

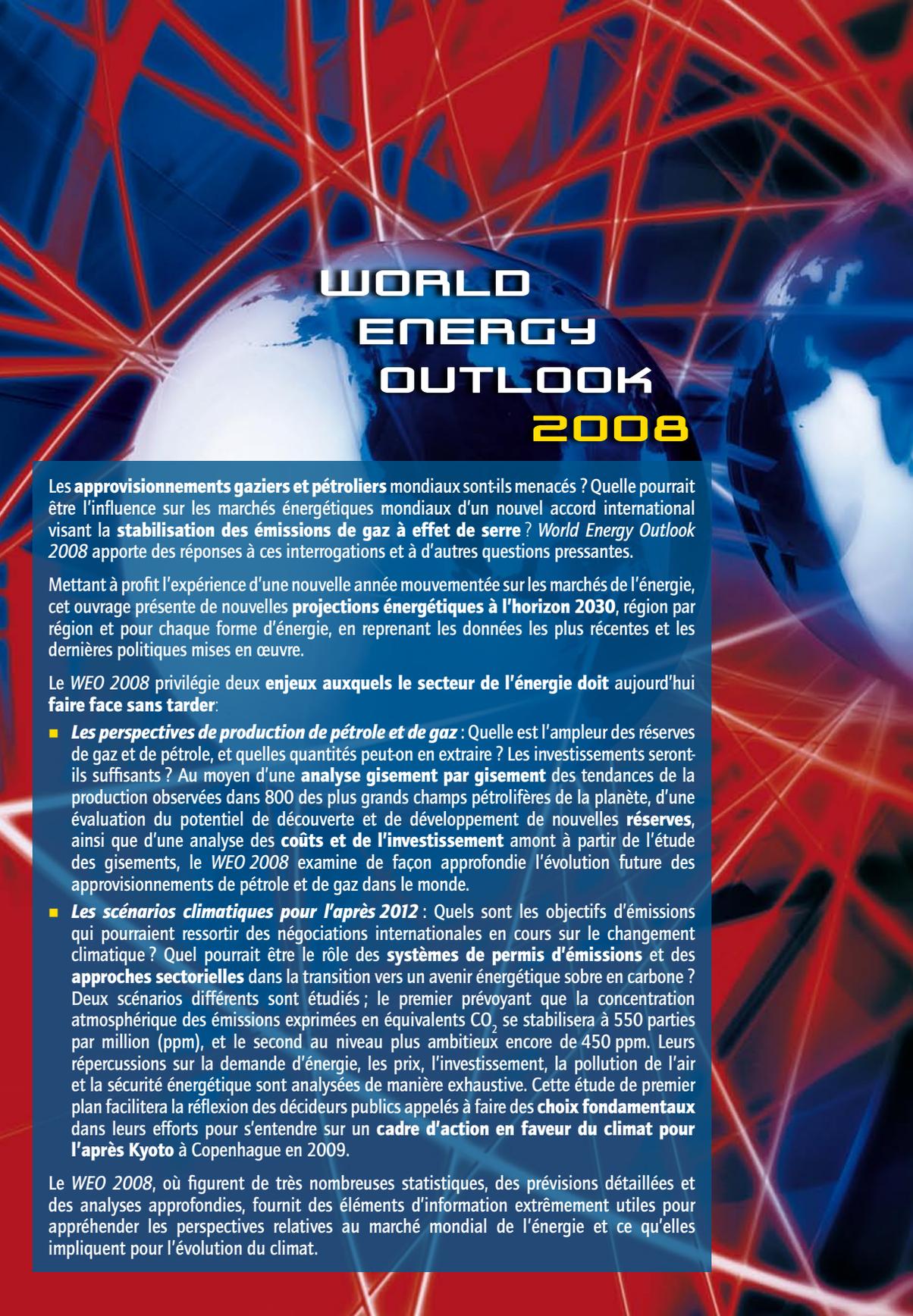


INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

# WORLD ENERGY OUTLOOK

## 2008

**RÉSUMÉ**

The background of the cover features a stylized globe with a network of red and blue lines crisscrossing over it, suggesting global energy connections and data. The title 'WORLD ENERGY OUTLOOK 2008' is centered over the globe.

# WORLD ENERGY OUTLOOK 2008

Les **approvisionnement gaziers et pétroliers** mondiaux sont-ils menacés ? Quelle pourrait être l'influence sur les marchés énergétiques mondiaux d'un nouvel accord international visant la **stabilisation des émissions de gaz à effet de serre** ? *World Energy Outlook 2008* apporte des réponses à ces interrogations et à d'autres questions pressantes.

Mettant à profit l'expérience d'une nouvelle année mouvementée sur les marchés de l'énergie, cet ouvrage présente de nouvelles **projections énergétiques à l'horizon 2030**, région par région et pour chaque forme d'énergie, en reprenant les données les plus récentes et les dernières politiques mises en œuvre.

Le *WEO 2008* privilégie deux **enjeux auxquels le secteur de l'énergie doit aujourd'hui faire face sans tarder** :

- **Les perspectives de production de pétrole et de gaz** : Quelle est l'ampleur des réserves de gaz et de pétrole, et quelles quantités peut-on en extraire ? Les investissements seront-ils suffisants ? Au moyen d'une **analyse gisement par gisement** des tendances de la production observées dans 800 des plus grands champs pétrolifères de la planète, d'une évaluation du potentiel de découverte et de développement de nouvelles **réserves**, ainsi que d'une analyse des **coûts et de l'investissement** amont à partir de l'étude des gisements, le *WEO 2008* examine de façon approfondie l'évolution future des approvisionnements de pétrole et de gaz dans le monde.
- **Les scénarios climatiques pour l'après 2012** : Quels sont les objectifs d'émissions qui pourraient ressortir des négociations internationales en cours sur le changement climatique ? Quel pourrait être le rôle des **systèmes de permis d'émissions** et des **approches sectorielles** dans la transition vers un avenir énergétique sobre en carbone ? Deux scénarios différents sont étudiés ; le premier prévoyant que la concentration atmosphérique des émissions exprimées en équivalents CO<sub>2</sub> se stabilisera à 550 parties par million (ppm), et le second au niveau plus ambitieux encore de 450 ppm. Leurs répercussions sur la demande d'énergie, les prix, l'investissement, la pollution de l'air et la sécurité énergétique sont analysées de manière exhaustive. Cette étude de premier plan facilitera la réflexion des décideurs publics appelés à faire des **choix fondamentaux** dans leurs efforts pour s'entendre sur un **cadre d'action en faveur du climat pour l'après Kyoto** à Copenhague en 2009.

Le *WEO 2008*, où figurent de très nombreuses statistiques, des prévisions détaillées et des analyses approfondies, fournit des éléments d'information extrêmement utiles pour appréhender les perspectives relatives au marché mondial de l'énergie et ce qu'elles impliquent pour l'évolution du climat.



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

# WORLD ENERGY OUTLOOK 2008

**RÉSUMÉ**

*French translation*

© OECD/IEA, 2008

No reproduction, copy, transmission or translation of this publication may be made without written permission.

Applications should be sent to: International Energy Agency (IEA)  
Head of Communication and Information Office, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

## AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE

---

L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) est un organe autonome institué en novembre 1974 dans le cadre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) afin de mettre en œuvre un programme international de l'énergie.

