

DURES RÉALITÉS

Regarder en face les dures réalités de l'énergie

Une vue globale
de la situation
mondiale
du pétrole et
du gaz naturel
à l'horizon 2030



2007



CONSEIL NATIONAL
DU PÉTROLE (NPC)

CONSEIL NATIONAL DU PÉTROLE (NPC)

Organisme consultatif sur le pétrole et le gaz naturel auprès du Secrétaire d'État à l'Énergie

1625 K Street, N.W.
Washington, D.C.: 20006-1656

Téléphone: +1 (202) 393-6100
Télécopie : +1 (202) 331-8539

18 juillet 2007

Monsieur Samuel W. Bodman,
Secrétaire d'État à l'Énergie,
Washington, D.C. 20585

Monsieur le Secrétaire d'État,

En réponse aux questions posées dans votre lettre du 5 octobre 2005, le Conseil national du pétrole [National Petroleum Council – NPC] a procédé à une étude approfondie portant sur l'avenir du pétrole et du gaz naturel à l'horizon 2030, dans le contexte du système énergétique mondial. La complexité actuelle des marchés intégrés de l'énergie et l'urgence qui prévaut aujourd'hui sur les questions énergétiques exigeaient une étude comprenant notamment :

- Une vision intégrée de l'offre, de la demande, des infrastructures, des technologies et de la situation géopolitique
- Une analyse complète des rapports publics et des données confidentielles agrégées sur les perspectives énergétiques
- Une analyse approfondie des évolutions technologiques et des opportunités
- Un examen des différentes options de politiques au travers du prisme de l'économie, de la sécurité et de l'environnement
- Plus de 350 participants issus d'organisations et d'horizons divers
- Un dialogue avec plus de 1 000 personnes et groupes activement impliqués dans les questions énergétiques.

Le Conseil est arrivé à la conclusion que la demande mondiale totale en énergie devrait progresser de 50 à 60 % d'ici 2030, du fait de la croissance démographique et de la poursuite de l'amélioration du niveau de vie. Dans le même temps, l'offre énergétique fiable et peu coûteuse permettant de répondre à cette augmentation se heurte à des risques de plus en plus nombreux, qu'il s'agisse d'obstacles politiques, de besoins en infrastructures ou d'accès à une main d'œuvre qualifiée. Nous aurons besoin de toutes les sources d'énergie économiques et respectueuses de l'environnement pour assurer une offre suffisante et fiable.

Il n'existe pas de solution unique et simple aux défis auxquels le monde est confronté. Étant donné l'ampleur du système énergétique mondial et les délais de mise en œuvre nécessaires à des changements concrets, des mesures doivent être prises maintenant et maintenues dans le temps.

Au cours des 25 prochaines années, les États-Unis et le monde seront confrontés aux dures réalités de l'avenir énergétique de la planète :

- Le charbon, le pétrole et le gaz naturel resteront indispensables pour répondre à la totalité de la croissance prévue pour la demande énergétique.
- Le monde ne va pas vers un épuisement des ressources énergétiques, mais des risques plus en plus nombreux pèsent sur la poursuite de la production de pétrole et gaz naturel issue des sources conventionnelles auxquelles on a fait appel par le passé. Ces risques obligent à surmonter d'importantes difficultés pour couvrir la totalité de la demande énergétique prévue.
- Pour réduire ces risques, il sera nécessaire de développer toutes les sources d'énergie économiques, dont le charbon, le nucléaire, la biomasse, les autres énergies renouvelables, et le pétrole et le gaz naturel non conventionnels. Chacune de ces sources d'énergie est confrontée à d'importantes difficultés, notamment en matière de sûreté, d'environnement et de contraintes politiques ou économiques, et exige des infrastructures pour l'exploitation et la fourniture de l'énergie.
- Il est important de ne pas confondre « indépendance énergétique » et renforcement de la sécurité énergétique. Le concept d'indépendance énergétique n'est pas réaliste dans un avenir prévisible, alors que la sécurité énergétique des États-Unis peut être améliorée en modérant la demande, en développant et en diversifiant les ressources énergétiques nationales, et en renforçant le commerce et les investissements dans l'énergie au niveau mondial. Il ne peut y avoir de sécurité énergétique américaine sans sécurité énergétique au niveau mondial.

M. Samuel W. Bodman,
Secrétaire d'État à l'énergie,
18 juillet 2007
Page deux

- La majorité des personnes travaillant dans le secteur américain de l'énergie, notamment des chercheurs et des ingénieurs qualifiés, atteindront l'âge de la retraite au cours de la prochaine décennie. Les effectifs doivent être renouvelés et le personnel doit être formé.
- Les politiques visant à réduire les émissions de dioxyde de carbone vont modifier le mix énergétique, augmenter les coûts liés à l'énergie, et obliger à modérer la croissance de la demande.

Le Conseil propose cinq stratégies fondamentales pour aider les marchés à surmonter les défis énergétiques à l'horizon 2030 et au-delà. Chacune de ces cinq stratégies est essentielle : il n'existe pas de solution unique et simple pour dépasser les difficultés auxquelles nous sommes confrontés. Nous sommes cependant persuadés que l'adoption rapide de ces stratégies, accompagnée d'un engagement durable dans leur mise en œuvre, favorisera la compétitivité américaine tout en maintenant un équilibre entre les objectifs en matière d'économie, de sécurité et d'environnement.

Les États-Unis doivent :

- Modérer la croissance de la demande énergétique en augmentant l'efficacité des usages énergétiques dans les transports, le logement, le commerce et l'industrie.
- Développer et diversifier la production avec les technologies du charbon propre, le nucléaire, la biomasse, les autres énergies renouvelables, et le pétrole et le gaz non conventionnels ; limiter la baisse de production pétrolière et gazière conventionnelle nationale ; développer l'accès à l'exploitation de nouvelles ressources.
- Intégrer la politique énergétique aux politiques en matière de commerce, d'économie, d'environnement, de sécurité et de relations extérieures ; renforcer le commerce et les investissements énergétiques au niveau mondial; élargir le dialogue avec les pays producteurs et les pays consommateurs pour améliorer la sécurité énergétique mondiale.
- Développer les capacités scientifiques et techniques et assurer des opportunités à long terme pour la recherche et le développement à toutes les phases de l'offre et de la demande en énergie.
- Élaborer le cadre légal et réglementaire permettant une mise en œuvre du captage et du stockage du carbone (CSC). En outre, comme le législateur envisage différentes possibilités pour réduire les émissions de dioxyde de carbone, mettre en place un véritable cadre mondial pour la gestion du carbone, notamment par la définition d'un coût transparent et prévisible des émissions de dioxyde de carbone pour l'ensemble de l'économie.

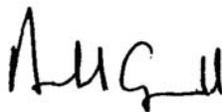
Le rapport qui suit, *Regarder en face les dures réalités de l'énergie*, offre un exposé détaillé des conclusions et des recommandations résultant des analyses approfondies réalisées par les groupes d'étude.

Le Conseil est heureux de pouvoir vous présenter cette étude et ses résultats, ainsi qu'à vos collègues et à une audience plus large au sein du gouvernement et du public.

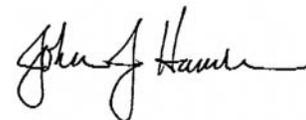
Avec nos respectueuses salutations,



Lee R. Raymond,
Président



Andrew Gould John,
Vice-président, Technologies



J. Hamre,
Vice-président,
Enjeux géopolitiques & Politiques



David J. O'Reilly
Vice-président, Offre



Daniel H. Yergin
Vice-président, Demande

DURES RÉALITÉS

Regarder en face les dures réalités de l'énergie

Une vue globale
de la situation
mondiale
du pétrole et
du gaz naturel
à l'horizon 2030



Rapport du Conseil national du pétrole (NPC)
Juillet 2007

Comité d'étude sur le pétrole et le gaz
au niveau mondial - Lee R. Raymond, Président

CONSEIL NATIONAL DU PÉTROLE

Lee R. Raymond, *Président*
Claiborne P. Deming, *Vice-président*
Marshall W. Nichols, *Directeur exécutif*

DÉPARTEMENT DE L'ÉNERGIE DES ÉTATS-UNIS

Samuel W. Bodman, *Secrétaire d'État*

Le Conseil national du pétrole est un comité consultatif fédéral
auprès du Secrétaire d'État à l'Énergie.

Le Conseil national du pétrole a pour seul but de conseiller,
d'informer et de formuler des recommandations à l'intention
du Secrétaire d'État à l'Énergie sur toute question portant sur le
pétrole et le gaz naturel ou les industries pétrolières et gazières,
à la requête du Secrétaire d'État.

Tous droits réservés
Library of Congress Control Number : 2007937013
© National Petroleum Council 2007
Imprimé aux États-Unis d'Amérique

La reproduction du texte et des graphiques de ce document est
autorisée sous toute forme ou sur tout support, à condition qu'elle
soit fidèle, qu'elle ne soit pas utilisée dans un contexte qui prête
à une interprétation erronée, et qu'elle fasse mention des droits
d'auteur du Conseil national du pétrole et du titre de ce rapport.

SOMMAIRE DU RAPPORT INTÉGRAL

Lettre de présentation

Préface

Synthèse de l'étude

Chapitre 1 : La demande énergétique

Observations sur l'étude de la demande

Synthèse sur la demande

Évaluation des données sur la demande

Efficacité de la production électrique

Impact du charbon

Efficacité énergétique du secteur industriel

Évolutions culturelles, sociales, économiques

Efficacité énergétique dans le secteur résidentiel et tertiaire

Options stratégiques potentielles de l'étude sur la demande

Recommandations de politiques

Chapitre 2 : L'approvisionnement énergétique

Résumé de l'étude sur l'offre

Perspectives de l'offre énergétique

Analyse des rapports sur les perspectives énergétiques

Pétrole et autres liquides

Gaz naturel

Charbon

Biomasse

Sources d'énergies alternatives non liées la biomasse

Conversion de l'énergie et infrastructures de distribution

Accès aux ressources

Chapitre 3 : Technologies

- Principales conclusions
- Développement et déploiement des technologies
- Problèmes de ressources humaines
- Captage et stockage du carbone
- Puits conventionnels (y compris récupération assistée du pétrole et dans l'Arctique)
- Technologies d'exploration
- Technologie en eau profonde
- Réservoirs de gaz naturel non conventionnel : gaz de réservoirs étanches, gaz de charbon, gaz de schiste
- Hydrocarbures non conventionnels : huiles lourdes, huiles extra lourdes et bitume
- Hydrocarbures non conventionnels : schistes bitumineux
- Hydrocarbures non conventionnels : hydrates de gaz
- Liquéfaction du charbon
- L'approvisionnement en biomasse
- Perspectives du nucléaire et impact sur le pétrole et le gaz naturel
- Efficacité énergétique dans les transports

Chapitre 4 : Géopolitique

- Les évolutions au niveau mondial
- Implications pour les États-Unis
- Conclusions

Chapitre 5 : Gestion du carbone

- Gestion du carbone
- Efficacité énergétique et réduction de la demande
- Transports
- Captage et stockage du carbone

Chapitre 6 : Recommandations

- Modérer la demande en développant l'efficacité énergétique
- Développer et diversifier l'approvisionnement énergétique des États-Unis
- Renforcer la sécurité énergétique américaine et mondiale
- Renforcer les capacités nécessaires pour relever de nouveaux défis
- Faire face à la contrainte carbone

Chapitre 7 : Méthodologie

- Principes directeurs
- Organisation de l'étude
 - Groupes de travail
 - Groupes transversaux
 - Équipe de synthèse

Gestion des informations

Une approche analytique

Stockage des informations : la base de données

Données et informations publiques

Données et informations propriétaires

Études parallèles

Résumé

Annexes

Annexe A : Lettre de demande du Secrétaire à l'Énergie et description du NPC

Annexe B : Listes des participants aux groupes d'étude

Annexe C : Processus de relations extérieures et sessions pour l'étude

Annexe D : Études parallèles - processus et résumés

Annexe E : Documents complémentaires sur le CD

Acronymes et abréviations

Table de conversion

Articles thématiques de l'étude

En approuvant son rapport, le Conseil national du pétrole a également approuvé la mise à disposition de certains documents utilisés au cours de l'étude, notamment des articles thématiques spécialisés et détaillés préparés par les groupes de travail et leurs sous-groupes. Ces articles thématiques ont servi de base aux analyses qui ont abouti à l'élaboration des résultats résumés présentés dans le Résumé et les Chapitres du rapport. Le CD du rapport définitif comprend les versions finales de ces articles.

Ces articles thématiques reflètent les opinions et les conclusions des auteurs. Le Conseil national du pétrole n'a ni cautionné ni approuvé les propos et les conclusions présentes dans ces documents, mais il a revanche approuvé la publication de ces textes dans le cadre du déroulement de l'étude.

Fichiers de la base de données de l'étude

Pour permettre à l'ensemble des participants d'accéder facilement aux nombreuses sources originales utilisables pour l'étude, une base de données a été créée. Ceci a permis une gestion centralisée des données multidimensionnelles recueillies. À l'issue de la recherche, près d'une centaine d'études de prévision ou de perspectives énergétiques avaient été compilées et utilisées. Ces prévisions et plusieurs centaines d'articles/documents sur divers aspects du secteur de l'énergie ont été utilisés dans les interprétations à la base des résultats et des recommandations de l'étude. La base de données a été conçue pour être le principal outil d'analyse des groupes de travail, capable d'intégrer toutes les données collectées grâce au questionnaire d'enquête et aux autres sources. Une fois dans la base de données, les valeurs ou les fourchettes de valeurs sélectionnées pour une ou plusieurs dimensions ont pu être appliquées comme filtre pour en permettre l'analyse.

Comme dans le cas des articles thématiques, le Conseil national du pétrole n'a ni cautionné ni approuvé le contenu de la base de données de l'étude mais il a approuvé la mise à disposition de ces informations dans le cadre du déroulement de l'étude.

P PRÉFACE

LE CONSEIL NATIONAL DU PÉTROLE

Le Conseil national du pétrole (National Petroleum Council – NPC) est une organisation qui a pour seul objet de formuler des avis à l'intention du gouvernement fédéral. À la demande du Président Harry Truman, ce groupe consultatif agréé par le gouvernement fédéral et à financement privé a été créé par le Secrétaire à l'Intérieur en 1946 pour représenter les positions des industries pétrolières et gazières auprès du gouvernement fédéral : conseiller, informer et formuler des recommandations de politiques. Pendant la Deuxième Guerre mondiale, sous la présidence de Franklin Roosevelt, le gouvernement fédéral et le Conseil de guerre de l'industrie pétrolière (*Petroleum Industry War Council*) avaient travaillé en étroite collaboration pour regrouper l'approvisionnement pétrolier qui a favorisé la victoire des Alliés. L'objectif du Président Truman était de poursuivre cette fructueuse coopération au cours des années d'incertitude de l'après-guerre. Aujourd'hui, le NPC est agréé par le Secrétaire d'État à l'Énergie en application de la Loi de 1972 sur les comités consultatifs fédéraux.

Au nombre d'environ 175, les membres du Conseil sont choisis par le Secrétaire d'État à l'Énergie de façon à assurer une représentation équilibrée de tous les segments des industries pétrolières et gazières, de toutes les régions du pays, et des petites comme des grandes sociétés. Certains membres sont également choisis hors des industries pétrolières et gazières et représentent des organisations et institutions universitaires, financières et de recherche, des organisations amérindiennes, et des groupes d'intérêt public. Le Conseil offre un forum pour un dialogue éclairé sur les questions portant sur l'énergie, la sécurité, l'économie et l'environnement dans un monde en évolution constante.

DEMANDE D'ÉTUDE

Dans une lettre en date du 5 octobre 2005, le Secrétaire d'État à l'Énergie, M. Samuel W. Bodman, a demandé au Conseil national du pétrole de réaliser une étude sur la capacité de l'offre mondiale en pétrole et en gaz naturel

à suivre le rythme de la croissance de la demande mondiale. Plus précisément, le Secrétaire d'État à l'Énergie a indiqué que l'étude pouvait porter sur les questions essentielles suivantes :

- Quel est l'avenir de l'offre mondiale en pétrole et en gaz naturel ?
- Peut-on mettre en exploitation des moyens de production supplémentaires en pétrole et en gaz naturel, à temps et à un coût raisonnable pour répondre à la demande à venir, sans mettre en péril la croissance économique ?
- Quelles stratégies d'offre pétrolière et gazière et/ou quelles stratégies de maîtrise de la demande le Conseil recommande-t-il que les États-Unis adoptent pour assurer une plus grande stabilité économique et une plus grande prospérité ?

(Une copie de la lettre de demande du Secrétaire d'État à l'Énergie et une description du NPC figurent à l'Annexe A.)

ORGANISATION DE L'ÉTUDE

En réponse à la demande du Secrétaire d'État à l'Énergie, le Conseil a créé un Comité d'étude sur le pétrole et le gaz au niveau mondial pour étudier cette question et superviser la préparation d'un projet de rapport à l'intention du Conseil. Le Conseil a également mis en place un Sous-comité de coordination et quatre Groupes de travail (sur la demande, l'offre, les technologies, et les enjeux géopolitiques et les politiques) pour assister le Comité dans la réalisation de l'étude. Ces groupes d'étude ont été épaulés par une trentaine de sous-groupes spécialisés dans des domaines précis. On trouvera dans l'encadré de la page suivante la liste de ceux qui ont assuré la direction de l'étude.

Les membres des différents groupes d'étude ont été choisis parmi les organisations membres du NPC ainsi que parmi d'autres organisations industrielles américaines et internationales, des représentants du gouvernement des États-Unis et d'autres pays, des organisations non gouvernementales et des institutions financières, des sociétés de conseil, des ins-

Responsables de l'étude sur le pétrole et le gaz naturel au niveau mondial

Président

Lee R. Raymond
Ancien Président-directeur
général d'Exxon Mobil Corporation

Coprésident, représentant du gouvernement

Jeffrey Clay Sell
Secrétaire adjoint à l'Énergie, Département de
l'Énergie des États-Unis

Vice-Président, Demande

Daniel H. Yergin
Président
Cambridge Energy Research Associates

Vice-Président, Offre

David J. O'Reilly
Président du Conseil et Directeur général de
Chevron Corporation

Vice-Président, Technologies

Andrew Gould
Président-directeur général de Schlumberger
Limited

Vice-président, Enjeux géopolitiques & Politiques

John J. Hamre
Président et directeur général du Center for
Strategic & International Studies

Président – Sous-comité de coordination

Alan J. Kelly
Ancien Directeur général, Directeur planification
de l'entreprise, optimisation logistique mondiale,
Exxon Mobil Corporation

Co-président – Sous-comité de coordination

James A. Slutz
Sous-secrétaire adjoint chargé du pétrole et du gaz
naturel, Département de l'Énergie des États-Unis

Président, Groupe de travail sur la demande

James Burkhard
Directeur général, Global Oil Group Cambridge
Energy Research Associates

Président, Groupe de travail sur l'offre

Donald L. Paul
Vice-président et Directeur des technologies,
Chevron Corporation

Président, Groupe de travail sur les technologies

Rodney F. Nelson
Vice-président Innovation et collaboration,
Schlumberger Limited

Président, Groupe de travail Enjeux géopolitiques & Politiques

Frank A. Verrastro
Directeur et Senior Fellow
Center for Strategic & International Studies

titutions universitaires et des groupes de recherche. Plus de 350 personnes ont participé au Comité, au sous-comité, aux groupes de travail et aux sous-groupes de l'étude. (Des listes des participants à ces groupes d'étude figurent à l'Annexe B.)

Outre ces participants aux groupes d'études, beaucoup d'autres personnes ont été impliquées dans le processus de consultation élargie. Ces initiatives faisaient partie intégrante de l'étude dans le but d'informer et solliciter les contributions d'un large éventail des parties concernées. Plus d'une vingtaine de sessions se sont tenues avec des représentants d'agences gouvernementales américaines, de comités parlementaires américains, d'autorités étatiques et locales ; d'organisations non gouvernementales ; d'institutions universitaires ; d'organisations professionnelles ; des secteurs industriels. Le processus de consultation élargie a également permis d'associer des pays consommateurs et producteurs clés. Le Secrétaire d'État à l'Énergie, M. Bodman, a contacté

19 ministres de l'énergie dans le monde pour solliciter des données sur l'offre et la demande auprès des gouvernements et des compagnies nationales d'énergie. De nombreux pays ont fourni des réponses constructives.

Les données et les réactions fournies par des acteurs du secteur mondial de l'énergie et d'autres parties intéressées impliquées dans le processus de consultation élargie ont été recueillies et utilisées pour développer une vision prospective du secteur énergétique et s'assurer que l'étude traitait des principales questions de la problématique de ce secteur. Cette large ouverture à d'autres organisations a permis d'intégrer une grande diversité de visions et d'opinions. Ces informations ont fait partie intégrante des données analysées et prises en compte pour élaborer les principales conclusions et recommandations de l'étude. (On trouvera à l'Annexe C une description du processus de consultation élargie et des sessions de l'étude.)

