastructure est déjà en place et bien acceptée dans les collectivités, principalement dans le sud-est du pays.

Conception de centrales avancées et expérience: la NRC ne certifie plus aujourd'hui qu'un nombre limité de modèles de réacteurs. Qui plus est, la conception et la production des centrales sont aujourd'hui nettement supérieures à ce qu'elles étaient il y a vingt-cinq ou trente ans, à l'époque où les derniers réacteurs ont été commandés, c'est-à-dire avant le recours à la conception et à la fabrication assistées par ordinateur. C'est par milliers qu'on compte les heures d'expérience acquise dans le monde entier depuis les années 1980 dans le domaine de la conception et des procédés d'ingénierie.

Financement du secteur public: le soutien de l'État à la construction des premiers réacteurs de la nouvelle génération (sous forme de garanties de prêts, de crédits d'impôt à la production et d'une assurance fédérale contre les risques de retards en matière de mise en service) monétise la réduction des émissions de gaz à effet de serre que l'on doit aux centrales nucléaires et il aide aussi ce secteur à se prémunir contre les incertitudes réglementaires indépendantes de sa volonté. En outre, les taux d'intérêt sont nettement inférieurs à ceux de la fin des années 1970 (le taux de base se situe aujourd'hui aux alentours de 5 à 6 %, contre 15 % à l'époque.) Plus de commandes de réacteurs ont été annulées à cause du niveau élevé des taux d'intérêt qu'à cause de l'accident survenu dans la centrale de Three Mile Island en mars 1979.

Énergie nucléaire et gaz naturel: dans les années 1990, après l'adoption de la loi relative à la salubrité de l'air, le gaz naturel, propre et relativement bon marché, a commencé à s'imposer en tant que solution de rechange par excellence. Les coûts d'investissement de l'énergie nucléaire, parfois le triple de ceux des centrales à gaz, conjugués à d'autres facteurs, dont un cycle de construction

qui s'étale sur quatre à six ans, expliquent que les investisseurs et les services publics d'électricité aient boudé cette forme d'énergie. Toutefois, les cours du gaz ont depuis flambé, et ils sont instables. Selon les estimations d'une étude effectuée en 2001 par l'Institut de recherche sur l'électricité, la nouvelle capacité nucléaire pourrait être économiquement viable si les prix du gaz naturel restaient supérieurs à 5 dollars par million d'unités thermiques britanniques (B.T.U.). En fait, les cours oscillent entre 8 et 12 dollars par million de B.T.U. pour les livraisons de gaz en décembre 2006. ■

Cadre de direction de l'Environmental Business International, entreprise qui se spécialise dans les données de marché et les renseignements stratégiques au profit du secteur de l'industrie et de l'environnement (www.ebiusa.com), Andrew Paterson assure également des services d'expert-conseil pour le compte de la société Technology Management Services spécialisée dans la fourniture d'un appui technique aux organismes fédéraux, principalement le département de l'Énergie.

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

ÉNERGIE RENOUVELABLE

À la recherche d'une énergie inépuisable

Michael Eckhart



(Wade Newhouse - Stirling Energy Systems, Inc)

Vision d'artiste d'un projet de centrale solaire de la société Stirling Energy Systems dans le désert Mojave, en Californie.

Le fort accroissement de l'énergie renouvelable dans le monde entier exigera des mesures novatrices de la part des pouvoirs publics, un cadre stable et prévisible pour les investisseurs et le transfert de techniques aux pays en développement.

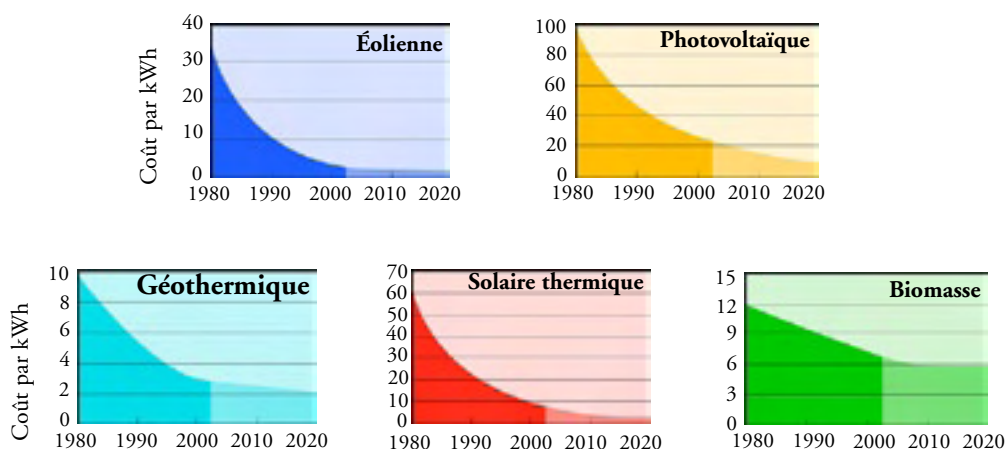
Michael Eckhart est président du Conseil américain de l'énergie renouvelable (American Council on Renewable Energy ou ACORE), association à but non lucratif basée à Washington. Deux membres du personnel d'ACORE à Washington, Peter Gage et Cameron Carter, ont contribué au présent article.

Le secteur de l'énergie renouvelable se trouve à une période décisive. Vendues dans le commerce et rentables dans de nombreux pays, les diverses formes d'énergie renouvelable favoriseront l'intérêt national des États-Unis en permettant de mettre un terme à leur dépendance envers le pétrole et de commencer à s'attaquer à la question du réchauffement de notre planète. Ce secteur est prêt à entamer la phase II, à savoir de mettre en application sur le marché les travaux de recherche et de développement effectués depuis trente ans qui ont exigé 15 milliards de dollars d'investissements.

TROIS GRANDS FACTEURS

Trois grands facteurs orientent le marché vers les énergies renouvelables. Le premier est la nécessité de la sécurité d'approvisionnement énergétique au niveau national. Selon des prévisions, la consommation de

Diminution du coût de production de l'énergie renouvelable



Ces graphiques constituent une représentation des tendances passées, mais non de données annuelles précises. Le coût par kWh est exprimé en centimes de dollar.

Source : National Renewable Energy Laboratory. (www.nrel.gov/analysis/docs/cost_curves_2002.ppt).

pétrole des États-Unis ne cesse d'augmenter et est supérieure à la production nationale, qui reste stable. Il s'ensuit que les États-Unis sont de plus en plus tributaires des importations de pétrole, ce qui les rend vulnérables à une éventuelle perturbation de ces importations.

En outre, la croissance rapide de pays en développement tels que la Chine et l'Inde a sur le marché mondial du pétrole des effets croissants qui risquent de se renforcer au fil des ans. On peut déjà les observer : le cours du pétrole a dépassé les 70 dollars le baril à la mi-juin 2006, alors qu'il n'était que de 30 dollars il y a seulement quelques années. Les énergies renouvelables peuvent permettre aux États-Unis de compter sur des sources nationales, ce qui réduirait leurs besoins de pétrole ou ralentirait la croissance de leur consommation.

Le deuxième facteur favorable aux énergies renouvelables a trait aux préoccupations relatives aux changements climatiques. Les énergies renouvelables peuvent contribuer à la satisfaction des besoins d'énergie tout en diminuant les émissions de gaz à effet de serre. Selon plusieurs sources d'information, plus de 2.000 scientifiques se sont déclarés d'avis que les gaz à effet de serre tels que le gaz carbonique et le méthane se concentraient dans l'atmosphère et qu'ils augmentaient ainsi les températures à travers le monde. Un grand nombre d'entre eux estiment que cette augmentation des températures présage des conséquences susceptibles d'être catastrophiques, que le moment de s'attaquer à cette

question est maintenant et que l'on peut prendre des mesures à cet effet. L'emploi des énergies renouvelables sans carbone constitue l'une d'elles.

Le troisième facteur est le coût de l'énergie renouvelable, qui diminue depuis des dizaines d'années et qui devrait continuer de baisser pour certaines formes, comme le montrent les graphiques ci-dessus. On peut attribuer cette diminution à l'amélioration des techniques dans ce domaine. Elle devrait se poursuivre avec la maturité de ce secteur.

L'EXPLOITATION DES SOURCES D'ÉNERGIE RENEUVABLE

La répartition inégale des sources d'énergie renouvelable aux États-Unis rend difficile d'avoir une politique nationale unique et radicale. L'énergie solaire est importante dans le sud-ouest du pays ; l'énergie éolienne est surtout utilisée dans les plaines du Centre, dans les chaînes de montagnes et au large des côtes, et l'énergie géothermique est exploitée dans l'Ouest. La biomasse est exploitable dans tout le pays, mais dans des formes différentes suivant les régions. Les biocarburants sont produits dans les États agricoles, mais utilisés dans les villes qui ont des restrictions en matière de qualité de l'air.

Il existe des milliers de marchés locaux pour l'énergie renouvelable aux États-Unis, et chacun d'entre eux

a des éléments spécifiques en ce qui concerne les ressources, l'économie, les mentalités et la politique. Certains États jouent un rôle de chef de file dans ce secteur. Près de la moitié des cinquante États fédérés ont un ensemble d'objectifs pour la production d'énergie renouvelable. Ces objectifs prévoient que les entreprises productrices d'électricité doivent fournir une quantité précise d'énergie provenant de sources renouvelables à une date précise, créant ainsi une nouvelle demande d'énergie renouvelable dès maintenant.

Ailleurs dans le monde, l'Union européenne a pris des mesures afin d'encourager l'emploi de l'énergie renouvelable et elle est une source d'innovations dans ce domaine. L'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et d'autres pays ont adopté des tarifs de raccordement au réseau, c'est-à-dire le prix par unité d'électricité qu'une entreprise productrice ou un fournisseur doit payer pour l'électricité de sources renouvelables provenant de producteurs individuels. Par ailleurs, la Finlande, la Grèce et le Royaume-Uni offrent des subventions et des avantages fiscaux afin d'inciter, voire d'obliger dans certains cas, leurs habitants à produire ou à utiliser de l'énergie renouvelable.

Dans les pays en développement, on observe de nombreux projets d'énergie renouvelable financés par l'Agence des États-Unis pour le développement international et par de nombreux organismes d'aide ainsi que par la Banque mondiale, des organismes européens, des banques de développement régionales et le secteur privé. L'Inde a été l'un des premiers pays à s'engager en faveur de l'emploi généralisé des énergies renouvelables et joue un rôle actif en ce qui concerne l'énergie éolienne, solaire, hydroélectrique et celle issue de la biomasse. Le Brésil est le pays qui produit le plus d'éthanol à partir de la canne à sucre. L'Inde du Sud, le Sri Lanka et le Bangladesh ont de plus en plus recours aux panneaux solaires photovoltaïques pour électrifier des habitations qui ne sont pas raccordées au réseau électrique. La Chine compte de nombreuses entreprises de chauffage solaire dont le chiffre d'affaires atteint 3 milliards de dollars par an.

L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne est la principale forme d'énergie renouvelable vendue à des intermédiaires aux États-Unis. Selon l'Association américaine de l'énergie éolienne, la

La production d'éthanol à partir du maïs

Les États-Unis ont produit environ 129 millions d'hectolitres d'éthanol en 2004. Près de 86 % provenaient du Midwest, qui produit près des deux tiers du maïs récolté dans le pays.

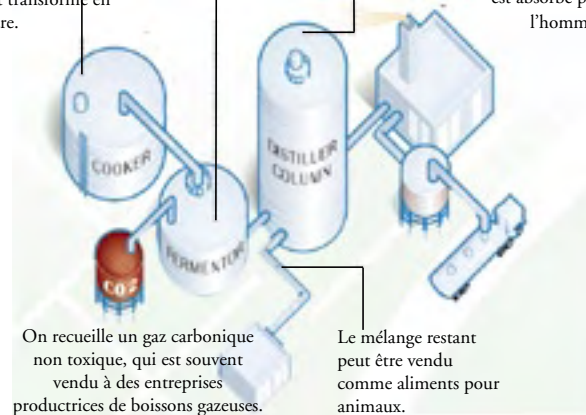
La fabrication de l'éthanol

On cuit le maïs moulu avec de l'eau et des enzymes jusqu'à ce que l'amidon du grain de maïs soit transformé en sucre.

Une fois le mélange refroidi, on ajoute de la levure qui transforme le sucre en éthanol.

L'éthanol est séparé du mélange dans un appareil de distillation.

Après un premier séchage, on enlève l'eau restante et on ajoute de l'essence. Ce mélange est toxique s'il est absorbé par l'homme.



AP/Associated Press Graphics

capacité totale des installations était de 9.149 mégawatts au début de 2006. Une partie de cette capacité (2.420 mégawatts) a été installée en 2005, et il est prévu de mettre en place d'autres installations d'une capacité de 3.000 mégawatts en 2006. Vu les récents progrès techniques, la rentabilité de la production d'énergie éolienne rapport à celle de gaz naturel s'est améliorée et encourage l'augmentation de cette production. En outre, l'État fédéral offre aux sociétés productrices un crédit d'impôt égal à quelque 0,019 dollar par watt-heure. Il s'agit d'un grand avantage pour les investisseurs, tels que les sociétés productrices d'électricité, à construire des parcs d'éoliennes.

L'énergie éolienne s'est d'abord développée au Danemark à la fin des années 1990, puis en Allemagne. De nos jours, elle se répand de plus en plus en Espagne, en Italie, en France, au Royaume-Uni et en Inde, mais on la trouve un peu partout dans le monde.

L'ÉNERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire photovoltaïque est la principale source d'énergie renouvelable pour la production distribuée (les consommateurs qui produisent de la chaleur ou de l'électricité pour leurs propres besoins et qui renvoient

l'excédent sur le réseau), et elle s'est développée récemment au Japon, en Allemagne et en Espagne. Le chiffre d'affaires de ce secteur dans le monde est 12 milliards de dollars par an.

La loi de 2005 sur la politique énergétique prévoit un crédit d'impôt fédéral de 30 % pour les installations solaires achetées par les propriétaires de logements et par des entreprises. En outre, des États tels que la Californie et le New Jersey accordent d'importantes subventions à cet effet.

Dans les pays en développement, l'énergie solaire photovoltaïque est très prometteuse, mais elle s'est révélée difficile à exploiter parce qu'elle exige un ensemble d'entreprises locales spécialisées dans la vente, l'installation et l'entretien du matériel, ainsi que des capitaux qui sont souvent inexistantes. Toutefois, elle se développe en Inde, au Sri Lanka, au Bangladesh, au Maroc, au Kenya, en Afrique du Sud et dans d'autres pays.

LES BIOCARBURANTS

Les biocarburants, principalement l'éthanol à base de maïs, offre les possibilités les plus grandes en matière d'investissement dans le secteur de l'énergie renouvelable aux États-Unis pour plusieurs années. La documentation rassemblée par le laboratoire Lawrence Berkeley réfute les idées dépassées des années 1970 selon lesquelles les avantages écologiques de l'éthanol à base de maïs sont inexistantes du fait de la production à forte intensité énergétique. Il semble maintenant que la production d'éthanol à base de maïs exige beaucoup moins de pétrole que la production d'essence et que les émissions de gaz à effet de serre provenant de la consommation d'éthanol sont quelque 15 à 20 % moindres que ceux provenant de la consommation d'essence. Les nouveaux procédés de production de l'éthanol cellulosique réduisent encore plus aussi bien les émissions de gaz à effet de serre que le pétrole nécessaire. Du fait que l'éthanol remplace le méthyl-tertio-butyl-éther (agent chimique utilisé dans l'essence qui a été interdit dans 22 États), sa demande augmente rapidement. En 2006, la production d'éthanol devrait atteindre plus de 179 millions d'hectolitres, et des usines d'une capacité de production de 76 millions d'hectolitres sont en cours de construction aux États-Unis.

Les sociétés américaines de construction d'automobiles sont devenues conscientes de l'intérêt récent porté aux biocarburants. C'est ainsi que la société General Motors produit actuellement 9 modèles qui consomment de



Simon Fraser/Photo Researchers Inc.

Serre chauffée au moyen de l'énergie géothermique à Hveragerdi, en Islande.

l'E85, mélange composé de 85 % d'éthanol et de 15 % d'essence.

LES INVESTISSEMENTS

Des investissements importants ont lieu dans le domaine de l'énergie renouvelable. Selon trois organismes financiers (PricewaterhouseCoopers, Thompson Venture Economics et National Venture Capital Association), les capitaux à risque investis dans des sociétés d'énergie renouvelable ont atteint 181 millions de dollars en 2005, soit une augmentation de 78 millions de dollars par rapport à l'année précédente.

Les grandes sociétés du secteur de l'énergie ont commencé à se rendre compte des possibilités de croissance de ce marché et manifestent leur soutien. Par exemple, la société General Electric a récemment investi 51 millions de dollars dans la création d'un parc d'éoliennes d'une capacité de 50 mégawatts en Californie, et la société Cascade Investment LLC a investi 84 millions de dollars dans la société Pacific Ethanol, qui produit et vend des carburants renouvelables. La croissance accélérée des débouchés a créé un climat favorable pour les investisseurs, qui peuvent faire des bénéfices importants, mais aussi courir des risques tout aussi importants, dans ce secteur dont le chiffre d'affaires annuel est actuellement de 50 milliards de dollars.

LES AVANTAGES AUX NIVEAUX NATIONAL ET MONDIAL

L'énergie renouvelable regroupe diverses sources d'énergie offertes par la nature. Si elle ne constitue pas une panacée, plus nous l'utiliserons, mieux la situation sera en ce qui concerne la réduction des importations de pétrole, la diminution de la pollution et des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que la création d'emplois.