Elle applique un programme général de coopération dans le domaine de l'énergie entre vingt-huit des trente pays membres de l'OCDE. Les objectifs fondamentaux de l'AIE sont les suivants :

- Tenir à jour et améliorer des systèmes permettant de faire face à des perturbations des approvisionnements pétroliers.
- Œuvrer en faveur de politiques énergétiques rationnelles dans un contexte mondial grâce à des relations de coopération avec les pays non membres, l'industrie et les organisations internationales.
- Gérer un système d'information continue sur le marché international du pétrole.
- Améliorer la structure de l'offre et de la demande mondiales d'énergie en favorisant la mise en valeur de sources d'énergie de substitution et une utilisation plus rationnelle de l'énergie.
- Promouvoir la collaboration internationale dans le domaine de la technologie énergétique.
- Contribuer à l'intégration des politiques d'énergie et d'environnement.

Les pays membres de l'AIE sont : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Japon, Luxembourg, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Corée, République Slovaque, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse et Turquie. La Commission Européenne participe également aux travaux de l'AIE.

## ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

---

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de trente démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Japon, Luxembourg, Mexique, Norvège, Nouvelle Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Corée, République Slovaque, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse et Turquie. La Commission Européenne participe aux travaux de l'OCDE.

© OECD/IEA, 2008

Agence internationale de l'énergie (AIE),  
Chef du Bureau de la communication et de l'information,  
9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

Veuillez noter que cette publication est soumise à des restrictions particulières d'usage et de diffusion. Les modalités correspondantes peuvent être consultées en ligne à l'adresse :

<http://www.iea.org/Textbase/about/copyright.asp>

Le système énergétique mondial se trouve à la croisée des chemins. A l'heure actuelle, de toute évidence, les tendances de l'offre et de la consommation d'énergie ne sont guère viables pour l'environnement, l'économie ou le social. Un changement d'orientation est toutefois possible, et il s'impose ; *il est encore temps d'emprunter une nouvelle trajectoire*. Nous pouvons affirmer sans exagérer que la prospérité future de l'humanité dépend de l'efficacité avec laquelle nous nous attaquerons aux deux défis énergétiques essentiels auxquels nous sommes aujourd'hui confrontés : assurer des approvisionnements énergétiques fiables à des prix raisonnables, et accomplir une transformation rapide du système d'approvisionnement afin qu'il devienne sobre en carbone, efficient et respectueux de l'environnement. C'est bel et bien d'une révolution énergétique dont nous avons besoin. *World Energy Outlook 2008 (WEO 2008)* met en évidence comment une action résolue des pouvoirs publics pourrait permettre de mener à bien cette révolution et quel en serait le coût. Il décrit également quelles seraient les conséquences d'un échec.

Le pétrole est la source d'énergie vitale de notre planète, et le restera pendant de nombreuses années encore, même en tablant sur les hypothèses les plus optimistes, eu égard au rythme de développement et de déploiement des technologies alternatives. Néanmoins, les incertitudes sur les sources qui fourniront le pétrole nécessaire pour répondre à la demande croissante, ainsi que sur le coût de production de ce pétrole et sur son prix à la consommation, sont très élevées et n'ont peut-être jamais été ressenties aussi fortement. L'envolée des prix de ces dernières années, qui a culminé au pic observé en 2008, couplée à leur très forte volatilité, a mis en évidence combien ils sont sensibles aux déséquilibres des marchés à court terme. En outre, ils ont permis au public de prendre conscience du caractère fini des ressources en pétrole (et en gaz naturel). En fait, dans l'immédiat, le risque n'est pas tant de manquer de ressources dans le monde que de ne pas investir là où il est nécessaire. L'investissement amont augmente rapidement en termes nominaux, mais sa progression tient pour une bonne part à l'envolée des coûts et à la nécessité de faire face à l'accélération des taux de déclin – en particulier dans les régions hors OPEP où les coûts de production sont plus élevés. De nos jours, les capitaux vont en majeure partie à l'exploration et au développement de réserves les plus coûteuses à exploiter, notamment parce que les compagnies pétrolières internationales n'ont un accès que très limité aux ressources les moins onéreuses. Il sera essentiel d'accroître la production dans les pays où les coûts sont les plus faibles pour pouvoir répondre aux besoins mondiaux à un coût raisonnable, en dépit de l'épuisement des ressources dans la plupart des régions du monde et de l'accélération généralisée des taux de déclin.

**Pour empêcher que le climat planétaire ne subisse des dommages catastrophiques et irréversibles, une décarbonisation majeure des sources d'énergie est indispensable à terme.** Compte tenu des tendances actuelles, les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et d'autres gaz à effet de serre liées à l'énergie croîtront inexorablement, et feront augmenter à long terme la température moyenne mondiale au minimum de 6 °C. Une action vigoureuse s'impose d'urgence pour infléchir ces tendances. La 15<sup>ème</sup> Conférence

des Parties qui se tiendra à Copenhague en novembre 2009 offre une opportunité vitale de négocier un nouveau régime mondial de lutte contre le changement climatique après 2012 (dernière année de la première période d'engagement du Protocole de Kyoto). La conférence devra mettre en place un cadre d'action de coopération sur le long terme pour replacer le monde sur une trajectoire politique bien définie, tendant vers un objectif clair et chiffré relatif à la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère au niveau mondial. Il conviendra également de s'assurer d'une large participation et d'établir des mécanismes d'action efficaces pour atteindre l'objectif convenu. Le secteur de l'énergie sera appelé à jouer un rôle primordial dans l'infléchissement des émissions – notamment par le biais d'améliorations considérables de l'efficacité et de la pénétration rapide des énergies renouvelables et d'autres technologies à faible émission de carbone, par exemple celles liées à la capture et à la séquestration du carbone (CSC).

**Pour s'assurer de disposer d'approvisionnements énergétiques suffisants et afin d'accélérer la transition vers un système énergétique générant moins d'émissions de carbone, une action radicale des gouvernements s'impose – tant au niveau national que local, ainsi que dans le cadre de mécanismes internationaux coordonnés.** Les ménages, les entreprises et les automobilistes devront changer leur mode de consommation de l'énergie, tandis que les fournisseurs d'énergie devront investir dans le développement et la commercialisation de technologies à faible émission de carbone. A cet effet, les pouvoirs publics devront, de leur côté, mettre en place non seulement les incitations financières, mais aussi les cadres réglementaires appropriés, allant dans le sens des objectifs de sécurité énergétique et de politique climatique en suivant une démarche intégrée. Les subventions à la consommation d'énergie ont atteint la somme colossale de 310 milliards de dollars dans les 20 plus grands pays non membres de l'OCDE en 2007 ; leur suppression pourrait grandement contribuer à infléchir la croissance de la demande et des émissions. Les prix internationaux élevés du pétrole, ont un effet dissuasif sur la consommation et qui encouragent à utiliser des technologies plus efficaces de maîtrise de la demande, agissent également dans ce sens, à cela près que cela se fait au détriment de la croissance économique et du niveau de vie dans les pays consommateurs, qu'ils soient riches ou défavorisés. De plus, l'apparition de certaines formes d'énergie susceptibles de remplacer le pétrole conventionnel, que des prix élevés favorisent, se caractérise par une intensité de carbone encore plus forte. Nombre de pays ont avancé dans l'élaboration de mesures à prendre à l'échelon national, mais beaucoup reste à faire. La signature d'un nouvel accord international sur le climat n'est qu'une première étape, certes essentielle sur la voie conduisant à un système énergétique durable, mais sa mise en œuvre effective est tout aussi cruciale. Tout retard, que ce soit dans un accord ou dans sa mise en œuvre, augmentera finalement le coût lié au respect de tout objectif en matière de climat mondial.