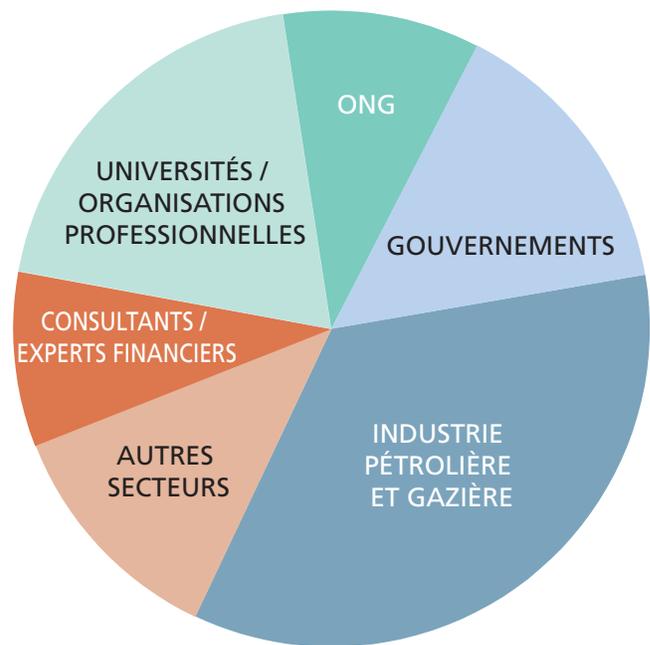
La Figure P-1 illustre la diversité de la participation au processus d'étude.

Le groupe d'étude et les participants à la consultation élargie ont apporté une contribution sous des formes diverses, allant d'une implication à plein temps dans de nombreux domaines de l'étude, jusqu'à une participation sur un sujet précis, une étude des documents proposés ou une simple participation à une session de consultation élargie. La participation à ces activités ne doit pas être interprétée comme une caution ou un accord avec toutes les déclarations, les conclusions et les recommandations présentes dans ce rapport. Par ailleurs, même si les participants représentant le gouvernement américain ont apporté une aide importante dans l'identification et la compilation des données et autres informations, ils n'ont pas pris position sur les recommandations de l'étude en matière de politiques. En tant que comité consultatif nommé et agréé par le gouvernement fédéral, le Conseil national du pétrole est seul responsable de l'avis final fourni au Secrétaire d'État à l'Énergie. Néanmoins, le Conseil estime que l'étendue et la diversité des groupes d'études et du processus de consultation élargie ont permis d'éclairer et d'améliorer cette étude et son avis final. Le Conseil exprime ses remerciements pour l'engagement et les contributions de tous ceux qui ont participé au déroulement de l'étude.

DOMAINE COUVERT PAR L'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE

La priorité de l'étude portait sur le pétrole et le gaz naturel. Toutefois, toutes les formes d'énergie ont été évaluées dans la mesure où elles constituent les éléments étroitement liés d'un marché mondial de l'énergie concurrentiel. En fait, une compréhension de toutes les formes d'énergie était nécessaire pour pouvoir formuler un avis pertinent sur le pétrole et le gaz naturel. La réalisation de l'étude a été guidée par un ensemble de principes directeurs :

- Ne pas procéder à un autre exercice de prévision à partir de données brutes de la demande, de l'offre et des prix de l'énergie, mais plutôt privilégier l'analyse des projections existantes pour identifier les hypothèses sous-jacentes, comprendre en quoi elles diffèrent, et ainsi identifier les facteurs importants qui conditionnent l'avenir du pétrole et du gaz
- Réunir et analyser des données publiques (du gouvernement, des institutions universitaires et autres) et des données confidentielles agrégées (des compagnies pétrolières internationales et des consultants)
- Solliciter une participation d'un large éventail de parties intéressées, notamment d'organisations non gouvernementales et de pays étrangers
- Mettre l'accent sur la situation à long terme, à l'horizon 2030 ou au-delà, et non pas sur la volatilité à court terme du marché de l'énergie



65 % DES PARTICIPANTS EXTÉRIEURS AU SECTEUR DE L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE ET GAZIÈRE

PLUS DE 350 PARTICIPANTS, ET UNE CONTRIBUTION DE PLUS DE 1 000 AUTRES PERSONNES

FIGURE P-1. Une large participation

- Formuler des recommandations qui s'appuient sur des données scientifiques et élaborer des options et des recommandations de politiques seulement après avoir finalisé les analyses, l'interprétation et les conclusions de l'étude, pour éviter d'aboutir à des conclusions prédéterminées
- Formuler des questions détaillées pour veiller à ce que tous les groupes d'étude travaillent dans le domaine qui leur est confié et dans les délais prescrits
- Se conformer pleinement aux lois et réglementations antitrust, et à la Loi sur les comités consultatifs fédéraux. Même si le Conseil reconnaît l'influence importante des prix sur les initiatives portant sur l'offre et la demande, la sensibilité relative aux lois antitrust a empêché cette étude d'aborder ce type d'impacts et de s'intéresser aux futurs niveaux des prix.

Un ensemble vaste et diversifié d'autres études et projections a servi de base aux analyses du NPC. Le NPC a tenté d'étudier et d'utiliser tout l'éventail des projections disponibles :

- Des données ont été fournies par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et l'Agence américaine d'information sur l'énergie (Energy Information Administration - EIA), les deux sources les plus couramment utilisées et les plus réputées pour les projections énergétiques.

- Une large revue des projections énergétiques d'organisations privées a également été effectuée. Dans le cadre de ce processus, le NPC a demandé à la société d'expertise comptable Argy, Wiltse & Robinson, P.C. de recevoir, d'agréger et de protéger les données confidentielles des réponses.
- Un processus de « réseau élargi » (*Wide-Net*) a permis de réunir d'autres projections énergétiques publiquement accessibles établies par des institutions universitaires, des organisations gouvernementales, des organisations non gouvernementales et d'autres groupes intéressés.
- Une base de données a été créée pour stocker et faciliter l'analyse de toutes les projections qui ont été réunies. Les données stockées dans la base sont présentes sur le CD qui accompagne les exemplaires imprimés de ce rapport.
- Un processus d'Études parallèles a permis l'examen d'un grand nombre d'autres rapports récents portant sur différents aspects de la politique énergétique, pour apporter un éclairage complémentaire aux travaux du Sous-comité de coordination de l'étude du NPC. (Des résumés de ces études figurent à l'Annexe D.)

Les Groupes de travail sur la demande et l'offre se sont principalement attachés à l'analyse et à l'interprétation de l'éventail des projections d'offre et de demande en énergie au niveau mondial à l'horizon 2030 et des hypothèses/facteurs clés sous-jacents à ces projections. Le Groupe de travail sur les technologies a examiné l'ensemble des hypothèses technologiques retenues par les projections étudiées et la façon dont ces technologies pourraient influencer l'offre et la demande énergétique mondiale dans les 25 prochaines années. Le Groupe de travail Enjeux géopolitiques & Politiques avait deux centres d'intérêt. Ses analyses géopolitiques ont évalué la façon dont des décisions politiques souveraines au niveau national, régional ou mondial pourraient influencer les perspectives de l'offre et de la demande mondiales. Son travail sur les politiques a porté sur le regroupement des propositions des différents groupes d'étude en un ensemble concis de recommandations à l'intention du Secrétaire d'État à l'Énergie reflétant les compromis entre économie, sécurité et environnement. Au-delà des activités des Groupes de travail, l'étude a porté sur plusieurs grands thèmes : efficacité énergétique, gestion du carbone et questions macro-économiques.

Les résultats de ces efforts multiples sous-tendent les stratégies d'offre et de maîtrise de la demande recommandées par le NPC et constituent le fondement de ses recommandations de politiques au Secrétaire d'État à l'Énergie.

(On trouvera dans les Chapitres du rapport et les Présentations thématiques des descriptions plus détaillées des

champs d'intervention, des questions de cadrage général, et des approches retenues par les différents groupes d'étude.)

RAPPORT D'ÉTUDE

Dans un souci de transparence et pour aider les lecteurs à mieux comprendre cette étude, le NPC met à disposition de toutes les parties intéressées les résultats de l'étude et de nombreux documents élaborés par les groupes d'études, à savoir :

- *Le Résumé* apporte des éclairages intéressants sur la dynamique du marché de l'énergie ainsi que des conseils sur un ensemble d'actions immédiatement nécessaires pour assurer des approvisionnements suffisants et fiables en énergie tout en permettant la poursuite de la prospérité, particulièrement la croissance économique, la sécurité mondiale et la responsabilité environnementale.
- Les *Chapitres du rapport* contiennent un résumé des résultats des analyses effectuées par les Groupes de travail Demande, Offre, Technologies et Enjeux géopolitiques & Politiques ; une analyse de la Gestion du carbone ; une liste complète des recommandations de l'étude ; une description de la méthodologie de l'étude. Ces chapitres fournissent les données et analyses qui ont servi de base aux conclusions et aux recommandations présentées dans le *Résumé*.
- Les *Annexes* contiennent les listes des membres du Conseil et des groupes d'étude, une description du processus de consultation élargie autour de l'étude, ainsi que des informations supplémentaires.
- Les *Articles thématiques*, qui se trouvent sur le CD inséré dans la dernière de couverture de ce rapport, comprennent des articles et des rapports détaillés et spécialisés préparés par les Groupes de travail et leurs Sous-groupes. Ces Articles thématiques servent de base aux analyses qui ont abouti à l'élaboration du résumé des résultats présenté dans le *Résumé* et les *Chapitres du rapport*. Le Conseil considère que ces textes peuvent présenter un intérêt pour les lecteurs du rapport et les aideront à mieux en comprendre les résultats. Il n'a pas été demandé aux membres du Conseil national du pétrole de cautionner ou d'approuver la totalité des propos et conclusions présents dans ces documents, mais plutôt d'approuver la publication de ces textes dans le contexte du déroulement de l'étude. (Voir la description du CD à l'Annexe E pour les résumés sur les articles thématiques et une liste des autres documents inclus.)

(Des exemplaires publiés du rapport et du CD peut être achetés auprès du NPC, ou consultés et téléchargés sur son site web : www.npc.org)



RÉSUMÉ

Les citoyens américains sont très préoccupés par l'énergie (disponibilité, fiabilité, coût et impact sur l'environnement). L'énergie est également devenue l'objet de débats politiques pressants. Il s'agit toutefois d'un sujet complexe, qui touche à toutes les facettes de la vie quotidienne et à l'ensemble de l'économie, qui met en jeu une grande diversité de technologies et qui influence profondément de nombreux aspects de nos relations avec l'étranger. Les États-Unis sont le principal acteur du système énergétique mondial : ils sont le plus grand consommateur, le deuxième producteur de charbon et de gaz naturel et le premier importateur et le troisième producteur de pétrole. Pour élaborer un cadre de travail permettant l'examen de la situation des États-Unis vis-à-vis du pétrole et du gaz naturel aujourd'hui et dans l'avenir, il est nécessaire d'adopter une vision élargie et une perspective à long terme ; ce sont ces deux critères qui ont été retenus pour cette étude.

Au cours des 25 dernières années, la demande énergétique mondiale a augmenté d'environ 60 %, en s'appuyant sur des infrastructures mondiales qui ont atteint une échelle colossale. La plupart des prévisions pour le prochain quart de siècle envisagent un rythme d'augmentation similaire de la demande énergétique à partir d'une base beaucoup plus large. Le pétrole et le gaz naturel ont joué un rôle important pour soutenir l'activité économique par le passé, et continueront probablement de le faire, associés à d'autres types d'énergie. Dans les prochaines décennies, le monde aura besoin d'une plus grande efficacité énergétique et de toutes les sources d'énergie disponibles, économiques et respectueuses de l'environnement, pour répondre à la croissance future et la maintenir.

Heureusement, le monde ne manque pas de ressources énergétiques. Toutefois, de nombreux problèmes complexes pourraient empêcher ces différentes énergies d'assurer l'offre énergétique suffisante, fiable et économique dont dépendent les populations. L'émergence d'incertitudes vient aggraver ces difficultés : influences géopolitiques sur le développement des ressources, le commerce et la sécurité énergétique, et contraintes croissantes sur les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) qui pourraient imposer

des changements dans l'utilisation future de l'énergie. Le secteur de l'énergie a toujours comporté des risques. Toutefois, aujourd'hui ces risques s'accroissent et se conjuguent différemment.

Le Conseil national du pétrole (NPC) a examiné tout un ensemble de projections sur l'offre, la demande et les technologies énergétiques au niveau mondial jusqu'en 2030. Le Conseil a identifié les risques et les enjeux associés à un avenir préservant une énergie fiable et sûre, et a élaboré des stratégies et des recommandations visant à établir un juste équilibre entre les objectifs futurs en matière d'économie, de sécurité et d'environnement.

Au cours des 25 prochaines années, les États-Unis et le monde entier seront confrontés aux dures réalités de l'avenir énergétique de la planète :

- Le charbon, le pétrole et le gaz naturel resteront indispensables pour couvrir la totalité de la croissance prévue pour la demande énergétique.
- Le monde ne va pas vers un épuisement des ressources énergétiques, mais des risques plus en plus nombreux pèsent sur la poursuite de la production pétrolière et gazière issue des sources conventionnelles auxquelles on a fait appel par le passé. Ces risques obligent à surmonter d'importantes difficultés pour couvrir la totalité de la demande énergétique prévue.
- Pour réduire ces risques, il sera nécessaire de développer toutes les sources d'énergie économiques, y compris le charbon, le nucléaire, la biomasse, les autres énergies renouvelables, et le pétrole et le gaz naturel non conventionnels. Chacune de ces énergies doit faire face à d'importants défis, notamment à des obstacles en matière de sûreté, d'environnement et de contraintes politiques ou économiques, et exige des infrastructures pour l'exploitation et la fourniture de l'énergie.
- Il est important de ne pas confondre « indépendance énergétique » et renforcement de la sécurité énergétique. Le concept d'indépendance énergétique n'est pas réaliste dans un avenir proche, alors que la sécurité énergétique

des États-Unis peut être améliorée par une modération de la demande, un développement et une diversification des ressources énergétiques nationales, et un renforcement des échanges et des investissements dans l'énergie au niveau mondial. Il ne peut y avoir de sécurité énergétique américaine sans sécurité énergétique au niveau mondial.

- La majorité des personnes travaillant dans le secteur américain de l'énergie, notamment des chercheurs et des ingénieurs qualifiés, atteindront l'âge de la retraite au cours de la prochaine décennie. Les effectifs doivent être renouvelés et le personnel doit être formé.
- Les politiques visant à réduire les émissions de dioxyde de carbone vont modifier le mix énergétique, augmenter les coûts liés à l'énergie, et obliger à réduire la croissance de la demande.

Chaque fois que c'est possible, il faut s'appuyer sur des marchés libres et ouverts pour apporter des solutions efficaces. Lorsque des marchés ont besoin d'être soutenus, les mesures politiques doivent être mises en œuvre avec prudence et en prenant en compte d'éventuelles conséquences inattendues. Le Conseil propose cinq stratégies essentielles pour aider les marchés à relever les défis énergétiques à l'horizon 2030 et au-delà. Chacune de ces cinq stratégies est essentielle : il n'existe pas de solution unique et simple pour surmonter les difficultés auxquelles nous sommes confrontés. Le Conseil est cependant persuadé que l'adoption rapide de ces stratégies, avec une implication durable dans leur mise en œuvre, favorisera la compétitivité américaine en maintenant un juste équilibre entre les objectifs en matière d'économie, de sécurité et d'environnement. Les États-Unis doivent :

- Modérer la demande croissante en énergie en augmentant l'efficacité des usages énergétiques dans les transports, le logement, le commerce et l'industrie.
- Développer et diversifier la production à partir du charbon propre, du nucléaire, de la biomasse, des autres énergies renouvelables, et du pétrole et du gaz non conventionnels ; limiter la baisse de production nationale de pétrole et gaz naturel conventionnels ; développer l'accès au développement de nouvelles ressources.
- Intégrer la politique énergétique aux politiques en matière d'économie, d'environnement, de sécurité et de relations extérieures ; renforcer les échanges et les investissements dans l'énergie au niveau mondial ; élargir le dialogue avec les pays producteurs et les pays consommateurs pour améliorer la sécurité énergétique mondiale.
- Développer les capacités scientifiques et techniques et créer des opportunités à long terme pour la recherche et le développement sur toutes les phases du mécanisme de l'offre et de la demande en énergie.
- Élaborer le cadre légal et réglementaire permettant une mise en œuvre du captage et du stockage du carbone (CSC). En outre, comme le législateur envisage différentes possibilités de réduire les émissions de dioxyde

de carbone, mettre en place un véritable cadre mondial pour la gestion du carbone, notamment par la définition d'un coût transparent et prévisible des émissions de CO₂ pour l'ensemble de l'économie.

Le Conseil a retenu ces stratégies en s'appuyant sur l'expertise de plus de 350 participants de formations très diverses pour fournir une analyse, des informations, et des éclairages particuliers. En outre, des efforts importants de consultation élargie ont permis la participation de plus de 1 000 personnes activement impliquées dans le secteur de l'énergie. Pour cette étude, les Groupes de travail ont examiné tout un ensemble d'études publiques et de données confidentielles agrégées, de façon à comprendre et évaluer les nombreuses hypothèses et facteurs sous-jacents à ces projections énergétiques récentes au niveau mondial.

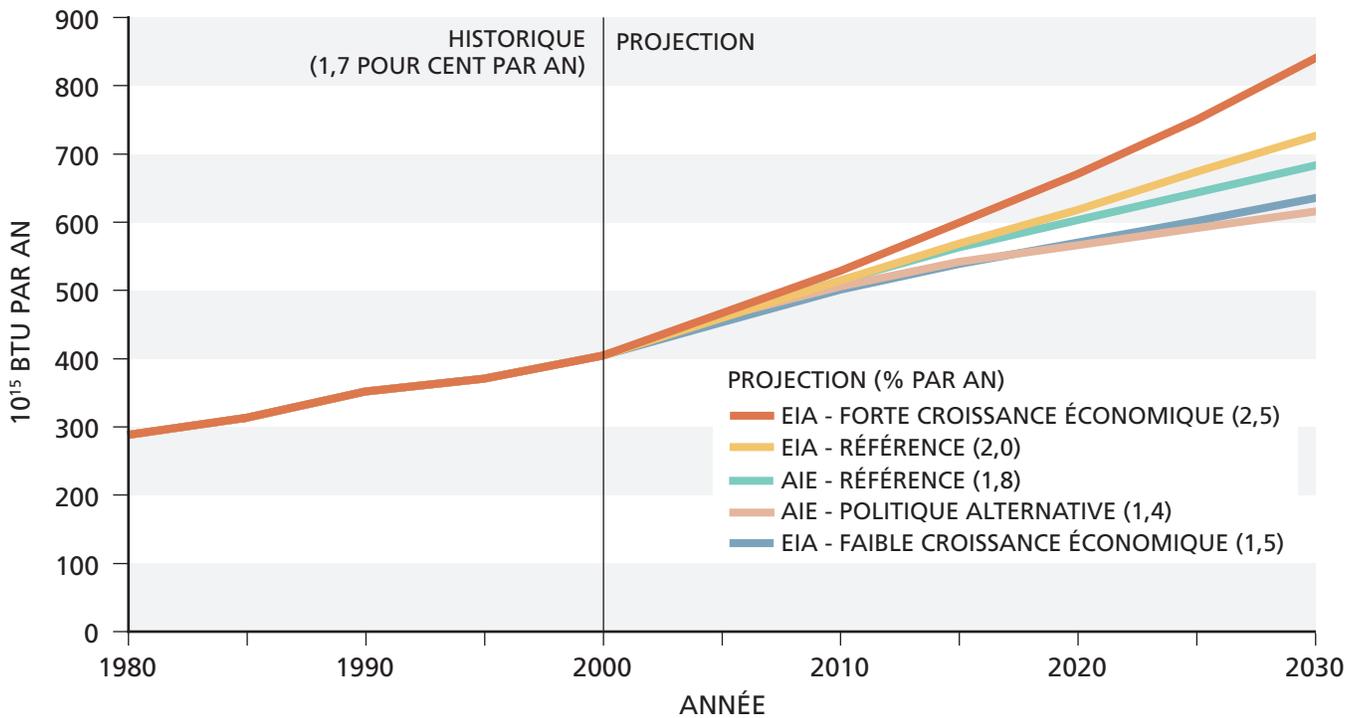
Étant donné l'étendue considérable du système énergétique mondial et les délais nécessaires à des changements importants, des actions concertées doivent être décidées aujourd'hui et maintenues dans le temps pour favoriser la compétitivité des États-Unis, en trouvant un juste équilibre entre les objectifs en matière d'économie, de sécurité et d'environnement. Les conclusions et recommandations du Conseil sont résumées ci-après, et exposées en détail dans les chapitres du rapport.

LA CROISSANCE DE LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE

Au cours des prochaines décennies, la demande énergétique va progresser de plus en plus, au fur et à mesure de la croissance économique et démographique. Ceci entraînera une pression plus forte sur l'offre et nécessitera de mettre l'accent sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie.

L'énergie est essentielle à l'activité économique qui permet de maintenir et d'améliorer la qualité de la vie. Les projections sur les besoins en énergie prévoient généralement une croissance économique et démographique qui s'accompagne d'une augmentation de la demande énergétique. Avec le temps, l'efficacité de la consommation énergétique s'est améliorée grâce aux effets combinés des avancées technologiques, de l'information des consommateurs et d'initiatives politiques. Ces évolutions ont permis à la croissance de l'activité économique de dépasser le rythme de la croissance de la consommation énergétique. Comme le montre la Figure ES-1, les différentes hypothèses sur le niveau de la population mondiale, l'activité économique et l'efficacité énergétique conduisent à des différences dans les projections sur l'avenir de la demande énergétique.

Historiquement, la consommation énergétique a été dominante dans le monde développé, là où s'est concentrée l'activité économique. Aujourd'hui, le monde développé, représenté par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE),¹ utilise la moitié de l'énergie mondiale totale pour produire la moitié du



Remarque : 10¹⁵ Btu correspondent à un million de milliards d'unités thermiques britanniques.
 10¹⁵ Btu par an représentent l'équivalent énergétique d'environ 500 000 barils de pétrole par jour.
 Sources : EIA : U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2006*.
 AIE : Agence internationale de l'Énergie, *World Energy Outlook 2006*.