Elle peut offrir des possibilités importantes aux pays en développement et aux zones rurales. Par exemple, grâce aux emplois et aux sources de revenus que le parc d'éoliennes de Colorado Green a créés pour les agriculteurs et les éleveurs à Lamar (Colorado), l'assiette des impôts locaux a augmenté de 29 %, le budget annuel des écoles de 917.000 dollars et celui du centre médical du comté de 189.000 dollars.

L'énergie renouvelable a un vaste potentiel. Elle contribue à la satisfaction des besoins des États-Unis en ce qui concerne la sécurité en matière d'approvisionnement, la salubrité de l'environnement, la création d'emplois bien rémunérés et les investissements. Le secteur rural des États-Unis devrait tirer le plus profit des avantages du développement de l'énergie renouvelable.

Un tel développement permettra aux habitants des zones rurales du monde entier d'avoir accès à des formes modernes d'énergie. Les installations d'énergie éolienne, solaire, géothermique, celles de valorisation énergétique de la biomasse et les petites usines hydroélectriques peuvent produire de l'électricité pour les villages et les zones rurales. Les panneaux solaires photovoltaïques et les appareils de chauffage solaires peuvent apporter une énergie moderne aux logements.

LES PERSPECTIVES D'AVENIR

Les perspectives de l'énergie renouvelable aux États-Unis et dans le reste du monde sont favorables et le deviennent de plus en plus. Cela crée des difficultés pour l'élaboration de la politique gouvernementale qui doit se fonder sur les prévisions de modèles informatiques susceptibles de devenir dépassés à cause de la hausse rapide des cours du pétrole et de la demande d'énergie renouvelable. Par exemple, si les prévisions officielles de l'Agence d'information de l'énergie montrent que l'énergie renouvelable ne représentera que 10 % de l'approvisionnement énergétique des États-Unis en 2030, divers groupes de ce secteur sont plus optimistes. C'est ainsi qu'un organisme, l'Energy Future Coalition, prévoit 25 % pour 2025 et qu'ACORE anticipe 20 % pour 2020, 30 % pour 2030 et 40 % pour 2040.

Pour que cela se produise, les prix de l'énergie classique doivent rester élevés, le coût de production de l'énergie renouvelable doit continuer de diminuer et la politique du gouvernement doit rester stable et prévisible afin d'encourager les établissements financiers et les investisseurs à financer les installations dans ce domaine. La coopération internationale en ce qui concerne le transfert des techniques aux pays en développement est aussi essentielle. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

AMORE : l'énergie renouvelable au service du développement de l'île de Mindanao

Un panneau solaire n'est pas seulement un panneau solaire, un dispositif qui produit de l'électricité sans polluer. Dans les pays en développement, il peut ouvrir la porte au développement et éclairer la voie y menant.

Aux Philippines, dans la région autonome de l'île de Mindanao musulmane, que trente années de troubles ont ravagée, des panneaux solaires photovoltaïques et de petites installations hydroélectriques contribuent à améliorer la santé publique et l'enseignement, à favoriser l'esprit d'entreprise, à donner aux femmes des moyens d'action et à renforcer l'esprit de communauté et de coexistence pacifique.

Ces panneaux ont été installés par l'Alliance for Mindanao Off-Grid Renewable Energy (AMORE) qui est financée par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). Créée en 2002, AMORE a pour mission de fournir de l'électricité au moyen de sources d'énergie renouvelables à des villages situés dans le sud des Philippines, loin du réseau national.

En date de mars 2006, AMORE avait électrifié plus de 1 300 logements, centres municipaux et rues dans 227 villages. Elle compte équiper de petites installations de production d'électricité au moins une centaine de villages reculés de la région.

Le fonctionnement des lampes alimentées par des panneaux solaires coûte 70 % de moins par mois que les lampes à kérosène et ne cause pas d'émission de gaz carbonique dans l'atmosphère comme celui de ces dernières. AMORE contribue ainsi à accroître la sécurité dans les rues et à augmenter considérablement la productivité des entreprises et des établissements d'enseignement en permettant à la population d'étudier et de travailler tard le soir. Entretien par des groupes locaux de développement, ces installations indépendantes permettent aussi aux habitants animés de l'esprit d'entreprise de monter leur propre affaire pour fabriquer notamment des nattes et d'autres objets d'artisanat.

Toutefois, le développement ne s'arrête pas là. L'électrification a aussi donné une impulsion à des projets connexes : l'installation de pompes solaires pour obtenir de l'eau potable et pour irriguer des champs de légumes, ainsi que la diffusion par radio d'émissions destinées aux villageois désireux d'apprendre l'anglais. AMORE

encourage aussi le recours à l'énergie renouvelable pour le séchage de poissons, pour l'élevage de poissons et d'algues et pour l'alimentation en électricité des bureaux publics de télécommunication, d'un centre informatique et d'installations de télévision câblée. Certains de ces projets ont attiré des partenaires qui ne faisaient pas partie à l'origine de cette alliance.

AMORE a aussi électrifié le village de Chua au Bagumbayan (Sultan Kudarat) grâce à une petite installation hydroélectrique de 8 kilowatts et établi un réseau d'alimentation en eau de source, un moulin

intégré (riz et légumes secs) et une exploitation spécialisée dans la culture de légumes. L'électrification de l'école locale permet aux élèves de consulter à l'aide d'ordinateurs des sites de téléenseignement.

Dans le village de Kahikukuk au Banguingi situé dans l'île de Sulu, un réseau d'alimentation en eau potable devrait réduire le nombre de personnes atteintes de diarrhée et

d'autres maladies dues à l'eau. Avant la mise en place de ce

réseau, les villageois, principalement des femmes et des fillettes, devaient aller chercher l'eau de puits de fortune situés à 1,5 km de chez eux.

AMORE encourage les initiatives locales en matière de développement. Le fait d'avoir placé le fonctionnement et l'entretien des installations électriques et autres entre les mains de groupes locaux a éveillé un esprit de communauté et de responsabilité. Un tel groupe au Barangay Lagasan s'est servi non seulement de ses propres ressources et de ses propres fonds pour protéger les installations contre les charpardeurs, mais a aussi recueilli des fonds pour acheter un réverbère. Dans un article qu'elle a diffusé sur son site Internet, l'ambassade des États-Unis à Manille a écrit que le groupe de Barangay Lagasan et d'autres groupes semblables s'étaient transformés en des organismes de promotion du progrès au niveau local. Un responsable d'un village de cette île a dit à ce propos : « L'une des meilleures choses que le programme AMORE ait réalisées dans notre village, c'est d'avoir fourni la lumière qui nous a rapprochés les uns des autres. »

L'Alliance AMORE comprend la région autonome du Mindanao musulman, le gouvernement néerlandais, la société philippine Mirant, le ministère philippin de l'énergie, la société Shell Solar et la société SunPower. ■



Des villageois mettent en place un panneau photovoltaïque sur l'île de Mindanao (Philippines).

Alliance for Mindanao Off-Grid Renewable Energy

LES VÉGÉTAUX SERVANT À LA PRODUCTION DE BIODIESEL

Les végétaux servant à la production de biodiesel comprennent le soja, le tournesol, le colza, la palme et d'autres plantes oléagineuses telles que le jatropha.

Le soja est cultivé dans plus de 35 pays. Les grands producteurs sont les États-Unis, la Chine, la Corée du Nord, la Corée du Sud, l'Argentine et le Brésil. Le soja est cultivé principalement pour ses graines. Il a une multitude d'emplois dans le secteur alimentaire et dans le secteur industriel (notamment la production de biodiesel) et représente une des grandes sources d'huile végétale comestible et de protéines pour l'alimentation animale. Sa culture est souvent alternée avec celle du maïs, du blé d'hiver, de céréales d'été et de haricots secs.

Les nombreuses espèces de tournesol produisent deux sortes de graine: des graines oléagineuses et des graines comestibles. Les graines oléagineuses ont une teneur en huile supérieure à 40 % et sont les mieux adaptées à la production de biodiesel. Les principaux producteurs de graines de tournesol sont la Russie, l'Ukraine et l'Argentine. La Chine, l'Inde, les États-Unis et l'Europe en produisent aussi de grandes quantités. Le rendement varie considérablement, et la principale cause de cette variation est l'eau.

Le colza fait partie de la famille de la moutarde. Deux espèces de colza sont cultivées couramment: le colza à tubercules ou le colza à graines oléagineuses. Le colza sert à la production d'huile comestible en Asie et ailleurs pour l'alimentation animale, l'huile comestible et le biodiesel. La Chine, l'Inde, l'Europe et le Canada sont maintenant les principaux pays producteurs et sont suivis des États-Unis, de l'Amérique du Sud et de l'Australie. Le colza oléagineux de printemps pousse bien dans divers sols, mais ne supporte pas la sécheresse. On ne peut le cultiver dans le même champ qu'une fois tous les trois ans à cause de maladies, d'insectes et de mauvaises herbes.

Pour obtenir la même quantité d'énergie, la culture des végétaux servant à la production de biodiesel exige des superficies trois fois plus grandes que la canne à sucre destinée à la production d'éthanol. Le tournesol et le colza ont un rendement à l'hectare bien plus faible

en ce qui concerne la production de biodiesel que les végétaux servant à la production d'éthanol. Le rendement typique du soja cultivé au Brésil est de 6 à 7 hectolitres d'équivalent diesel à l'hectare et celui du colza européen tourne autour de 11 hectolitres d'équivalent diesel à l'hectare.

L'huile de palme offre aux pays en développement une possibilité d'augmenter leurs sources d'énergie à l'aide de la biomasse. On doit cependant analyser avec soin les terres qui peuvent être consacrées à cette culture, car les plantations de palme dans les zones tropicales sont une des grandes causes de déboisement dans des pays tels que la Malaisie et l'Indonésie. Comme pour les cultures précédentes, le rendement est faible: environ 9 hectolitres d'équivalent diesel à l'hectare.

Les pays importateurs de pétrole envisagent aussi de produire du biodiesel à partir des graines du jatropha cultivé sur des terres dégradées. Il est préférable de ne pas le cultiver sur des terres bonnes pour la production vivrière. Le jatropha est un arbre indigène de l'Amérique du Sud, mais on le trouve aussi en Amérique centrale, en Afrique et en Asie. Il est adapté aux températures élevées et aux sols dont la teneur en éléments nutritifs est faible et il tolère la sécheresse. Sa culture est simple et exige relativement peu d'investissements financiers. On peut se servir, après détoxification, de ses graines pour obtenir de l'huile comestible ou du biodiesel. Le Nicaragua est le principal producteur de biodiesel produit à l'aide des graines de jatropha. ■

Source: *Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050*. Paris: Agence internationale de l'énergie, juin 2006 (© OCDE/AIE, 2006).

À MESURES MODESTES, GROSSES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Mark Levine

Il est temps que les dirigeants politiques se rendent compte qu'ils sont en mesure d'encourager plus activement les consommateurs à investir dans le rendement énergétique, ce qui est d'ailleurs dans l'intérêt de ces derniers aussi. Lorsque les gens sont suffisamment nombreux à prendre certaines mesures, même modestes, celles-ci peuvent se traduire par d'importantes économies d'énergie et donner un coup de fouet aussi bien aux marchés locaux qu'à l'économie nationale.

M. Mark Levine est directeur de la division des technologies environnementales du Laboratoire national Lawrence Berkeley, en Californie, lequel relève du ministère de l'énergie des États-Unis.

On associe généralement le rendement énergétique à un concept digne d'être recommandé aux particuliers, mais dont l'effet reste limité à l'échelle nationale. C'est un préjugé regrettable. Le rendement énergétique est non seulement un outil capable de nous faire parvenir à la sécurité énergétique, mais c'est aussi le plus puissant de tous les outils de notre arsenal. Lorsqu'elles sont judicieusement conçues et appliquées, les mesures visant à promouvoir le rendement énergétique sont à même de réduire considérablement la demande d'énergie tout en ayant en même temps un effet bénéfique sur l'économie.

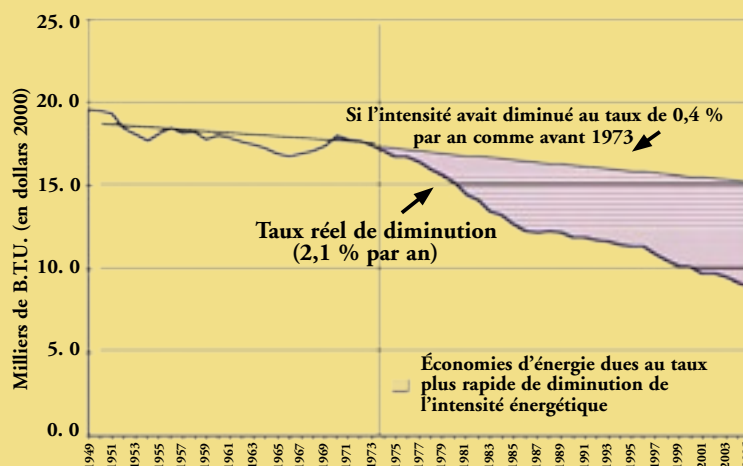
ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ET RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Telle qu'on l'entend aujourd'hui, la conservation d'énergie recouvre tout ce que font les particuliers en vue de limiter la quantité d'énergie qu'ils consomment dans leur vie courante et qui peut inclure l'élimination de certaines de leurs activités. Une politique sérieuse en la matière n'a été appliquée aux États-Unis qu'à une seule

époque de leur histoire. C'était pendant la crise qui a secoué le secteur électrique de la Californie en 2001. Cet État faisait face à une situation désespérée : il n'y avait pas le temps de construire de nouvelles centrales électriques, et l'importation d'électricité n'était pas une solution viable. Le concept du rendement énergétique, tel qu'il est défini ci-après, répondait à une impérieuse nécessité.

La Californie inventa des stratégies propres à encourager la conservation d'énergie. Elle proposa ainsi aux consommateurs un rabais de 20 % sur leurs factures d'électricité s'ils réduisaient de 20 % leur consommation de courant. Pendant les mois d'été de 2002, la sobriété des consommateurs se traduisit par des économies globales d'électricité de 11 %, et de 16 % pendant les heures de pointe. C'est l'État qui fit les frais des économies, mais l'argent économisé par les consommateurs resta en Californie, et le coût des rabais consentis était minime par rapport à celui de l'approvisionnement, en particulier compte tenu de la forte inflation des prix à l'époque.

Figure 1
L'intensité énergétique aux États-Unis
1949-2005



Note : une unité thermique britannique (B.T.U) est la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter de 1 degré Fahrenheit la température de 453 grammes d'eau.

Source : www.cia.doe.gov/emcu/aer/overview.html.

La sobriété énergétique n'est pas une politique qui a la cote, sauf en temps de crise. Une stratégie plus efficace consiste à investir dans le rendement énergétique. Il convient de noter l'emploi du verbe « investir ». Le rendement énergétique est une stratégie d'investissement, et l'attitude des pouvoirs publics s'avère aussi importante à son succès que le sont les décisions de la banque centrale d'un pays à celui de sa politique macroéconomique. Le rendement énergétique n'est pas une politique à court terme ; en réalité, celle-ci n'est efficace que si son application s'inscrit dans la durée, sur des dizaines et des dizaines d'années.

Parce qu'ils ont tendance à ne pas en saisir l'importance sur le plan des orientations, les dirigeants politiques font souvent l'impasse sur le rendement énergétique. Les figures 1 et 2 clarifient la question à l'échelle nationale. La figure 1 compare l'évolution de l'intensité énergétique (le rapport de la consommation d'énergie au produit intérieur brut (E/PIB)) depuis 1973 à ce qu'elle aurait été si les tendances antérieures avaient persisté.

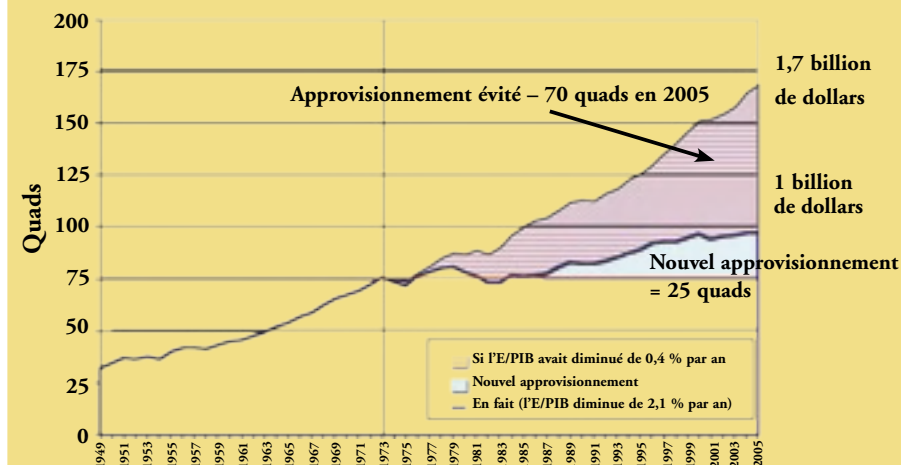
La figure 2 présente les résultats spectaculaires de la modification de l'intensité énergétique. Si la demande d'énergie avait continué à croître sur sa lancée, on en consommerait aujourd'hui 75 % de plus.

La diminution de l'intensité énergétique tient à des changements structurels dans l'économie des États-Unis.