### **Continuer à laisser faire nous conduit vers un avenir tributaire des énergies fossiles**

Dans notre scénario de référence, la demande mondiale d'énergie primaire croît de 1,6 % par an en moyenne sur la période 2006-2030, et passe de 11 730 Mtep à

**légèrement plus de 17 010 Mtep – soit une augmentation de 45 %.** Ce scénario, pour donner un aperçu de l'évolution qui nous attend, intègre les effets des politiques et des mesures déjà promulguées ou adoptées mi-2008 par les pouvoirs publics, sans en prévoir de nouvelles. Il servira de référence pour quantifier l'ampleur du changement de cap dont nous avons besoin. La demande progresse plus lentement qu'il n'était prévu dans le WEO 2007, en raison surtout de la hausse des prix de l'énergie et du fléchissement de la croissance économique. Les combustibles fossiles représentent 80 % dans le bouquet mondial des énergies primaires en 2030 – part légèrement inférieure à celle qui leur revient aujourd'hui. Le pétrole reste le combustible dominant, même si la demande de charbon augmente davantage que celle de tout autre combustible en termes absolus. La consommation énergétique urbaine dans le monde – qui a atteint, estime-t-on, 7 900 Mtep en 2006 – représente une proportion qui passe des deux tiers du total à l'heure actuelle à près des trois quarts en 2030.

**En raison de leur importante croissance économique, la Chine et l'Inde représentent un peu plus de la moitié de l'augmentation de la demande mondiale d'énergie primaire entre 2006 et 2030.** Les pays du Moyen-Orient deviennent un pôle de consommation plus important, avec une part de 11 % dans l'accroissement de la demande mondiale. Au total, 87 % de l'accroissement sont imputables à l'ensemble des pays non membres de l'OCDE. Leur part dans la demande mondiale d'énergie primaire passe en conséquence de 51 % à 62 %. La consommation énergétique de ces pays a dépassé celle de la zone OCDE en 2005.

**La demande primaire mondiale de pétrole (hors biocarburants) s'accroît de 1 % par an en moyenne, passant de 85 millions de barils par jour en 2007 à 106 Mb/j en 2030.** Pourtant, la part du pétrole dans la consommation mondiale d'énergie tombe de 34 % à 30 %. Depuis le WEO 2007, la projection concernant la demande de pétrole en 2030 a été revue à la baisse, et représente 10 Mb/j de moins, essentiellement pour tenir compte des incidences de la très forte hausse des prix et du léger ralentissement de la croissance du PIB, ainsi que des nouvelles politiques publiques introduites au cours de l'année écoulée. La totalité de l'augmentation prévue de la demande mondiale de pétrole émane de pays non membres de l'OCDE (plus des quatre cinquièmes proviennent de la Chine, de l'Inde et du Moyen-Orient) ; la demande de pétrole des pays de l'OCDE observe une légère baisse, due dans une large mesure à la réduction graduelle de la demande de pétrole pour des usages autres que les transports. La demande mondiale de gaz naturel croît plus rapidement, de 1,8 % par an, et sa part dans la demande totale d'énergie progresse légèrement pour atteindre 22 %. La majeure partie de l'augmentation de la consommation de gaz est imputable au secteur de la production d'électricité. La demande mondiale de charbon s'accroît de 2 % par an en moyenne, sa part dans la demande mondiale d'énergie passant de 26 % en 2006 à 29 % en 2030. Environ 85 % de l'accroissement de la consommation mondiale de charbon est le fait du secteur de l'électricité de la Chine et de l'Inde. La part de l'énergie nucléaire dans la demande d'énergie primaire accuse un léger recul durant la période considérée dans le WEO 2008 : elle est ramenée de 6 % actuellement à 5 % en 2030 (sa part dans la production d'électricité tombe de 15 % à 10 %), parce que nous observons systématiquement notre propre règle de ne pas anticiper les changements dans les politiques nationales – en dépit du regain

d'intérêt pour l'énergie nucléaire qui s'est manifesté récemment. La production nucléaire augmente cependant en termes absolus dans toutes les grandes régions, à l'exception de la zone Europe de l'OCDE.

**Les énergies renouvelables modernes augmentent le plus rapidement, ces énergies dépassant le gaz peu après 2010, pour devenir la deuxième source d'électricité après le charbon.** La baisse des coûts au fur et à mesure que les technologies des énergies renouvelables arrivent à maturité, le renchérissement supposé des combustibles fossiles et le ferme soutien des pouvoirs publics ouvrent à l'industrie des énergies renouvelables la possibilité de se passer de subventions et de généraliser la diffusion des technologies émergentes. Hormis la biomasse, les sources d'énergies renouvelables non hydrauliques – l'éolien, le solaire, la géothermie, ainsi que l'énergie des marées et de la houle – prises ensemble, progressent plus vite que toute autre source dans le monde, à un taux annuel moyen de 7,2 % durant la période considérée. L'accroissement intervient surtout dans le secteur de l'électricité. La part des énergies renouvelables non hydrauliques dans la production totale d'électricité passe de 1 % en 2006 à 4 % en 2030. La production hydroélectrique augmente aussi, mais sa part du total perd deux points de pourcentage pour passer à 14 %. Dans la zone OCDE, la production électrique à partir d'énergies renouvelables affiche une progression plus importante que la production cumulée d'électricité d'origine fossile et nucléaire.

### **Des investissements massifs dans les infrastructures énergétiques seront nécessaires**

Les projections du scénario de référence prévoient un investissement cumulé supérieur à 26 000 milliards de dollars (en dollars de l'année 2007) dans la période 2007-2030, soit plus de 4 000 milliards de dollars en sus du montant postulé dans le *WEO 2007*. Le secteur de l'électricité absorbe 13 600 milliards de dollars, soit 52 % du total. La majorité du reste est investie dans des activités pétrolières et gazières, essentiellement à l'exploration et au développement, et surtout dans les régions hors OCDE. L'augmentation importante des coûts unitaires d'investissement s'est poursuivie l'an dernier, en particulier dans les industries du pétrole et du gaz, ce qui a entraîné une révision à la hausse de nos hypothèses de coûts pour la période couverte par les projections. Cette augmentation est plus importante que le ralentissement prévu de l'expansion du système énergétique mondial. La crise financière actuelle ne devrait pas ébranler l'investissement à long terme, mais elle risque d'occasionner des retards d'exécution des projets, surtout dans le secteur électrique. Pour garder le niveau actuel de la capacité d'approvisionnement, il faudrait plus de la moitié de l'investissement énergétique mondial projeté sur la période 2007-2030 : il faudra remplacer d'ici à 2030 bon nombre des infrastructures existantes dans le monde pour fournir du pétrole, du gaz, du charbon et de l'électricité. Afin de pouvoir donner des garanties suffisantes, eu égard aux conditions qui régiront l'investissement futur dans les infrastructures d'approvisionnement énergétique, nous devons parvenir sans tarder au terme des négociations concernant un accord international de lutte contre le changement climatique, et en évaluer rapidement les répercussions sur les politiques nationales.