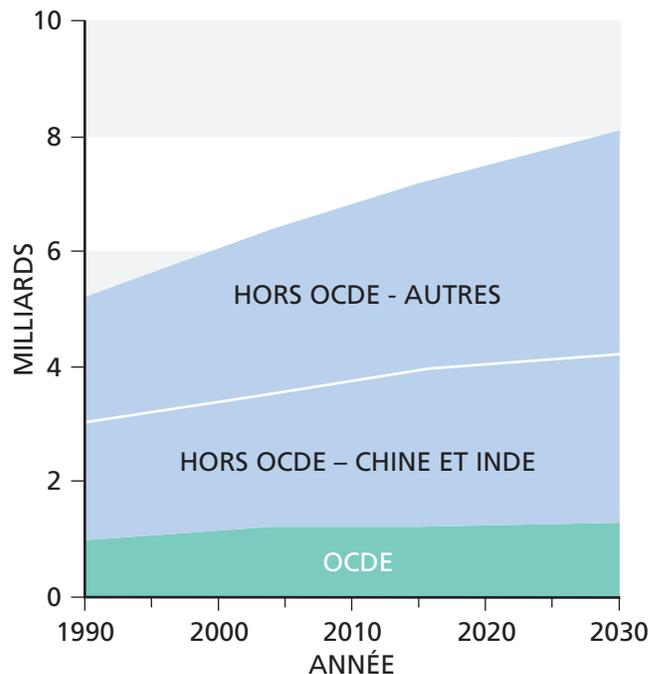
FIGURE ES-1. Demande énergétique mondiale – Taux de croissance annuels moyens

Produit intérieur brut mondial.² Cependant, on estime que 80 % de la population mondiale devrait habiter dans les pays en développement d'ici 2030, comme l'indique la Figure ES-2.

De nombreux pays en développement atteignent tout juste le niveau où la richesse individuelle et la consommation d'énergie commencent à s'accélérer. Par exemple, alors que le nombre d'automobiles en Chine a plus que doublé entre 2000 et 2006, il n'y a encore dans ce pays qu'une voiture pour 40 personnes³ alors qu'il y en a une pour deux aux États-Unis. Il est donc très probable qu'il y aura encore en Chine une forte croissance des ventes des véhicules et de la demande en carburant.⁴ Comme cette accélération de la consommation est liée à un nombre important d'habitants en augmentation, il est probable que la plus grande partie de la nouvelle croissance de la demande énergétique aura lieu dans les pays en développement, comme le fait apparaître la projection reprise de la Figure ES-3.

LE PANORAMA DE L'OFFRE ÉNERGÉTIQUE

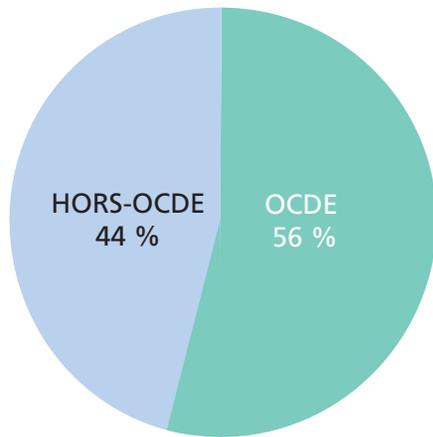
Le monde a recours aujourd'hui à une grande diversité de sources d'énergie. Le pétrole et le gaz naturel fournis-



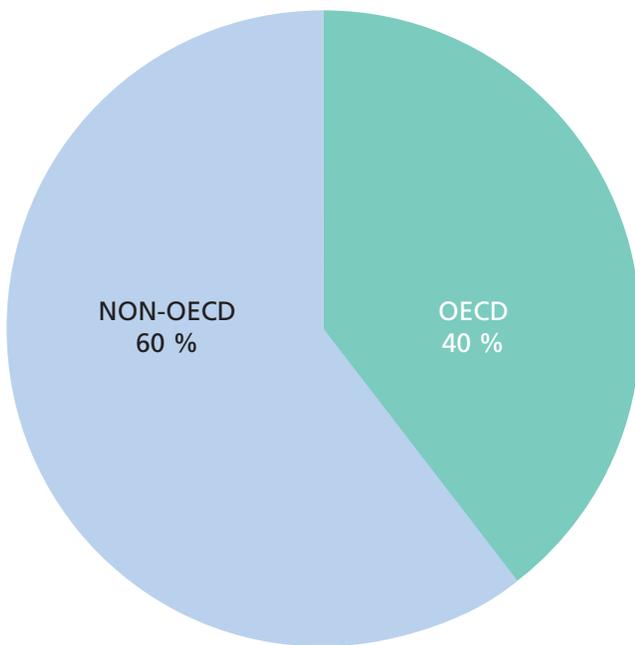
Source : UN World Population Prospects.

FIGURE ES-2. Population mondiale

2004 – 445 MILLIONS DE MILLIARDS DE BTU PAR AN



2030 – 678 MILLIONS DE MILLIARDS DE BTU PAR AN



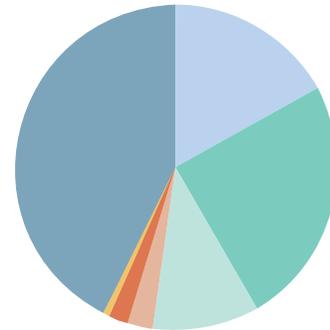
Source : AIE, *World Energy Outlook 2006*.

Figure ES-3. Croissance de la demande énergétique mondiale de 2004 à 2030

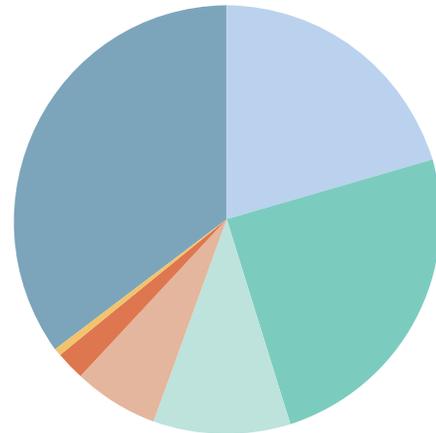
sent à présent environ 60 % de l'énergie primaire mondiale,⁵ comme l'indique la Figure ES-4, et une dure réalité veut que le pétrole et le gaz naturel demeureront indispensables pour satisfaire la croissance de la demande énergétique.

Une autre dure réalité est que la croissance rapide de l'économie mondiale va nécessiter d'importantes augmentations de l'approvisionnement énergétique au cours du prochain quart de siècle. Toutes les sources d'énergie économiques doivent être développées (y compris le charbon, le nucléaire, la biomasse, les autres énergies renouvelables,

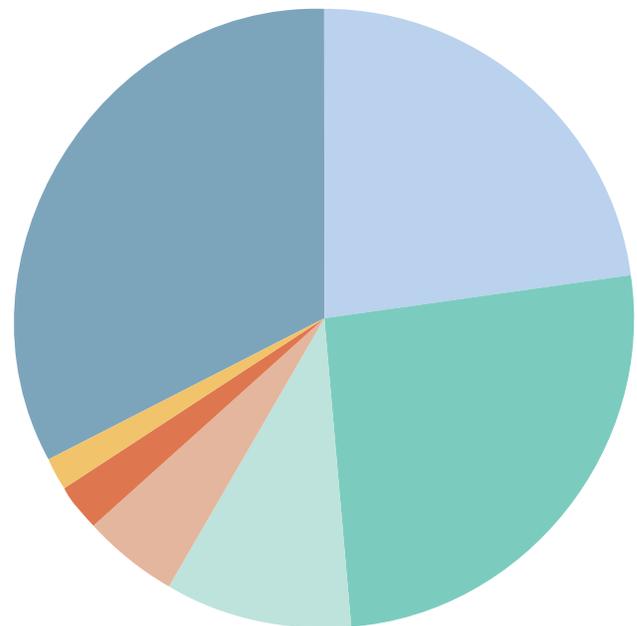
1980 – 288 MILLIONS DE MILLIARDS DE BTU PAR AN



2004 – 445 MILLIONS DE MILLIARDS DE BTU PAR AN



2030 – 678 MILLIONS DE MILLIARDS DE BTU PAR AN



■ PÉTROLE ■ CHARBON ■ NUCLÉAIRE ■ ÉOLIEN/SOLAIRE/
■ GAZ ■ BIOMASSE ■ HYDRAULIQUE ■ GÉOTHERMIE

Source : AIE, *World Energy Outlook 2006*.

Figure ES-4. Offre énergétique mondiale – Historique et prévision

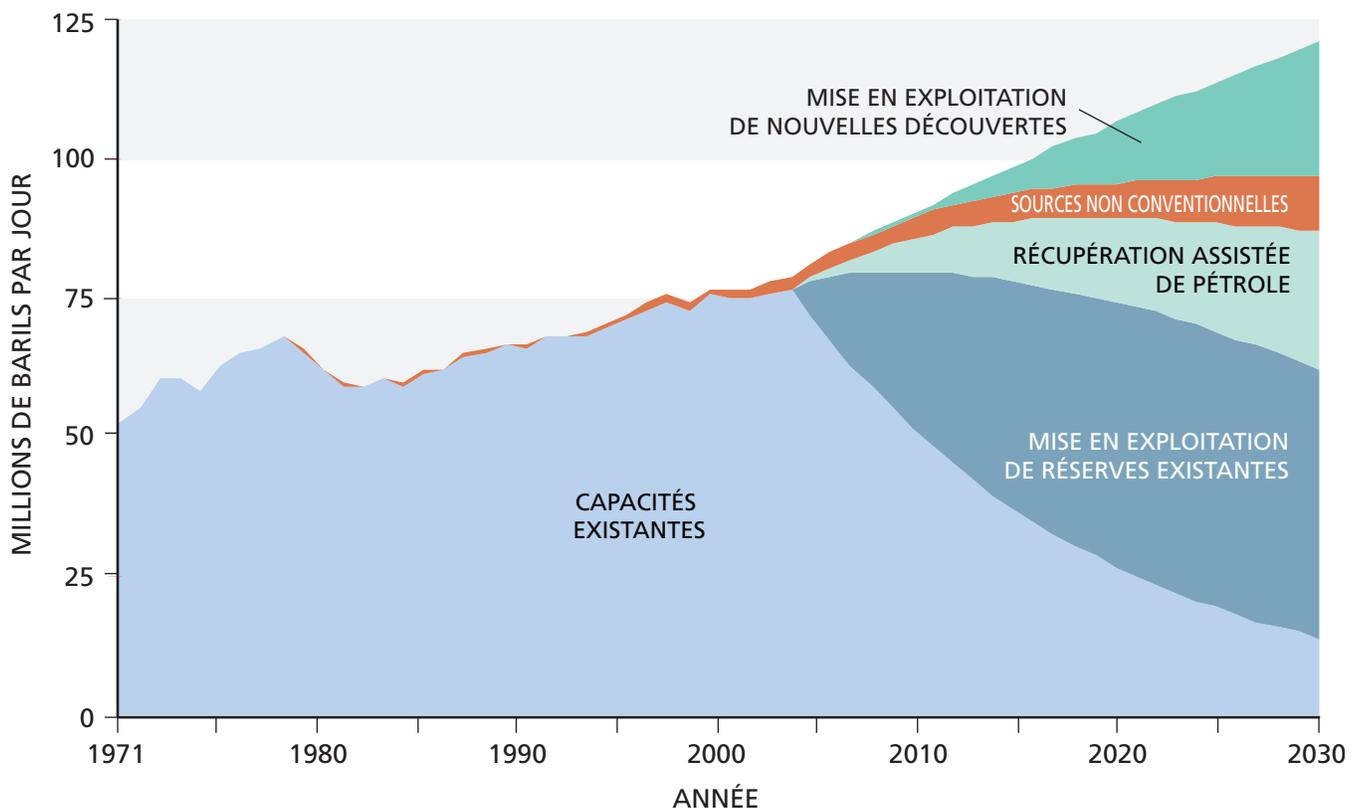
et le pétrole et le gaz naturel non conventionnels) pour répondre à la demande de manière fiable. Toutes les sources d'énergie présentent leurs propres difficultés, dans les différentes étapes de production, le transport et leur utilisation à une échelle toujours plus importante.

Les évaluations actuelles de pétrole et de gaz naturel font apparaître d'importantes réserves. Les ressources en gaz naturel apparaissent plus que suffisantes pour satisfaire à l'augmentation de la production de gaz naturel généralement prévue dans les scénarios énergétiques sur la période étudiée.

L'offre pétrolière future proviendra de diverses sources, notamment des moyens de production existants, de la mise en exploitation de réserves existantes, de la mise en œuvre de la récupération assistée du pétrole, de la croissance des liquides combustibles non conventionnels, et de la mise en exploitation de nouvelles découvertes. La figure ES-5 illustre ces sources telles qu'elles sont décrites dans le rapport *World Energy Outlook 2004* de l'AIE. Il y a une incertitude sur la capacité des ressources pétrolières à supporter le rythme de croissance de la production de pétrole. Une autre incertitude porte sur la capacité de l'industrie à affronter les multiples risques qui se présentent, notamment l'accès à des zones de développement à fort potentiel, le rythme et le

calendrier des investissements, le développement des technologies et l'essor des infrastructures. Cette étude a permis l'examen de tout un éventail de prévisions pour le pétrole, allant de moins de 80 millions de barils par jour jusqu'à 120 en 2030. La disparité des résultats reflète les différentes hypothèses sur ces incertitudes.

La biomasse, principalement le bois et les bouses séchées et brûlées pour le chauffage, représente aujourd'hui la source d'énergie non fossile la plus importante. Les carburants liquides issus de la biomasse, comme l'éthanol de maïs et de canne à sucre, ont progressé rapidement au cours des dernières années, mais étant donné l'échelle de la consommation pétrolière totale, ces carburants ne représentent qu'environ 1 % de l'énergie fournie par le pétrole. Les ressources potentielles de biomasse cellulosique, à partir de bois, de cultures énergétiques et de résidus de cultures vivrières, sont importantes aux États-Unis ; les Départements américains de l'Agriculture et de l'Énergie estiment que les États-Unis pourraient fournir suffisamment de biomasse pour produire jusqu'à 4 millions de barils par jour de carburants équivalents pétrole.⁶ Comme dans le cas de l'essor de n'importe quelle source d'énergie, des difficultés doivent être surmontées avant que la production de biocarburants puisse parvenir à des volumes importants. Il n'existe par exemple pas encore



Source : AIE, *World Energy Outlook 2004*.

FIGURE ES-5. Représentation de l'offre totale en combustibles liquides

de technologie qui permette de convertir de façon économique et à l'échelle nécessaire des matières cellulosiques en carburants liquides. L'essor de l'éthanol aux États-Unis est confronté à des défis complexes : augmentation des capacités de transport par rail, voie d'eau et pipeline ; mise à niveau des systèmes de distribution ; équilibre à trouver avec les utilisations alimentaires et les besoins en eau.

L'éolien et le solaire ont progressé rapidement et contribuent maintenant à hauteur de 1 % au mix énergétique mondial. On s'attend à ce que ces énergies poursuivent leur essor rapide, les difficultés qui les accompagnent portant sur les aspects économiques, l'intermittence de leur disponibilité, les problèmes d'utilisation des sols, et les besoins en interconnexion de réseaux et lignes de transport à grande distance.

L'hydroélectricité fournit aujourd'hui environ 2 % de l'énergie. Il n'est pas prévu d'augmentation significative dans ce secteur, si ce n'est dans les pays en développement de la région Asie Pacifique, dans la mesure où les sites les plus favorables des pays développés sont déjà utilisés.

L'énergie nucléaire apporte une contribution d'environ 6 % à l'énergie mondiale aujourd'hui, et on prévoit un accroissement de son utilisation à l'extérieur des États-Unis. Le développement de l'énergie nucléaire se heurte à des craintes concernant la sûreté et la sécurité, la gestion et l'évacuation des déchets radioactifs et la prolifération des armements atomiques. La poursuite de l'essor de l'énergie nucléaire pourrait être favorisée pour limiter les émissions de CO₂ ou soutenir la sécurité énergétique par la diversification. En revanche, des contraintes supplémentaires sur l'industrie nucléaire, comme la fermeture anticipée de centrales ou des limitations sur les nouvelles installations prévues, renforceraient la demande en options alternatives de production d'électricité, comme le gaz naturel, le charbon, l'éolien et le solaire.

Après le pétrole, c'est le charbon qui se situe au deuxième rang pour la fourniture d'énergie au niveau mondial. Les prévisions qui n'envisagent pas de contraintes sur les émissions de CO₂ prévoient généralement une augmentation de sa contribution. Les augmentations prévues dans l'utilisation du charbon s'expliquent essentiellement par la croissance de la demande électrique dans les pays en développement. Les ressources restantes en charbon sont très supérieures à celles du pétrole ou du gaz naturel ; au rythme actuel de consommation, les États-Unis ont des ressources économiquement récupérables pour 100 ans au moins.⁷ La Chine dispose aussi d'importantes ressources en charbon, bien que les grands gisements soient éloignés des zones de consommation et que les infrastructures de transport constituent une contrainte. Outre les difficultés logistiques liées au rail, aux voies fluviales et aux lignes de transport électrique, la combustion du charbon produit également plus de CO₂ par unité d'énergie que le gaz naturel et le pétrole issus des sources conventionnelles. On prévoit généralement que le cumul du charbon, du gaz naturel et du pétrole devrait couvrir plus de 80 % des besoins énergétiques mondiaux en 2030, ce qui va aggraver les difficultés liées à la limitation des émissions de CO₂.

L'ÉVOLUTION DU PAYSAGE ÉNERGÉTIQUE MONDIAL

La croissance de la production énergétique a été soutenue par le commerce mondial et l'ouverture des marchés, ainsi que par les investissements visant à la production et à la fourniture de l'énergie. La consommation énergétique du monde en développement devrait augmenter de façon spectaculaire, alors que la production de pétrole et de gaz naturel devrait décliner aux États-Unis et en Europe. Cette conjonction de circonstances exigera une augmentation significative du commerce international du pétrole et du gaz naturel, modifiant ainsi profondément la carte mondiale de l'énergie.

Les prévisions portant sur la croissance des transports de pétrole et de gaz naturel liquéfié (GNL) mettent davantage l'accent sur la fiabilité du transport, du commerce et des systèmes de fourniture tout en soulevant des craintes sur la géopolitique, l'environnement et la sécurité. Aujourd'hui, plus de la moitié des flux de pétrole entre les différentes régions du monde passe par un petit nombre de goulets d'étranglement («choke points»), notamment le canal de Suez, le Bosphore et les détroits d'Ormuz et de Malacca.⁸

La Figure ES-6 montre une projection des changements importants dans les importations et les exportations régionales de pétrole d'ici 2030. L'offre et la demande en gaz naturel devraient suivre des évolutions similaires.

Au-delà des augmentations du commerce international du pétrole et du gaz naturel, la carte mondiale de l'énergie connaît une mutation d'une autre dimension. Les ressources en pétrole et gaz naturel conventionnels sont de plus en plus concentrées dans un tout petit nombre de pays hors de l'OCDE. Les compagnies pétrolières nationales et les ministres de l'énergie de ces pays jouent un rôle central dans les décisions politiques sur la manière de développer et d'exploiter leurs ressources. Les producteurs pourraient de plus en plus tirer parti de leurs atouts lors des négociations avec les compagnies pétrolières et les pays consommateurs, que ce soit pour obtenir des avantages commerciaux ou faire avancer des visées de politique nationale ou étrangère. Une pression importante s'exerce à nouveau sur la tendance à la libéralisation des marchés qui a permis le développement du commerce et des investissements énergétiques mondiaux dans les années 1990.

LES ÉTATS-UNIS ET LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE MONDIALE

La sécurité énergétique des États-Unis et du monde entier dépend du libre échange entre nations des ressources énergétiques fiables et en quantité suffisante. Cette dépendance va s'accroître avec la nécessité de développer le commerce international du pétrole et du gaz naturel et pourrait être de plus en plus influencée par des objectifs et tensions politiques. Ces évolutions font resurgir des craintes pour la sécurité énergétique des États-Unis.