La progression du secteur des services, notamment du secteur bancaire et des technologies de l'information, au détriment du secteur industriel, compte pour un tiers dans la réduction de l'intensité énergétique. Les deux tiers restants tiennent aux investissements dans le rendement énergétique. Autrement dit, si les États-Unis ont pu satisfaire la demande de services consommateurs d'énergie depuis le choc pétrolier de 1973, ils le doivent plus au rendement énergétique qu'à l'apport de nouvelles sources d'énergie, le premier ayant joué un rôle près de quatre fois plus important que le second. Pour être pratiquement invisible et rarement discuté

en hauts lieux quand il est question de la sécurité d'approvisionnement, le rendement énergétique n'en est pas moins une force avec laquelle il faut compter.

Figure 2
La consommation d'énergie aux États-Unis



Note : un quad égale 10^{15} B.T.U.
Source : www.eia.doe.gov/emeu/aer/overview.html

LE PRINCIPE ÉCONOMIQUE DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Dans l'esprit de beaucoup de gens, le rendement énergétique est si éphémère ou si minime qu'il ne compte pratiquement pas. On se représente assez facilement les installations solaires (la pose de panneaux photovoltaïques sur un toit, par exemple) ou les éoliennes. Le rendement énergétique, lui, ne se prête pas à la visualisation. En outre, il recouvre l'application d'un grand nombre de mesures, dont chacune contribue de façon modeste à la réduction de la consommation d'énergie.

LES CINQ PRINCIPALES MESURES EN MATIÈRE DE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

L'amélioration du rendement énergétique aux États-Unis résulte de l'application de quatre mesures explicites et d'une politique implicite. Les quatre mesures explicites comprennent :

- l'élaboration de normes minimales de rendement énergétique applicables aux appareils électroménagers,

- les programmes des services publics d'électricité visant à réduire la demande de courant (investissements visant à accroître le rendement énergétique au niveau des consommateurs),

- l'élaboration de normes minimales de rendement énergétique applicables au secteur du bâtiment,
- enfin, l'élaboration de normes minimales applicables aux constructeurs d'automobiles en matière de réduction de la consommation de carburant (normes CAFE, « Corporate Average Fuel Economy »).

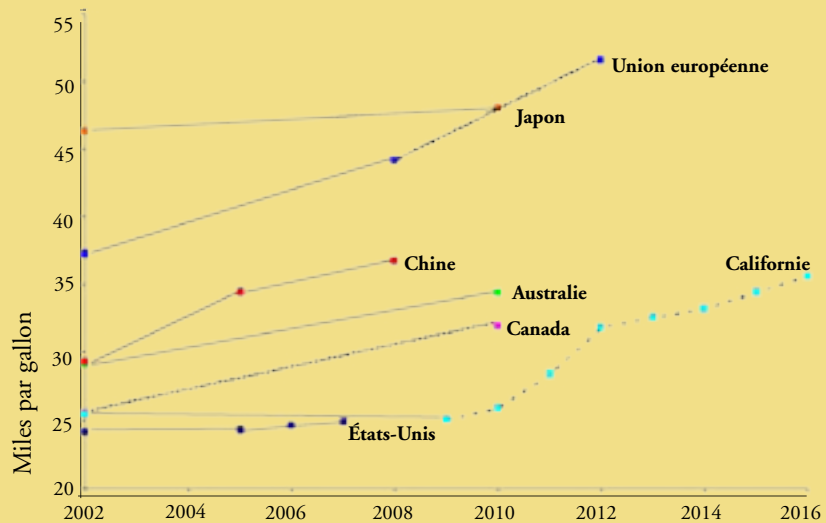
La politique implicite, c'est que le gouvernement des États-Unis reste indifférent aux augmentations du prix de l'énergie quand celles-ci sont modestes. Autrement dit, contrairement à d'autres pays industriels, les États-Unis s'abstiennent de percevoir des taxes sur le pétrole qui reflètent une vaste gamme de coûts externes.

Les États-Unis appliquent activement trois des quatre mesures explicites susmentionnées. La loi-cadre de 2005 relative à la politique énergétique a fixé des seuils qui ont débouché sur l'adoption de 15 normes de rendement énergétique applicables aux appareils électroménagers. Le ministère de l'énergie des États-Unis s'emploie activement à formuler des nouvelles normes qui seront appliquées à 17 produits supplémentaires dans les deux à cinq années à venir.

On a cru un temps que la restructuration des services publics d'électricité avait sonné le glas des programmes de réduction de la demande d'électricité, mais il est clair que ceux-ci reviennent en force aujourd'hui. L'un des plus réussis à avoir été appliqués par un grand nombre des services publics d'électricité concerne la distribution de coupons-rabais aux consommateurs pour les encourager à remplacer les ampoules classiques par des modèles fluorescents à haut rendement.

Les services publics d'électricité de la Californie vont investir 2 milliards de dollars dans les programmes de réduction de la demande d'électricité au cours des trois années à venir, soit le double du niveau précédent et quatre fois plus que la moyenne des dix dernières années. Selon les prévisions, cela signifie que la demande

Figure 3
Comparaison des normes de plusieurs pays en matière d'économies de carburant automobile



Note: la ligne en pointillé indique les résultats des normes proposées.

Source: Feng An et Amanda Sauer, « Comparison of Passenger Vehicle Fuel Economy and GHG Emission Standards Around the World », Pew Center on Global Climate Change, 27 octobre 2004

d'électricité progressera de 0,5 % seulement, au lieu de 2 %, dans les dix prochaines années. La Californie compte parmi les États les plus déterminés à promouvoir le rendement énergétique. La croissance de la demande d'électricité devrait être réduite d'environ 85 % au cours des dix prochaines années par rapport à ce qu'elle aurait été en l'absence de l'imposition de normes de rendement énergétique applicables aux appareils électroménagers et aux bâtiments et en l'absence de programmes de réduction de la demande d'électricité. Comme le montrent les efforts que consent la Californie depuis au moins vingt ans dans le domaine de l'amélioration du rendement en utilisation finale, l'adoption d'une solide politique d'investissement dans le rendement énergétique est capable d'entraîner des résultats importants à long terme. C'est un aspect largement ignoré et par le public, et par les dirigeants politiques.

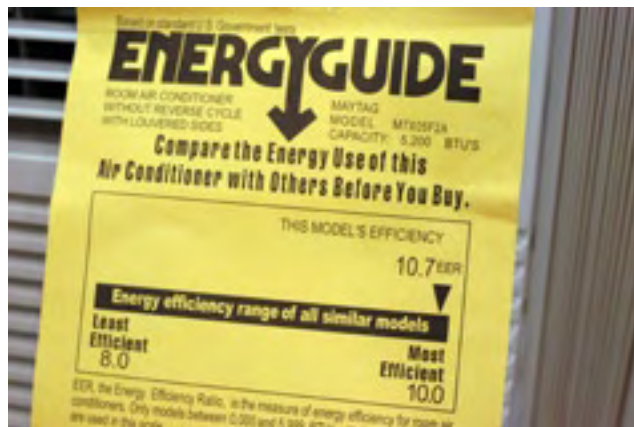
La troisième politique concerne les normes de rendement applicables aux bâtiments. À l'instar des mesures prises par les services publics d'électricité pour influencer la demande, les normes relatives aux bâtiments sont généralement établies au niveau de chaque État et appliquées à l'échelon local. Dès lors, les résultats obtenus

varient considérablement d'un État à un autre. En partie grâce aux avancées importantes issues des programmes fédéraux de recherche et de développement (R&D), la consommation d'énergie des nouveaux bâtiments est inférieure de deux tiers, voire de moitié, à celle des édifices existants, ce qui garantit des économies sur tout le cycle de vie d'un bâtiment.

Pour faire fond sur ces résultats, deux facteurs essentiels s'imposent, à savoir: 1) la revitalisation de l'effort de R&D au niveau fédéral dans le rendement énergétique des bâtiments, effort auquel on doit précisément la technologie à l'origine de la hausse du rendement énergétique, et 2) le renforcement des normes du rendement énergétique des bâtiments. Plusieurs États, en particulier sur la côte Est et la côte Ouest du pays, se sont dotés de programmes pour la mise à jour et le renforcement des normes, mais la plupart des États ne leur ont pas emboîté le pas.

La quatrième mesure – et celle qui est directement liée à la sécurité de l'approvisionnement en pétrole – concerne les normes de consommation de carburant des véhicules automobiles. À long terme, la solution au problème des importations de pétrole consiste à trouver un produit de remplacement qui soit viable du point de vue tant de l'économie que de l'environnement, mais ce ne sera pas demain la veille. Les importations de pétrole vont continuer à progresser pendant des dizaines d'années encore. Quand bien même tout le monde s'accorde à reconnaître que les États-Unis doivent importer moins, le fait est qu'on ne s'attaque pas à ce problème. Cette apathie accroît le péril pour les États-Unis dans le monde.

Le problème n'est pas incontournable, si ce n'est peut-être du point de vue politique. À l'instar des normes de rendement énergétique des appareils électroménagers, le renforcement des normes en matière de réduction de la consommation de carburant des véhicules automobiles frappe par sa simplicité: il suppose l'intervention d'un petit nombre seulement de constructeurs d'automobiles qui pourront consentir les investissements nécessaires pour améliorer le rendement et répercuter les coûts sur le consommateur. Le revers de la médaille, c'est qu'il suffit qu'une poignée de gros constructeurs militent auprès des parlementaires contre cette politique pour que celle-ci devienne lettre morte. Les constructeurs craignent que le renforcement des normes en matière d'économies de carburant ne mécontente les consommateurs, parce que celles-ci se feront au détriment d'autres aspects: dans le cas des voitures, ce sont la taille, la sécurité et la puissance (accélération) qui en pâtiront. En fait, on sait d'expérience, notamment quand on considère les normes



William Thomas/Getty Images

Label d'un climatiseur donnant des renseignements sur son rendement énergétique.

CAFE adoptées aux États-Unis en 1975, que l'industrie automobile s'est montrée capable d'innover et de se conformer aux normes exigées, aussi difficiles aient-elles semblé à l'époque, sans compromettre pour autant ces caractéristiques.

D'autres pays ont su améliorer la consommation de carburant des voitures tout en continuant à faire le bonheur de dizaines de millions de consommateurs. La figure 3 récapitule les normes en matière d'économies d'essence aux États-Unis et dans plusieurs pays. C'est à se demander si des nuages ne sont pas en train de s'amonceler à l'horizon, sur le marché mondial, pour les constructeurs américains d'automobiles.

Les États-Unis peuvent se fixer pour objectif de respecter d'ici à 2015 les normes qui étaient en vigueur en 2005 dans l'Union européenne, le pourcentage d'amélioration de la consommation de carburant devant être le même pour tous les véhicules, qu'il s'agisse d'automobiles, de véhicules utilitaires de sport, de camionnettes ou de camions de gros tonnage. Les États-Unis peuvent aussi s'engager à se conformer en 2020 aux normes auxquelles s'astreindra l'Union européenne en 2012. Ni l'un ni l'autre de ces objectifs ne retiendra probablement l'attention des dirigeants politiques, mais s'ils adoptaient une politique en ce sens, quand bien même elle laisserait les États-Unis largement à la traîne, celle-ci aurait pour effet de diminuer leur dépendance vis-à-vis des importations de pétrole en les ramenant respectivement de 56 % dans dix ans à environ 40 %, et de 62 % dans vingt ans à 25 %.

Le désir de sécurité énergétique constitue la principale motivation de la plupart des partisans des économies de consommation de carburant, mais d'autres avantages sont à signaler sur le plan économique, de

l'environnement et de la sécurité. Une telle politique est presque certainement rentable dans la mesure où les investissements dans le rendement énergétique rapportent gros. Comme dans le cas des gains obtenus en matière de rendement énergétique dans l'ensemble de l'économie (voir figure 2), les investissements dans le secteur automobile s'accompagneront d'avantages considérables pour toute l'économie des États-Unis : on peut compter sur des rendements annuels de l'ordre de 20 % ou plus, par rapport aux investissements au niveau de l'offre qui ne procurent aucun bénéfice net.

LE RÔLE DE LA POLITIQUE PUBLIQUE

Les orientations relatives à l'amélioration du rendement énergétique ne reçoivent pas l'attention qu'elles méritent en tant qu'instruments essentiels au renforcement de la sécurité d'approvisionnement énergétique. Malgré le peu d'intérêt qui a été porté à ces mesures et le faible appui qui leur a été accordé, les économies réalisées au cours des trente dernières années grâce à l'amélioration du rendement énergétique ont eu un effet quatre fois supérieur à celui des nouvelles sources d'énergie pour ce qui est de répondre à la demande. Aujourd'hui, la facture énergétique des États-Unis s'élève à 1 billion de dollars chaque année. Elle se chiffrerait à 1,5 billion de dollars si le rendement énergétique n'avait pas été amélioré!

Le rendement énergétique est un investissement que l'on sait très rentable. Le taux de rentabilité des investissements dans ce domaine est généralement élevé, tant que la politique pertinente est conçue et appliquée avec soin. Le rendement financier est tout aussi certain que s'il s'agissait d'investissements dans un nouveau puits de pétrole ou dans une nouvelle mine de charbon, mais il est généralement plus important encore. La grande différence entre les investissements au niveau de l'offre et ceux qui sont consentis au niveau de la demande, c'est que les premiers s'adressent à des entreprises qui ont de fortes incitations à les rechercher. Les seconds sont normalement répartis entre des millions de consommateurs, lesquels méconnaissent souvent les avantages qui en découlent.

Comme les investissements dans le rendement énergétique sont rarement associés à de robustes mesures d'accompagnement et que l'accroissement de la demande énergétique a de fortes répercussions sur l'ensemble du pays, on peut avancer des arguments irréfutables en faveur du rôle d'une politique générale. L'adoption d'une politique judicieuse relative à la demande énergétique peut amener les consommateurs à investir, ce qui dispense l'État de verser des subventions, contrairement à ce qui est le cas de certaines mesures visant à agir sur l'offre.

Il est désirable que les dirigeants politiques, en particulier ceux qui s'inquiètent de la sécurité d'approvisionnement énergétique du pays, accordent un caractère prioritaire à la politique en faveur du rendement énergétique. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la ligne d'action de l'université de la Californie ni celles du gouvernement des États-Unis.

DES ENTREPRENEURS AMÉRICAINS CONSTRUISENT DES LOGEMENTS ÉCOLOGIQUES

En adoptant des technologies économes en énergie, les propriétaires de logements et les administrateurs d'immeubles pourraient réduire de près de 80 % leurs frais de chauffage, de climatisation et d'éclairage, selon le ministère de l'énergie des États-Unis. Les avantages de l'adoption de ces technologies dans les quelque 2 millions de maisons construites tous les ans aux États-Unis seraient énormes, car près de 25 % de la consommation d'énergie sont dus aux logements.

En 2007, les deux tiers des promoteurs immobiliers construiront des bâtiments écologiques dans 15 % de leurs chantiers, indique une étude publiée en juin par McGraw-Hill Construction. Selon cette étude, un bâtiment écologique est un bâtiment construit en fonction de normes supérieures à la réglementation courante afin d'accroître le rendement énergétique, de diminuer la consommation d'eau, de garder le maximum d'arbres dans les nouveaux lotissements, de tirer parti du rayonnement solaire, d'utiliser des matériaux écologiques et de réduire les déchets au cours de la construction.

Il n'y a pas si longtemps, les maisons écologiques n'étaient faites que sur commande. De nos jours, ce n'est plus le cas. Un grand promoteur, Pardee Homes, qui construit des centaines de maisons dans le sud-ouest des États-Unis, se conforme à des normes écologiques plus strictes dans un tiers de ses chantiers.

Les promoteurs indiquent que la principale raison de la construction de maisons écologiques est la préoccupation de leurs clients au sujet du coût de l'énergie. Le prix de l'essence aux États-Unis a augmenté de 86 % ces trois dernières années, et un grand nombre des clients de Pardee Homes habitent en banlieue, loin de leur lieu de travail, et font de longs trajets en voiture. Vu qu'ils ne peuvent pas facilement éviter ces longs trajets, ils cherchent à faire des économies d'énergie dans leur logement. Pardee Homes met en place des installations solaires photovoltaïques qui peuvent coûter jusqu'à 18.000 dollars, mais qui réduisent les frais d'éclairage, de chauffage et de climatisation d'environ 70 %

L'étude de McGraw-Hill met l'accent sur le recours au chauffage solaire passif, qui consiste à situer un logement de manière à tirer parti au maximum de l'énergie solaire et à planter des arbres pour obtenir de l'ombre. Les arbres à feuilles caduques donnent de l'ombre pendant l'été et perdent leurs feuilles en hiver, ce qui permet au soleil d'entrer par les fenêtres.

Les promoteurs installent aussi de plus en plus des fenêtres dotées de vitrages à faible émissivité. Selon l'organisateur d'une exposition sur les maisons écologiques qui se tient actuellement dans un musée de Washington, M. Donald Albrecht, il existe plusieurs sortes de nouvelles fenêtres qui bloquent la chaleur ou qui filtrent le soleil entre plusieurs couches de verre et qui

sont actuellement en vente dans le commerce. Néanmoins, la plupart des maisons montrées dans le cadre de l'exposition sont construites en appliquant d'anciens principes en plus des nouvelles technologies. Par exemple, certaines ont un plancher en bambou parce que, contrairement au bois dur des forêts, le bambou est une graminée qui pousse vite.

L'application du principe bien connu de la masse thermique est évidente dans les murs épais en pisé de terre de la maison construite par l'architecte Rick Joy dans les montagnes environnantes de Tucson, qui fait aussi partie de l'exposition. Ces murs absorbent la chaleur pendant la journée et la libèrent pendant la nuit.