Ces projections reposent sur une hypothèse de prix moyen du pétrole brut à l'importation dans les pays de l'AIE de 100 dollars par baril (en dollars réels de l'année 2007) entre 2008 et 2015, qui augmente ensuite jusqu'à dépasser 120 dollars en 2030. Cette hypothèse est le résultat d'un important ajustement à la hausse des données figurant dans le *WEO 2007*. Elle rend compte de l'envolée récente des prix des livraisons physiques à court terme et des contrats à terme, ainsi que de la réévaluation des perspectives concernant le coût des approvisionnements pétroliers, étant données les prévisions de demande. En termes nominaux, les prix doubleront pour excéder de peu les 200 dollars par baril en 2030. Il est toutefois probable que leurs fluctuations prononcées à court terme restent la norme, et nous ne saurions exclure des pics ou de forts reculs momentanés. La forte volatilité des prix persistera, et en particulier durant les deux prochaines années. Selon toute vraisemblance, une aggravation de la crise financière actuelle mettrait à mal l'activité économique et réduirait par conséquent la demande de pétrole : la conjoncture exercerait alors une pression à la baisse sur les prix. En revanche, un affaiblissement du dollar contribuerait à soutenir les prix. Après 2015, nous postulons que l'augmentation des coûts marginaux des approvisionnements exercera une pression à la hausse sur les prix jusqu'à la fin de la période considérée.

Couplées à nos projections de la demande de pétrole, ces hypothèses laissent présager que les dépenses des consommateurs en pétrole demeureront élevées tant dans les pays membres que dans les pays non membres de l'OCDE. Ces dépenses, en fraction du PIB au taux de change du marché, ont augmenté de façon importante, passant de 1 % en 1998 à environ 4 % en 2007, avec de graves conséquences économiques pour les pays consommateurs. Selon les prévisions, ce pourcentage se stabilise à plus de 5 % pendant une grande partie de la période envisagée dans le *WEO 2008*, et atteint entre 6 % et 7 % en moyenne dans les pays non membres de l'OCDE. La seule période où des revenus aussi importants ont été déboursés pour s'approvisionner en pétrole a été celle du début des années 80, quand ce pourcentage était supérieur à 6 %. En revanche, les recettes d'exportation de pétrole et de gaz des pays de l'OPEP s'envolent, et passent de moins de 700 milliards de dollars en 2006 à plus de 2 000 milliards de dollars en 2030, tandis que leur part du PIB mondial passe de 1,2 % à 2 %.

### **La majeure partie du pétrole et du gaz supplémentaires proviendra de pays de l'OPEP – à condition que leurs investissements soient suffisants**

Les approvisionnements pétroliers mondiaux augmentent, selon les prévisions, pour passer de 84 Mb/j en 2007 à 106 Mb/j en 2030 dans le scénario de référence. Déduction faite des gains de traitement en raffinerie, la production mondiale atteint 104 Mb/j. Si nous ne nous attendons pas à ce que la production pétrolière mondiale culmine avant 2030, la production de pétrole conventionnel – pétrole brut, liquides de gaz naturel (LGN) et pétrole extrait par récupération assistée (EOR) – devrait toutefois cesser de croître vers la fin de la période couverte par les projections. La production de pétrole brut conventionnel, considérée isolément, n'augmente que modérément entre 2007 et 2030 – de 5 Mb/j – car les baisses de production dans les gisements existants neutralisent pratiquement l'accroissement de capacité découlant de la mise en exploitation des nouveaux gisements. La majorité de l'augmentation nette de la production totale de pétrole est imputable aux LGN

(production stimulée par l'essor relativement vif des approvisionnements gaziers) ainsi qu'aux technologies liées aux ressources non conventionnelles, notamment les sables bitumineux canadiens.

**La majeure partie de l'accroissement de la production pétrolière mondiale devrait être le fait des pays de l'OPEP qui voient leur part portée de 44 % en 2007 à 51 % en 2030.** Les réserves de ces pays sont, en principe, d'une ampleur suffisante (et leurs coûts de développement suffisamment bas) pour que leur production augmente encore plus rapidement. Néanmoins, plusieurs facteurs pèseront sur leurs investissements, par exemple la géopolitique ou l'adoption de politiques prudentes tenant compte de l'épuisement des réserves. L'Arabie Saoudite demeure le plus gros producteur mondial durant toute la période considérée, sa production passant de 10,2 Mb/j en 2007 à 15,6 Mb/j en 2030. La production de pétrole conventionnel hors OPEP a d'ores et déjà atteint un plateau et commence à décliner, selon les prévisions, vers le milieu de la prochaine décennie, baisse qui s'accélère ensuite jusqu'à la fin de la période considérée. Ayant déjà franchi son pic dans la plupart des pays non membres de l'OPEP, la production atteindra son maximum dans la majorité des autres pays avant 2030. Le recul de la production de pétrole brut et de LGN est largement contrebalancé par la hausse de la production non conventionnelle, ce qui permet de maintenir la production totale hors OPEP à un niveau généralement stable durant la seconde moitié de la période couverte par les projections. La capacité de production conventionnelle, abstraction faite du déclin naturel de la production des gisements existants, devrait croître à court terme, mais, considérant que les nouvelles découvertes s'amenuisent et que la taille des nouveaux gisements diminue, les coûts marginaux de développement devraient augmenter, et entraîner une baisse de la production.

**Pour que la production mondiale de pétrole augmente comme prévu, il faut investir à temps des capitaux suffisants. Quelque 64 Mb/j de capacité brute supplémentaire – soit presque six fois celle de l'Arabie Saoudite aujourd'hui – doivent être mis en production entre 2007 et 2030.** Environ 30 Mb/j de capacité nouvelle sont nécessaires d'ici à 2015. Il y a un risque important de sous-investissement, susceptible de provoquer une pénurie de pétrole durant cet intervalle. La vague actuelle d'investissements en amont devrait doper la capacité nette de production pétrolière dans les deux ou trois prochaines années, en faisant légèrement augmenter la capacité inemployée. Néanmoins, l'impact de l'accroissement de capacité découlant des projets en cours devrait diminuer après 2010. Cette évolution reflète, pour l'essentiel, celle du cycle en amont : le feu vert sera sans doute donné prochainement à de nombreux nouveaux projets, au fur et à mesure que les compagnies pétrolières achèvent les projets en cours. Mais l'écart déjà manifeste entre la capacité actuellement en chantier et celle nécessaire pour ne pas se laisser distancer par la demande va se creuser profondément après 2010. Une capacité supplémentaire d'environ 7 Mb/j (en plus de celle de tous les projets en cours) devra être mise en exploitation d'ici à 2015, et il faudra en approuver la majeure partie dans les deux années à venir pour éviter une contraction de la capacité résiduelle vers le milieu de la prochaine décennie.

**La production de gaz naturel devrait également se concentrer davantage dans les régions les plus riches en ressources.** Quelque 46 % de la progression de la production mondiale de gaz prévue pour la période 2006-2030 proviennent du Moyen-Orient,

région où la production annuelle devrait tripler pour avoisiner 1 000 milliards de mètres cubes (Gm<sup>3</sup>) à l'horizon 2030. Environ 60 % de l'augmentation de la production de la région sont consommés localement au Moyen-Orient, principalement dans les centrales électriques. L'Afrique et la Russie fournissent la majeure partie du reste de l'accroissement de la production mondiale. Si l'investissement dans ces pays venait à s'essouffler, la baisse des approvisionnements gaziers devrait entraîner un recours accru au charbon et une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>.