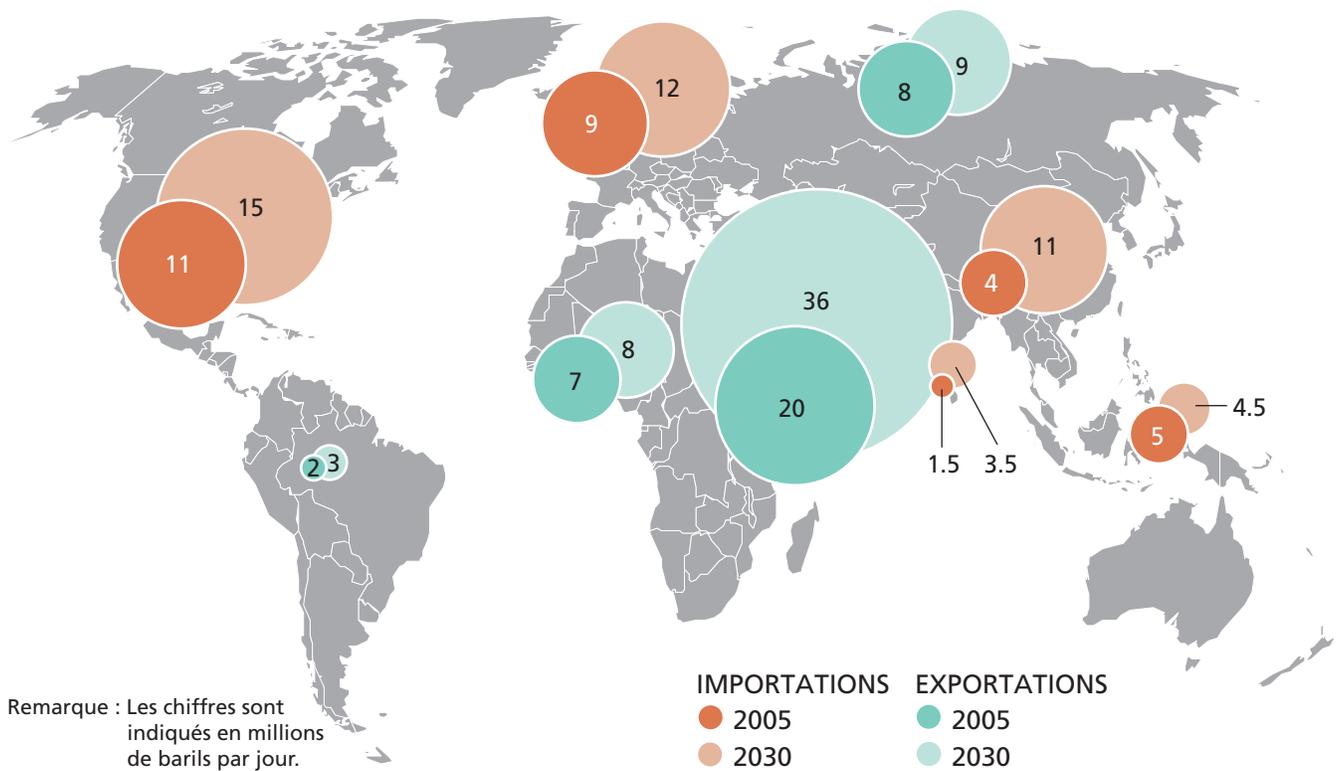


FIGURE ES-6. *Importations et exportations régionales nettes de pétrole*

À la faveur de ces préoccupations de sécurité énergétique, des appels ont été lancés pour que les États-Unis deviennent totalement autosuffisants pour leur approvisionnement énergétique, ce qu'on appelle souvent « indépendance énergétique ». Ce concept est irréaliste dans un avenir prévisible et il est incompatible avec les objectifs de politique extérieure globaux du pays et ses obligations dans le cadre des traités internationaux. Des politiques consacrant cette « indépendance énergétique » pourraient susciter de nombreuses incertitudes parmi les partenaires commerciaux internationaux et nuire aux investissements dans le développement de ressources énergétiques à l'étranger.⁹

Une dure réalité veut que l'indépendance énergétique n'est pas nécessaire à la sécurité énergétique. Plutôt que de rechercher l'indépendance énergétique, les États-Unis devraient renforcer leur sécurité énergétique par une modération de la demande, un développement et une diversification des ressources énergétiques nationales, et un renforcement des échanges et des investissements dans l'énergie au niveau mondial. En fait, même si les États-Unis pouvaient devenir physiquement autosuffisants en énergie, ils ne pourraient pas se retirer de leurs activités commerciales et financières en ce domaine au niveau international. Il ne peut y avoir de sécurité énergétique américaine sans sécurité énergétique au niveau mondial.

LES INVESTISSEMENTS DANS LE DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUE AU NIVEAU MONDIAL

La construction de nouvelles plates-formes pétrolières de plusieurs milliards de dollars opérant en eaux profondes de plusieurs kilomètres, la pose de pipelines dans des environnements difficiles et à travers les frontières, le développement de raffineries, la construction de navires et de terminaux pour transporter et stocker du gaz naturel liquéfié, la construction de voies ferrées pour transporter le charbon et la biomasse et le déploiement de nouvelles lignes à haute tension depuis des parcs éoliens distants : tout cela exigera d'importants investissements pendant des dizaines d'années. En termes réels, des investissements plus élevés seront nécessaires à la croissance de la capacité de production. Les futurs projets risquent d'être plus complexes et plus éloignés, ce qui entraînera des coûts plus élevés par unité d'énergie produite.¹⁰ Un climat d'investissement stable et attractif sera nécessaire pour drainer suffisamment des capitaux indispensables à l'évolution et l'essor des infrastructures énergétiques.

Les États-Unis devraient engager un dialogue actif avec les fournisseurs d'énergie, en encourageant une ouverture des échanges et des investissements pour développer la pro-

duction et les infrastructures internationales de l'énergie. Le commerce international et les négociations diplomatiques devraient régulièrement mettre les questions d'énergie à l'ordre du jour pour promouvoir l'état de droit, la stabilité fiscale, l'accès équitable et le développement écologiquement responsable de toutes les ressources énergétiques.

AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

L'ingéniosité humaine et les avancées technologiques offrent la possibilité de mettre en exploitation de nouvelles sources d'énergie, de poursuivre le développement des ressources existantes et d'utiliser l'énergie de façon plus efficace et plus respectueuse de l'environnement. L'industrie pétrolière et gazière a connu une longue histoire d'avancées technologiques et elle fonctionne aujourd'hui en utilisant des matériaux, une chimie, une ingénierie, des moyens informatiques et des techniques de détection dépassant de très loin ce qui était envisagé il y a plusieurs décennies. Les technologies ont conduit à d'importantes économies dans la demande énergétique et à une progression de l'offre tout en réduisant « l'empreinte » écologique du secteur. Les avancées technologiques devraient se poursuivre, même si l'impact d'une technologie de grande portée peut prendre plus de 10 ans entre son concept de départ et sa mise en œuvre à grande échelle.¹¹

Il n'existe pas une technologie unique capable de couvrir les besoins énergétiques futurs du monde de façon économique et respectueuse de l'environnement. De nombreuses avancées et découvertes capitales seront nécessaires dans de nombreux domaines. Pour y parvenir, des ressources financières et humaines considérables doivent être engagées sur une longue période de temps. Dans le même temps, l'industrie énergétique américaine est confrontée à une grave pénurie de moyens humains qui pourrait hypothéquer l'élaboration future d'avancées technologiques nécessaires pour répondre à la demande d'une diversification croissante des sources énergétiques. Une majorité des effectifs techniques du secteur est proche du départ à la retraite, et le nombre de diplômés américains dans le domaine de l'ingénierie et des sciences de la terre a chuté considérablement au cours des 25 dernières années, ce qui compromet les futurs résultats des avancées technologiques.

Les conclusions du Conseil se font l'écho de nombreux points du rapport de l'Académie nationale des sciences (NAS) intitulée « *Rising above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future* », qui demande à ce que l'accent soit mis sur l'apprentissage des mathématiques et des sciences, la recherche fondamentale de longue haleine, en veillant à ce que les États-Unis occupent le premier rang mondial en termes de recherche et d'innovation technologique.

■ Données de base : ordres de grandeur des systèmes énergétiques

L'échelle du système énergétique mondial et le temps nécessaire pour mettre en place des changements majeurs, aussi bien au niveau de l'offre que de la demande, sont fréquemment sous-estimés. À titre d'exemple on peut citer :

- Le monde consomme actuellement environ 86 millions de barils de pétrole par jour, soit 150 000 litres par seconde.
- Les nouvelles découvertes pétrolières de grande ampleur peuvent prendre 15-20 ans entre la phase d'exploration et l'exploitation, et la production peut se poursuivre pendant 50 ans ou plus.
- Les nouvelles grandes plates-formes pétrolières peuvent coûter plusieurs milliards de dollars et nécessiter plus de dix ans pour leur construction. La plate-forme Hibernia, au large de la côte Est du Canada, a coûté 5 milliards de dollars. 19 années se sont écoulées entre la découverte et la mise en production, et Hibernia ne fournit que 0,2% de la demande pétrolière mondiale.¹² La plate-forme Thunder Horse dans le Golfe du Mexique, aux États-Unis, a coûté 4 milliards de dollars et n'est toujours pas en fonctionnement huit ans après la découverte du site. Sa capacité représente 0,3 % de la demande mondiale en pétrole.¹³

- Une raffinerie américaine récente de taille moyenne, d'une capacité de distillation de 120 000 barils/jour de pétrole brut, coûterait 3 milliards de dollars ou plus¹⁴ et permettrait une augmentation de moins de 1 % de la capacité de raffinage des États-Unis.
- Les États-Unis disposent d'environ 300 000 kilomètres de pipelines pétroliers¹⁵ et d'environ 450 000 kilomètres de pipelines de gaz naturel¹⁶ construits au cours du siècle dernier.
- Il faut parfois plus de vingt ans pour que l'application d'une technologie récemment commercialisée soit généralisée au parc de véhicules en circulation, comme le montrent les exemples de l'injection de carburant et de la traction avant.
- Les bâtiments ont généralement une durée de vie de plusieurs décennies. Un grand nombre des caractéristiques qui conditionnent la consommation énergétique sont coûteuses et difficiles à modifier après l'installation initiale, comme par exemple l'épaisseur des murs, l'isolation, ou l'étanchéité des structures et des fenêtres.
- Il faut en moyenne 16 ans pour commercialiser une nouvelle technologie sur le marché du pétrole et du gaz naturel, depuis le concept jusqu'à son adoption commerciale complète.

RÉPONDRE À LA CONTRAINTE CARBONE

Il apparaît actuellement des contraintes sur les émissions de CO₂ avec de sérieuses implications sur l'offre et la demande en énergie. Au niveau mondial, on prévoit généralement que les émissions de CO₂ issues de la consommation énergétique vont augmenter, comme le fait apparaître la Figure ES-7. L'inquiétude grandissante vis-à-vis du changement climatique pourrait déboucher sur de nouvelles restrictions de ces émissions. Une autre dure réalité est que les politiques de réduction des émissions de dioxyde de carbone vont modifier le mix énergétique, augmenter les coûts liés à l'énergie, et obliger à réduire l'augmentation de la demande.

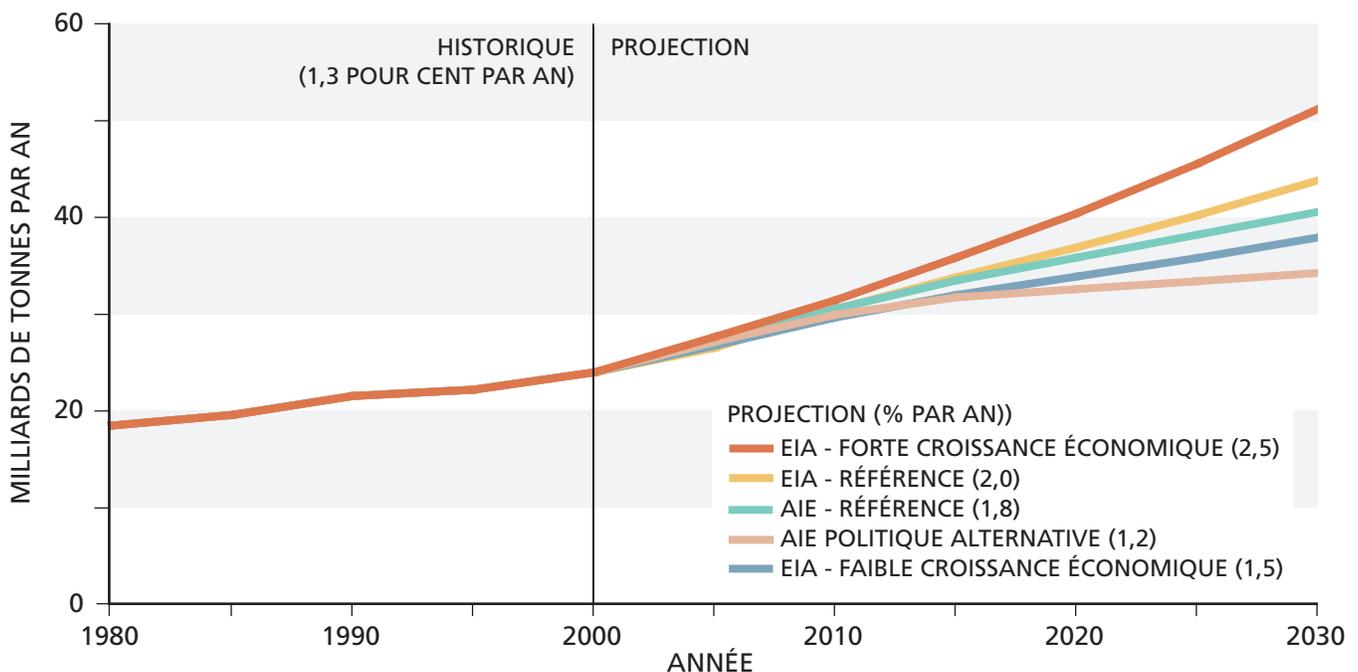
Des réductions importantes des émissions de CO₂ exigeront des changements majeurs dans la production, les infrastructures et la consommation d'énergie : réduction de la demande, substitution par des combustibles émettant peu de carbone ou neutres du point de vue du carbone, et captage et stockage des émissions provenant de la combustion du charbon, du pétrole et du gaz naturel. La mise en œuvre de changements concrets sur une grande échelle exigera du temps, de l'argent et de la technologie. Il faut parfois plus de vingt ans pour qu'une technologie récemment commercialisée soit intégrée au parc de véhicules actuellement en circulation. Les progrès dans l'efficacité énergétique des bâtiments sont lents, du fait que ces derniers peuvent avoir une durée de vie de plusieurs décennies et que les mesures destinées à améliorer leurs performances énergétiques, par exemple en

augmentant l'isolation ou en changeant les fenêtres, peuvent s'avérer difficiles et coûteuses. Les centrales électriques et les installations industrielles ont souvent une durée de vie de cinquante ans ou plus, ce qui induit un faible taux de rotation des capitaux dans ces secteurs. Pour parvenir à une quelconque amélioration de l'efficacité énergétique, à une modification des combustibles utilisés et à un captage des émissions de CO₂ à des fins de stockage, il faudra des changements majeurs pendant des dizaines d'années sur les véhicules, les bâtiments, les installations industrielles, les moyens de production électrique et les infrastructures.

DES STRATÉGIES POUR LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DES ÉTATS-UNIS

Il n'existe pas de solution unique et simple permettant de résoudre les défis énergétiques auxquels le monde est confronté. La planète aura besoin de toutes les sources énergétiques économiques et respectueuses de l'environnement qu'il sera possible de trouver pour alimenter et maintenir la prospérité au cours des prochaines décennies. Pour garantir ce résultat, des mesures doivent être prises maintenant et maintenues dans le temps. Les participants à l'étude du NPC ont formulé des recommandations pour atteindre les cinq objectifs stratégiques suivants :

- Modérer la demande en augmentant l'efficacité énergétique
- Développer et diversifier l'approvisionnement énergétique des États-Unis



Sources : EIA : U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2006*.
AIE : Agence internationale de l'énergie, *World Energy Outlook 2006*.

FIGURE ES-7. Émissions mondiales de dioxyde de carbone – Projections de croissance

- Renforcer la sécurité énergétique mondiale et américaine
- Renforcer les capacités nécessaires pour relever de nouveaux défis
- Répondre à la contrainte carbone.

Bien que l'objectif prioritaire de ce rapport soit d'identifier des principales conclusions et des recommandations pertinentes et concrètes, il est prudent de tirer les leçons du passé. Les conséquences imprévues ou les impacts négatifs que peuvent avoir des choix politiques inadaptés ne doivent pas être sous-estimés.¹⁷ Les politiques destinées à pénaliser certains segments industriels peuvent présenter un certain attrait politique, mais elles fragilisent souvent les objectifs de sécurité et des objectifs nationaux plus larges.

Modérer la demande en développant l'efficacité énergétique

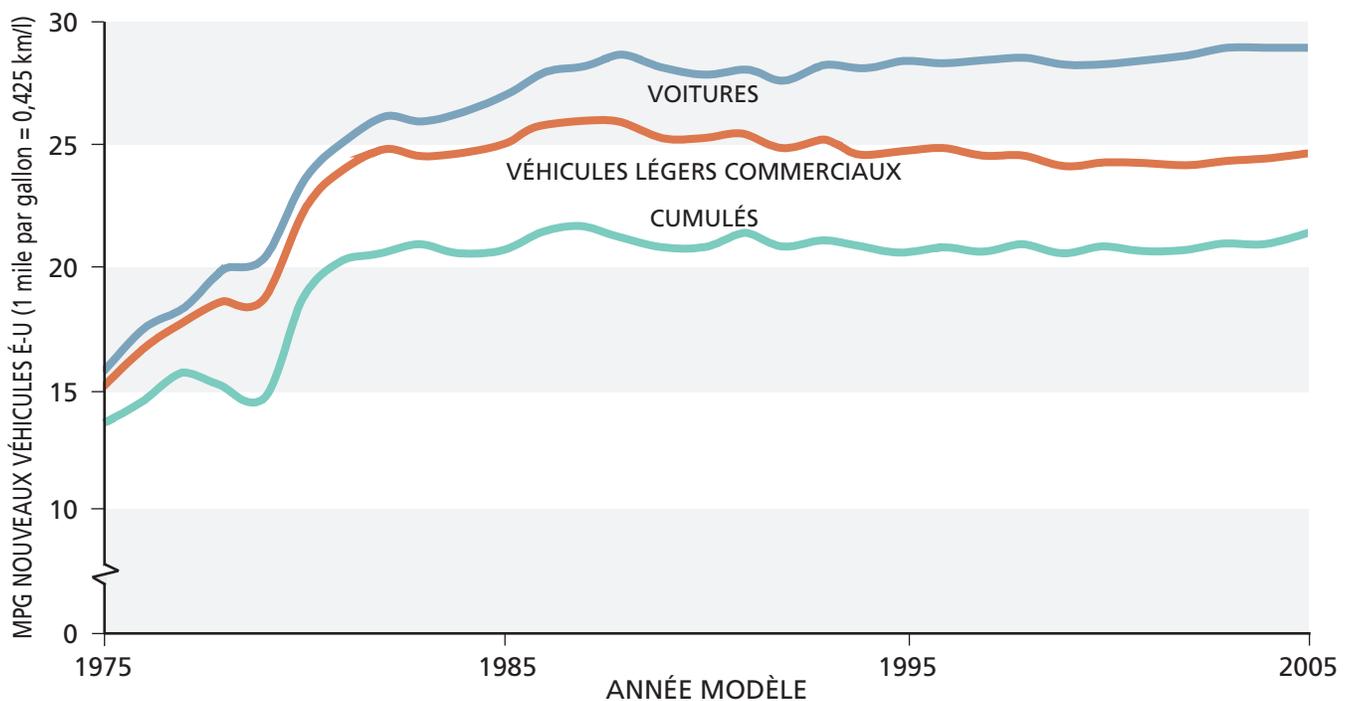
Réduire la consommation de carburant des véhicules

L'essence utilisée par les voitures particulières et les véhicules légers commerciaux représente près de la moitié des 21 millions de barils de produits pétroliers consommés quotidiennement par les États-Unis. Le Scénario de référence retenu par l'*Energy Information Agency* (EIA) dans le rapport *Annual Energy Outlook 2007* prévoit que

la consommation d'essence progressera en moyenne de 1,3 % par an, ce qui correspond au total à une augmentation de 3 millions de barils par jour entre 2005 et 2030.

Aux États-Unis, au cours des trente dernières années, les mesures de réduction de la consommation des automobiles et des véhicules légers commerciaux sont liées principalement aux normes CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*). Les normes initiales fixaient un objectif de réduction de consommation pour les voitures de tourisme, et une autre moins contraignante pour les véhicules légers commerciaux, pour éviter de pénaliser les utilisateurs de véhicules professionnels. À cette époque, les ventes de véhicules légers commerciaux représentaient environ un quart des ventes automobiles. Depuis, les SUV et les minivans, qui entrent dans la catégorie des véhicules légers commerciaux, ont gagné une part plus importante du marché. Aujourd'hui, les ventes de ces véhicules légers commerciaux dépassent celles des voitures ordinaires et la norme d'économie inférieure qui leur est appliquée a limité l'amélioration des réductions de consommation.

Les voitures et les camions vendus aujourd'hui sont techniquement plus efficaces que ceux vendus il y a 20 ans. Toutefois, les gains de consommation qui auraient pu être obtenus grâce à ces technologies au cours des deux dernières décennies ont été utilisés pour augmenter le poids des véhicules, leur puissance et leur confort. Par conséquent, les réductions de consommation des voitures et des véhicules utilitaires ont été à peu près nulles pendant 20 ans, comme le montre la Figure ES-8.



Source : U.S. EPA, *Light Duty Automotive Technology and Fuel Economy Trends: 1975 through 2006*.

Figure ES-8. Réduction de consommation de carburant des voitures de tourisme et des véhicules légers commerciaux aux États-Unis

Une étude détaillée du potentiel technologique fait apparaître qu'un doublement des économies de consommation est possible pour les nouveaux véhicules de tourisme et utilitaires en utilisant les technologies existantes et futures, en supposant que les performances et les autres caractéristiques des véhicules restent les mêmes qu'aujourd'hui.¹⁸ Ce progrès dans la réduction de la consommation se traduira par une augmentation du prix des véhicules. Le gain annuel de 4 % dans les normes CAFE débutant en 2010, préconisé par le Président George W. Bush dans son discours sur l'état de l'Union, n'est pas incompatible avec un éventuel doublement des économies de carburant pour les nouvelles véhicules légers commerciaux d'ici 2030. Selon la vitesse à laquelle les améliorations des nouveaux véhicules seront apportées au parc de véhicules légers commerciaux actuellement en circulation, la demande américaine en pétrole pourrait être réduite d'environ 3-5 millions de barils par jour en 2030.¹⁹ Des économies supplémentaires de carburant seraient possibles au travers de la réduction du poids, de la puissance et du confort des véhicules ou en mettant au point des technologies innovantes, plus coûteuses.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour réduire la consommation des véhicules :

- Renforcer les normes de consommation des voitures de tourisme et des véhicules légers commerciaux le plus vite possible en appliquant les technologies économiques disponibles.
 - Actualiser régulièrement les normes.
 - Éviter une dégradation supplémentaire des normes de consommation de carburant résultant de l'augmentation des ventes de véhicules légers commerciaux, ou bien ajuster les normes pour ces véhicules afin de refléter les évolutions dans les parts de marché des véhicules légers commerciaux et des voitures individuelles.