Un immeuble d'appartements écologique construit récemment à Washington n'a guère besoin de publicité, selon son architecte Russell Katz, car les locataires sont tout à fait conscients de ses avantages financiers. « Certaines personnes, a-t-il dit, pensent que vivre dans un logement écologique revient à faire une bonne action. En fait, c'est une bonne affaire car on économise ainsi de l'argent. »

Les locataires de cet immeuble payent moins que la plupart des personnes pour le chauffage ou la climatisation. M. Katz a préféré ne pas installer des articles de luxe tels que des appareils en acier inoxydable dans les cuisines et des pavés de marbre dans les salles de bain pour pouvoir équiper l'immeuble d'une installation géothermique qui pompe l'eau souterraine (où la température reste constante à 18 degrés

Celsius) et qui souffle de l'air sur les tuyaux pour chauffer ou climatiser les appartements. L'immeuble est aussi doté d'un jardin sur le toit, qui l'isole et qui absorbe l'eau de pluie.

Selon la chaîne de magasins de bricolage Home Depot, un nombre croissant d'Américains rénovent aussi leur logement pour faire des économies d'énergie. Certains des articles les plus populaires sont les chauffe-eau sans réservoir, qui économisent de l'énergie et de l'espace en chauffant l'eau quand on en a besoin, les ampoules fluorescentes, qui durent dix fois plus de temps et consomment 66 % de moins d'électricité que les ampoules ordinaires, les thermostats programmables, qui permettent d'économiser 100 dollars par an si on les utilise correctement, et les moyens d'isolation, qui permettent de réduire la consommation d'énergie à peu de frais.

Certains des constructeurs de grands immeubles de bureaux ont recours aux mêmes moyens que les constructeurs de logements pour faire des économies d'énergie. « En Allemagne et en Autriche, la loi encourage les économies d'énergie, et il s'ensuit que ces pays sont plus avancés et plus innovateurs dans ce domaine », a fait remarquer M. Albrecht. Il a cependant indiqué que les Américains progressaient aussi peu à peu sur cette voie, en citant les grands immeubles écologiques en cours de construction à New York. ■



Conçue par l'architecte Roy Joy, la maison ci-dessus, qui est située dans les environs de Tucson, a des murs épais en pisé.

Undine Prohl/Courtesy National Building Museum

FAIRE DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Un choix individuel

Depuis plusieurs décennies, le prix de l'énergie ne cesse de fluctuer et d'avoir souvent une incidence sur les décisions courantes relatives au travail, aux loisirs et à la croissance économique. Aux États-Unis, l'État fédéral, les États fédérés, les collectivités locales, les entreprises et les groupes de défense des consommateurs œuvrent de concert pour mieux informer le public sur ce que toute personne peut faire pour réduire les dépenses en matière d'énergie.

Voici quelques conseils pour toute personne intéressée.

Logement

- Dans les régions à climat chaud, plantez des arbres pour protéger du soleil les toits, les murs et les fenêtres. Fermez les volets ou tirez les rideaux des fenêtres donnant sur le sud et l'ouest. Dans les régions à climat moins chaud, laissez entrer le soleil par les fenêtres donnant sur le sud.

- Calfeutrez les portes et les fenêtres.
- Utilisez des ventilateurs suspendus au plafond été comme hiver. Quand on inverse la direction des hélices, le ventilateur pousse l'air chaud vers le bas et garde ainsi les pièces chaudes en hiver.

- Baissez les thermostats en hiver. Une diminution de 1 degré Fahrenheit peut réduire les frais de chauffage d'environ 4 %. Nettoyez ou remplacez périodiquement les filtres des climatiseurs et des chaudières.

- Utilisez de préférence des ampoules fluorescentes, qui durent 6 à 10 fois plus longtemps que les ampoules incandescentes. Installez des fenêtres supplémentaires pour augmenter la lumière naturelle.

- Installez des tuiles réfléchissantes sur les toits et isolez comme il faut les greniers.

- Employez des têtes de douche à faible débit. Baissez le thermostat du chauffe-eau pour que la température de l'eau ne dépasse pas 42 degrés Celsius.

Produits de grande consommation

- Lors de l'achat de grands appareils ménagers, achetez ceux qui ont le meilleur rendement énergétique. Comparé à un réfrigérateur de 1990, un nouveau réfrigérateur ayant un bon rendement énergétique peut faire économiser suffisamment d'électricité pour éclairer un logement pendant près de 5 mois.

- Utilisez des produits renouvelables tels que le bambou et le linoléum pour les revêtements de sol, par exemple.

- N'utilisez une machine à laver que lorsqu'elle est pleine. Lavez le linge dans de l'eau moins chaude et utilisez des détergents pour eau froide. Nettoyez le filtre du séchoir

à linge après chaque usage afin d'améliorer le rendement énergétique.

- Arrêtez votre ordinateur et tout autre appareil électrique lorsque vous ne les utilisez pas.

Transports

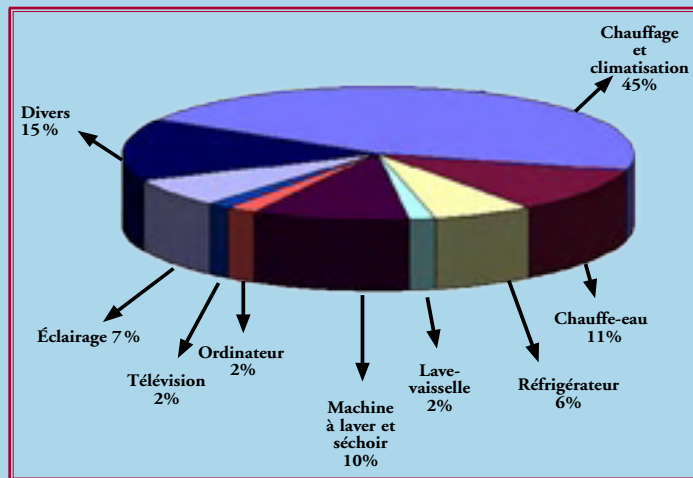
- Entretenez votre voiture. Des filtres à air propres peuvent diminuer la consommation d'essence de près de 10 %. Des pneus bien gonflés et bien équilibrés peuvent aussi réduire la

consommation d'essence de 3 %, alors que l'emploi d'une huile inadaptée peut l'augmenter de 1 à 2 %.

- Respectez la vitesse limite. En général, au-dessus de 100 km/h, toute augmentation de vitesse de 8 km/h a le même effet que si l'on augmentait le prix du litre d'essence de 0,5 à 0,18 dollar au prix de l'essence en juin 2006 aux États-Unis.

- Évitez de transporter tout poids inutile. Toute augmentation de 45 kg a pour effet d'augmenter la consommation d'essence de 2 %.

- Considérez la possibilité d'acheter une voiture hybride. La diminution de consommation d'essence par rapport aux voitures à essence uniquement peut être de 50 % ou plus.



Ventilation de la consommation d'électricité dans un logement moyen aux États-Unis

Comité républicain du Sénat

Sources : Smithsonian Institution, département de l'Énergie, American Society of Interior Designers, Alliance to Save Energy.

DES SOLUTIONS PROPRES AU SERVICE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

Lewis Milford et Allison Schumacher

Si l'on veut parvenir à la sécurité d'approvisionnement énergétique et stabiliser le climat d'ici à 2050, on doit acculer l'imagination à la recherche de stratégies capables de faciliter l'application de technologies à basse teneur en carbone. Cette transformation de l'énergie à l'échelle planétaire doit inclure tout un éventail de technologies propres, par exemple le charbon décarbonisé, la séquestration du carbone, les piles à combustible, la bioénergie et les centrales à ultra-haut rendement alimentées au gaz.

Lewis Milford et Allison Schumacher occupent respectivement les fonctions de président et de directrice de projet de l'association Clean Energy Group, l'une des grandes associations américaines sans but lucratif visant à encourager le recours aux technologies énergétiques propres au moyen de solutions novatrices dans le domaine de la technologie, du financement et de l'action des pouvoirs publics.

Il faut innover comme jamais encore on ne l'a fait pour développer, commercialiser et mettre en application à grande échelle des technologies à faible teneur en carbone qui vont révolutionner le monde.

Le marché de l'énergie propre s'est considérablement développé ces dernières années, mais il représente une partie seulement de la solution au problème du réchauffement de la planète, solution qui passe par une transition radicale vers un avenir où le carbone fera figure de parent pauvre.

Par « énergie propre », on entend généralement les énergies renouvelables classiques (énergie solaire, éolienne et hydro-électrique, biomasse, énergie thermique des mers, énergie marémotrice et des vagues, énergie géothermique), ainsi que les technologies telles que les piles à combustible et les technologies connexes liées au stockage et à la conversion de l'énergie.

Pour autant, il faut innover dans tous les aspects des technologies à basse teneur en carbone. Il nous faut accroître massivement le recours à ces sources renouvelables et faire progresser considérablement les options à faible teneur en carbone, tels le charbon

décarbonisé, le piégeage du carbone, la production d'énergie fossile à ultra-haut rendement, les piles à combustible, la bioénergie et les produits dérivés de la génomique, de la nanotechnologie et de domaines connexes.

En outre, la politique énergétique et climatique telle qu'elle est conçue aujourd'hui ne saurait propulser le marché de l'énergie propre au degré et à la vitesse voulues pour renforcer la sécurité d'approvisionnement énergétique et stabiliser le climat d'ici à 2050. Nous devons faire preuve d'une imagination accrue quand il s'agit de mettre en œuvre des stratégies novatrices concernant toutes ces options pauvres en carbone. Il est aussi à noter que les structures actuelles de financement et de commercialisation des technologies innovantes ne permettent pas d'amener sur le marché ces sources d'énergie à basse teneur en carbone dont on a pourtant tant besoin.

Ce n'est qu'en relevant simultanément ce double défi – à savoir accélérer la cadence des innovations et créer la structure de financement et de commercialisation à grande échelle qui s'impose – que nous réussirons à transformer les habitudes énergétiques de la planète.

LES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES À FAIBLE TENEUR EN CARBONE

Outre les sources renouvelables, telles l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie éolienne et l'énergie des mers, et les technologies qui visent à accroître le rendement énergétique, les solutions technologiques suivantes, à basse teneur en carbone, se révèlent prometteuses.

Le charbon décarbonisé : la gazéification intégrée à cycle combiné (GICC) représente une nouvelle génération de centrales à charbon qui sont technologiquement supérieures et écologiquement préférables aux centrales classiques. La GICC permet en effet de gazéifier le charbon, ce qui a pour effet de réduire le taux des émissions d'oxyde de soufre, d'oxyde d'azote, de particules et de mercure avant la combustion. De surcroît, les centrales GICC émettent considérablement moins de gaz



AP/Wide World Photo

Une pile à combustible d'une capacité de 250 kW, qui fait partie de l'installation de production d'électricité et d'eau chaude d'un hôtel Sheraton à New York.

carbonique et elles peuvent être configurées de manière à piéger le carbone, ce qui élimine l'étape de l'épuration finale.

Il existe trois méthodes de décarbonisation du charbon, à savoir le recours à des épurateurs en aval, la séquestration du carbone et la GICC (ou la GICC associée à la séquestration). Ces trois procédés sont déjà disponibles sur le marché, mais ils doivent encore être produits et exploités en grand nombre pour faire concurrence aux centrales classiques à charbon et mettre un terme à la construction de telles centrales. Cette remarque s'applique particulièrement aux pays en développement, pour lesquels il est prévu que le nombre des centrales classiques à charbon va augmenter considérablement. À l'avenir, dans un monde où le carbone est de plus en plus mal vu, les centrales GICC pourraient bien s'imposer.

Les centrales à gaz à ultra-haut rendement : les centrales au gaz naturel à cycle combiné ont un meilleur rendement que les centrales classiques au charbon et elles produisent moins de gaz à effet de serre que ces dernières. À divers moments où cours de l'année 2005, le gaz naturel a été un combustible dont les prix ont été plus élevés et ont fluctué plus que ceux du charbon, ce qui explique l'importance cruciale du facteur coût/économies. L'évolution de l'approvisionnement en gaz naturel pourrait avoir une incidence sur l'écart entre les coûts. Il y aura peut-être lieu d'offrir des incitations visant à rendre les coûts plus concurrentiels de façon à encourager le recours accru à cette technologie à ultra-haut rendement.

Les piles à combustible : ces piles produisent de l'électricité à partir de l'hydrogène et de l'oxygène, l'eau et la chaleur (sans émissions de gaz à effet de serre) étant

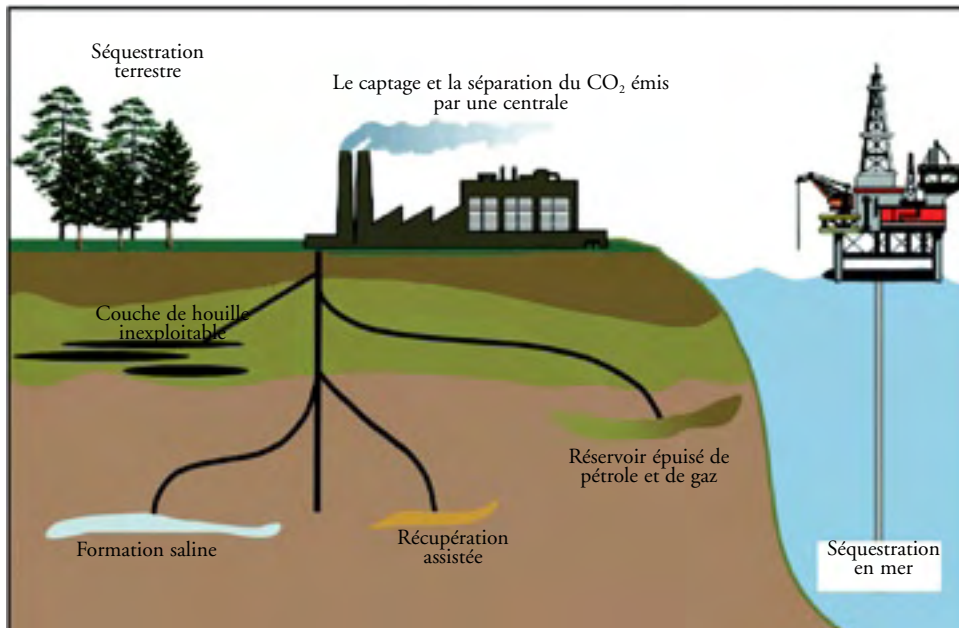
les seuls sous-produits. Cette technologie prometteuse, aux applications multiples, présente en particulier de l'intérêt dans le marché décentralisé de l'électricité, par exemple lorsqu'il s'agit d'alimenter les installations essentielles d'établissements tels que les aéroports, les banques, les centres de données, les postes de première intervention, les hôpitaux et les centres de commutation téléphonique.

Les piles à combustible fournissent de manière soutenue une électricité de qualité, ce qui contribue à la sécurité d'approvisionnement énergétique. Elles sont alimentées au gaz naturel ou par des combustibles renouvelables. Certains facteurs freinent cependant leur vente sur le marché : citons notamment une importante mise de fonds initiale, des

contraintes d'entretien et d'exploitation, le coût de production de l'hydrogène si c'est le carburant retenu et les questions de stockage et de distribution du carburant. Pour généraliser leur adoption sur le marché, on devrait envisager de les utiliser dans les établissements qui ont impérativement besoin d'être constamment alimentés en électricité, ce qui est le cas des hôpitaux par exemple. Là, en effet, l'écart entre les coûts risque moins d'être un obstacle. Si l'on veut encourager le recours aux piles à combustible, d'autres problèmes encore restent à régler, tel celui des tarifs exorbitants qui sont perçus pour se brancher sur le réseau électrique quand une pile est mise temporairement hors service pour des raisons d'entretien.

La biomasse cellulosique et les biocarburants : parallèlement à l'intérêt accru qui est porté à la production et à l'emploi de biocarburants, on a de plus en plus souvent recours aux technologies de valorisation énergétique de la biomasse, telle l'utilisation de digesteurs anaérobies et de gazogènes, pour produire de l'énergie à partir de plantes cultivées, de déchets agricoles et de fumier. Il est cependant à noter que le marché de la bioénergie est tout juste en train de naître et qu'il a encore du chemin à parcourir avant d'arriver au point où la biomasse et les biocarburants pourront se répandre rapidement sur le marché. On s'accorde pourtant largement à reconnaître que, du point de vue des solutions à basse teneur en carbone, il vaut mieux tirer parti de la biomasse cellulosique (c'est-à-dire d'origine végétale) que cultiver spécialement des plantes, tel le maïs, pour produire des biocarburants parce que la récolte et le transport de ces plantes entraînent nécessairement l'augmentation des

Les méthodes de séquestration du carbone



Courtesy Energy Information Administration, Washington, DC.

Il est possible de stocker durablement dans la végétation, le sol ou des réservoirs souterrains le gaz carbonique extrait des émissions ou retiré de l'atmosphère, de l'injecter dans les fonds sous-marins ou de le transformer en une matière solide semblable à des roches. En outre, on peut utiliser du gaz carbonique comprimé pour faciliter la récupération du pétrole dans les gisements pétroliers et le méthane dans des gisements de charbon inexploitable. Utilisé à cet effet, le gaz carbonique reste stocké sous la surface terrestre de façon permanente et sans risque.

émissions de gaz carbonique. La recherche génomique pourrait s'avérer essentielle à la vulgarisation de cette technologie, mais encore faut-il qu'elle se spécialise dans le développement et la commercialisation de biocarburants et de systèmes énergétiques à haut rendement.