### **Le monde ne sera pas à court de pétrole ou de gaz dans l'immédiate**

**La planète renferme des ressources en pétrole assez abondantes pour soutenir la croissance prévue de la production après 2030, selon le scénario de référence.** Les estimations des réserves prouvées restantes de pétrole et de LGN se situent dans une fourchette approximative comprise entre 1 200 et 1 300 milliards de barils (dont notamment quelque 200 milliards de barils de pétrole non conventionnel). Elles ont presque doublé depuis 1980. Ces réserves sont suffisantes pour approvisionner le monde en pétrole pendant plus de 40 ans, au rythme de consommation actuel. Bien que la majeure partie de l'augmentation des réserves soit le fruit des révisions effectuées par les pays de l'OPEP qui remontent aux années 80 et non pas de nouvelles découvertes, de légers accroissements se sont succédés depuis 1990 en dépit d'une consommation croissante. En moyenne, le volume de pétrole découvert chaque année est supérieur depuis 2000 à ce qu'il était dans les années 90, grâce à l'activité accrue d'exploration et au perfectionnement des technologies, encore que la production continue de dépasser les découvertes (certaines, récentes, sont cependant d'une ampleur considérable, comme celle en offshore profond au Brésil).

**Les ressources ultimes récupérables de pétrole conventionnel, qui comprennent les réserves prouvées et probables des champs découverts, les accroissements des réserves et le pétrole restant à découvrir, sont estimées à 3 500 milliards de barils.** Un tiers seulement de ce total, soit 1 100 milliards de barils, a été extrait à ce jour. Les ressources non encore découvertes représentent un tiers environ du pétrole récupérable *restant*, dont on pense que le Moyen-Orient, la Russie et la région de la Caspienne en renferment une majorité. Les ressources en pétrole non conventionnel, pratiquement inexploitées jusqu'ici, sont également très abondantes. Entre 1 000 et 2 000 milliards de barils de sables bitumineux et de pétrole extra-lourd pourraient être récupérables, à terme, dans de bonnes conditions économiques. Pour l'essentiel, ces ressources se trouvent au Canada (surtout dans la province de l'Alberta) et au Venezuela (dans la ceinture de l'Orénoque). Au total, les ressources pétrolières potentiellement récupérables à long terme, compte tenu des huiles extra-lourdes, des sables bitumineux et des schistes bitumineux (autre ressource à peine mise en valeur de nos jours, mais dont l'exploitation est coûteuse), se chiffrent selon nos estimations à quelque 6 500 milliards de barils. Ce potentiel, si nous y ajoutons les carburants liquides à base de charbon et de gaz (CTL et GTL), avoisine 9 000 milliards de barils.

**A l'échelon mondial, les ressources en gaz naturel sont abondantes ; cependant, à l'instar du pétrole, elles sont concentrées dans un petit nombre de pays et de gisements.** Les réserves prouvées restantes se montent à 180 000 Gm<sup>3</sup> – ce qui équivaut à environ 60 années de production actuelle. Trois pays – la Russie, l'Iran et

le Qatar – possèdent 56 % des réserves mondiales, et près de la moitié de ces réserves se répartit entre 25 gisements seulement. Les pays de l'OPEP en détiennent également la moitié environ. Les réserves existantes ont plus que doublé depuis 1980, et les plus fortes augmentations concernent le Moyen-Orient. Les volumes des découvertes de gaz, bien qu'en diminution régulière au cours des dernières décennies, comme c'est le cas pour le pétrole, continuent à dépasser la production. Les ressources restantes ultimes de gaz naturel conventionnel, qui comprennent les réserves prouvées restantes, les augmentations de réserves et les ressources non encore découvertes, pourraient se révéler largement supérieures à 400 000 Gm<sup>3</sup>. La production cumulée jusqu'en 2007 représente moins d'un sixième des ressources initiales totales. Les ressources de gaz non conventionnel – notamment, le méthane des couches de charbon, les sables gazéifères compacts et les schistes gazéifères – sont beaucoup plus importantes, peut-être supérieures à 900 000 Gm<sup>3</sup>, dont 25 % se trouvent aux États-Unis et au Canada.

### **Le déclin de la production de pétrole s'accélère au niveau des gisements...**

Les ressources pétrolières mondiales sont peut-être considérables, mais rien ne saurait garantir qu'elles seront exploitées assez rapidement pour répondre au volume de la demande prévu dans notre scénario de référence. L'une des plus grandes incertitudes concerne le rythme auquel la production dans les gisements pétroliers en exploitation diminuerait avec leur maturité. Cette analyse est essentielle pour évaluer quantitativement la capacité additionnelle et l'investissement que nécessitera, au niveau mondial, la demande prévue. Les conclusions d'une analyse approfondie, gisement par gisement, des tendances passées de la production dans 800 d'entre eux, formulées dans la Partie B du *WEO 2008*, prètent à penser que les taux de déclin *observé* (le recul observable de la production) risquent de s'accélérer à long terme dans toutes les grandes régions du monde. La raison en est la réduction de la taille moyenne des gisements, à laquelle s'ajoute, dans certaines régions, la progression prévue de la part de la production des gisements en mer. Nous démontrons dans notre analyse que le pic de production d'un gisement est en général d'autant plus bas par rapport aux réserves, et le déclin qui s'amorce ensuite d'autant plus lent, que les réserves que le gisement renferme sont importantes. Les taux de déclin sont également plus faibles dans les gisements à terre qu'au large des côtes (en particulier en eau profonde). En outre, les politiques d'investissement et de production ont elles aussi une influence sur ces taux de déclin.

Nous estimons que le taux moyen de déclin observé dans le monde et pondéré par la production représente actuellement 6,7 % dans les gisements ayant déjà franchi leur pic de production. Dans notre scénario de référence, ce taux atteint 8,6 % en 2030. Le chiffre actuel ressort de notre analyse de la production dans 800 gisements, y compris les 54 super-géants (contenant plus de 5 milliards de barils) en production aujourd'hui. Sur la base de cet échantillon, la moyenne des taux de déclin observés dans tous les gisements après leur pic, pondérée par leur production sur toute leur durée de vie, s'élève à 5,1 %. Ce sont les plus grands gisements qui affichent les taux de déclin les plus bas : en moyenne, 3,4 % dans les gisements super-géants, 6,5 % dans les gisements géants et 10,4 % dans les grands gisements. Ces taux varient considérablement d'une région à l'autre, les plus faibles étant observés au

Moyen-Orient et les plus élevés en mer du Nord. Cette variation témoigne, dans une large mesure, des différences de taille des gisements, taille elle-même liée au degré d'épuisement de l'ensemble des réserves et au type de gisement, terrestre ou marin. L'ajustement effectué pour tenir compte des taux de déclin plus élevés dans les petits gisements explique que l'estimation du taux de déclin au niveau mondial soit supérieure au taux obtenu à partir de notre échantillon.