Impact potentiel : 3 à 5 millions de barils de pétrole par jour aux États-Unis par l'augmentation du parc concerné en 2030.

Réduire la consommation énergétique dans le secteur résidentiel et tertiaire

Quarante pour cent de l'énergie aux États-Unis est consommée dans le secteur résidentiel et tertiaire, incluant la perte d'énergie pendant la production et la distribution de l'électricité utilisée. L'EIA prévoit que la consommation énergétique résidentielle et tertiaire américaine augmentera de près d'un tiers d'ici 2030.

L'efficacité énergétique a été améliorée de façon significative dans le bâtiment au cours des dernières décennies. Les améliorations concernent la structure du bâtiment elle-même ; les systèmes de chauffage, climatisation et

éclairage, et les équipements ménagers. Toutefois, ces progrès ont été partiellement annulés par l'augmentation de la superficie des bâtiments et l'utilisation d'appareils ménagers plus gros et plus nombreux. La rentabilité des technologies d'efficacité énergétique a devancé les politiques actuelles aux niveaux fédéral, étatique et local. Si elles étaient appliquées, les technologies actuellement disponibles permettraient une réduction supplémentaire de la consommation énergétique de 15 à 20 %.²⁰

Les bâtiments ont généralement une durée de vie de plusieurs décennies. Un grand nombre des caractéristiques qui conditionnent la consommation énergétique, comme l'épaisseur des murs, l'isolation, l'étanchéité des structures et les fenêtres, resteront à peu près identiques pendant toute la durée de vie du bâtiment. Il faudra beaucoup de temps pour introduire les technologies et les pratiques qui influencent ces systèmes à longue durée de vie et améliorent leur efficacité énergétique globale. C'est pourquoi il est important que des mesures politiques soient appliquées largement en amont pour parvenir à des économies importantes à long terme.

Les investissements dans l'amélioration de l'efficacité énergétique se heurtent aux coûts initiaux, à l'insuffisance de la visibilité des prix de l'énergie, à la « motivation partagée » (lorsque le consommateur est différent de celui qui fournit l'installation), et l'information limitée de chaque consommateur. Des améliorations de l'efficacité énergétique soutenues par des mesures politiques seront nécessaires pour permettre de réduire la consommation énergétique de façon significative en dessous du niveau requis.

Normes énergétiques pour la construction

Les normes énergétiques pour la construction se sont révélées un outil politique important pour encourager l'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs et dans ceux en rénovation. Les normes de construction sont gérées par les 50 États et les milliers de collectivités locales. Pour aider les États et les autorités locales, des modèles de normes énergétiques sont élaborés au niveau national et actualisés régulièrement au bout de quelques années. Selon le droit fédéral, les États n'ont pas l'obligation d'imposer des normes énergétiques pour la construction, même si au moins 41 d'entre eux ont adopté des normes sous une forme ou une autre.

L'adoption de normes de construction n'est pas une garantie d'économies d'énergie. La mise en application des normes et le respect des réglementations sont également essentiels. Certaines circonscriptions ont signalé qu'un tiers ou plus des nouveaux bâtiments ne respectaient pas les exigences fondamentales en matière de normes énergétiques pour les fenêtres et les équipements de climatisation, qui figurent parmi les caractéristiques d'économies d'énergie les plus faciles à vérifier.²¹

Les normes énergétiques pour la construction ne concernent généralement que les nouveaux bâtiments et les rénovations importantes. Des mesures politiques supplémentaires sont nécessaires pour encourager des économies progressives et importantes dans les bâtiments existants.

Normes sur les appareils et équipements

Les normes sur les appareils ménagers et les équipements constituent d'importantes mesures politiques pour réduire la consommation énergétique des bâtiments existants. Ces produits ne consomment peut-être pas beaucoup d'énergie individuellement mais, collectivement, ils représentent une part importante de la consommation énergétique du pays.²²

Les normes d'efficacité énergétique ne s'appliquent actuellement pas à de nombreux produits de plus en plus banals, notamment ceux qui se servent des technologies numériques courantes. La liste des produits concernés doit être constamment évaluée et mise à jour si nécessaire pour inclure tous les appareils qui ont une consommation d'énergie significative. De plus, l'industrie et d'autres parties prenantes ont négocié des normes pour d'autres produits, comme les chaudières et les chauffe-eau domestiques. La création et la mise en application de normes étendues et renforcées permettraient de réduire la consommation énergétique à des niveaux inférieurs à ceux qui découleraient des exigences actuelles du Département de l'Énergie.²³

Les gains en efficacité dans le secteur résidentiel et tertiaire sont partiellement annulés par l'utilisation accrue de services et de produits pourtant plus efficaces. Par exemple, la superficie des maisons américaines a progressé constamment au fil des ans, compensant en grande partie les gains d'efficacité énergétique qui auraient été obtenus si la superficie des appartements n'avait pas augmenté. De la même manière, les réfrigérateurs domestiques ont augmenté en nombre et en taille, absorbant une bonne partie de la réduction de la consommation unitaire obtenue grâce aux normes d'efficacité énergétique. Les programmes d'efficacité énergétique devraient envisager des mesures pour éviter l'augmentation de la demande en services énergétiques.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel et tertiaire :

- Encourager les États à mettre en place et en application des normes d'efficacité énergétique plus strictes pour les bâtiments, et à les actualiser régulièrement.
- Créer des normes pour les nouveaux appareils domestiques.
- Mettre régulièrement à jour les normes fédérales pour les appareils domestiques.

Impact potentiel : 7-9 millions de milliards de Btu par an d'ici 2030 aux États-Unis, dont 2-3 millions de milliards de Btu par an (5-8 milliards de pieds cubes par jour), 4-5 millions de milliards de Btu de charbon, et 1 million de milliards de Btu par an (0,5 million de barils par jour) de pétrole.

Améliorer l'efficacité énergétique du secteur industriel

Le secteur industriel consomme environ un tiers de l'énergie américaine et contribue pour une grande part à la croissance attendue de la consommation de pétrole et de gaz naturel dans le monde et aux États-Unis. Au niveau mondial, on s'attend à un doublement de la demande industrielle en gaz naturel d'ici 2030. Dans le monde, la demande en pétrole du secteur industriel devrait augmenter de 5 millions de barils par jour, soit 15 % de l'augmentation totale de la demande jusqu'en 2030.

Le secteur industriel est un consommateur énergétique sensible au prix. Les industries et les fabricants américains gros consommateurs d'énergie s'appuient sur l'offre énergétique internationale concurrentielle pour rester compétitifs au niveau mondial. Au cours des dernières années, les prix du gaz naturel ont progressé plus vite aux États-Unis que dans le reste du monde. De ce fait, les fabricants américains gros consommateurs d'énergie qui utilisent le gaz naturel comme combustible ou matière première ont réagi en augmentant leur efficacité énergétique et/ou en déplaçant une plus grande partie de leurs activités dans des régions à moindre coût énergétique, à l'extérieur des États-Unis.

Dans l'ensemble du secteur industriel, il existe des possibilités d'augmenter l'efficacité énergétique d'environ 15 pour cent.²⁴ Les domaines qui se prêtent aux économies d'énergie sont la récupération de la chaleur, les procédés de séparation, et la production combinée de chaleur et d'électricité.²⁵ Bien que 40 % de ces possibilités puissent être mises en œuvre maintenant, il est nécessaire de poursuivre les recherches, le développement et les projets de démonstration et de déploiement avant de pouvoir obtenir le reste des économies. La création de programmes encourageant le déploiement des technologies et des pratiques d'efficacité énergétique permettra d'accélérer leur mise en œuvre. Une manière d'encourager les investissements privés dans ces domaines est de pérenniser le crédit d'impôt fédéral pour la recherche et le développement. Toutefois, l'application des projets d'efficacité énergétique pourrait être gênée par une pénurie de travailleurs dotés d'une formation technique, tandis que les incertitudes liées à l'instabilité des prix pourraient rendre difficile la justification de ces projets.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur industriel :

- Le Département de l'Énergie doit conduire et promouvoir la recherche, le développement, et les projets de démonstration et de déploiement des technologies industrielles et des meilleures pratiques d'efficacité énergétique.

- Le crédit d'impôt pour la recherche et le développement doit être pérennisé pour stimuler les investissements privés dans la recherche et le développement.

Impact potentiel : 4 à 7 millions de milliards de Btu par an d'ici 2030 aux États-Unis, répartis à parts égales entre le charbon, le gaz et le pétrole.

La production d'électricité consomme une quantité importante d'énergie. Aux États-Unis, environ 30 pour cent de l'énergie primaire est utilisée par le secteur de la production électrique. Seules de modestes avancées de l'efficacité semblent pouvoir être économiquement réalisables dans les centrales existantes (2 à 6 %), dans la mesure où ces améliorations sont intégrées au cours de la maintenance courante. La plus grande partie du potentiel de l'amélioration de l'efficacité intervient au moment où les centrales existantes sont remplacées par des installations utilisant des technologies et des modèles modernes. La mise hors service définitive des installations existantes et le choix des technologies et des modèles de remplacement répondent à des données économiques influencées par le prix du combustible, la fiabilité des centrales et des questions de transmission au réseau.

Développer et diversifier l'approvisionnement énergétique des États-Unis

Le pétrole, le gaz naturel et le charbon (les combustibles fossiles qui servent aux transports, au chauffage, à l'électricité et aux utilisations industrielles) sont, de loin, les sources d'énergie les plus importantes dans les économies industrialisées. Même si les énergies alternatives, notamment le combustible issu de la biomasse et d'autres sources renouvelables, devraient contribuer de plus en plus à l'approvisionnement énergétique total, les trois combustibles fossiles devraient rester dominants au moins jusqu'en 2030.

Les perspectives de production du pétrole et du gaz naturel soulèvent des questions complexes. Une dure réalité veut que l'offre mondiale en pétrole et en gaz naturel issus des sources conventionnelles, qui ont historiquement couvert les besoins, ne pourra probablement pas répondre à l'augmentation de 50 à 60 % de la demande dans les 25 prochaines années. Le remplacement de la production actuelle et l'augmentation de l'approvisionnement en pétrole et gaz naturel conventionnels se heurtent à des risques de plus en plus nombreux. Ils tiennent à un ensemble croissant d'incertitudes au niveau mondial, qui vont des capacités de production aux contraintes environnementales, en passant par les besoins en infrastructures et les complications géopolitiques.

L'énergie a toujours été un secteur à risques. Toutefois, aujourd'hui, ces risques s'accumulent actuellement et se

conjuguent différemment. Les changements géopolitiques coïncident avec des défis techniques de plus en plus importants et complexes. Les préoccupations environnementales qui restreignent l'accès à certaines ressources aux États-Unis peuvent entrer en conflit avec des questions de sécurité qui encouragent un élargissement de l'accès. Les problèmes de carbone rendent plus difficile l'utilisation du charbon alors que des considérations de sécurité énergétique pourraient amener à l'encourager. La contrainte carbone demanderait d'énormes investissements pour maintenir la production énergétique. Ces incertitudes et les risques qui en découlent, définissent le cadre des perspectives de l'offre énergétique dans les quelques décennies qui viennent.

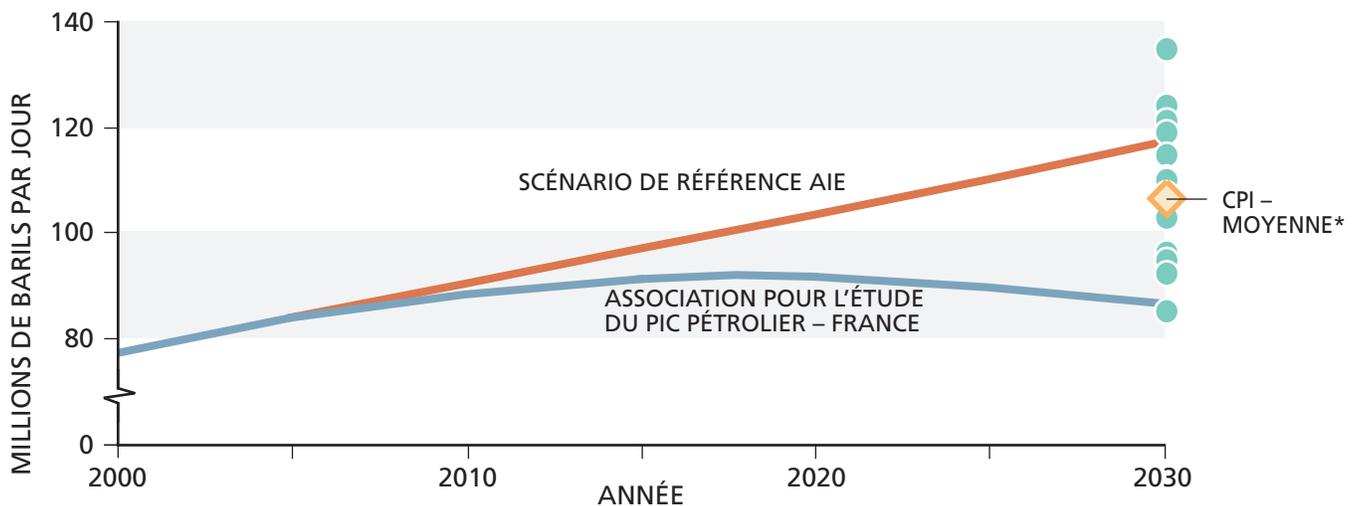
Les concepts de réserves en ressources et de ressources récupérables sont fondamentaux dans tout débat sur les réserves en combustibles fossiles. La formule « *réserve en ressources* » désigne le potentiel de ressources énergétiques stockées physiquement dans le sous-sol de la terre : barils de pétrole, pieds cubes de gaz naturel et tonnes de charbon. La réserve en ressources des combustibles fossiles est fixe : elle peut s'épuiser mais pas se renouveler. Les *ressources récupérables* sont un sous-ensemble des réserves en ressources : la portion qui peut être exploitée et convertie en combustible et en électricité.

Les estimations sur les réserves totales en ressources fossiles au niveau mondial semblent énormes, mais seule une fraction des volumes estimés peut être exploitée. Les réserves totales en pétrole sont estimées entre 13 et 15 milliers de milliards (10^{12}) de barils, le gaz naturel à 50×10^{15} pieds cubes, et le charbon à 14×10^{12} tonnes.

Les ressources renouvelables, comme la biomasse, l'éolien et le solaire, représentent d'énormes réserves en ressources énergétiques supplémentaires qui sont renouvelées en permanence, à la différence des combustibles fossiles.

Comprendre la disparité des données des prévisions de production

Cette étude a examiné un large éventail de prévisions de production pétrolière, notamment des études intégrées sur l'offre et la demande réalisées par l'EIA et l'AIE ; des projections accessibles au public provenant d'une variété d'autres sources ; et un ensemble unique de données confidentielles de prévision agrégées établies par des compagnies pétrolières internationales (CPI) et des groupes de consultants en énergie. La diversité de cet ensemble de projections apparaît dans la Figure ES-9, qui reprend le scénario de référence de l'EIA, les chiffres de l'Association pour l'étude du pic pétrolier (ASPO – France), et la moyenne des prévisions des CPI pour 2030. La répartition des prévisions de production, situées dans une fourchette allant de moins de 80 millions de barils/jour à plus de 120 millions, souligne l'impact de la prise en compte de différents niveaux de risque et d'incertitude tant au niveau des ressources que des « facteurs



* Moyenne des données de prévision agrégées propriétaires des compagnies pétrolières internationales (CPI) qui ont répondu à l'enquête du NPC. Voir le Chapitre 2 (Offre énergétique), Analyse des Perspectives énergétiques, Production totale de combustibles liquides au niveau mondial, pour identification des autres données agrégées et rapports sur les perspectives indiqués ici.

Source : EIA, *International Energy Outlook 2006*, et l'Analyse des rapports sur les Perspectives énergétiques du NPC.

FIGURE ES-9. Comprendre la disparité des résultats des prévisions mondiales pour le pétrole

de surface » (liés à la géopolitique, aux techniques et aux infrastructures). Cette répartition des résultats, ainsi que l'évaluation des expertises des ressources totales, indique que les facteurs clés à prendre en compte pour les ressources énergétiques ne sont pas les réserves en ressources mais « l'exploitabilité ». Au cours des 25 prochaines années, il est plus probable que les taux de production du pétrole et du gaz naturel soient influencés par les « risques de surface » que par des limitations du sous-sol. Cette série de résultats souligne la nécessité de stratégies proactives pour gérer

l'accumulation des risques qui pèsent sur la fourniture des combustibles liquides à l'horizon 2030.

Les explications sur les écarts de ces projections pour la production de pétrole et de gaz naturel conventionnels sont amplement analysées dans le cadre du débat sur le « pic pétrolier ». De ce fait, cette étude estime nécessaire une nouvelle évaluation des richesses et des ressources mondiales en pétrole et en gaz naturel pour fournir des données actualisées pour la suite du débat.

Données de base : le débat sur le pic pétrolier

Les craintes concernant la fiabilité des prévisions de production et des estimations des ressources pétrolières récupérables soulèvent des questions sur l'avenir de l'offre pétrolière et de sa productivité. Ces inquiétudes sont fortes lorsqu'on considère les prévisions sur le pic pétrolier dans lesquelles (1) la production pétrolière n'augmente pas significativement au dessus des niveaux actuels et 2) un déclin inévitable de la production pétrolière se profile de plus en plus à l'horizon. Les opinions sur l'offre pétrolière tendent à diverger après 2015, les prévisions du pic pétrolier donnant le niveau le plus bas. Ces prévisions considèrent généralement l'offre comme indépendante de la demande et insistent sur les insuffisances de l'approvisionnement. Cette approche est en net contraste avec les prévisions et les modèles économiques qui estiment que les forces du marché vont inciter à la mise en exploitation des hydrocarbures et d'autres ressources au niveau

mondial pour couvrir les besoins énergétiques au moins jusqu'en 2030.

Les prévisions qui envisagent un pic imminent de la production pétrolière s'appuient sur plusieurs indicateurs, notamment : les pics historiques de production pour des pays donnés ; des extrapolations du cycle de production de certains puits à des champs, des bassins, et au monde entier ; la prédominance historique des grands gisements pour approvisionner le monde en pétrole. Différents aspects vont à l'encontre de ces indicateurs historiques pour la production du pétrole conventionnel : perspectives de nouvelles découvertes, techniques avancées de récupération, technologies avancées pour produire du pétrole à partir de sources non conventionnelles, et réévaluations et révisions des ressources connues. Le climat économique et d'investissement, ainsi que l'accès aux ressources, influencera aussi le potentiel de production.