La séquestration : la séquestration, c'est-à-dire la captage et le piégeage des émissions excessives de gaz carbonique au lieu de les laisser s'échapper dans l'atmosphère, se divise en deux catégories, à savoir : 1) le stockage biologique, procédé en vertu duquel le gaz carbonique est absorbé par des végétaux gourmands de gaz carbonique et qui forment des « puits de carbone », et 2) le stockage géologique, procédé qui consiste à injecter du gaz carbonique dans des formations rocheuses. Toutes sortes de techniques de stockage biologique et géologique sont à l'étude, mais aucune n'est encore disponible à grande échelle. Tous les intervenants, publics et privés, devraient s'employer de manière plus résolue à régler rapidement les diverses questions scientifiques et techniques liées au piégeage et au stockage du carbone à long terme dans des conditions optimales.

À l'avenir, beaucoup d'autres technologies à basse teneur en carbone seront probablement mises au

point, ce qui pourrait perturber le statu quo des technologies énergétiques classiques. Il ne suffit cependant pas d'inventer : encore faut-il établir des marchés réceptifs et les élargir rapidement.

L'ACCÉLÉRATION DE LA CADENCE DES INNOVATIONS

Toutes sortes de défis et de possibilités se pointent à l'horizon dans le domaine des technologies à basse teneur en carbone. Les spécialistes s'accordent à dire que le développement d'une énergie propre suppose non seulement l'exploitation des sciences fondamentales

et appliquées, mais aussi une sensibilisation certaine à la dynamique commerciale liée à ces technologies naissantes.

Les pays membres du groupe des Huit ont bien compris ce double besoin pressant lorsqu'ils ont mis en route le dialogue du G8 sur les changements climatiques, l'énergie propre et le développement durable à Gleneagles (Écosse), en juillet 2005. La Banque mondiale a élaboré un nouveau « cadre d'investissement » qui doit servir de clé de voûte à ce dialogue, reconnaissant ainsi le besoin critique d'innovation technologique et affirmant sa volonté d'appuyer l'accroissement massif des investissements, du secteur recherche et développement et de la commercialisation des technologies à faible teneur en carbone.

Dans son rapport sur ce cadre d'investissement, la Banque mondiale conclut que les mesures et le niveau de financement actuels, de source tant publique que privée, sont insuffisants pour encourager l'adoption de techniques capables de stabiliser les émissions de gaz carbonique.

LES ENJEUX DE LA TRANSFORMATION DU PAYSAGE ÉNERGÉTIQUE

La transformation du système énergétique mondial tient de la gageure. C'est le secteur où l'intensité de capital est la plus forte et qui forme un réseau financier, réglementaire et institutionnel complexe et interdépendant, dont les rouages sont graissés depuis plus d'un siècle. Pour autant, une révolution énergétique peut se produire rapidement : la voiture a remplacé le cheval comme moyen de transport en l'espace d'une trentaine d'années, et il a fallu moins de quarante ans pour électrifier l'ensemble du territoire des États-Unis.

La transformation qu'on attend devra être équivalente en ampleur à ce qu'ont connu les pays aujourd'hui industrialisés au cours des cent dernières années. Ils sont passés de l'époque où la roue hydraulique faisait marcher l'industrie, où le bois et le kérosène étaient les combustibles utilisés par les ménages et où les véhicules étaient tirés par des chevaux, à l'ère de l'électrification quasi universelle, de la dominance du charbon dans la production d'électricité, des véhicules à moteur diesel ou à essence, qui se comptent par millions, et des déplacements en avion à réaction, pour finalement arriver à l'ère de la micropuce et de l'économie numérique qui en a découlé.

Pour parvenir à une transformation à une échelle similaire, plusieurs changements doivent avoir lieu :

- il est de la plus haute importance que les pouvoirs publics, les milieux universitaires et le secteur privé coordonnent le secteur recherche et développement (R&D) avec le déploiement et la commercialisation de la technologie, au lieu de se concentrer exclusivement sur les programmes de R&D ;
- le débat sur les technologies à basse teneur en carbone doit avoir lieu à divers niveaux (international, sous-national) et dans un grand nombre de forums réservés aux parties prenantes à l'échelon sous-national, tels la Convention-cadre de l'ONU sur les changements climatiques et le Dialogue du G8 sur les changements climatiques, l'énergie propre et le développement durable ;

- il faut répartir à tous les niveaux du secteur public et du secteur privé la tâche de la réduction des émissions de gaz carbonique à l'échelle mondiale. C'est une façon d'encourager la recherche de solutions novatrices qui puissent corriger les faiblesses du marché, promouvoir le transfert des technologies à basse teneur en carbone ainsi que l'échange d'informations, encourager les stratégies pluridisciplinaires et produire des résultats concrets ;

- pour construire l'infrastructure énergétique de demain, à basse teneur en carbone, il faut impérativement se tourner vers de nouvelles formes d'accumulation du capital ;

- le cadre d'investissement du G8 et d'autres formes de collaboration internationale doivent envisager l'innovation et la commercialisation des technologies sous un angle très large. Il faut rajouter les maillons qui manquent dans la chaîne de l'innovation pour amener les pays industriels aussi bien que les pays en développement à se rallier aux technologies à basse teneur en carbone. À cette fin, il y a lieu dans le même temps d'augmenter considérablement le niveau des ressources et les budgets. Les partenariats entre le secteur public et le secteur privé doivent accorder le plus haut rang de priorité à l'accélération des efforts visant à inventer de nouvelles technologies à basse teneur en carbone et à en promouvoir l'adoption.

Le pari à tenir au XXI^e siècle en matière de sécurité d'approvisionnement énergétique, c'est précisément de s'attaquer à toutes ces questions de la manière la plus complète possible. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

LA COGÉNÉRATION

Plus d'énergie et moins de pollution

La cogénération est connue depuis que l'inventeur Thomas Edison a appliqué en 1882 cette idée à la première centrale des États-Unis qui vendait de l'électricité et la chaleur produite accessoirement. Toutefois, ce n'est que très récemment que le gouvernement des États-Unis et des groupes de défense de l'environnement ont décidé que c'était là l'une des meilleures façons d'améliorer le rendement énergétique et de réduire la pollution de l'air. La cogénération et la trigénération, qui comprend également le refroidissement, réduit le coût de l'énergie et améliore la fiabilité et la qualité de l'électricité.

Utilisé actuellement pour alimenter certains bâtiments du secteur tertiaire et des usines, ce procédé transforme 80 à 85 % de la teneur énergétique du carburant en énergie utilisable, alors que ce pourcentage n'est que 50 % dans le cas des centrales thermoélectriques classiques et 33 % pour

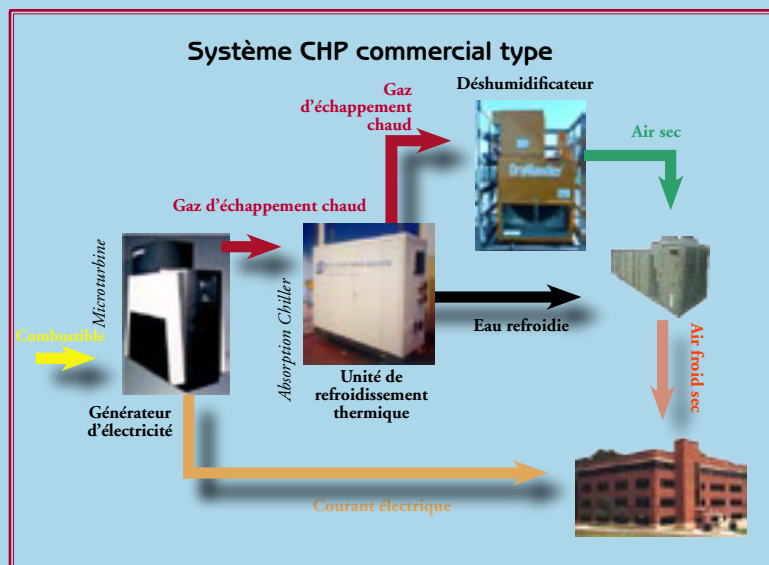
la production d'électricité en général, d'après l'organisme de recherche Midwest Cogeneration Application Center. L'accroissement du rendement de l'énergie utilisée permet de réduire la quantité de combustibles fossiles consommée par unité d'énergie utilisée et de diminuer de 45 % les émissions de gaz à effet de serre provenant des centrales classiques.

La notion de la production combinée de froid, de chaleur et d'électricité, connue sous le nom de trigénération, et celle de la production combinée de chaleur et d'électricité, connue sous le nom de cogénération, n'ont pas réussi à éveiller un aussi grand intérêt que pour les voitures hybrides. La part de la production d'électricité à l'aide de systèmes

intégrés et de sources d'énergie renouvelables sur le marché mondial n'a augmenté que légèrement, pour passer de 7 % en 2002 à 7,2 % en 2005, selon une étude réalisée par l'organisme World Alliance for Decentralized Energy.

Cet organisme estime que cette faible croissance est due à la persistance des obstacles réglementaires et aux prix élevés du gaz naturel, qui est le combustible le plus utilisé après le charbon dans les systèmes intégrés. Toutefois, certains spécialistes considèrent que l'absence d'un point de vente unique pour les systèmes intégrés et l'incompatibilité

des pièces provenant de divers fabricants ont entravé l'expansion de cette filière. Une installation de cogénération se compose d'un moteur, d'une turbine ou d'une pile à combustible qui produit de l'électricité sur place et une unité de récupération de la chaleur provenant de la production



Les diverses fonctions dans un bâtiment d'un générateur d'électricité doté d'une microturbine.

d'électricité. Dans les bâtiments du secteur tertiaire, les installations de cogénération sont en général raccordées à un refroidisseur à absorption qui fournit de la chaleur et du froid pour l'installation centrale de chauffage, de ventilation et de climatisation.

Des spécialistes prévoient de meilleures perspectives pour la cogénération dans les années à venir du fait de la standardisation des pièces et du montage en usine de modules. Selon M. David Engle, qui se spécialise dans la rédaction d'ouvrages sur le secteur du bâtiment, la nouvelle génération des installations de cogénération va transformer le secteur de l'énergie intégrée et élargir sa clientèle aux hôpitaux, maisons de retraite, banques de données,

Courtesy Midwest Combined Heat and Power Application Center

usines agroalimentaires, supermarchés, entrepôts, hôtels et établissements d'enseignement. Les frais d'exploitation de ces installations baisseront lorsque les prix du matériel diminueront et que le rendement énergétique augmentera, dit-il dans un article publié en 2005 par la revue *Distributed Energy*.

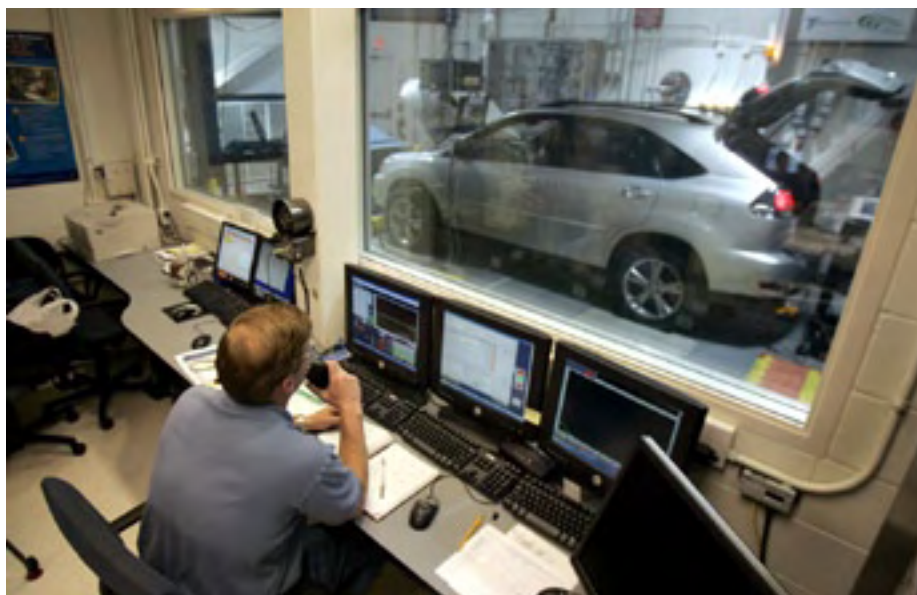
Pour sa part, l'organisme *World Alliance for Decentralized Energy* estime que les possibilités de croissance dans les pays émergents sont plus importantes que celles dans les pays industriels. Rien qu'en Inde, les systèmes intégrés sont susceptibles de cogénérer suffisamment d'électricité provenant des déchets des usines de transformation de la canne à sucre pour jouer un rôle important dans la satisfaction de la demande croissante d'électricité du

pays, estime *Winrock International*, organisation non gouvernementale spécialisée dans les questions de ressources naturelles et de l'environnement. Au Brésil, la découverte récente de gisements de gaz au large des côtes du sud-est du pays, alliée à une réglementation plus favorable, offre des possibilités d'investissement dans la mise en place d'installations de cogénération à Sao Paulo et à Rio de Janeiro.

Selon l'organisme *World Alliance for Decentralized Energy*, l'expansion de la cogénération partout dans le monde dépend de la suppression des obstacles réglementaires dans le secteur de l'électricité et de l'uniformisation des règles régissant toutes les formes de production de l'électricité. ■

LA CRÉATION DE DÉBOUCHÉS POUR L'ÉNERGIE PROPRE

Larisa Dobriansky



AP/Wide World Photo

Un chercheur de l'Argonne National Laboratory observe les essais dont une voiture Lexus hybride fait l'objet.

Les pouvoirs publics peuvent jouer un rôle décisif dans la facilitation de la mise sur le marché de technologies de production d'énergie propre en offrant des incitations financières et en supprimant les obstacles à l'exploitation des possibilités de l'innovation technique.

Larisa Dobriansky est une haute responsable du département de l'Énergie chargée de la politique énergétique nationale.

Les défis à relever pour que l'énergie soit fiable et durable à l'avenir sont aussi bien grands qu'urgents. Si les tendances récentes devaient se poursuivre, la demande mondiale d'énergie devrait quadrupler et par voie de conséquence entraîner une hausse des coûts, accroître la dépendance à l'égard des importations de pétrole, aggraver la pollution locale et régionale de l'atmosphère et augmenter les risques de changement climatique. En outre, dans les vingt prochaines années, plus de la moitié de la croissance

de la demande énergétique dans le monde aura lieu dans les pays en développement et en transition, au fur et à mesure que ces pays continueront d'améliorer le niveau de vie de leur population. Tous ces faits exigent que l'on change l'orientation du développement mondial de l'énergie au moyen de l'innovation et de la commercialisation. Sans la mise au point et l'application de nouvelles technologies dans le monde, la rapidité de la croissance de la consommation mondiale d'énergie ne manquera pas d'aggraver les problèmes énergétiques qui nous préoccupent déjà à l'heure actuelle.

Nous avons une occasion de détourner le monde de sa voie actuelle et de le mettre sur une autre voie qui le mènera à une nouvelle économie mondiale de l'énergie susceptible de renforcer à la fois la sécurité d'approvisionnement et la croissance économique ainsi que d'améliorer l'environnement. Il sera nécessaire d'investir considérablement dans l'infrastructure pour satisfaire la croissance prévue de la demande. En outre, l'adoption de technologies plus propres et d'un rendement énergétique plus élevé ainsi que la

mobilisation des capitaux privés nécessaires à cet effet exigeront des mesures et des subventions bien conçues, des partenariats entre le secteur public et le secteur privé et la coopération internationale.

Les pouvoirs publics ont donc un rôle crucial à jouer pour influencer les conditions sur le marché aux fins de l'adoption et de la diffusion de technologies plus propres et plus efficaces. Dans le marché mondial actuel qui est plus concurrentiel, plus intégré et plus efficace, ce rôle prend un caractère catalyseur. Là où le recours à de meilleures technologies peut avoir des avantages nets d'utilité publique, l'État peut augmenter les chances d'adoption en rendant les attributs de ces produits en matière d'énergie plus intéressants pour les fournisseurs, les consommateurs et les investisseurs tout en minimisant l'ingérence dans le jeu des forces du marché.

Le gouvernement Bush applique une politique d'ensemble visant à faciliter l'essor du marché pour les technologies qui constitueront les fondements de la transformation des systèmes d'énergie dans le monde, politique qui tient compte de tous les aspects du processus d'innovation. Les programmes et les mesures du gouvernement visent à accélérer l'innovation, à réduire les obstacles au marché, à créer une demande pour les services d'énergie propre en élargissant le choix des consommateurs et en améliorant la production d'énergie et les systèmes de consommation au moyen d'une meilleure réglementation et de meilleures institutions. Cette approche diverse à l'innovation porte sur la création de marchés viables tant aux États-Unis qu'à l'étranger qui attireront des investissements dans les produits à consommation d'énergie plus faible, dans les procédés plus propres et à meilleur rendement énergétique et dans la modernisation de la production. C'est là une voie qui allie innovations techniques, mobilisation des investissements et élaboration d'une politique axée sur le marché.

LES INNOVATIONS TECHNIQUES

Le 31 janvier 2006, le président Bush a annoncé son Initiative en faveur de l'énergie avancée destinée à réduire la dépendance des États-Unis à l'égard des sources étrangères d'énergie et à faire en sorte que l'économie

ne repose pas seulement sur le pétrole. Pour changer la façon dont nous utilisons l'énergie dans nos logements et dans nos bureaux, le gouvernement des États-Unis compte investir davantage dans des centrales au charbon à émission nulle et dans les domaines de l'énergie solaire, éolienne et nucléaire. En ce qui concerne les automobiles, l'initiative prévoit l'augmentation des travaux de recherche portant sur la mise au point de meilleures piles pour les voitures hybrides et pour les voitures électriques ainsi que la construction de véhicules fonctionnant à l'hydrogène sans polluer l'atmosphère. Elle prévoit aussi des crédits budgétaires destinés aux travaux de recherche relatifs à la production d'éthanol à partir non seulement du maïs, mais aussi de copeaux de bois, de feuilles et de tiges ou de la graminée dénommée panic raide.