**Les taux de déclin naturel, ou sous-jacent, dépassent d'un tiers environ, en moyenne, les taux de déclin observé, quoique l'écart varie selon les régions en raison de la disparité des investissements.** (Le taux de déclin naturel ne tient pas compte des effets des investissements en cours ou périodiques.) Selon les estimations, au niveau mondial, ce taux représente 9 % dans les gisements où le pic a été franchi. Autrement dit, le déclin de la production des gisements existants aurait été en gros plus rapide d'un tiers si aucune dépense d'investissement n'y avait été consacrée une fois passé leur pic. Les projections de notre scénario de référence supposent que le taux de déclin naturel augmente, en moyenne mondiale, pour atteindre environ 10,5 % par an à l'horizon 2030 (soit presque deux points de pourcentage de plus que le taux observé). Ceci du fait de la diminution de la taille moyenne des gisements et de l'augmentation de la part relative de la production offshore durant la période couverte par les projections. L'investissement total en amont doit donc augmenter dans certains pays, parfois considérablement, afin de contrebalancer ce déclin plus rapide. Cet impératif sera lourd de conséquences : d'ici à la fin de la période considérée, il faudra investir chaque année dans une capacité *supplémentaire* de 1 Mb/j – soit l'équivalent de la production actuelle de l'Algérie – en vue de compenser l'accélération prévue du taux de déclin naturel.

### **... et les obstacles à l'investissement en amont risquent de créer des contraintes d'approvisionnement pétrolier à l'échelon mondial**

A cause des taux de déclin naturel plus rapides, il faudra investir davantage en amont, tant dans les gisements existants (pour freiner le déclin naturel) que dans les nouveaux gisements (pour compenser la baisse de production des gisements existants et répondre à la demande croissante). En fait, l'investissement total en amont (dans les gisements de pétrole et de gaz) progresse vivement depuis quelques années : il a plus que triplé entre 2000 et 2007, année où il a atteint 390 milliards de dollars en termes nominaux. Il était destiné, en majeure partie, à absorber la hausse des coûts unitaires : corrigé de l'inflation des coûts, il dépassait de 70 % en 2007 celui de l'an 2000. Les coûts des activités en amont ont grimpé, en moyenne, dans le monde, de près de 90 % entre 2000 et 2007, puis de 5 % encore durant le premier semestre de 2008, d'après l'indice conçu par l'AIE pour suivre l'évolution des coûts d'investissement en amont. La hausse est intervenue, pour la plus grande part, dans la période 2004-2007. Selon les projets de 50 des plus grandes compagnies pétrolières (qui assurent plus des trois quarts de la production mondiale de pétrole et de gaz), l'investissement mondial dans l'amont pétrolier et gazier devrait continuer de croître pour atteindre un volume légèrement supérieur à 600 milliards de dollars en termes nominaux à l'horizon 2012 – soit une hausse de plus de moitié par rapport à 2007. Si les coûts se stabilisaient, comme nous le supposons, les dépenses réelles dans les cinq années précédant 2012 augmenteraient de 9 % par an – à un taux similaire à celui des sept années antérieures.

Les projections du scénario de référence supposent que les besoins cumulés d'investissement dans le secteur amont du pétrole et du gaz avoisinent 8 400 milliards de dollars (en dollars de l'année 2007) durant la période 2007-2030, soit 350 milliards de dollars par an en moyenne. Ces montants sont significativement inférieurs aux dépenses actuelles. Cela tient au changement radical de la géographie des investissements : des capitaux beaucoup plus importants doivent être investis dans les régions riches en ressources, notamment le Moyen-Orient, où les coûts unitaires sont les plus bas. En résumé, la contraction des ressources limitera les possibilités qui s'offriront aux compagnies internationales d'investir dans des régions hors OPEP, et finira par laisser une plus grande part de la charge de l'investissement aux pays détenteurs de la majeure partie des réserves mondiales restantes de pétrole et de gaz, agissant directement par l'entremise de leurs compagnies nationales ou indirectement dans le cadre de partenariats avec des investisseurs étrangers. Il ne saurait être tenu pour acquis que ces pays voudront investir eux-mêmes ou attirer des capitaux étrangers suffisants pour tenir la cadence d'investissement nécessaire.

### **Des partenariats plus solides entre compagnies pétrolières pourraient être mutuellement avantageux**

De profonds changements structurels sont en cours dans le secteur amont du pétrole et du gaz, et la position des compagnies nationales est de plus en plus dominante. Dans le scénario de référence, ces entreprises extraient quelque 80 % de la production supplémentaire totale de pétrole et de gaz entre 2007 et 2030. Dans la plupart des pays détenteurs des réserves pétrolières et gazières les plus abondantes, les compagnies nationales occupent une position dominante dans le secteur amont, et les entreprises étrangères ne sont pas autorisées à posséder et exploiter des réserves, ou sont assujetties à d'importantes restrictions. La hausse des prix du pétrole et la conviction, de plus en plus ferme chez les dirigeants politiques, que les compagnies nationales sont plus alignées avec les intérêts du pays que les compagnies pétrolières privées et étrangères, ont renforcé la confiance et les aspirations des compagnies nationales, dont certaines rivalisent avec les compagnies internationales sur le plan des ressources techniques et de l'efficacité. Les compagnies pétrolières internationales, qui dominaient de longue date les industries du pétrole et du gaz au niveau mondial, voient leur influence se réduire face à la puissance grandissante des compagnies nationales, et en raison du tarissement graduel des réserves et de la production dans les bassins matures accessibles des pays hors OPEP. Les « super-majors » bataillent pour remplacer leurs réserves prouvées qui s'épuisent et accroître la production, alors que la part de leurs bénéfices nets versée aux actionnaires va en augmentant.

L'évolution de la structure de l'industrie pétrolière et gazière mondiale dans les prochaines décennies aura des conséquences importantes sur l'investissement, la capacité de production et les prix. La prédominance grandissante des compagnies nationales risque de rendre plus incertaine la concrétisation des prévisions d'investissement présentées dans le *WEO 2008*. Les politiques à long terme mises au service de desseins nationaux dans certains pays richement dotés en ressources pourraient ralentir l'épuisement de leurs réserves. Certaines compagnies nationales,

par exemple Saudi Aramco, sont assurément très performantes dans la plupart de leurs activités, mais d'autres entreprises seraient moins bien préparées à surmonter les difficultés financières, techniques ou d'encadrement que soulève la mise en exploitation de nouvelles capacités en amont. Des partenariats avec des compagnies internationales pourraient les aider dans ce sens. Les avantages mutuels susceptibles d'en découler sont convaincants : les compagnies nationales contrôlent la majeure partie des réserves restantes dans le monde, mais certaines manquent de moyens technologiques ou de personnel qualifié pour accomplir bon nombre de tâches autres que l'entretien courant des équipements productifs existants ; les compagnies internationales sont, de leur côté, limitées dans leurs opportunités, mais disposent des compétences en gestion et des technologies requises pour aider les compagnies nationales à exploiter leurs réserves.