Limiter la baisse de production américaine de pétrole et gaz naturel conventionnels

Les États-Unis, qui étaient autrefois le plus gros producteur de pétrole au monde, sont maintenant au troisième rang pour la production journalière, après l'Arabie saoudite et la Russie. La production pétrolière américaine a baissé progressivement au cours des 35 dernières années, comme le montre la Figure ES-10. La production américaine de gaz naturel a été plus stable (Figure ES-11), mais la demande aussi bien en pétrole qu'en gaz naturel a augmenté constamment, créant un déficit qui est comblé par les importations. Beaucoup de prévisions estiment que l'écart entre l'offre et la demande nationale en pétrole et en gaz naturel va s'accroître au cours des 25 prochaines années et au-delà. Historiquement, les avancées technologiques ont augmenté le facteur de récupération à partir des puits et des gisements existants. Des technologies comme la récupération assistée du pétrole (EOR – *Enhanced Oil Recovery*) ont la possibilité d'améliorer les facteurs de récupération et de limiter la baisse de production.²⁶

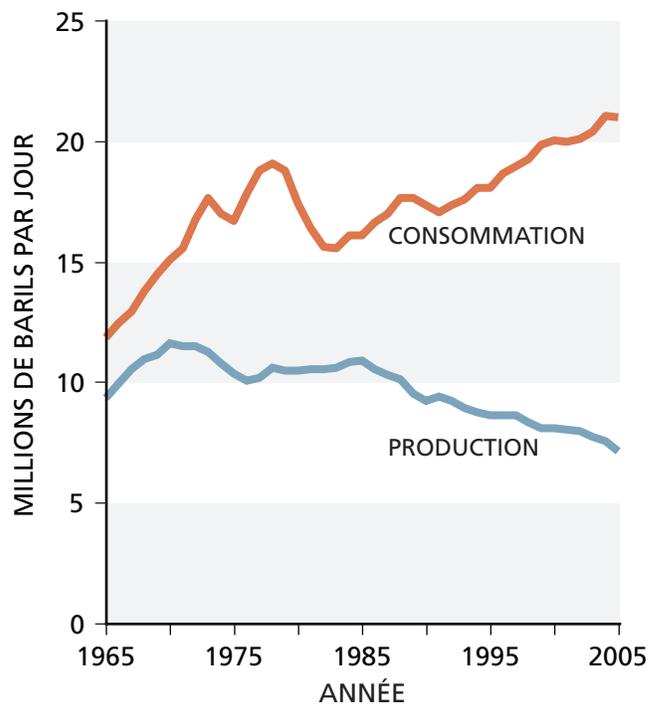
En 2005, plus de 17 pour cent du pétrole et 9 pour cent du gaz naturel produit onshore aux États-Unis provenaient de puits marginaux. Le pays dispose de plus de 400 000 puits de pétrole marginaux,²⁷ chacun produisant en moyenne 2,2 barils par jour. Sans ces puits, les importations de pétrole américaines auraient augmenté de près de 7 % pour combler le déficit. L'augmentation des coûts opérationnels et réglementaires, et la restriction de l'accès aux marchés via des pipelines, constituent des facteurs clés susceptibles de contribuer à la fermeture prématurée des puits marginaux. Quand des puits et des champs sont fermés prématurément, les ressources pétrolières et gazières correspondantes risquent de n'être jamais récupérées du fait des conditions économiques, de la résiliation de la concession d'exploitation et des problèmes associés. L'accès aux champs existants fournit l'opportunité de déployer de nouvelles technologies pour améliorer la récupération finale du pétrole et du gaz naturel de ces champs.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour favoriser la récupération assistée du pétrole (EOR) à partir des gisements existants :

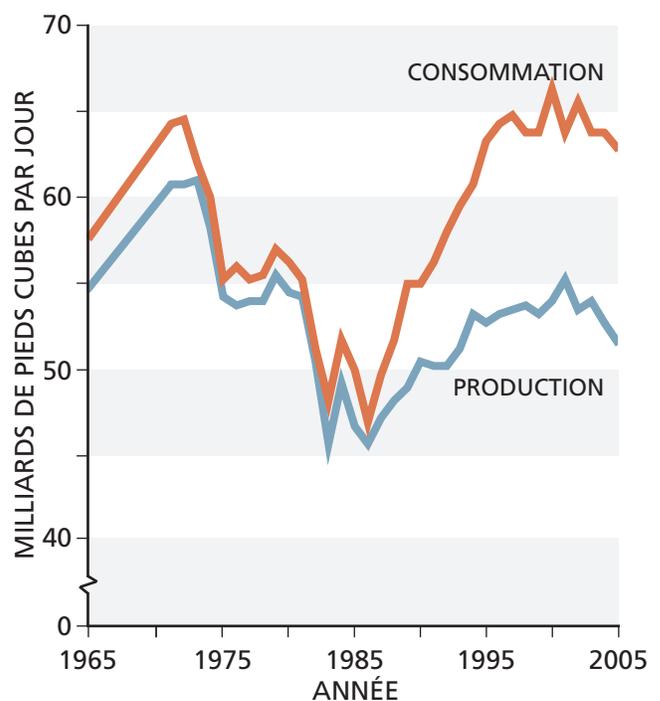
- Soutenir les programmes d'allègement réglementaire et de recherche et développement pour les puits marginaux.
- Accélérer le traitement des demandes pour les projets d'EOR et les pipelines et infrastructures associées.

Impact potentiel : Cette mesure permettrait d'obtenir 90 à 200 milliards de barils supplémentaires de pétrole récupérable rien qu'aux États-Unis, ce qui permettrait de limiter la baisse de production actuelle.



Source : BP Statistical Review of World Energy 2006.

FIGURE ES-10. Production et consommation de pétrole aux États-Unis



Source : BP Statistical Review of World Energy 2006.

FIGURE ES-11. Production et consommation de gaz naturel des États-Unis

Développer l'accès à la mise en exploitation de nouvelles ressources énergétiques

Pour diverses raisons, l'accès à certaines ressources énergétiques nationales a été limité. On estime qu'aux États-Unis, 40 milliards de barils de pétrole techniquement récupérable sont complètement hors limites ou sont soumis à d'importantes restrictions de concession. Ces ressources sont réparties à égalité entre des sites onshore et offshore, comme l'indique la Figure ES-12. Des restrictions similaires s'appliquent à plus de 250 mille milliards de pieds cubes de gaz naturel. Onze milliards de barils de ressources pétrolières supplémentaires et 51 milliers de milliards de pieds cubes de gaz naturel sont également soumis à des restrictions au Canada. Les progrès technologiques et dans les processus opératoires pourraient maintenant permettre de dissiper les craintes pour l'environnement qui ont été à l'origine de certaines de ces restrictions d'accès.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour élargir l'accès aux bassins pétroliers et gaziers les plus favorables aux États-Unis :

- Procéder à des évaluations nationales et régionales, par bassin, des ressources et des marchés pour identifier les opportunités d'augmenter l'offre en pétrole et gaz naturel.
- Utiliser les progrès technologiques et opérationnels pour permettre un développement écologiquement responsable de zones à fort potentiel onshore et offshore, actuellement soumises à des moratoires ou des limitations d'accès.

Impact potentiel : Des augmentations importantes des réserves actuelles, à échéance de 5 à 10 ans, à partir de zones actuellement inaccessibles, pourraient approcher les 40 milliards de barils de pétrole et les 250 mille milliards de pieds cubes de gaz naturel avec les technologies actuelles.

Il existe un potentiel énorme de pétrole et de gaz naturel issus de ressources «non conventionnelles» qui pourrait apporter une contribution importante à la production américaine dans les 25 prochaines années. On trouve du gaz naturel non conventionnel dans des formations avec des gisements «étanches» ou soumis à des contraintes physiques, dans des gisements de charbon, et dans des formations schisteuses. Ceci représente un segment important et croissant de la production américaine de gaz naturel, estimé à 20-25 % de la production américaine actuelle de gaz naturel. Généralement, les puits de gaz naturel non conventionnels sont productifs plus longtemps que les puits conventionnels, et ils peuvent permettre de maintenir un approvisionnement sur une durée plus longue. De la même manière, il existe de grands gisements de pétrole

brut dans des formations non conventionnelles où la production est actuellement en augmentation du fait de récentes innovations technologiques.

Il existe de vastes gisements d'hydrocarbures dans les schistes bitumineux dans la région des Rocheuses aux États-Unis. Il y a peu, on ne disposait pas encore des technologies nécessaires pour exploiter ces gisements de schistes bitumineux à un prix compétitif et avec un impact sur l'environnement acceptable. Il existe de plus en plus de programmes de recherche, de développement et de démonstration destinés à faire progresser les technologies requises par l'exploitation économique et écologiquement durable de ces ressources. Toutefois, il faudra peut-être plusieurs décennies pour parvenir à une production à grande échelle.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur industriel :

- Accélérer la recherche et le développement et l'attribution de concessions pour les schistes bitumineux et les sables bitumineux aux États-Unis
- Accélérer les concessions et la mise en exploitation de gaz naturel non conventionnel aux États-Unis.

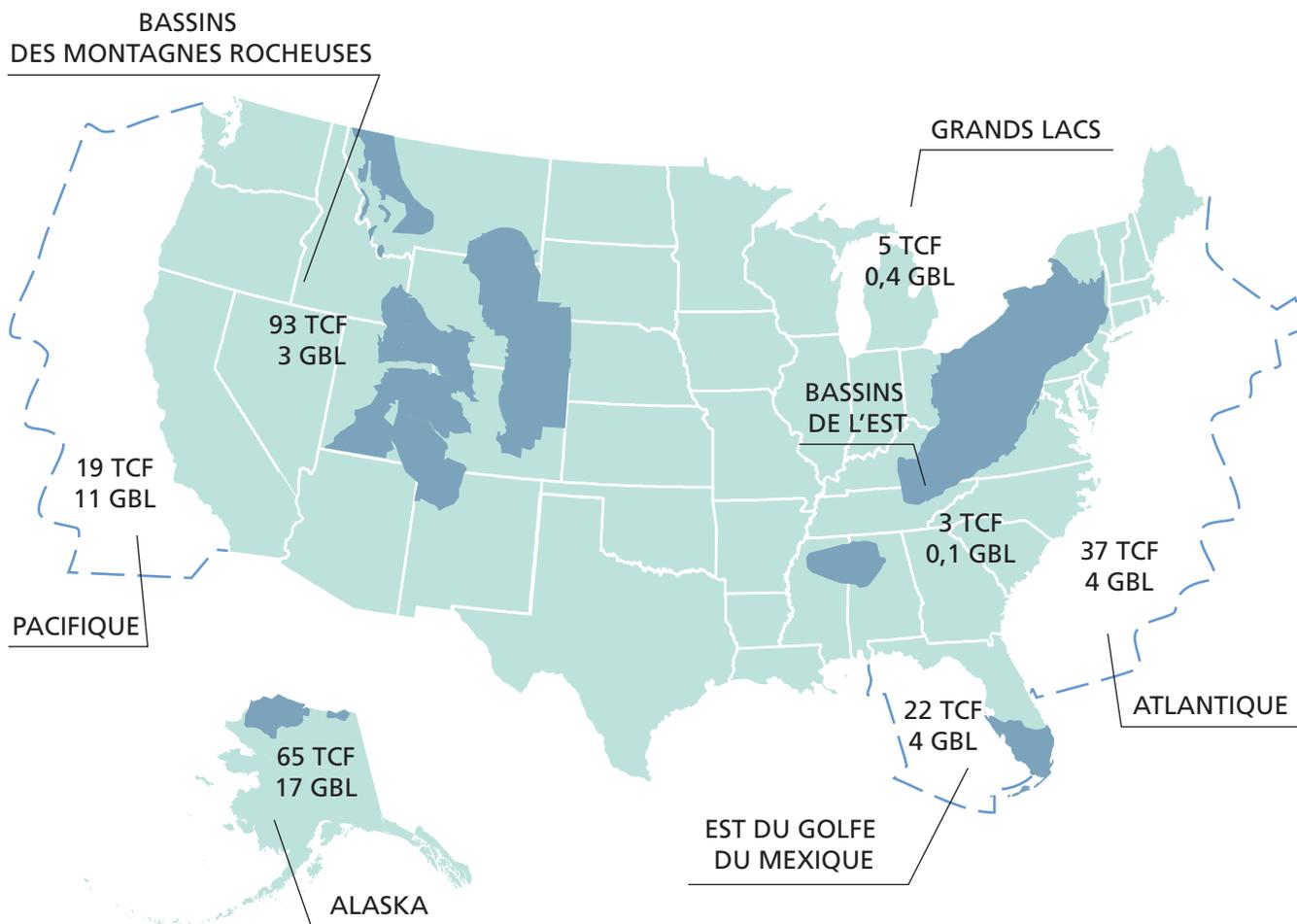
Impact potentiel : Doubler la production de gaz naturel non conventionnel à plus de 10 milliards de pieds cubes par jour, et augmenter ainsi la production américaine totale de gaz naturel d'environ 10 %.

La mise en œuvre de ces stratégies peut ralentir la baisse inévitable de la production américaine de pétrole et de gaz naturel, mais il est peu probable qu'elle puisse inverser cette tendance. L'écart entre la production et la demande aux États-Unis continuera de se creuser, particulièrement pour le pétrole. La difficulté de limiter la baisse de production américaine s'explique par les longs délais de mise en œuvre et les besoins en capitaux plus importants pour l'exploitation des énergies économiquement viables dans des sites nouveaux ou distants, et à partir de ressources non conventionnelles de pétrole et de gaz naturel.

Diversifier la production énergétique à long terme

Accélérer le développement de l'énergie à partir de la biomasse

Au fur et à mesure de l'augmentation de la demande américaine globale, il sera de plus en plus nécessaire de



Remarque : TCF = Trillion Cubic Feet (milliers de milliards de mètres cubes, 1 TCF = 28 Gm³) ; Gbl = Milliards de barils.
 Source : Département de l'Intérieur des États-Unis

FIGURE ES-12. Ressources de pétrole et de gaz naturel affectées par des restrictions d'accès aux États-Unis

diversifier l'approvisionnement énergétique avec des sources énergétiques nationales qui sont économiquement et écologiquement viables, et peuvent être exploitées à une échelle commerciale. Le charbon et l'énergie nucléaire jouent déjà un rôle important, et la biomasse apparaît de plus en plus comme une option, essentiellement pour la conversion en carburants de transport. Les énergies solaire et éolienne devraient progresser plus rapidement que la demande énergétique globale. Toutefois leur contribution totale prévue restera faible au cours de la période étudiée. Prises globalement, toutes ces énergies peuvent permettre de réduire les risques posés à la sécurité de l'approvisionnement énergétique.

La biomasse comprend le bois, les plantes cultivées et la végétation poussant naturellement, qui peuvent éventuellement être convertis en sources d'énergie. La première génération de conversion de la biomasse en carburants s'est servie de cultures comme le maïs, la canne à sucre,

le soja et l'huile de palme. Le développement de technologies de conversion de la biomasse de seconde génération, telles que l'éthanol cellulosique, qui utiliserait les arbres, les cultures énergétiques et les déchets végétaux comme matière première, permettrait à des végétaux non utilisés pour l'alimentation de devenir une ressource importante pour la production de carburant.

Comme dans le cas de toutes les nouvelles sources d'énergie mise en exploitation, certaines exigences techniques, logistiques et commerciales doivent être remplies pour que les biocarburants atteignent un niveau critique. Les difficultés portent notamment sur : le développement des transports par rail, voies d'eau et pipelines ; la mise en place d'installations de production d'éthanol et de systèmes de distribution de plus grande taille ; le succès du développement de la technologie de conversion de l'éthanol cellulosique ; et l'optimisation du potentiel des terres arables.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour accélérer le développement de l'énergie de la biomasse à une échelle commerciale :

- Soutenir la recherche sur une seconde génération de cultures de biocarburants qui demandent moins d'intrants ou sont adaptées à des terres plus marginales.
- Promouvoir des politiques agricoles qui améliorent la production mondiale à la fois des cultures vivrières et de la biomasse pour les carburants.
- Soutenir des politiques qui favorisent le développement des infrastructures nécessaires aux récoltes, au stockage et au transport des cultures énergétiques, et facilitent l'intégration des biocombustibles dans l'approvisionnement national en carburant de transport.

Impact potentiel : Augmenter la production américaine de 4 millions de barils/jour de liquides équivalents pétrole.²⁸

Mettre en place les moyens d'une exploitation écologique à long terme du charbon pour la production d'électricité et en tant que combustible et matière première

Étant donné les vastes ressources en charbon aux États-Unis (les plus importantes du monde selon certaines estimations) et son importante contribution à la production électrique aujourd'hui, le charbon doit rester une composante viable à long terme de l'approvisionnement énergétique des États-Unis. De nombreuses études prévoient une augmentation de l'utilisation du charbon pour la production électrique, plus une croissance supplémentaire pour la liquéfaction directe du charbon qui permet de diversifier l'approvisionnement en carburant. Néanmoins, la combustion du charbon constitue aussi la plus importante source d'émissions de CO₂ dans la production énergétique. L'ajout de la production du charbon liquéfié à grande échelle, comme dans le cas de la conversion de la plupart des hydrocarbures lourds non conventionnels, produirait d'importantes quantités de CO₂ supplémentaires. C'est pourquoi la prise en compte de la contrainte carbone à grande échelle sera probablement une exigence cruciale pour conserver le charbon comme un élément viable du système énergétique. Les recommandations visant au maintien de la viabilité du charbon à long terme font l'objet d'un débat spécifique dans la section intitulée « Répondre à la contrainte carbone » ci-après dans ce Résumé.

Développer les capacités nucléaires nationales

Les scénarios énergétiques prévoient généralement la poursuite de l'utilisation de l'énergie nucléaire, en dépit des inquiétudes liées à la sûreté, la sécurité, la gestion des déchets radioactifs et la prolifération des armes nucléaires. Dans un environnement soumis à une contrainte carbone, le nucléaire peut constituer une part plus importante du mix énergétique. L'énergie nucléaire doit rester viable sur les 25 ans couverts par cette étude, à la fois pour répondre à la demande prévue et pour permettre une augmentation de capacité, si nécessaire, pour réduire les émissions de CO₂.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour développer les capacités techniques et industrielles nationales de l'industrie nucléaire/électronucléaire :

- Mettre en œuvre la recommandation de la Commission nationale sur la politique énergétique²⁹ visant à accorder 2 milliards de dollars pendant 10 ans à partir des budgets fédéraux pour la recherche, le développement, la démonstration et le déploiement pour la démonstration d'une ou deux nouvelles installations nucléaires avancées.
- Se conformer aux engagements fédéraux en matière de gestion des déchets nucléaires.

Impact potentiel : Rétablir la capacité de leadership des États-Unis. Le fait de maintenir la possibilité d'une option nucléaire augmentera les choix de régulation dans un futur environnement de contrainte carbone.

Renforcer la sécurité énergétique américaine et mondiale

Outre l'accroissement de la production américaine de pétrole et de gaz et le développement d'autres types d'énergie à un niveau commercial dans le pays, il sera nécessaire d'élargir et de diversifier l'approvisionnement en pétrole et en gaz naturel en provenance des marchés mondiaux. Les délais nécessaires à la mise en œuvre d'options énergétiques alternatives nationales commercialisables obligeront les États-Unis à rester engagés sur les marchés internationaux de l'énergie au-delà de la période couverte dans cette étude. Par ailleurs, la production de pétrole et de gaz naturel à partir des principaux pays riches en ressources entraîne se fait à des coûts de production et de développement inférieurs à ceux des sources américaines. Le maintien de l'ac-

■ Données de base : Sécurité énergétique et stocks stratégiques de pétrole

Cette étude analyse l'avenir énergétique à long terme et s'intéresse prioritairement aux données fondamentales de l'offre et de la demande dans la mesure où un bon équilibre offre/demande est nécessaire pour assurer une sécurité énergétique mondiale. À court terme, il y a un autre aspect à la sécurité énergétique : la disponibilité de stocks stratégiques pour répondre à une perturbation à court terme des approvisionnements.

À la suite des chocs pétroliers de 1973-74, les pays de l'OCDE ont convenu de maintenir des stocks stratégiques de pétrole, et ont créé l'Agence internationale de l'énergie pour coordonner les mesures dans des périodes d'urgence en matière d'approvisionnement pétrolier. Aujourd'hui, les pays de l'OCDE s'engagent à détenir chacun des stocks de pétrole équivalents à 90 jours de leurs importations.

Ces stocks stratégiques se sont révélés précieux dans la période qui a suivi les ouragans Katrina et Rita dans le Golfe du Mexique à l'automne 2005. À un moment

donné, les ouragans ont entraîné l'arrêt de la production de brut sur la Côte du Golfe du Mexique et de près de 30 % de la capacité de raffinage américaine. La coordination de l'AIE a permis de mettre en circulation du pétrole issu des stocks stratégiques, et le marché mondial s'est rapidement rééquilibré, les États-Unis recevant des produits pétroliers du monde entier, notamment de l'Europe et du Japon.

Au total, les pays de l'OCDE détiennent actuellement environ 1,4 milliard de barils dans des stocks stratégiques de pétrole. À elle seule, la Réserve pétrolière stratégique (SPR) renferme aujourd'hui près de 700 millions de barils de brut. Pour mettre en perspective le chiffre de la SPR, son volume représente actuellement seize mois d'importations aux États-Unis du pétrole du Venezuela.

Le volume total des stocks stratégiques de l'OCDE représente près de 19 mois du volume total des exportations de brut iranien³⁰ (qui n'est pour le moment pas du tout importé par les États-Unis).

Les États-Unis à ces sources contribuera à un approvisionnement énergétique à un prix modéré et développera la compétitivité des États-Unis sur le marché mondial.

Le monde entre actuellement dans une période au cours de laquelle le développement et le commerce international de l'énergie risquent d'être plus influencés par des considérations géopolitiques et moins par le libre jeu des marchés ouverts et des relations commerciales traditionnelles entre les compagnies énergétiques internationales. La compétition mondiale pour le pétrole et le gaz naturel va vraisemblablement s'intensifier avec la croissance de la demande, l'entrée sur le marché de nouveaux acteurs, le désir de certains fournisseurs d'exploiter leurs ressources à des fins politiques et la recherche par les consommateurs de nouvelles manières de garantir leurs sources d'approvisionnement.

Ces changements ont de profondes implications pour les intérêts, les stratégies et la législation des États-Unis ainsi que pour les façons dont les compagnies énergétiques mènent leurs opérations. Une grande partie des changements prévus pourraient renforcer les risques pour la sécurité énergétique des États-Unis dans un monde où l'influence américaine devrait décliner à mesure que le pouvoir économique se déplace vers d'autres pays. Dans

les années à venir, les menaces pesant sur les principales ressources mondiales de pétrole et de gaz naturel pourraient s'aggraver.

En termes géoéconomiques, le plus grand impact résultera de l'augmentation de la demande en pétrole et en gaz naturel des pays en développement. Cette demande pourrait aller plus vite que la mise en exploitation de nouvelles sources d'approvisionnement, ce qui amènerait à une pression à la hausse sur les prix. En termes géopolitiques, les conséquences de ce rééquilibrage entre pays développés et pays en développement seront accentuées par la demande accélérée en provenance surtout de Chine, d'Inde et d'autres pays émergents.

Ces évolutions interviennent dans un contexte d'hostilité croissante à la mondialisation dans de grandes parties du monde, y compris dans beaucoup de pays industrialisés qui en bénéficient. Cette hostilité pourrait éventuellement fissurer le système commercial mondial. La volonté politique de mener des négociations commerciales multilatérales approfondies pourrait décliner, à mesure que des grands producteurs et consommateurs recherchent des accords bilatéraux ou régionaux préférentiels susceptibles de fragmenter le commerce mondial, d'augmenter les coûts et de diminuer l'efficacité du marché.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour promouvoir la sécurité énergétique des États-Unis et du monde :

- Intégrer la politique énergétique aux politiques en matière de commerce, d'économie, d'environnement, de sécurité et de politique extérieure, en permettant au Département de l'Énergie de jouer un rôle égal à celui des Départements de la Défense, des Affaires étrangères, de l'Intérieur, du Trésor et du Commerce sur les questions de politique concernant l'énergie et la sécurité énergétique.
- Continuer à développer le marché international de l'énergie en élargissant le dialogue sur l'énergie aux grands pays consommateurs et producteurs, notamment la Chine, l'Inde, le Canada, le Mexique, la Russie et l'Arabie saoudite.
- Promouvoir un marché mondial de l'énergie performant en maintenant et en intensifiant les efforts visant à l'adoption au niveau mondial d'approches transparentes et basées sur le marché en matière d'énergie, à travers les institutions multilatérales et internationales, notamment l'Organisation mondiale du commerce, le G8, la Coopération économique Asie Pacifique (APEC), l'AIE, le Forum international de l'énergie, et l'Initiative conjointe pour les données pétrolières (JODI).
- Aider et encourager une adoption des technologies d'efficacité énergétique au niveau mondial à travers des programmes de transfert de technologie et des arrangements de type « lend-lease ».