Cette initiative, ainsi que d'autres programmes et activités de recherche, de développement et d'application entrepris par le gouvernement Bush, met l'accent sur le

À l'aide des forces de la technologie, de l'information et des capitaux, les pouvoirs publics peuvent encourager à tous les niveaux des solutions innovantes en vue de produire une énergie fiable, efficace et propre à un prix abordable.

processus interactif d'apprentissage essentiel aux innovations qui visent à apporter des améliorations techniques et à réduire les coûts, ainsi que sur les changements d'organisation au niveau des entreprises et du marché qui sont nécessaires pour s'adapter aux caractéristiques des nouvelles technologies. L'État fédéral joue un rôle essentiel en encourageant les investissements du secteur privé et en suscitant le processus d'apprentissage parmi les participants. Il entretient des rapports avec le secteur privé pour stimuler un apprentissage des technologies susceptibles de réduire progressivement les coûts et d'aboutir au perfectionnement de produits et

pour permettre aux participants de produire et d'utiliser des technologies à moindre frais et plus efficacement.

La passation de marchés publics et le développement de créneaux constituent deux des grandes stratégies visant à encourager les investissements du secteur privé et à stimuler l'apprentissage des intervenants sur le plan de l'organisation. La passation de marchés publics par l'intermédiaire, par exemple, du Federal Energy Management Program, qui réunit les concepteurs de technologie, les clients et les intermédiaires faisant partie de la chaîne d'approvisionnement, facilite les changements dans la manière dont les participants au marché travaillent et entretiennent des rapports les uns entre les autres et dans leur capacité à produire

et à consommer des produits qui sont plus propres et plus efficaces. De même, en portant l'attention sur les caractéristiques de nouvelles technologies qui intéressent tout particulièrement certains acheteurs, des créneaux contribuent à mettre en marche les processus d'apprentissage et d'attirer des investissements dans le domaine du développement de technologies. En particulier, le ministère de l'énergie coordonne son action avec le ministère de la défense en vue d'accroître l'exploitation de sources d'énergie nationales (le charbon, la biomasse, les sables contenant du sable lourd et les schistes bitumineux) pour la production de nouveaux carburants routiers à faible émission à usage militaire et civil. Cette coordination encourage les travaux de recherche, de développement et de démonstration ainsi que l'utilisation commerciale de procédés tels que la gazéification du charbon, la valorisation énergétique de la biomasse et les procédés de transformation du gaz naturel et du gaz synthétique issu du charbon en carburants liquides.

LES OBSTACLES AU MARCHÉ

Se fondant surtout sur les forces du marché, le gouvernement cherche à intervenir uniquement dans les situations où le marché n'affecte pas des ressources efficacement et où son intervention aura des avantages nets sur le plan social.

Les obstacles au marché ralentissent l'adoption de nouvelles technologies et créent une inertie fondée sur les technologies classiques. Ces obstacles comprennent le manque d'information, des prix non concurrentiels



Le logo Energy Star.

Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement

ou faisant l'objet d'une distorsion, des coûts d'opération élevés, le manque de moyens de financement, l'inefficacité des structures du marché et la réglementation excessive ou inefficace.

L'État fédéral

applique toute une série de mesures qui tiennent compte de facteurs tels que la pollution qui ne sont pas reflétés dans les prix du marché ou qui suscitent des changements d'ordre juridique ou réglementaire dans l'organisation du



Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement

Une ampoule fluorescente à basse consommation.

marché. La réglementation, l'observation de normes et la taxation qui ont une incidence sur les prix du marché obligent les vendeurs et les acquéreurs à tenir compte de coûts qui sont externes au marché. Par exemple, les normes minimales en matière de rendement énergétique constituent un moyen très rentable de faire disparaître du marché des produits inefficaces et de les remplacer par des produits à faible consommation d'énergie. En vertu de la loi de 2005 sur la politique énergétique, de nouvelles normes de rendement énergétique seront établies pour de nombreux appareils électroménagers et pour du matériel de bureau, notamment pour les ampoules fluorescentes, les déshumidificateurs, les distributeurs de boissons froides, les appareils de chauffage à air pulsé, les ventilateurs de plafond, le matériel de climatisation et de chauffage d'entreprise, les machines à faire des glaçons et les machines à laver d'entreprise.

L'État fédéral offre aussi divers stimulants en matière de rendement et d'investissement et met en place des mécanismes d'information qui indiquent les avantages des produits à faible consommation d'énergie. Il a élaboré des directives pour une quarantaine de produits ménagers et d'entreprise qui portent le label Energy Star. En 2005, ce programme a permis de réaliser des économies d'énergie se chiffrant à 150 milliards de kilowatt-heures (environ 4 % de l'électricité vendue), ce qui représente 12 milliards de dollars d'économies et 35 millions de tonnes de gaz à effet de serre qui n'ont pas été émis dans l'atmosphère.

La loi sur la politique énergétique offre aussi toute une série d'incitations en faveur de l'énergie propre (technologies, produits et services), dont des crédits d'impôt, des abattements fiscaux et des subventions pour des programmes de rabais au profit de produits portant le label Energy Star. Elle autorise aussi le ministère de l'énergie à accorder des garanties de prêt au titre de la mise au point de technologies nouvelles ou

perfectionnées. Ces garanties peuvent servir à favoriser les investissements que découragent les risques pour l'adoption de technologies avancées. Elles peuvent aussi entraîner l'apport de capitaux privés. Les stimulants de la loi sur la politique énergétique contribueront à surmonter les obstacles à la création de débouchés et permettront une croissance des débouchés qui n'aurait pas eu lieu autrement.

LA TRANSFORMATION DES MARCHÉS

Les programmes de transformation des marchés contribuent à faire connaître les facteurs relatifs à l'énergie dans les activités commerciales et ont une incidence sur le cadre institutionnel sans entraver fortement le jeu des forces du marché.

Par exemple, le Federal Energy Management Program crée des débouchés pour les techniques, les produits et les services à faible consommation d'énergie grâce à un ensemble de mesures et d'incitations dont les normes et les labels, les objectifs en matière de performance et d'économies, les marchés publics, la vérification du rendement énergétique par des établissements spécialisés, l'information des consommateurs, la politique des prix de l'énergie et les méthodes de mesure de la consommation, la recherche, le développement et la démonstration de nouvelles technologies, les partenariats entre le secteur public et le secteur privé, ainsi que de moyens innovateurs de financement, en particulier les marchés publics assortis de conditions en matière de rendement énergétique et les fonds d'utilité publique.

Dans le cadre des partenariats prévus par l'initiative présidentielle, le ministère de l'énergie, l'Agence de protection de l'environnement et le ministère du logement et de l'urbanisme collaborent avec le secteur privé en vue d'améliorer l'accès des propriétaires de logements et d'autres personnes aux produits et aux services à faible consommation d'énergie. Cette initiative vise aussi à surmonter les obstacles en adaptant mieux les mesures et les incitations aux structures du marché afin de s'attaquer aux goulets d'étranglement qui entravent l'adoption de technologies à faible consommation d'énergie et à énergie renouvelable.

DES SOLUTIONS IMAGINATIVES AU NIVEAU DES ENTREPRISES

Ensemble, ces efforts représentent une approche globale au développement des débouchés qui allie innovations techniques, mobilisation des investissements et élaboration d'une politique. Grâce à des partenariats et à des réseaux, elle vise à créer des relations dans le cadre desquelles de multiples participants à divers niveaux (local, fédéral, régional ou international) s'épaulent mutuellement et ont une influence les uns sur les autres. Il s'agit de mettre en place les mécanismes nécessaires au renforcement de la coopération et de la coordination pour faciliter le processus social de l'innovation. À l'aide des forces de la technologie, de l'information et des capitaux, les pouvoirs publics peuvent encourager à tous les niveaux des solutions innovantes afin qu'une énergie fiable, efficace et propre à un prix abordable puisse alimenter la croissance et le développement économiques à l'avenir. ■

UNE FEUILLE DE ROUTE POUR INVESTIR DANS L'ÉNERGIE DURABLE

Steven Parry, Mark Cirilli et Martin Whittaker



AP/Wide World Photo

Des écoliers marchent sous des éoliennes en Pennsylvanie.

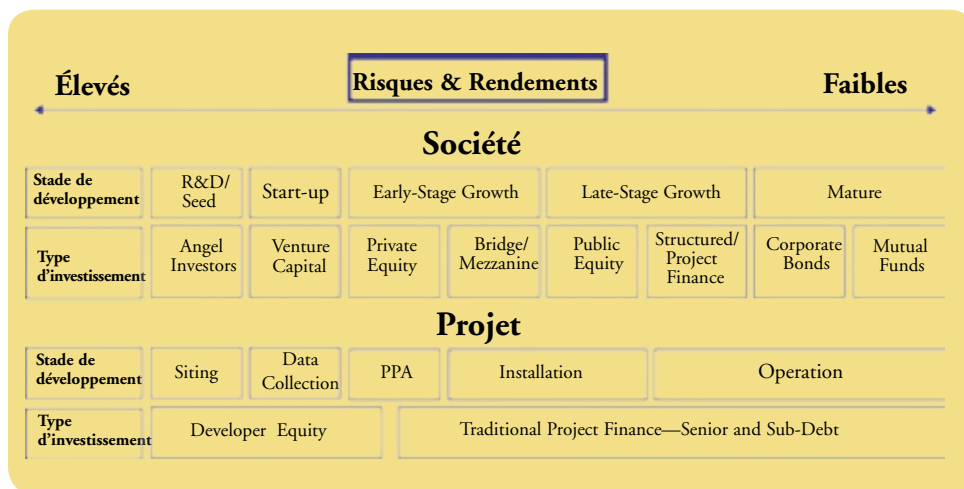
L'existence d'un cadre réglementaire judicieusement conçu et d'une solide infrastructure financière est indispensable à l'application à grande échelle de technologies énergétiques propres. Des organisations internationales, des gouvernements et des prestataires de services financiers et de gestion des risques relevant du secteur privé cherchent des moyens de participer à cette tâche monumentale au moyen de mécanismes novateurs de financement et d'instruments d'investissement d'un genre nouveau.

Steven Parry travaille pour NGEN Partners LLC, société d'investissement en capital-risque de Santa Barbara (Californie), qui investit dans les technologies innovantes, notamment en matière d'énergie propre. Mark Cirilli et Martin Whittaker travaillent pour MissionPoint Capital Partners LLP, établissement financier de South Norwalk au Connecticut.

Si les changements climatiques et l'essor des technologies dans le secteur de l'énergie font couler beaucoup d'encre, la question du financement de l'application de ces nouvelles technologies, elle, a tendance à briller par son absence. Pourtant, au vu de l'ampleur des capitaux nécessaires, elle pourrait bien éclipser celle des défis technologiques. Selon les estimations de l'Agence internationale de l'énergie, l'élargissement à l'échelle mondiale des projets dans le domaine de l'énergie, y compris dans l'énergie propre, nécessitera des investissements s'élevant à 17 billions de dollars au cours des vingt-cinq prochaines années. Rien que dans les pays en développement, la facture devrait se chiffrer aux alentours de 5 billions de dollars.

LES SOURCES DE FINANCEMENT DU SECTEUR ÉNERGÉTIQUE

Le financement de l'énergie durable concerne soit une entreprise, soit un projet. Il peut être apporté à n'importe quelle phase de développement du projet, c'est-à-dire dès



- enfin, les emprunts dont les créanciers occupent un rang supérieur, pour la construction de projets d'une certaine ampleur ainsi que pour l'élargissement et le fonctionnement continu du projet; ceux-ci revêtent souvent la forme de prêts-projet classiques consentis par de grands établissements financiers à un taux nominal conventionnel, le remboursement du principal s'échelonnant sur la durée du prêt.

le début, quand les risques et les espérances de rendement sont élevés, et jusqu'aux dernières étapes de son évolution, quand il est solidement implanté, stade où les risques et les rendements sont nettement plus faibles.

Au niveau de l'entreprise, les capitaux peuvent provenir :

- d'investisseurs faisant cavalier seuls ou d'investisseurs en capital-risque qui interviennent dès les premiers temps de la création de l'entreprise, au stade de la recherche et du développement (R&D) et quand le besoin d'un capital de démarrage se fait jour;

- d'investisseurs du secteur privé ou du secteur public qui interviennent quand l'entreprise a commencé à faire des bénéfices: ils apportent alors un capital de croissance ou d'expansion;
- d'emprunts assortis de garanties, et ce aux dernières étapes de la croissance de l'entreprise dont le parcours et le bilan sont bien établis.

Au niveau du projet, les sources de financement sont les suivantes :

- les capitaux propres du projet, qui sont fournis tôt dans le cycle du projet en vue du choix du site, de la collecte de données et de la constitution du projet; les investisseurs ont une part dans le projet et ils deviennent des actionnaires;
- la combinaison d'emprunts et de capitaux propres, dite « financement mezzanine », formule qui concerne normalement la construction ou l'installation du projet;

En outre, l'échelle du projet détermine en partie la source du financement. Les grands projets fondés sur une technologie bien établie, par exemple dans le domaine de l'énergie hydro-électrique ou de l'énergie éolienne sur terre, sont généralement financés par de grandes institutions financières et ils nécessitent la réunion de

divers bailleurs de fonds sous la forme d'emprunts, de financement mezzanine et de financement par fonds propres. Dans ce type de projets, le risque est mesurable et assurable. Souvent, ces projets sont financés « hors bilan », ce qui signifie que ceux qui prêtent de l'argent ne pourront pas exiger du propriétaire le remboursement des prêts si l'entreprise échoue.

Les projets de moins grande envergure ou ceux qui portent sur de nouvelles technologies, par exemple l'énergie solaire et la biomasse à petite échelle, présentent un cas de figure différent. Comme ces formes de technologie énergétique comportent un risque technique en sus de ceux qui sont associés à tous les projets dans le domaine de l'énergie, les sources classiques de capitaux provenant du secteur privé ont tendance à les boudier.

Dans ces situations, les projets sont normalement financés par des apports de fonds propres parce que les institutions de prêt tendent à considérer comme très risqués les flux de trésorerie destinés à rembourser la dette, d'où leur réticence à consentir des prêts. Dès lors, il est essentiel de résoudre le problème

Les améliorations technologiques font rapidement évoluer à la baisse les coûts de l'énergie durable, laquelle finira par ne pas coûter plus cher que l'énergie classique. Reste à savoir si l'infrastructure financière sera en place pour appuyer l'application des nouvelles technologies au fur et à mesure de leur apparition.

du risque si l'on veut que la production d'une énergie durable prenne de l'ampleur.

L'ÉVALUATION DES RISQUES

Le financement de technologies d'énergie durable comporte nécessairement des risques. Certains sont propres au secteur de l'énergie, tandis que d'autres sont spécifiques à une technologie donnée ainsi qu'à la myriade de questions techniques, de performance, réglementaires et contractuelles qui y sont associées. Ces risques regroupent les éléments suivants :

- établissement du prix : incertitudes liées aux aspects économiques du projet face à la déréglementation et à la tendance du remplacement des contrats à long terme par des contrats à court terme ou « au comptant » en vertu desquels l'établissement du prix et le paiement ont lieu de façon concomitante ou presque ;
- risque de change : incertitude liée à la variation des cours du change susceptible d'avoir un effet défavorable sur des avoirs en devises ;
- risque-pays ou risque politique : risque qu'un gouvernement revienne sur les accords d'achat de ressources énergétiques qu'il a conclus et qui sont censés fournir les recettes à long terme nécessaires à la réalisation des projets énergétiques pour lesquels un financement par emprunt et un financement mezzanine ont été obtenus ;
- assurabilité médiocre : absence d'antécédents en matière de souscription et absence de données antérieures concernant les pertes sur prêts, ce qui accroît le coût de l'assurance et limite la couverture des risques ;
- résultats techniques : absence de données antérieures relatives à la performance et manque d'exploitants qui ont fait leurs preuves ;
- protection de la propriété intellectuelle : risque de contrefaçon de brevets et vol de la propriété intellectuelle dans les pays en développement ;
- service après-vente et entretien : manque de services d'ingénierie spécialisés, de travailleurs qualifiés et de matériel de remplacement ;
- ressources primaires : incertitudes liées à l'action du vent, par exemple, et à la disponibilité des sources de biomasse d'origine agricole ou des ressources hydro-électriques ;
- risques liés à l'infrastructure : problèmes liés au raccordement au réseau et manque d'accès aux systèmes de transmission et de distribution ;



Installation d'une pompe actionnée au moyen de l'énergie solaire dans le cadre d'un projet de l'Agence indienne de développement de l'énergie renouvelable.

Courtesy Polyene Film Industries Limited, Chennai-Hyderabad
(c) ASTAE 1998/World Bank

- risque lié au crédit : mauvaise cote de crédit d'un grand nombre de promoteurs de petits projets ;
- risque en matière de contrats : insuffisance du cadre juridique relatif aux technologies de l'énergie propre ;
- réglementation et politique générale : changement du climat politique en ce qui concerne les incitations fiscales aux technologies de l'énergie propre (par exemple, aux États-Unis, incertitudes quant à la prorogation des crédits d'impôt relatifs aux investissements et à la production).

L'ATTÉNUATION DES RISQUES DE FINANCEMENT

À l'heure actuelle, un grand nombre de ces risques sont mal compris ou mal pris en charge par le marché. Par voie de conséquence, beaucoup de fournisseurs de services financiers classiques rechignent à garantir les activités liées aux technologies de l'énergie durable, préférant se cantonner aux investissements ordinaires. Ces financiers croient, souvent à tort, que le financement de l'énergie durable s'inscrit dans la volonté de tenir compte des intérêts de la collectivité, alors qu'il leur incombe de rechercher les combinaisons les plus avantageuses en matière de risque et de rendement.