### **Les pays africains riches en pétrole n'ont aucune excuse pour justifier la pauvreté énergétique de leurs citoyens**

Un certain nombre de pays d'Afrique subsaharienne sont dotés d'importantes ressources pétrolières et gazières qui devraient, selon les prévisions, étayer un vif essor de leur production et de leurs exportations dans les deux décennies à venir. La production de pétrole conventionnel des dix principaux pays producteurs d'hydrocarbures de la région a atteint 5,6 Mb/j en 2007, dont 5,1 Mb/j ont été exportés. Dans le scénario de référence, la production augmente pour s'établir à 7,4 Mb/j, et les exportations de pétrole passent à 6,4 Mb/j en 2030. La production de gaz de ces pays fait plus que quadrupler, passant de 36 milliards de mètres cubes en 2006 à 163 Gm<sup>3</sup> en 2030 ; le plus gros de cet accroissement étant destiné à l'exportation. Ces prévisions ne peuvent se concrétiser qu'à condition de réduire le torchage du gaz, de consentir des investissements suffisants et d'éviter que des troubles civils ne causent des ruptures d'approvisionnement. Les recettes publiques cumulées que dégage la production de pétrole et de gaz (par le biais des taxes et redevances) dans ces dix pays devraient, selon les projections, atteindre au total 4 000 milliards de dollars au cours de la période 2007-2030. Le Nigéria et l'Angola restent les plus gros exportateurs, la somme de leurs recettes publiques cumulées respectives avoisinant 3 500 milliards de dollars. Le produit des taxes sur la production pétrolière et gazière représente plus de 50 % des recettes publiques totales dans la majorité des pays d'Afrique subsaharienne riches en pétrole et en gaz.

**Malgré la grande richesse en hydrocarbures de ces dix pays, la majeure partie de la population est toujours démunie.** De ce fait, les ménages ne recourent que très peu à des services énergétiques modernes : les deux tiers n'ont pas accès à l'électricité et les trois quarts, n'ayant pas accès à des combustibles propres pour la cuisson des aliments, utilisent à cet effet du bois de combustion et du charbon de bois. Si les gouvernements ne prennent pas des initiatives de grande ampleur pour s'attaquer à ce problème, le nombre de personnes privées d'électricité devrait augmenter pendant la période de projection, en relation à la croissance démographique, et plus de la moitié de la population totale de ces pays utilisera encore du bois de combustion et du charbon de bois pour cuire les aliments en 2030.

Ces pays ont largement les moyens de lutter contre la pauvreté énergétique, mais des réformes fondamentales des institutions sont indispensables. Nous estimons à 18 milliards de dollars environ, sur la période considérée dans le *WEO 2008*, le coût d'investissement à prévoir pour fournir à ces ménages les services énergétiques essentiels (électricité, fours à gaz et bouteilles de gaz de pétrole liquéfié). Ce montant équivaut à seulement 0,4 % des recettes publiques cumulées tirées du pétrole et du gaz. Si l'affectation des recettes était plus efficace et plus transparente, et si les gouvernements étaient tenus de rendre des comptes sur l'utilisation des fonds publics, il y aurait plus de chances de voir les revenus pétroliers et gaziers effectivement employés à réduire la pauvreté en général, et la pauvreté énergétique en particulier.

### **Les conséquences de l'inaction des pouvoirs publics pour le climat de la planète sont choquantes**

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre prévue dans le scénario de référence nous mène vers un doublement de la concentration de ces gaz dans l'atmosphère à la fin du siècle, provoquant une hausse de 6 °C de la température moyenne mondiale. Les tendances du scénario de référence montrent que la progression des émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre se poursuit. Les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie passent de 28 Gt en 2006 à 41 Gt en 2030 – soit une augmentation de 45 %. La projection à l'horizon 2030 ne représente que 1 Gt de moins que celle du *WEO 2007*, même avec des hypothèses de prix énergétiques beaucoup plus élevés et une croissance légèrement plus lente du PIB mondial. Les émissions mondiales de gaz à effet de serre, y compris celles de CO<sub>2</sub> et de tous les autres gaz non liés à l'énergie, devraient passer de 44 Gt d'équivalents CO<sub>2</sub> en 2005 à 60 Gt d'équivalents CO<sub>2</sub> en 2030, soit une hausse de 35 % par rapport à leur niveau de 2005.

Les trois quarts de l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie prévue dans le scénario de référence sont rejetés par la Chine, l'Inde et le Moyen-Orient, et 97 % par les pays non membres de l'OCDE. En moyenne, néanmoins, les émissions par habitant restent très inférieures hors OCDE à celles de la zone OCDE. Dans cette dernière région, les émissions atteignent leur maximum après 2020, et baissent par la suite. C'est uniquement en Europe et au Japon que les émissions en 2030 sont inférieures à leur niveau actuel. La plus grande partie de l'accroissement des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie devrait provenir des villes, leur part passant de 71 % en 2006 à 76 % en 2030 sous l'effet de l'urbanisation. Les citoyens consomment plus d'énergie que les populations rurales, aussi rejettent-ils davantage de CO<sub>2</sub> par habitant.

### **Il faudra aller au-delà des bonnes intentions, après Copenhague**

Une action vigoureuse et coordonnée s'impose d'urgence pour freiner la croissance des émissions de gaz à effet de serre et la hausse de la température mondiale qui en résulterait. Le régime mondial de lutte contre le changement climatique pour l'après 2012, que devrait instituer la conférence de Copenhague en 2009, créera le cadre international dans lequel s'inscrira cette action. Étant donné que les émissions

de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie contribuent à hauteur de 61 % aux émissions mondiales de gaz à effet de serre, le secteur de l'énergie devra être au cœur des débats sur le niveau de concentration à viser et les moyens d'y parvenir. L'objectif fixé pour la stabilisation à long terme de la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre déterminera le rythme auquel devra se dérouler la transformation nécessaire du système énergétique mondial, ainsi que la sévérité des mesures à prendre. Le succès de cet objectif sera tributaire de l'efficacité de la mise en œuvre de cette transformation.

**Le choix de la trajectoire que suivront les émissions mondiales devra tenir compte des besoins technologiques et des coûts dans le secteur de l'énergie.** Le cycle normal de remplacement des équipements est une contrainte déterminante dont dépendra la vitesse à laquelle nous pourrions commencer à utiliser les technologies à faible émission de carbone sans que le coût en soit disproportionné. Le renouvellement des équipements – de production, de distribution et d'utilisation de l'énergie – est en général relativement lent dans le secteur de l'énergie, en raison de la longévité prévue de nombre d'entre eux. En conséquence la diffusion dans tout le secteur énergétique des technologies à meilleur rendement prendra de nombreuses années. Il nous faudra faire face à la réalité de ce que coûtera la mise hors service anticipée d'équipements si des mesures radicales s'imposent pour accélérer le processus afin d'aboutir à des réductions draconiennes des émissions. Le taux de renouvellement du parc est particulièrement lent dans le secteur de l'électricité, où il se produit bel et bien un « verrouillage technologique » quand les centrales sont construites – avec des taux d'émissions déterminés – et ce en raison de l'investissement initial considérable et de leur longévité prévue. Dans le scénario de référence, les trois quarts de la production d'électricité prévue dans le monde en 2020 (et plus de la moitié en 2030) proviennent de centrales déjà en service aujourd'hui. Par conséquent, même si toutes les centrales dorénavant construites ne rejettent pas de carbone, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'électricité en 2020 seraient inférieures de seulement 25 %, ou 4 Gt, à celles du scénario de référence.

**Les accords futurs doivent tenir compte de l'importance de quelques gros émetteurs.** Les cinq plus gros émetteurs du CO<sub>2</sub> lié à l'énergie – la Chine, les États-Unis, l'Union Européenne, l'Inde et la Russie – produisent, ensemble, quasiment les deux tiers des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> ; dans le scénario de référence, cette proportion devrait rester la même en 2020. La contribution aux réductions des émissions de la Chine et de l'Inde seront cruciales en vue d'atteindre un objectif de stabilisation. Compte tenu des divers degrés de participation internationale, l'ampleur de la réduction des émissions liées à l'énergie diffère beaucoup d'un pays ou d'une région à l'autre.