Impact potentiel : Les restrictions de l'accès aux ressources et la réduction de la production pourraient mettre en péril la croissance progressive au niveau mondial des combustibles liquides (25 à plus de 35 millions de barils par jour) et du gaz (150 à plus de 200 milliards de pieds cubes par jour) à l'horizon 2030.

Renforcer les capacités nécessaires pour relever de nouveaux défis

Pour répondre à la croissance des besoins énergétiques de la planète, il faudra améliorer des compétences essentielles en matière de production énergétique. Il s'agit notamment de :

- Évaluer les futurs besoins en infrastructures
- Développer les ressources humaines
- Encourager les avancées technologiques
- Améliorer la qualité des données et des informations sur l'énergie, en particulier un approfondissement des connaissances sur les réserves en ressources.

Élaborer des prévisions détaillées sur les besoins en infrastructures des États-Unis

Les infrastructures de transport jouent un rôle vital dans la fourniture de l'énergie et d'autres commodités, depuis les sites des ressources jusqu'aux centres d'expédition, jusqu'aux usines de fabrication pour le traitement, et finalement jusqu'aux centres de consommation. Le système de transport dans son ensemble est un immense réseau de pipelines, voies ferrées, voies d'eau, ports, terminaux et routes qui ont évolué au cours des deux derniers siècles. Le système est aujourd'hui un réseau de distribution robuste, sûr, fiable et extrêmement complexe qui sert de base à l'activité économique du pays.

Les expéditions de marchandises ont considérablement augmenté en utilisant tous les modes de transport. La réserve de capacité et les redondances qui existaient dans les différents systèmes d'infrastructures il y a 25 ou 30 ans ont diminué. La poursuite de la croissance nécessitera des infrastructures supplémentaires.

Des investissements dans de nouvelles infrastructures seront aussi nécessaires au fur et à mesure de la montée en puissance des sources d'énergie non traditionnelles. Pour de nombreuses sources d'énergie alternatives, comme les biocarburants et le pétrole et le gaz naturel non conventionnels, les exigences en infrastructures seront importantes et sont encore souvent sous-estimées. L'ampleur prévisible des activités de CSC nécessitera aussi d'importantes infrastructures nouvelles.

Les projections portant sur l'offre et la demande énergétique à l'horizon 2030 s'appuient généralement sur l'hypothèse que des infrastructures seront construites s'il s'avère rentable de le faire. Ces prévisions partent généralement du principe qu'aucune contrainte ne pèse sur les possibilités de financer, autoriser et construire les infrastructures nécessaires pour fournir des énergies de plus en plus diversifiées et en quantités de plus en plus importantes. Dans la pratique, toutefois, les contraintes sociales, écologiques et foncières pèsent effectivement sur la planification et le développement des infrastructures. Les procédures d'autorisation complexes allongent les délais et alourdissent le coût de la construction et de la maintenance et peuvent bloquer les infrastructures nécessaires à certaines options énergétiques. Des informations complémentaires sont nécessaires pour comprendre la totalité des besoins en termes d'infrastructures supplémentaires et les contraintes qui pourraient s'opposer à des investissements en temps opportuns.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour améliorer la compréhension des besoins en infrastructures pour répondre à la croissance du système énergétique américain :

- Le Département de l'Énergie (DOE) devrait élaborer une étude intégrée des besoins en infrastructures énergétiques pour 2030.
- L'EIA devrait intégrer les données portant sur les infrastructures dans son système de collecte des informations sur l'énergie.

Reconstituer les capacités scientifiques et techniques des États-Unis

À un moment où la génération du baby-boom de l'après-guerre commence à partir à la retraite, l'industrie énergétique est confrontée à un difficile défi de ressources humaines. Près de la moitié du personnel des industries américaines de l'énergie pourra faire valoir ses droits à la retraite dans les 10 années qui viennent, et des effectifs bien inférieurs ont été intégrés au cours de la dernière génération. Un « gouffre démographique » se profile à l'horizon dans tous les secteurs de l'emploi de l'industrie énergétique.³¹ Une dure réalité veut que les effectifs de l'industrie américaine doivent être renouvelés et formés, bien que trop peu de jeunes se préparent à cette opportunité.

Une enquête de l'Institut américain du pétrole de 2004 montre qu'en 2009 il y aura une pénurie de 38 pour cent d'ingénieurs et de géophysiciens et un déficit de 28 pour cent chez les techniciens en instrumentation et électricité dans l'industrie pétrolière et gazière américaine. Il n'existe pas de statistiques pour les autres postes de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens spécifiquement dans le secteur de l'énergie, mais le problème s'étend également à ces domaines. L'un des indices les plus importants concernant l'arrivée de futurs employés sur le marché du travail dans le secteur du pétrole et du gaz naturel est le nombre d'étudiants disposant d'un diplôme en ingénierie pétrolière et en géosciences. La fréquentation de ces cursus de techniques pétrolières a baissé d'environ 75 pour cent au cours des vingt-cinq dernières années.

Les États-Unis ont traditionnellement occupé une position de leader de l'industrie énergétique mondiale, mais cette position est menacée par la perte d'expérience anticipée du fait de départs à la retraite non remplacés. Le gouvernement américain et l'industrie de l'énergie devraient intervenir activement pour renouveler cette main d'œuvre essentielle en prenant des mesures d'enseignement, de recrutement, de développement et de maintien, de la même manière que les sociétés s'efforcent de développer et renouveler les ressources énergétiques.

Les autorités fédérales et des États peuvent jouer un rôle important en finançant la recherche et le développement universitaires en sciences et technologies. Un soutien constant aux programmes de recherche universitaire en lien avec l'industrie de l'énergie montrera aux étudiants potentiels l'importance vitale de ces sujets pour le pays. Ainsi, plusieurs universités ont récemment augmenté le nombre d'inscriptions dans les sections pétrolières par une campagne de recrutement actif visant les futurs étudiants, leurs parents et leurs conseillers. Ces initiatives indiquent qu'un recrutement dynamique peut aboutir à des résultats positifs, toutefois ces efforts doivent être généralisés.

Recommandation

Le NPC formule la recommandation suivante pour développer les programmes d'enseignement scientifique et technique aux États-Unis :

- Apporter une aide à ceux qui cherchent à obtenir des diplômes d'ingénieurs ou de techniciens, de premier ou de deuxième cycle, en augmentant les bourses d'étude et le financement de la recherche dans les universités, et en soutenant les établissements d'enseignement technique.

Il ne reste pas suffisamment de temps pour former suffisamment de jeunes diplômés pour occuper les postes qui vont s'ouvrir dans la décennie qui vient. Il deviendra essentiel d'accélérer l'acquisition des compétences par le partage des connaissances, l'accompagnement et l'aide personnalisée. De nombreuses personnes à l'âge de la retraite souhaiteraient un départ progressif mais sont confrontées à des obstacles réglementaires qui les empêchent de travailler à temps partiel. L'expertise de ces personnes doit être exploitée pour préparer la prochaine génération à travers des programmes de formation à la fois théoriques et pratiques.

Recommandation

Le NPC formule la recommandation suivante pour offrir aux personnes en âge de partir à la retraite des aménagements pour continuer à travailler en tant que consultants, enseignants et accompagnateurs professionnels :

- Modifier le code fiscal américain et les réglementations sur les retraites pour permettre un travail à temps partiel après le départ à la retraite, sans pénalité.

Il existe entre les différents continents une disparité géographique en termes d'arrivée de nouveaux diplômés dans certains domaines liés à l'énergie (Figure ES-13). Dans les dix prochaines années, le nombre de ressortissants étrangers autorisés à travailler aux États-Unis sera limité par le nombre des permis de travail accordés chaque année. Une augmentation des quotas de permis de travail et d'études peut aider à réduire ce déséquilibre géographique et soutenir la productivité de l'industrie énergétique américaine.

Recommandation

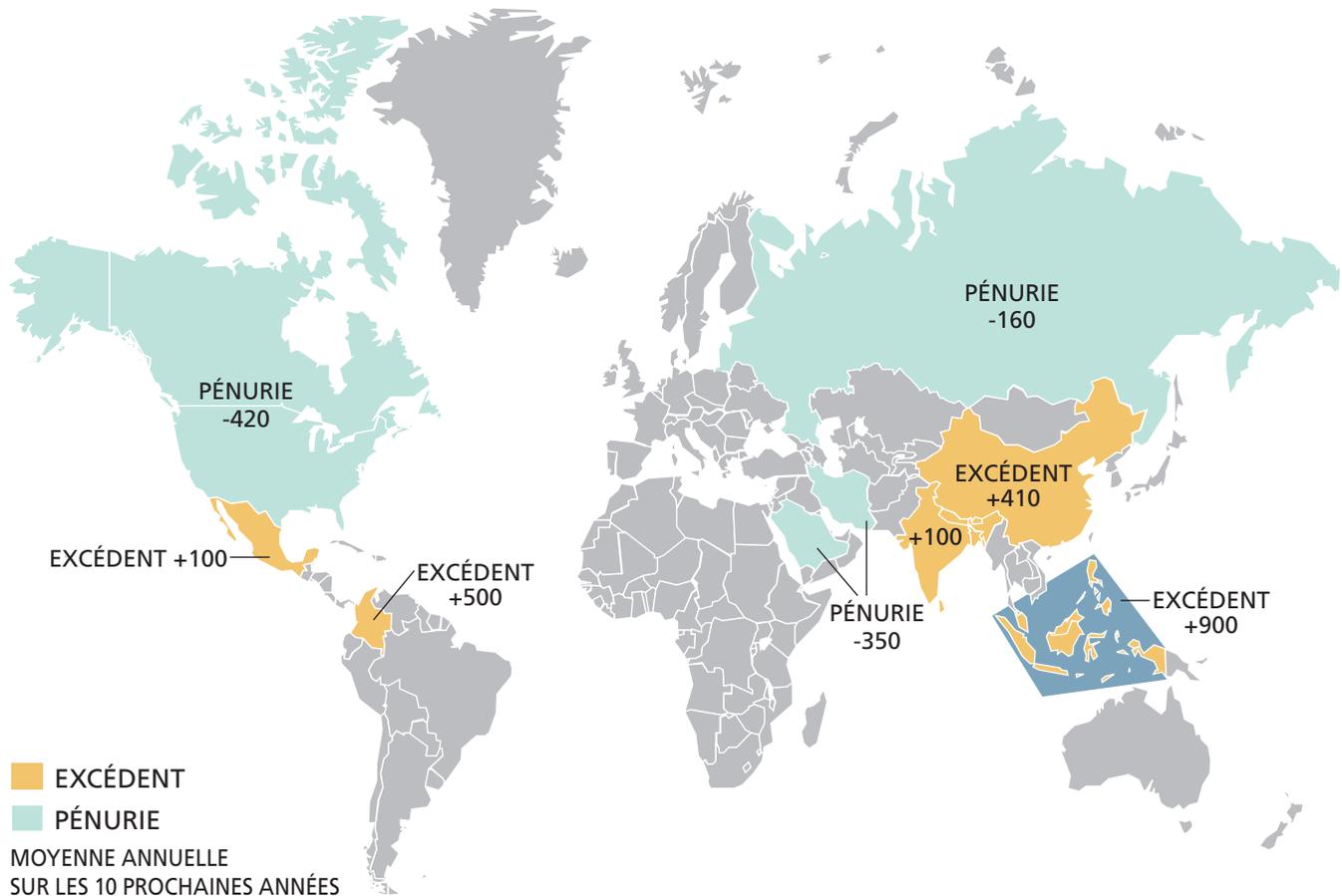
Le NPC formule la recommandation suivante pour faciliter l'arrivée aux États-Unis de nouveaux diplômés formés dans le domaine de l'énergie :

- Augmenter les quotas pour les étudiants et l'immigration pour les professionnels qualifiés dans les secteurs énergétiques et techniques.

Créer des opportunités de recherche et développement

L'industrie du pétrole et du gaz naturel a recours à des technologies perfectionnées, à la pointe du progrès. Les spécialistes de l'exploration interprètent les structures géologiques situées à plusieurs kilomètres sous la surface de la terre. Les ingénieurs de forage accèdent à des ressources qui se trouvent à des profondeurs abyssales, dans des conditions de température et de pression très élevées, et souvent dans des sites éloignés et difficiles pour l'homme. Le rôle des ingénieurs de production est d'amener le pétrole et le gaz naturel à la surface à travers des kilomètres de pipelines, parfois également dans des conditions extrêmes, et les livrent aux raffineries. Une fois arrivés là, les bruts de plus en plus lourds et soufrés sont raffinés pour obtenir des produits commercialisables. Toutes ces prouesses sont accomplies aujourd'hui avec une « empreinte » écologique plus réduite qu'il y a seulement une décennie, et d'une façon qui n'a jamais été aussi économique.

La majeure partie des technologies est développée par l'industrie en réponse à des opportunités d'accès à des ressource-



Source : Schlumberger Business Consulting study, 2005.

Figure ES-13. Déséquilibre régional en terme de professionnels des techniques pétrolières

ces, comme l'ouverture à l'exploration pétrolière des eaux profondes du Golfe du Mexique. Des investissements moins importants sont affectés à la recherche sur la production énergétique dans la partie continentale des États-Unis, où des réserves conventionnelles sont accessibles. Le gouvernement a un rôle à jouer en créant de nouvelles opportunités, en élaborant un cadre réglementaire et les infrastructures nécessaires à l'extraction des nouvelles ressources. La récupération assistée du pétrole est une activité pour laquelle le financement de la recherche du DOE pourrait conduire à une augmentation de la production nationale. Le gaz de charbon et les schistes bitumineux offrent des opportunités supplémentaires.

Le déclin de la recherche-développement financée par le Département de l'Énergie sur le pétrole et le gaz naturel au cours des deux dernières années a eu des conséquences à la fois sur les universités et les Laboratoires nationaux. Le financement de l'ingénierie et des sciences par les pouvoirs publics, lorsqu'il est attribué aux universités et aux laboratoires nationaux, assure un soutien à ces institutions importantes. Il est vital que ce financement soit accompagné de contrats qui prévoient une responsabilisation financière et des résultats de recherche.

L'intérêt national bénéficie également du soutien gouvernemental à des projets de démonstration à grande échelle, comme dans le cas du programme FutureGen pour combiner la production électrique centralisée et le captage-stockage du carbone. En outre, le gouvernement et l'industrie tireraient parti d'une collaboration dans plusieurs domaines cruciaux, notamment les matériaux avancés, les bioprocédés, et la recherche météorologique et océanique.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour développer les opportunités de recherche-développement visant à soutenir les objectifs à long terme de l'étude :

- Analyser le portefeuille de recherche et développement du DOE pour recentrer les dépenses sur de la recherche appliquée innovante dans des domaines comme l'EOR, le pétrole et le gaz naturel non conventionnels, les biocombustibles, l'énergie nucléaire, le charbon liquéfié et le CSC.
- Maintenir un budget de recherche fondamentale pour l'Office de la science du DOE pour soutenir les technologies novatrices.
- Cibler et améliorer la recherche dans les universités américaines et les laboratoires nationaux.
- Encourager une coopération entre le DOE, le Département de la Défense et l'industrie dans des domaines de développement innovants comme les matériaux avancés, et les informations et analyses en sciences météorologiques et océaniques.

Améliorer la qualité des données et des informations sur l'énergie

À mesure que les équipes d'étude ont examiné les multiples prévisions, elles ont observé que certaines des données de base et des informations importantes étaient lacunaires, incohérentes, anciennes ou simplifiées à l'extrême. Les décisions en matière d'investissements et de politiques s'appuient de plus en plus sur des données incertaines de ce type. Par exemple, certaines disparités dans les prévisions sur le futur approvisionnement en pétrole et gaz naturel s'expliquent par des divergences dans les estimations des ressources correspondantes et de leur productivité. En outre, il existe peu ou pas de données quantitatives pour comprendre clairement les besoins en infrastructures complémentaires.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour améliorer la qualité des données et des informations sur l'énergie :

- Accroître le volume des données réunies par l'EIA et l'AIE pour fournir des sources complémentaires de données de production et de consommation et les inclure dans les rapports sur les perspectives énergétiques du domaine public qui sont préparés chaque année.
- Augmenter le financement de la collecte et de l'analyse des données sur les systèmes de transport de l'énergie pour permettre des décisions éclairées sur les infrastructures.

Il existe de nombreux rapports sur les perspectives énergétiques, mais la plupart établissent leurs projections pour la production future des combustibles fossiles sur quelques estimations de ressources disponibles dans le domaine public, notamment les évaluations de l'Institut de surveillance géologique des États-Unis (USGS). Dans la mesure où ces évaluations ne sont complètement mises à jour que tous les dix ans environ, les données fondamentales nécessaires aux décisions politiques risquent de ne pas refléter les perspectives actuelles. De plus, les nombreuses organisations intervenant dans les prévisions et les analyses en matière d'énergie appliquent différentes méthodologies et hypothèses aux évaluations, ce qui peut donner lieu à des malentendus sur les futures capacités de production.

Les résultats de cette étude confirment l'importance primordiale de tenir à jour des évaluations exhaustives, actualisées et fondamentales des réserves en ressources et des ressources récupérables au niveau mondial pour le pétrole, le gaz naturel et le charbon. Même si chacune des évaluations de ce type conduit à d'inhérentes incertitudes en fonction de l'état des connaissances géologiques et des

observations, une nouvelle estimation approfondie donnerait un cadre plus précis des ressources fossiles nécessaire pour les prises de décisions politiques et stratégiques. Par ailleurs, étant donné la contribution croissante attendue des sources d'énergie issues de la biomasse à l'horizon 2030, une évaluation mondiale de cette ressource renouvelable donnerait un panorama plus complet des réserves en ressources accessibles.

Pour améliorer la fiabilité des données fondamentales sur les réserves en ressources et les ressources et leur disponibilité en temps voulu, les États-Unis devraient collaborer avec d'autres acteurs mondiaux à l'amélioration de la collecte, de la gestion, de l'interprétation et de la communication des données et des estimations sur les réserves en ressources et les ressources récupérables.

Recommandations

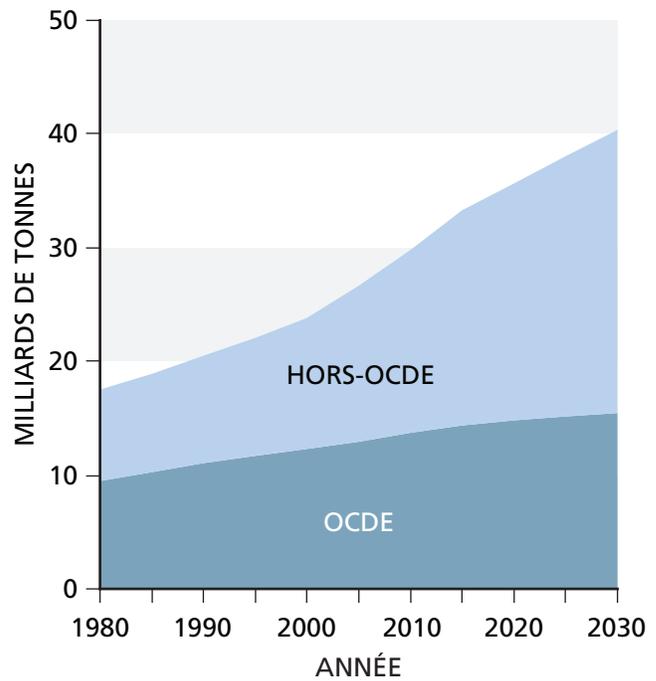
Le NPC formule les recommandations suivantes pour mettre à jour les estimations publiquement accessibles des réserves en ressources et des ressources récupérables au niveau mondial :

- L'USGS devrait procéder à une évaluation géologique complète des réserves en ressources et des ressources récupérables de pétrole et de gaz naturel aux États-Unis et dans le monde.
 - Prévoir une participation plus large d'experts de l'industrie et de spécialistes internationaux, et des données actualisées.
- L'USGS devrait procéder à une nouvelle étude approfondie des ressources et des réserves récupérables en charbon, aux États-Unis et dans le monde, en utilisant des méthodologies d'analyse et de reporting communes.
- Les Départements américains de l'Énergie et de l'Agriculture devraient procéder à une évaluation des ressources mondiales en biomasse.

Impact potentiel : Des prises de décisions en temps opportun, sur la base d'une information approfondie et d'une compréhension commune de données essentielles sur les ressources.

Répondre à la contrainte carbone

Des inquiétudes de plus en plus fortes apparaissent sur le réchauffement climatique et le rôle des émissions de CO₂ liées à l'activité humaine. Le NPC n'a pas étudié le dossier scientifique du changement climatique mais, constatant les initiatives de plus en plus nombreuses visant à réduire ces émissions, le NPC a envisagé l'effet potentiel des contraintes imposées aux émissions de CO₂ sur l'énergie et les opportunités d'applications technologiques. Des limitations des émissions de CO₂ pourraient restreindre l'utilisation des



Source : AIE, *World Energy Outlook*, Scénario de référence.