Récemment, on a vu apparaître un certain nombre d'instruments d'investissement qui ciblent le financement de l'énergie durable et dont ils acceptent l'équation du risque. Ce phénomène a entraîné une augmentation notable du volume des investissements par les bailleurs de capitaux à risque dans la catégorie plus générale des technologies de l'énergie propre, dont fait partie l'énergie durable. Les sociétés d'investissement en capital-risque affectent maintenant 10 % de leurs investissements

annuels aux technologies de l'énergie propre. Certaines, dont SunEdison LLC, apportent aux projets solaires le capital d'amorçage dont ils ont besoin, en contrepartie de quoi le client est facturé sur une base mensuelle. Cette poussée de l'innovation commerciale se conjugue à d'autres tendances (instabilité record des marchés des combustibles fossiles, avancement de la technologie, réforme de la réglementation du marché de l'énergie et préoccupations croissantes pour l'environnement) pour rendre de plus en plus séduisants les investissements dans l'énergie durable.

Cependant, la vaste majorité des initiatives nécessite encore la combinaison de stratégies de réglementation et la participation de tiers. Dans les pays en développement et en transition, les principaux intervenants dans ce quasi-partenariat entre le secteur public et le secteur privé regroupent des organisations multilatérales, dont la Banque mondiale et sa filiale, la Société financière internationale, des organismes œuvrant au niveau bilatéral, telle la Banque export-import des États-Unis (Eximbank) et des programmes nationaux unilatéraux. Aux États-Unis, au Canada, en Asie et en Europe, les pouvoirs publics s'emploient à atténuer les risques au moyen de subventions à caractère fiscal, d'aides financières directes et indirectes et du recours aux mécanismes du marché. En voici quelques exemples importants :

- l'Agence indienne de développement de l'énergie renouvelable, qui octroie des aides financières à des projets relatifs à l'énergie solaire ;
- le programme de la Banque mondiale en faveur de sources d'énergie de remplacement en Asie, qui a alloué plus de 1,3 milliard de dollars à des programmes relatifs à l'énergie durable ;
- aux États-Unis, l'octroi de crédits d'impôt (investissements et production), formule qui permet de fournir des abattements fiscaux pour les coûts d'investissement et les frais d'exploitation de façon à faire baisser les coûts unitaires de production d'une énergie durable ;
- le Carbon Trust, organisme indépendant créé et financé par le gouvernement britannique pour aider le pays à émettre moins de carbone ;
- les Technologies du développement durable Canada (TDDC), fondation établie par le gouvernement canadien en 2001 et dont le budget se chiffre en millions de dollars, qui a pour vocation d'encourager le développement et la démonstration de technologies propres.

À l'avenir, des programmes – et en particulier pour les projets à petite échelle – porteront, par exemple, sur de nouvelles formes d'assurance, dont des programmes

de protection des prix et des instruments dérivés pour les achats énergétiques groupés qui confèrent une plus grande certitude en matière de prix tant aux acheteurs qu'aux vendeurs d'électricité, des innovations financières et, enfin, la sécurisation du risque associé à l'énergie propre. Au niveau national, on commence à voir apparaître des programmes destinés à faciliter le financement de projets sur l'énergie durable en utilisation finale.

Au bout du compte, pas un de ces programmes n'aboutira en l'absence d'un cadre réglementaire favorable et intelligent. Les pays qui obtiendront des résultats sont ceux où les règles sont systématiques et durables, les droits de propriété intellectuelle protégés, les contrats honorés et les règlements appliqués, et où les aides financières aux projets relatifs à l'énergie durable sont associées à l'établissement de prix à long terme et dans la transparence.

AUTRES MOYENS DE FINANCEMENT

Les mécanismes du marché qui attachent une valeur financière aux avantages des projets en matière d'énergie propre du point de vue de l'environnement se révèlent un moyen efficace de mobiliser un financement supplémentaire. En particulier, les marchés de permis d'émission – principe selon lequel un plafond est fixé pour les émissions totales provenant d'un certain nombre d'entreprises réglementées, ces dernières pouvant s'échanger entre elles des droits d'émission de façon à respecter leurs engagements au coût économique le plus faible – ont dégagé des centaines de millions de dollars qui ont alimenté des projets en matière d'énergie propre et ils ont donné naissance à tout un secteur de la monétisation des droits d'émission. De même, les programmes liés aux projets – dans lesquels des droits d'émission sont accordés en quantité égale au volume des émissions qui auraient été produites si le statu quo avait été maintenu – ont eux aussi réussi à mobiliser des capitaux au profit de l'énergie propre.

Au nombre des formules qui ont fait leurs preuves figurent le programme d'échange de droits d'émission de dioxyde de soufre des États-Unis, le système d'échange de droits d'émission mis en place par l'Union européenne ainsi que le mécanisme du protocole de Kyoto pour un développement propre et ses mécanismes conjoints d'application. À terme, ces marchés pourraient modifier matériellement l'aspect économique de la production d'électricité en faveur de l'énergie propre et des technologies capables de réduire les émissions. L'échange de « certificats verts » fait l'objet d'un marché du même

genre qui dégage des fonds supplémentaires destinés à des projets relatifs à l'énergie propre, en fonction de la vente d'unités d'électricité d'origine renouvelable (normalement, un certificat est délivré pour chaque megawatt-heure d'électricité « verte ») à des producteurs d'électricité en gros qui sont réglementés conformément aux normes « RPS » (normes selon lesquelles un certain pourcentage de l'électricité produite doit provenir de source renouvelable). Aux États-Unis, plusieurs États, dont le Texas, le New-Jersey et les États de la Nouvelle-Angleterre ont adopté des programmes d'échange de certificats « verts » ou sont sur le point de le faire. Les services publics d'électricité du Connecticut, du Maine, du Massachusetts et du Rhode-Island sont autorisés à satisfaire leurs obligations conformément aux normes RPS en achetant des certificats aux exploitants qui produisent de l'électricité à partir de sources renouvelables sur l'ensemble du territoire de la Nouvelle-Angleterre.

LA TRANSITION VERS UNE ÈRE NOUVELLE

Les améliorations technologiques font rapidement évoluer à la baisse les coûts de l'énergie durable, laquelle finira par ne pas coûter plus cher que l'énergie classique. Reste à savoir si l'infrastructure financière sera en place pour appuyer l'application des nouvelles technologies au fur et à mesure de leur apparition. Les fournisseurs de services financiers et de gestion des risques se donnent beaucoup de mal pour essayer de participer à la tâche monumentale qui les attend en la matière, mais ils ne passeront à l'acte que si les règles sont claires, que si les dirigeants politiques leur donnent des engagements à long terme et que si les récompenses sont proportionnelles aux risques. Les pays qui sortiront gagnants sont ceux qui auront su présenter une perspective claire et à long terme, se doter d'un cadre réglementaire judicieux et créer des marchés financiers stables et capables d'atténuer les risques. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

LA SÉCURITÉ D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE DANS LE CADRE D'UN PARTENARIAT MONDIAL

Paul Simons

Dans un monde caractérisé par l'intégration croissante des marchés de l'énergie, les pays ne peuvent garantir leur accès à une énergie sûre, bon marché et respectueuse de l'environnement qu'en coopérant dans le cadre de divers partenariats internationaux.

Paul Simons est sous-secrétaire d'État adjoint chargé des affaires économiques et commerciales

L'objectif fondamental de la politique énergétique des États-Unis est de garantir que l'approvisionnement de notre pays en énergie est suffisant, sûr et d'un prix abordable dans des conditions qui favorisent la croissance économique et la prospérité. Toutefois, en raison de la mondialisation du marché pétrolier et de l'intégration croissante du marché du gaz naturel, des événements qui ont une incidence négative ou même positive sur la sécurité énergétique d'un pays quelconque peuvent avoir aussi des effets sur la sécurité énergétique des États-Unis et vice-versa. Un attentat contre un oléoduc au Nigeria, les tensions au sujet du programme nucléaire de l'Iran, l'essor de la croissance économique de la Chine et de l'Inde et des catastrophes naturelles comme le cyclone Katrina ont tous eu des effets directs sur la sécurité énergétique mondiale. Il s'ensuit que le meilleur moyen de renforcer la sécurité énergétique des États-Unis est de prendre des mesures pour renforcer celle du monde. Comment peut-on y parvenir? Le processus actif d'information et de diplomatie en matière d'énergie que les États-Unis poursuivent depuis plus de trente ans est un élément important à cet égard.

En tant que principal producteur et consommateur d'énergie du monde, les États-Unis doivent jouer un rôle dirigeant afin de s'attaquer aux problèmes énergétiques du monde et de garantir un approvisionnement sûr à l'avenir. Étant donné l'intégration croissante du marché mondial de l'énergie, des mesures bien coordonnées au niveau international sont nécessaires pour garantir la sécurité énergétique de notre pays. Il incombe aussi

à la communauté internationale de veiller à ce que l'approvisionnement et les services dans ce domaine soient suffisants, sûrs et à ce qu'ils soient fournis à un prix abordable. La réalisation de cet objectif exige que la politique énergétique des États-Unis sur le plan international ait quatre grands volets :

- encourager la diversification des sources d'énergie et d'approvisionnement dans le monde entier,
- coopérer avec les autres pays consommateurs de pétrole pour faire face aux perturbations de l'offre, en particulier en utilisant les stocks stratégiques de pétrole,
- entretenir un dialogue avec les grands pays producteurs de pétrole aux fins du maintien d'une politique responsable de production de manière à faciliter la croissance de l'économie mondiale et à réduire les fortes fluctuations des cours du pétrole,
- coopérer avec d'autres pays en vue de réduire la dépendance mondiale envers le pétrole grâce à l'amélioration du rendement énergétique et au développement de nouvelles sources d'énergie.

LA DIVERSIFICATION DE L'APPROVISIONNEMENT

Le gouvernement des États-Unis a pris un certain nombre de mesures au cours des ans pour encourager la diversification des sources d'approvisionnement et des voies de transit. Bien que les pays du Moyen-Orient dominant, et ce encore pour de nombreuses années, le marché mondial du pétrole, le développement de nouvelles sources d'approvisionnement dans un certain nombre de pays du monde est un objectif important. Les États-Unis importent de l'énergie de divers pays, dont le Canada, le Mexique, l'Arabie saoudite, le Venezuela, le Nigeria, l'Angola, la Russie et le Royaume-Uni. Nous œuvrons activement avec ces pays et avec de nombreux autres en vue d'encourager la diversité des sources d'approvisionnement et la diversité des modes et des voies de transport de manière à réduire les effets de perturbations éventuelles, qu'elles soient d'origine naturelle ou qu'elles soient causées par l'homme.



Le secrétaire à l'Énergie des États-Unis, M. Samuel Bodman, serre la main du président de la Turquie, M. Ahmet Necdet Sezer (premier à gauche) en présence du président de la Géorgie, M. Mikhail Saakashvili (deuxième à gauche), et du président de l'Azerbaïdjan, M. Ilham Aliyev, lors de l'inauguration de l'oléoduc Bakou-Tbilissi-Ceyhan qui a eu lieu en mai 2005, en Azerbaïdjan.

AP/Wide World Photo

Les pays bordant la mer Caspienne

Un des éléments prioritaires de la politique étrangère des États-Unis depuis le milieu des années 1990 est la mise en place de nombreux oléoducs en vue de l'exportation du pétrole et du gaz naturel provenant des pays bordant la mer Caspienne. Cette partie du monde représente l'une des nouvelles sources les plus importantes de pétrole en dehors des pays membres de l'Organisation des États producteurs de pétrole (OPEP), et sa production

devrait continuer d'augmenter au cours des prochaines années. Outre le renforcement de la sécurité énergétique, notre politique à l'égard de cette partie du monde vise à consolider la souveraineté et la viabilité économique des nouveaux États, d'accroître la coopération régionale et d'éviter les conflits et les goulets d'étranglement éventuels dus à l'exportation croissante du pétrole par les détroits de la Turquie.

L'Amérique latine

Les États-Unis bénéficient de leurs bonnes relations avec les autres pays du continent américain. En 2004, 3 des 4 grands pays exportateurs de pétrole dans notre

L'Europe

Nous œuvrons de concert avec l'Union européenne en ce qui concerne la coopération de grande ampleur en matière de sécurité énergétique annoncée lors du Sommet États-Unis-Union européenne de 2006, dont un élément important a trait à la diversification des sources d'énergie et d'approvisionnement. À cette fin, nous allons œuvrer de concert avec les principaux pays producteurs et consommateurs d'énergie afin d'encourager leurs efforts de diversification, de coordonner notre action pour fournir une assistance technique de manière à améliorer le cadre juridique et réglementaire en matière d'énergie dans des pays tiers, d'appuyer l'entretien et la modernisation des oléoducs nécessaires à l'acheminement du pétrole, de promouvoir les investissements en matière de diversification et d'analyser les faits géopolitiques dans les principaux pays producteurs et consommateurs d'énergie de manière en vue de coordonner les mesures à prendre. En outre, depuis 2002, les États-Unis apportent une assistance technique au titre de l'application du traité instituant la Communauté de l'énergie pour l'Europe du Sud-Est, qui vise à créer un marché de l'électricité et du gaz dans les pays de transit pétrolier et gazier (la Bulgarie, la Roumanie, la Serbie, la Macédoine, la Bosnie et l'Albanie) avec la participation de la Grèce, de l'Italie, de l'Autriche, de la Moldavie et de la Hongrie.



Un ouvrier d'une distillerie d'éthanol dans l'État du Parana, situé dans le sud du Brésil.

Paulo Whitaker/REUTERS

pays étaient des pays américains: le Mexique (15,9 %), le Canada (15,8 %) et le Venezuela (12,9 %). Le Canada est notre principal fournisseur de gaz naturel, tandis que Trinité-et-Tobago est notre principal fournisseur de gaz naturel liquéfié. Les États-Unis entretiennent un dialogue permanent avec le Mexique et le Canada en vue d'intégrer le marché nord-américain de l'énergie. Nous appuyons aussi l'Initiative méso-américaine de l'énergie du Mexique, qui est destiné à intégrer le marché de l'énergie de l'Amérique centrale et de la République dominicaine. Nous œuvrons dans tout le continent en faveur du recours à des sources nouvelles et renouvelables d'énergie, en se fondant notamment sur le rôle de chef de file mondial du Brésil dans la production de biocarburants.

LES STOCKS STRATÉGIQUES DE PÉTROLE

Un deuxième grand élément de notre politique énergétique au niveau international est la coopération multilatérale dans le cadre de l'Agence internationale de l'énergie (AEI). Créée à la suite de l'embargo pétrolier arabe de 1973, l'AEI coordonne l'utilisation des stocks d'urgence lors d'événements qui ébranlent le marché mondial de l'énergie. L'ensemble des États membres de l'AEI détient 1,4 milliard de baril de pétrole dans des réserves stratégiques, ce qui représente quelque 115 jours d'importations. La réserve stratégique de pétrole des États-Unis comprend près de 700 millions de barils, soit environ la moitié de la totalité des réserves stratégiques mondiales. En 2005, la mise rapide sur le marché par l'AIE de réserves de ces 26 membres à la suite des cyclones Katrina et Rita ont contribué à stabiliser les cours de pétrole et à empêcher que ces catastrophes ne causent encore plus de perturbations. L'ensemble des membres de l'AIE ont mis sur le marché 60 millions de barils de pétrole. C'est la seconde fois depuis la création de cette agence que des stocks ont été mis sur le marché, mais cette action a eu un effet calmant immédiat sur le marché mondial. Les États-Unis encouragent d'autres grands pays consommateurs de pétrole, tels que l'Inde, la Chine et les États membres de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est à se doter de réserves stratégiques de pétrole et soutiennent l'accroissement des efforts visant à inciter l'Inde et la Chine à coopérer plus étroitement

Si nous pouvons être certains que le monde aura encore grand besoin de pétrole et de gaz naturel, l'exploitation de sources d'énergie de remplacement est maintenant dans l'intérêt à long terme de tous.

avec l'AEI en ce qui concerne tant les mesures à court terme que les mesures de plus grande portée relatives à la sécurité énergétique et aux technologies.

LE DIALOGUE AVEC LES ÉTATS PRODUCTEURS

Un troisième élément de notre politique est d'entretenir un dialogue avec les grands pays producteurs de pétrole et de gaz naturel. Notre objectif est non seulement d'échanger des informations sur les marchés pétroliers, mais aussi d'encourager les producteurs à maintenir une politique responsable en matière de production,

de faciliter l'essor de l'économie mondiale et de réduire les fortes fluctuations des cours des hydrocarbures. Nous entretenons un tel dialogue avec un certain nombre des grands États producteurs de pétrole, en particulier avec les pays du Moyen-Orient, depuis de nombreuses années et, dans certains cas, depuis les années 1980. Ces dialogues ont pris la forme d'échanges bilatéraux officiels avec certains pays et d'entretiens périodiques entre de hauts responsables et dans le cadre de nos ambassades situées dans ces pays.

Un signe de la maturité des relations entre les pays producteurs et les pays consommateurs est le fait que les États membres de l'AEI et ceux de l'APEC (Coopération économique Asie-Pacifique) œuvrent de concert avec des membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole en vue d'améliorer l'efficacité et la transparence des marchés pétroliers, de manière à éviter les sortes de surprise qui ont abouti à quelques-unes des pénuries que nous observons à l'heure actuelle. Depuis les années 1990, les États-Unis participent activement au dialogue mondial entre producteurs et consommateurs qui a lieu chaque année dans le cadre du Forum mondial de l'énergie. Ce forum regroupe une cinquantaine de pays et d'organismes internationaux désireux d'encourager une meilleure compréhension de l'évolution du marché international du pétrole et du gaz naturel et de questions s'y rapportant. Situé à Riyad (Arabie saoudite), son secrétariat est à la tête des activités destinées à mettre en application l'Initiative commune sur les données pétrolières, qui vise à améliorer la transparence et l'échange d'informations sur le marché mondial du pétrole.



Vision d'artiste d'une centrale à charbon FutureGen

LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Le choc pétrolier des années 1970 a aussi encouragé des progrès dans le domaine des économies d'énergie et du rendement énergétique. Depuis 1970, l'intensité énergétique des États-Unis, c'est-à-dire le rapport entre la consommation d'énergie et la croissance économique, a diminué de près de 50 % grâce aux économies d'énergie. Nous finançons de programmes qui offrent des incitations en faveur de l'accroissement du rendement énergétique, des économies d'énergie et de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Par exemple, les États-Unis ont créé les labels « Energy Star » qui indiquent le grand rendement énergétique des installations dans les immeubles de bureaux et celui des appareils électroménagers; ces labels ont eu un tel succès que de nombreux pays les ont adoptés.

LES SOURCES D'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT

Les États-Unis participent aussi à des démarches multilatérales en vue d'obtenir de nouvelles sources d'énergie. Plusieurs pays se sont déjà joints à nous dans le cadre d'un partenariat multilatéral connu sous le nom du Forum international Génération IV, qui effectue des travaux de recherche et de développement d'une nouvelle génération de réacteurs nucléaires plus sûrs, meilleur marché et moins susceptibles d'entraîner la prolifération de matières nucléaires. Nous collaborons avec plusieurs

pays à la réalisation de FutureGen, projet visant à créer le premier prototype de centrale intégrée de séquestration du carbone et de production d'hydrogène. Ce projet, dont le budget atteint 1 milliard de dollars, est destiné à créer la première centrale à combustible fossile à émission nulle.

Tout récemment, les États-Unis ont présenté une nouvelle conception audacieuse de l'avenir de l'énergie nucléaire intitulée le Partenariat mondial de l'énergie nucléaire. Dans le cadre de ce partenariat, ils coopéreront avec d'autres pays possédant des technologies nucléaires avancées en vue de créer des technologies de recyclage des matières nucléaires qui empêchent la prolifération nucléaire pour accroître la sécurité énergétique tant aux États-Unis que dans le reste du monde, de faciliter l'emploi accru d'une énergie nucléaire économique sans carbone, de minimiser les déchets nucléaires et de réduire les préoccupations au sujet de la prolifération. En outre, les partenaires élaboreront un programme destiné à fournir du combustible nucléaire à des pays en développement, ce qui leur permettra de jouir des avantages de sources abondantes d'une énergie nucléaire propre et sans risque d'une manière rentable en échange de leur engagement à renoncer aux activités d'enrichissement et de retraitement.

Les États-Unis ont contribué à la création ou ont joué le rôle de membre fondateur de plusieurs partenariats internationaux de technologies destinés à faciliter l'échange entre pays de données et d'informations sur les meilleures méthodes tout en réduisant le temps et les dépenses nécessaires pour réaliser de grands progrès techniques. Par exemple, le Partenariat international pour une économie hydrogène a été créé afin de rendre possible la transition mondiale à l'économie hydrogène et de mettre sur le marché des véhicules dotés de piles à combustible en 2020. Le partenariat sur le méthane (Methane-to-Markets Partnership) repose sur une collaboration étroite avec le secteur privé visant à mettre au point des méthodes de captage du méthane qui s'échappe des décharges publiques, des installations de pétrole et de gaz naturel qui sont mal entretenues et des mines souterraines de charbon. Afin d'améliorer la sécurité énergétique, de réduire la pollution et de s'attaquer aux problèmes durables causés par les changements climatiques, les États-Unis ont récemment lancé avec la Chine, l'Inde, le Japon, l'Australie et la Corée du Sud l'Asia-Pacific Partnership for Clean Development and Climate. Ce partenariat portera sur des mesures pratiques que les 6 pays prendront à titre facultatif afin de créer des possibilités d'investissement, de

renforcer les capacités locales et de supprimer les obstacles à l'introduction de technologies propres et plus efficaces.

En février 2006, le président Bush a annoncé une nouvelle grande initiative, l'Initiative en faveur de l'énergie avancée, destinée à investir dans les nouvelles technologies susceptibles de changer la façon dont nous utilisons l'énergie dans nos logements, nos entreprises et nos automobiles. En développant des technologies telles que les biocarburants, l'hydrogène et l'énergie solaire, nous devrions supprimer les pressions sur les marchés, renforcer le caractère durable de ressources naturelles précieuses et garder les prix de l'énergie à un niveau abordable. Le grand soutien du président aux travaux de recherche relatifs à la production d'éthanol d'origine cellulosique et de piles pour les véhicules hybrides dotés d'un dispositif de raccordement au secteur est particulièrement important pour réduire notre dépendance à l'égard des carburants routiers. Si nous pouvons être certains que le monde aura encore grand besoin de pétrole et de gaz naturel, l'exploitation de sources d'énergie de remplacement est maintenant dans l'intérêt à long terme de tous. Un grand nombre de ces carburants constituent des formes plus propres d'énergie qui complètent nos objectifs en matière d'environnement tout en émettant moins de polluants dans l'atmosphère.

LA NÉCESSITÉ D'AGIR DANS LE CADRE D'UN PARTENARIAT MONDIAL

Comme le président Bush et la secrétaire d'État, Mme Condoleezza Rice, l'ont indiqué, nous demeurons préoccupés au sujet des risques économiques de la dépendance des États-Unis à l'égard des importations de pétrole et de l'instabilité au Moyen-Orient, où une grande partie de la production pétrolière a lieu. Par ailleurs, le pétrole est un produit mondial, et des perturbations touchant l'approvisionnement n'importe où dans le monde auront des effets immédiats sur tous les pays importateurs de pétrole, quelle que soit la provenance de leur pétrole.

La sécurité d'approvisionnement énergétique occupe une place importante dans l'ordre de priorité du gouvernement des États-Unis. Toutefois, on ne peut y parvenir qu'en œuvrant de concert avec d'autres pays. Les relations bilatérales et multilatérales constituent le moyen par lequel les États-Unis assureront la sécurité de leur approvisionnement énergétique. Il est de leur intérêt national de coopérer avec d'autres pays en vue de garantir qu'une énergie sûre, d'un prix abordable et respectueuse de l'environnement pourra contribuer à leur prospérité du pays et à celle du reste du monde. ■

BIBLIOGRAPHIE (en anglais)

Additional readings on clean energy

Aston, Adam. "Here Comes Lunar Power." *Business Week*, iss. 3974 (6 March 2006): p. 32.

http://www.businessweek.com/magazine/content/06_10/b3974056.htm

Bamberger, Robert. *Energy Policy: Conceptual Framework and Continuing Issues*. CRS Order Code RL31720.

Washington, DC: Congressional Research Service, 11 May 2006.

<http://italy.usembassy.gov/pdf/other/RL31720.pdf>

Busel, John P., and Carl LaFrance. "Bigger and Better." *Power Engineering*, vol. 110, no. 3 (March 2006): pp. 22-28.

Bush, George W. Remarks on Advanced Energy Initiative. Milwaukee, Wisconsin, 20 February 2006.

<http://www.whitehouse.gov/news/releases/2006/02/20060220-1.html>

Eckhart, Michael. "Renewable Energy Industry: 2005 Review/2006 Outlook." *Power Engineering*, vol. 110, no. 1 (January 2006): p. 8.

Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050. Paris: International Energy Agency, June 2006.

Holt, Mark. *Nuclear Energy Policy*. CRS Order Code IB88090. Washington, DC: Congressional Research Service, 15 March 2006.

<http://www.usembassy.it/pdf/other/IB88090.pdf>

Hutchinson, Alex. "Is This the Key to Our Nuclear Future?: This Tennis Ball-Sized Fuel Pebble Could Pave the Way for a New Generation of Smaller, Smarter, Safer Reactors Needed to Solve a Looming Energy Crisis." *Ottawa (Ontario) Citizen*, sec. A, 12 February 2006.

International Energy Outlook 2006. Washington DC: U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, June 2006.

[http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2006\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2006).pdf)

Lugar, Richard G. "Thinking Outside the Barrel." *Business Week*, iss. 3977 (27 March 2006): p. 124.

http://www.businessweek.com/magazine/content/06_13/b3977116.htm

Makower, Joel, Ron Pernick, and Clint Wilder. *Clean Energy Trends 2006*. San Francisco, CA: Clean Edge, Inc., 2006.

<http://www.cleandge.com/reports-trends2006.php>

Meeting Energy Demand in the 21st Century: Many Challenges and Key Questions. Statement of Jim Wells, Director, Natural Resources and Environment. GAO-05-414T. Washington, DC: U.S. Government Accountability Office, 16 March 2005.

<http://www.gao.gov/new.items/d05414t.pdf>

Milford, Lewis, Allison Schumacher, and Marc Berthold. *A Possible Turning Point for Climate Change Solutions: How Innovations in Investment, Technology and Policy Are Needed for Emissions Stabilization*. Montpelier, VT: Clean Energy Group; Berlin, Germany: Heinrich Boll Foundation, 2005.

http://www.cleanenergygroup.org/Reports/CEG_Possible_Turning_Point_For_Climate_Change_Solutions.pdf

Parfit, Michael. "Future Power: Where Will the World Get Its Next Energy Fix." *National Geographic*, vol. 208, no. 2 (August 2005): pp. 2-31.

<http://www7.nationalgeographic.com/ngm/0508/feature1/index.html>

Public Finance Mechanisms to Catalyze Sustainable Energy Sector Growth. Paris, France: United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Sustainable Energy Finance Initiative, 2005.

<http://www.unep.fr/energy/publications/pdfs/SEFI%20Public%20Finance%20Report.pdf>

Schnepf, Randy. *Agriculture-Based Renewable Energy Production*. CRS Order Code RL32712. Washington, DC: Congressional Research Service, 28 February 2006.

<http://www.nationalaglawcenter.org/assets/crs/RL32712.pdf>

Sissine, Fred. *Energy Efficiency: Budget, Oil Conservation, and Electricity Conservation Issues*. CRS Order Code IB10020. Washington, DC: Congressional Research Service, 25 May 2006.

Sissine, Fred. *Renewable Energy: Tax Credit, Budget, and Electricity Production Issues*. CRS Order Code IB10041. Washington, DC: Congressional Research Service, 25 May 2006.

<http://fpc.state.gov/documents/organization/67129.pdf>

Woloski, Andrea. "Fuel of the Future: A Global Push Toward New Energy." *Harvard International Review*, vol. 27, no. 4 (Winter 2006): pp. 40-43.

Yacobucci, Brent D. *Alternative Fuels and Advanced Technology Vehicles: Issues in Congress*. CRS Order Code IB10128. Washington, DC: Congressional Research Service, 6 January 2006.

<http://fpc.state.gov/documents/organization/61498.pdf>

Yacobucci, Brent D. *Alternative Transportation Fuels and Vehicles: Energy, Environment, and Development Issues*. CRS Order Code RL30758. Washington, DC: Congressional Research Service, 6 January 2006.

<http://fpc.state.gov/documents/organization/61498.pdf>

Yergin, Daniel. "Ensuring Energy Security." *Foreign Affairs*, vol. 85, no. 2 (March 2006): pp. 69-82.

Le département d'État n'est nullement responsable du contenu ou de l'accessibilité des sites Internet indiqués ci-dessus. Tous ces sites étaient accessibles en date de juillet 2006.

SITES INTERNET (en anglais)

Selected sources of information on clean energy

MINISTÈRES ET ORGANISMES PUBLICS DES ÉTATS-UNIS

Energy Star

<http://www.energystar.gov/>

Interagency program helping businesses and individuals to protect the environment and save energy through energy efficiency.

Département de l'Énergie

Idaho National Laboratory

<http://www.inl.gov/>

Science-based, applied engineering national laboratory dedicated to meeting America's environmental, energy, nuclear technology, and national security needs.

Lawrence Berkeley National Laboratory

<http://www.lbl.gov/>

DOE-supported laboratory that conducts research across many disciplines, with key efforts in fundamental studies of the universe, quantitative biology, nanoscience, new energy systems and environmental solutions, and integrated computing.

National Energy Technology Laboratory

<http://www.netl.doe.gov/about/index.html>

Part of the DOE national laboratory system that implements research and development programs to resolve the environmental, supply, and reliability constraints of producing and using fossil resources.

National Renewable Energy Laboratory

<http://www.nrel.gov/>

DOE-supported laboratory that develops renewable energy and energy-efficiency technologies and practices and advances related science and engineering.

Office of Energy Efficiency and Renewable Energy

<http://www.eere.energy.gov/>

DOE office that advances the commercialization and deployment of renewable energy and energy-efficiency technologies.

Département d'État

Bureau of Economic and Business Affairs

Office of International Energy and Commodity Policy

<http://www.state.gov/e/eb/c9982.htm>

State Department bureau that coordinates the department's liaison with major energy-producing countries and organizations.

Bureau of Oceans and International Environmental and Scientific Affairs

<http://www.state.gov/g/oes/>

State Department bureau that coordinates policies related to science, the environment, and the world's oceans.

UNIVERSITÉS ET ORGANISMES DU SECTEUR PRIVÉ

Alliance to Save Energy

<http://www.ase.org/>

Coalition of business, government, environmental, and consumer leaders that supports energy efficiency.

American Council on Renewable Energy

<http://www.acore.org/>

Nongovernmental group that promotes renewable energy options for the production of electricity, hydrogen, and fuels, as well as for end uses.

Alliance for Mindanao Off-Grid Renewable Energy

<http://www.amore.org.ph/>

U.S. Agency for International Development partnership with private groups and nongovernmental organizations designed to provide electricity from renewable sources to villages on the southern Philippines islands.

Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate

<http://www.asiapacificpartnership.org/default.htm>

Multilateral effort to accelerate the development and deployment of clean-energy technologies.

Clean Edge

<http://www.cleannedge.com/>

Research and publishing firm specializing in clean-energy markets.

Clean Energy Group

<http://www.cleanenergy.org/>

Nonprofit group that promotes greater use of clean energy technologies through innovation in finance, technology, and policy.

Energy Voyager

<http://www.energyvoyager.com>

Consulting firm that supports energy innovators and entrepreneurs.

Environmental and Energy Study Institute

<http://www.eesi.org/index.html>

Nonprofit provider of information services and public policy initiatives on environmentally sustainable societies.

Global Village Energy Partnership

<http://www.gvep.org/>

Partnership of public and private groups that aims at ensuring access to modern energy services for the poor.

Massachusetts Institute of Technology (MIT)**Energy Research Council**

<http://web.mit.edu/erc/index.html>

Program that explores how to best match MIT expertise with global needs and produce a plan for tackling the world energy crisis through science, engineering, and education.

Partnership for Clean Fuels and Vehicles

<http://www.unep.org/PCFV/Main/Main.htm>

International initiative to reduce vehicular air pollution in developing countries through the promotion of clean fuels and vehicles.

Pennsylvania Department of Environmental Protection

<http://www.depweb.state.pa.us/dep/site/default.asp>

Agency of one of the 50 U.S. states that is responsible for administering the state's environmental laws and regulations.

Renewable Energy Access

<http://www.renewableenergyaccess.com/rea/home>

An Internet source for information on renewable energy.

Rice University**Baker Institute Energy Forum**

<http://www.rice.edu/energy/index.html>

Program dedicated to educating policy makers and the public about important energy trends.

Rocky Mountain Institute

<http://www.rmi.org/>

Nongovernmental organization that promotes market-based, integrative solutions aimed at fostering efficient and restorative use of resources.

Stanford University**Global Climate and Energy Project**

<http://gcep.stanford.edu/>

Long-term research effort on technologies that will permit the development of global energy systems with significantly lower greenhouse gas emissions.

UN Commission on Sustainable Development

<http://www.un.org/esa/sustdev/csd/policy.htm>

Organization responsible for monitoring implementation of United Nations' policies on environment and sustainable development.

World Alliance for Decentralized Energy

<http://www.localpower.org/>

Nongovernmental organization that promotes worldwide deployment of on-site renewable energy, cogeneration, and energy recycling systems.

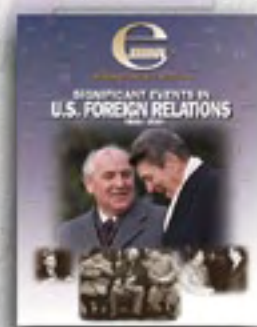
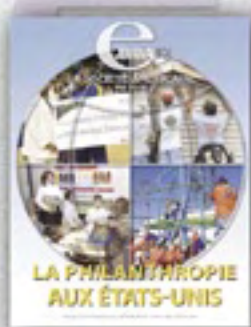
Le département d'État n'est nullement responsable du contenu ou de l'accessibilité des sites Internet indiqués ci-dessus. Tous ces sites étaient accessibles en date de juillet 2006.



**UNE REVUE MENSUELLE
PROPOSÉE DANS
DIFFÉRENTES LANGUES**

Cinq éditions thématiques :

- Perspectives économiques
- Objectifs de politique étrangère
- Dossiers mondiaux
- Démocratie et droits de l'homme
- La société américaine



CONSULTEZ LA LISTE COMPLÈTE DES TITRES
<http://usinfo.state.gov/pub/ejournalusa.html>