FIGURE ES-14. Émissions mondiales de dioxyde de carbone

combustibles fossiles qui fournissent actuellement plus de 80 pour cent de l'énergie mondiale. Il est donc de plus en plus important de prévoir d'éventuelles restrictions sur les émissions de CO₂ dans le cadre de toute stratégie énergétique globale.

De par sa nature, le changement climatique est mondial. Les émissions de CO₂ issues de la combustion des combustibles fossiles contribuent au flux global du carbone entre l'atmosphère, les terres et les océans. En se mélangeant à l'atmosphère, le CO₂ émis en un point quelconque du globe est diffusé autour de la planète.

En 2005, les États-Unis étaient le plus gros émetteur mondial de CO₂ issu de la production énergétique³², à la fois pour le total des émissions du pays et les émissions par personne. La plus grande partie de la croissance prévue pour les émissions de CO₂ est située dans le monde en développement, comme le montre la Figure ES-14. Une réduction significative des émissions de CO₂ nécessiterait des initiatives mondiales de grande ampleur portant sur des décennies, avec de gros investissements à long terme.

Permettre la mise en œuvre du captage et du stockage du carbone

La combustion du charbon constitue la source la plus importante d'émissions de CO₂ énergétiques, et la plupart

des prévisions considèrent que ce combustible va rester l'un des plus importants dans la production d'électricité. Les ressources en charbon sont beaucoup plus importantes que celles de pétrole et de gaz naturel et, selon certaines estimations, les États-Unis disposent des plus importantes ressources en charbon du monde.³³ Le captage et le stockage du carbone offrent une opportunité de réduction des émissions de CO₂ en le piégeant et en le stockant en sous-sol. Le déploiement complet, à l'échelle commerciale, de cette technologie, permettrait de poursuivre l'utilisation du charbon dans un environnement soumis à une contrainte sur les émissions de carbone. Par ailleurs, l'exploitation de certains pétroles non conventionnels nécessite une quantité d'énergie importante, ce qui augmente les émissions de CO₂ par unité d'énergie fournie, et une future mise en exploitation pourrait être conditionnée par la disponibilité des technologies de CSC. Un premier ensemble de technologies pour la mise en œuvre du CSC à grande échelle existe déjà dans le secteur du pétrole et du gaz naturel, même si leur démonstration n'a pas encore été réalisée de façon combinée et à une échelle commerciale. Mais c'est surtout le cadre légal et réglementaire pour le stockage à long terme du CO₂ qui fait défaut.

L'échelle de mise en œuvre du CSC est fondamentale. Aux États-Unis, si tout le CO₂ issu de la production actuelle d'électricité à partir du charbon était regroupé et compressé, il correspondrait à un total de 50 millions de barils par jour.³⁴ Ceci correspond à 2,5 fois le volume du pétrole traité quotidiennement aux États-Unis. Pour gérer de tels volumes, il est nécessaire de cartographier et d'évaluer des sites de stockage potentiels.

Recommandations

Le NPC formule les recommandations suivantes pour la viabilité écologique à long terme du charbon pour la production d'électricité et en tant que combustible :

- Mettre en place un cadre légal et réglementaire favorable au CSC.
 - Apporter des éclaircissements réglementaires au niveau des politiques sur l'usage des terrains et les responsabilités qu'elles impliquent.
 - Permettre l'accès au stockage sur les terres fédérales.
- Donner les moyens d'une démonstration en grandeur réelle du CSC et de la technologie de charbon propre.
 - Coordonner les efforts entre l'industrie électrique et les industries pétrolières et gazières.
- Entreprendre une évaluation sur la capacité nationale de stockage de CO₂.

- S'appuyer sur les efforts entrepris actuellement par les Partenariats régionaux du DOE.
- Encourager une application au niveau mondial.
- Poursuivre le soutien fédéral à la recherche-développement sur les technologies avancées de liquéfaction du charbon.

Impact potentiel : Maintenir la contribution du charbon prévue à 25 pour cent du futur mix énergétique des États-Unis, y compris une éventuelle production de charbon liquéfié, même dans des conditions de contrainte carbone.

Une approche globale de la gestion du carbone comprendrait des mesures pour : stimuler l'efficacité énergétique et réduire la demande ; augmenter l'utilisation d'électricité non issue de matière fossile (nucléaire, éolien, solaire, énergie marémotrice, énergie thermique des océans, géothermie) ; passage à des carburants rejetant moins de carbone, notamment les énergies renouvelables ; déploiement du CSC. Fixer un coût des émissions de carbone pour l'ensemble des secteurs économiques, que ce soit par une taxe carbone ou un mécanisme de *cap and trade* (plafonnement et échange), permettrait au marché de s'ajuster sur la combinaison de mesures la moins coûteuse pour aboutir à une réduction des émissions de carbone. Ce coût devrait être imposé de manière à être prévisible à long terme. En effet, une incertitude réglementaire nuit au climat des investissements et risque de perturber l'activité économique. Toute mesure réglementaire sur les coûts devrait aussi prendre en compte les mesures prises par les autres pays et les conséquences qui en résultent pour la compétitivité américaine.

Recommandations

Comme le législateur envisage des mesures pour réduire les émissions de CO₂, le NPC recommande :

- Un cadre efficace au niveau mondial pour la gestion du carbone, intégrant tous les principaux émetteurs de CO₂ et attentifs aux opportunités d'une coopération États-Unis – Chine.
- Au niveau américain, un mécanisme fixant un coût effectif pour les émissions de CO₂, c'est-à-dire :
 - Au niveau de l'ensemble de l'économie, basé sur le marché, visible, transparent, applicable à tous les combustibles
 - Prévisible sur le long terme définissant un climat d'investissement stable.
- Un crédit pour le CO₂ utilisé dans la récupération assistée du pétrole et du gaz.

■ Données de base : Différentes options politiques pour la limitation des émissions de dioxyde de carbone

Réglementation directe : il serait possible de restreindre les émissions de CO₂ en imposant des limites sur les émissions de sources identifiées, comme des centrales énergétiques et des installations industrielles. Les économistes considèrent habituellement que ce type de réglementation est inefficace parce qu'il ne tient pas compte du fait qu'il serait peut-être plus économique d'obtenir des réductions d'émissions avec certaines sources qu'avec d'autres. Encourager des réductions d'émissions plus importantes par des sources plus économiques aboutirait à une réduction totale plus importante pour un coût total donné, mais il peut être difficile d'y parvenir sans objectifs réglementaires définis.

Réglementation de *cap and trade* : les systèmes de *cap and trade* (plafonnement et échange) visent à surmonter l'inefficacité de la réglementation directe en fournissant un mécanisme basé sur le marché, pour inciter ceux qui peuvent réduire leurs émissions de CO₂ le plus économiquement à le faire. Les autorités de régulation doivent déterminer les sources qui seront concernées par le système et le montant total des émissions qui seront autorisées dans une période de temps donnée. Des permis d'émissions d'une quantité donnée, par exemple une tonne de CO₂, sont alors alloués ou mis aux enchères. Ces permis peuvent être négociés, ce qui représente un avantage pour les sources qui peuvent supprimer des émissions à un coût inférieur au prix du marché, tandis que les sources dont la réduction des émissions est plus coûteuse peuvent acheter des permis aux autres.

La création d'un système de *cap and trade* implique d'importants choix politiques :

- Les secteurs à inclure.

- Les niveaux d'émissions autorisés et l'éventuelle « soupape de sûreté » pour limiter la volatilité ou le prix des permis.
- Doit-on allouer des permis gratuitement ou les mettre aux enchères ?
- Doit-il y avoir un seul système d'autorisation couvrant tous les secteurs concernés ou de multiples systèmes pour les différents secteurs ?

Fondamentalement, un système de *cap and trade* définit un niveau d'émissions et le marché en définit ensuite le coût.

Impôts et taxes sur le carbone : un impôt ou une taxe peut être prélevé(e) sur les émissions de CO₂, fixant le coût des émissions et laissant le marché fixer ensuite le niveau de ces émissions. En principe, n'importe quel niveau de réduction qui pourrait être atteint avec un dispositif de *cap and trade* pourrait aussi être obtenu par des impôts ou des taxes. Pour les émissions de CO₂ issues de la combustion, la méthode la plus simple consisterait à imposer une taxe sur le combustible primaire, avec un système de crédit pour toute utilisation n'émettant pas de CO₂, comme la production de produits pétrochimiques.

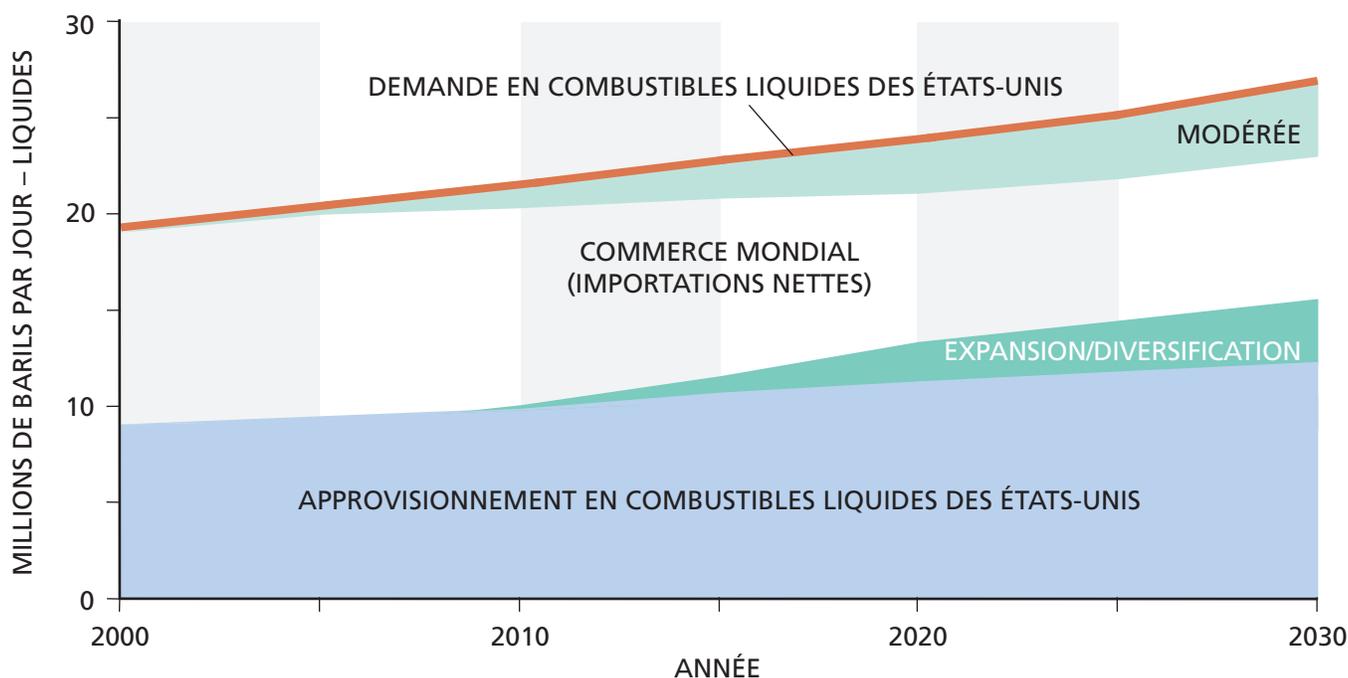
Le mécanisme d'impôt ou de taxe a l'avantage de définir un coût prévisible, encourageant ainsi la planification et les investissements sur le long terme, et n'exige aucune complexité réglementaire pour déterminer les niveaux d'autorisations d'émissions équitables par secteur et installation. Ce système a toutefois le désavantage de ne pas fixer à l'avance le niveau des émissions qui vont en résulter. Il se heurte aussi à la difficulté de réinjecter équitablement les recettes de ces taxes dans l'économie.

Impact potentiel des stratégies recommandées

Le Conseil propose cinq stratégies de base pour aider les marchés à relever les défis énergétiques à l'horizon 2030 et au-delà. La figure ES-15 illustre l'impact potentiel de la mise en œuvre de la totalité des stratégies recommandées. En partant du Scénario de référence de l'AIE pour la demande américaine en combustibles liquides, l'effet potentiel des stratégies recommandées de réduction de la demande apparaît en vert clair. L'impact potentiel des stratégies recommandées pour modérer la baisse de l'approvisionnement en hydrocarbures conventionnels et des stratégies pour poursuivre le développement et la diversification des approvisionnements apparaît en vert foncé. Cette illustration fait apparaître que les effets combinés des stratégies

recommandées permettraient de réduire d'environ un tiers l'écart entre la demande et l'offre nationales entre 2006 et 2030, améliorant ainsi les perspectives de disponibilité, fiabilité, coût et impact sur l'environnement de l'énergie.

Étant donné l'ampleur du système énergétique mondial et les longs délais de mise en œuvre nécessaires à des changements importants, des actions concertées pour mettre en œuvre ces recommandations doivent être décidées maintenant et maintenues dans le temps pour favoriser la compétitivité des États-Unis, en établissant un juste équilibre entre les objectifs en matière d'économie, de sécurité et d'environnement. Les chapitres suivants du rapport détaillent plus complètement les défis posés par la complexité du système énergétique intégré mondial et les possibilités de préserver un avenir énergétique plus sûr.



Source : EIA, International Energy Outlook 2006, Scénario de référence / Estimations de l'étude du NPC sur le pétrole et le gaz au niveau mondial

FIGURE ES-15. Illustration de l'impact des stratégies recommandées pour les États-Unis

Notes

- 1 L'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) comprend l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.
- 2 Pour 2003, selon le rapport *World Energy Outlook 2003* de l'AIE et l'*International Energy Outlook 2006* de l'EIA.
- 3 À la fin de l'année 2005, 31,6 millions d'automobiles et 1,3 milliard d'habitants, selon le Bureau national chinois des statistiques.
- 4 Selon le Bureau américain des statistiques de transport, les États-Unis comptaient 137 millions d'automobiles en 2004, pour une population de 281 millions. Mais les États-Unis ont aussi un grand nombre de camions/véhicules tout terrain utilisés comme véhicules de tourisme, qui ne sont pas déclarés de façon distincte. La catégorie des «Autres véhicules – 4×4» donne une approximation assez juste et ajouterait 92 millions de véhicules, ce qui porterait le total pour les véhicules de tourisme américains à 228 millions, soit un ratio de 8 véhicules de tourisme pour 10 personnes.
- 5 «L'énergie primaire» désigne la première utilisation d'une source d'énergie. Le charbon peut par exemple être brûlé pour produire de l'électricité. Il y a des pertes d'énergie dans le processus de production et de transmission de l'électricité jusqu'à l'utilisateur final, si bien que la valeur énergétique de l'électricité finalement utilisée est inférieure à celle du charbon qui a été brûlé dans un premier temps. Dans cet exemple, le charbon est l'énergie primaire, pas l'électricité finale utilisée.
- 6 «Billion Ton Study» – *Biomass as a Feedstock for Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply*, USDA et USDOE, avril 2005, accessible sur <http://www.osti.gov/bridge>.
- 7 Environ 240 ans sur la base de la plus récente étude de l'USGS en 1974. Juste avant la publication de cette étude du NPC, l'Académie nationale des Sciences (NAS) a publié un rapport estimant que les réserves de charbon économiquement récupérables aux États-Unis pourraient être inférieures à ce que mentionnait l'étude USGS de 1974 (environ 100 ans au rythme de consommation actuel).
- 8 Voir dans ce rapport, la section «Nouvelles caractéristiques des échanges commerciaux» au chapitre 4, Géopolitique.
- 9 Voir *World Oil Outlook 2007*, Secrétariat de l'OPEP, notamment les pages 2, 7 et 8.
- 10 AIE, *World Energy Outlook 2006*, Chapitre 12, page 315.
- 11 Se reporter au *Rapport thématique sur le développement technologique* accompagnant ce rapport, Section F.
- 12 Découverte du site de la plate-forme Hibernia en 1979, première production en 1997, produisant 180 000 barils/jour. <http://www.hibernia.ca>
- 13 Découverte du site de la plate-forme Thunder Horse en 1999, capacité nominale 250 000 barils/jour. <http://www.bp.com>
- 14 Selon les estimations mentionnées pour une nouvelle raffinerie proposée par l'Arizona Refining Company, <http://www.arizonacleanfuels.com>

- 15 American Association of Oil Pipelines.
- 16 Conseil national du pétrole, *Balancing Natural Gas Policy*, 2003.
- 17 Voir par exemple *The Crude Oil Windfall Profit Tax of the 1980s—Implications for Current Energy Policy*, Congressional Research Service, 2006, disponible sur http://nationaljournal.com/policycouncil/energy/legnar/031406CRS_Crude.pdf.
- 18 Voir dans ce rapport la section «Efficacité des transports» au Chapitre 3, Technologies. L'impact de ces technologies sur la consommation de carburant dépend de plusieurs facteurs, notamment des coûts, des préférences des consommateurs, du déploiement et du calendrier.
- 19 Les économies potentielles de carburant de 3 à 5 millions de barils/jour en 2030 correspondent à un scénario dans lequel les normes actuelles de consommation de carburant restent inchangées jusqu'en 2030.
- 20 Informations de référence extraites du rapport de l'Agence d'information sur l'énergie (EIA), *Annual Energy Outlook 2007 with Projections to 2030*. Tableau 2, février 2007, http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/excel/aeotab_2.xls ; estimations d'économies extraites de plusieurs études, notamment *Building on Success, Policies to Reduce Energy Waste in Buildings*, Joe Loper, Lowell Ungar, David Weitz and Harry Misuriello - Alliance to Save Energy, juillet 2005. Le terme «atteignable» (achievable) signifie ici que les mesures sont actuellement disponibles et que les économies peuvent être obtenues avec un niveau d'efforts raisonnable et avec des réductions acceptables, le cas échéant, de la valeur d'usage perçue.
- Pour une analyse plus approfondie, voir *National Action Plan for Energy Efficiency*, accessible sur <http://www.epa.gov/cleanrgy/actionplan/eeactionplan.htm>
- 21 Selon *Building on Success, Policies to Reduce Energy Waste in Buildings*, Joe Loper, Lowell Ungar, David Weitz and Harry Misuriello – Alliance to Save Energy, juillet 2005, pp. 18-19. Pour une compilation des études de conformité, voir U.S. Department of Energy, *Baseline Studies*, sur le site web (http://www.energycodes.gov/implement/baseline_studies.stm). L'Arkansas signale que 36 % des maisons de l'échantillon d'étude ne respectaient pas les exigences du code de l'énergie de l'État en matière de CVC.
- 22 Selon *Building on Success, Policies to Reduce Energy Waste in Buildings*, Joe Loper, Lowell Ungar, David Weitz and Harry Misuriello – Alliance to Save Energy, juillet 2005, pp. 24.
- 23 Pour le potentiel d'économies supplémentaire voir Steven Nadel, Andrew deLaski, Maggie Eldridge, & Jim Kleisch, *Leading the Way: Continued Opportunities for New State Appliance and Equipment Efficiency Standards*, mars 2006, <http://www.standardsasap.org/a062.pdf>.
- 24 Selon *Chemical Bandwidth Study*, DOE, 2004 ; *Energy Bandwidth for Petroleum Refining Processes*, DOE, 2006 ; *Pulp and Paper Industry Energy Bandwidth Study*, AICHE, 2006.
- Voir également *Curbing Global Energy Demand Growth: The Energy Productivity Opportunity*, McKinsey Global Institute, mai 2007.
- 25 L'expression «production combinée de chaleur et d'électricité» renvoie à l'utilisation de la chaleur excédentaire issue de la production d'électricité pour couvrir des besoins de procédé ou de chauffage. Cette combinaison est souvent appelée «cogénération» et aboutit à une importante augmentation du rendement par rapport à des productions d'électricité et de chaleur séparées.
- 26 Voir dans ce rapport la section «Pétrole conventionnel» au Chapitre 3, Technologies, pour une analyse approfondie des technologies qui pourraient potentiellement améliorer la récupération du pétrole et du gaz conventionnels.
- 27 Un «puits marginal» est un puits qui produit moins de 10 barils de pétrole par jour.
- 28 «Billion Ton Study» – *Biomass as a Feedstock for Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply*, USDA et USDOE, avril 2005, disponible sur <http://www.osti.gov/bridge>.
- 29 Voir www.energycommission.org/files/contentFiles/report_non_interactive_44566feaabc5d.pdf, page IV.
- 30 Les exportations de pétrole iranien étaient de 2,5 millions de barils/jour en 2006 selon l'EIA.
- 31 U.S. Department of Labor: «Identifying and Addressing Workforce Challenges in America's Energy Industry», President's High Growth Job Training Initiative, U.S. DOL Employment Training Administration (mars 2007).
- 32 Selon l'estimation préliminaire de l'Agence néerlandaise d'évaluation environnementale, la Chine a dépassé les États-Unis pour les émissions de CO₂ pour l'année 2006. Plus d'informations sur <http://www.mnp.nl/en/dossiers/Climatechange/moreinfo/ChinanownolinCO2emissionsUSAinsecondposition.html>.
- 33 Basé sur évaluation de l'USGS de 1974. Une étude très récente de l'Académie nationale des sciences (NAS) estime que les ressources américaines en charbon récupérables économiquement pourraient ne représenter que moins de 40 % de l'estimation de l'USGS.
- 34 Sur la base de 150 000 barils par jour de CO₂ d'une centrale à charbon supercritique de un gigawatt et 2 090 terawatt-heures de production électrique à partir du charbon aux États-Unis en 2004 (selon l'EIA).