### **L'objectif de stabilisation déterminera l'ampleur du défi énergétique**

Le *WEO 2008* envisage deux scénarios de politique climatique correspondant à la stabilisation à long terme de la concentration des gaz à effet de serre à 550 et à 450 parties par million d'équivalents CO<sub>2</sub>. Le scénario à 550 ppm (« 550 ») aboutit à une hausse de la température mondiale de quelque 3°C, tandis que dans le scénario à 450 ppm (« 450 »), cette hausse avoisine 2°C. Dans le scénario « 550 », les émissions restent stables d'ici à 2020, et les réductions interviennent peu après.

Le scénario « 450 » suppose des réductions beaucoup plus importantes après 2020. Même à cette date, les émissions seront supérieures à celles requises par la trajectoire vers l'objectif de 450 ppm d'équivalent CO<sub>2</sub>, ce qui oblige à réduire davantage les émissions après 2030. Dans ces deux scénarios, les émissions totales de tous les pays gros émetteurs sont nettement inférieures en 2030. Pour obtenir l'un ou l'autre de ces résultats, il faudra encourager des centaines de millions de ménages et d'entreprises, sur la planète tout entière, à utiliser différemment l'énergie. Cela nécessitera des politiques novatrices, un cadre réglementaire approprié, la mise en place rapide d'un marché mondial du carbone et des investissements accrus dans les activités de recherche, de développement et de démonstration en matière d'énergie.

**Nous disposons d'une large palette de mécanismes d'action internationale que nous pourrions adopter pour respecter un objectif climatique décidé d'un commun accord.** Néanmoins, comme le montre le débat politique en cours, ainsi que les faits, compte tenu des difficultés pratiques rencontrées dans le secteur de l'énergie, les pays adoptent les stratégies qui cadrent le mieux avec les divers intérêts et moyens qui sont les leurs. Le *WEO 2008* analyse ce qu'implique, pour le secteur de l'énergie, un cadre d'action hybride reposant sur une mosaïque particulière de systèmes de permis d'émissions, d'accords sectoriels (dans les transports et l'industrie), et de politiques et mesures nationales. Les systèmes de permis d'émissions sont censés jouer un rôle important dans les régions de l'OCDE. En 2030, le prix du carbone dans ces régions atteint 90 dollars par tonne de CO<sub>2</sub> dans le scénario « 550 », et 180 dollars par tonne dans le scénario « 450 ».

**En 2030, dans le scénario « 550 », la demande mondiale d'énergie primaire dépassera de quelque 32 % celle de 2006, et la part des combustibles fossiles affichera un recul prononcé.** La demande augmente, en moyenne, de 1,2 % par an, contre 1,6 % dans le scénario de référence. A l'horizon 2030, la demande est inférieure de 9 % à celle du scénario de référence, essentiellement grâce aux gains d'efficacité. Les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie culminent en 2025, puis diminuent légèrement pour passer à 33 Gt en 2030, alors que les émissions de gaz à effet de serre cessent de progresser en 2020 et restent à peu près stationnaires jusqu'en 2030. Les émissions totales de gaz à effet de serre et celles de CO<sub>2</sub> sont inférieures de 19 % en 2030 à celles du scénario de référence. Le bouquet énergétique envisagé dans le scénario « 550 » est radicalement différent de celui du scénario de référence : les combustibles fossiles y perdent des parts de marché au profit des énergies renouvelables et du nucléaire. La demande de pétrole s'élève à 98 Mb/j en 2030 – soit presque 9 Mb/j de moins que dans le scénario de référence. Plus de la moitié du pétrole économisé l'est dans le secteur des transports des pays de l'OCDE et d'autres grandes économies, par suite des accords sectoriels de réduction des émissions des véhicules légers et dans le transport aérien. En 2030, les prix du pétrole sont proches de 100 dollars par baril (en dollars de l'année 2007), c'est-à-dire inférieurs de 18 % à ceux du scénario de référence, sous l'effet de la baisse de la demande. La production des pays de l'OPEP s'accroît encore, pour atteindre 49 Mb/j en 2030, dépassant presque ainsi de 13 Mb/j son niveau actuel (mais elle est inférieure de 4 Mb/j à celle du scénario de référence). Le déploiement de la technologie de CSC est lui aussi plus rapide. En 2030, la puissance installée des

centrales équipées de moyens de CSC représente plus de 160 GW dans le monde, dont quelque 70 % se trouvent dans les pays de l'OCDE. En revanche, dans le scénario de référence, la puissance installée avec CSC est négligeable.

**Le scénario « 450 » table sur une action beaucoup plus énergique et généralisée à partir de 2020, induisant un développement et une implantation plus rapides des technologies à faible émission de carbone.** Les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie suivent, selon nos hypothèses, à peu près la même trajectoire que dans le scénario « 550 » jusqu'en 2020, et diminuent plus rapidement après cette date. Elles atteignent leur maximum en 2020 à 32,5 Gt, pour ensuite baisser et s'établir à 25,7 Gt en 2030. Ce scénario exige que les pays de l'OCDE réduisent leurs émissions de presque 40 % à l'horizon 2030, par rapport aux niveaux de 2006. Les autres grandes économies doivent limiter à 20 % l'augmentation de leurs émissions. La participation à un système international de plafonnement et d'échanges est supposée plus large que dans le scénario « 550 », tous les pays gros émetteurs y adhérant à compter de 2020. Dans la production d'électricité, le déploiement de l'hydraulique, de la biomasse, de l'éolien et des autres énergies renouvelables progresse plus rapidement, ces sources entrant pour 40 % dans la production totale mondiale en 2030. La puissance installée équipée de la technologie CSC mise en service dans la dernière décennie de la période considérée représente 190 GW de plus que dans le scénario « 550 ».

**Le défi à relever dans le scénario « 450 » est immense : le niveau des émissions du monde entier en 2030 est inférieur à celui des émissions prévues pour les seuls pays de l'OCDE dans le scénario de référence.** Autrement dit, les pays de l'OCDE ne peuvent pas à eux seuls placer le monde sur la trajectoire aboutissant à une concentration de 450 ppm, même en réduisant leurs émissions à néant. Sans même parler de la question de la faisabilité politique du scénario « 450 », il n'est pas certain qu'une transformation de l'ampleur envisagée soit techniquement réalisable, dès lors que ce scénario part de l'hypothèse d'un vaste déploiement de technologies qui ne sont pas encore éprouvées. La mutation technologique, si elle se révélait possible, serait certainement sans précédent de par son envergure et sa rapidité. Il serait alors essentiel d'accroître sans tarder les dépenses en recherche et développement des secteurs public et privé afin de mettre au point les technologies de pointe requises pour faire du scénario « 450 » une réalité.

### **La lutte contre le changement climatique nécessitera des changements considérables dans les dépenses**

Les profonds changements de l'offre et de la demande d'énergie que supposent les deux scénarios considérés de politique climatique appellent des accroissements colossaux des dépenses d'équipement, surtout dans les centrales électriques et dans des matériels ou de l'électroménager à meilleur rendement énergétique. Le scénario « 550 » nécessite au total, entre 2010 et 2030, un investissement dépassant de 4 100 milliards de dollars le volume prévu dans le scénario de référence – égal en moyenne à 0,24 % du PIB mondial annuel. Cet investissement sera consacré en majeure partie à assurer la diffusion de technologies existantes et à les perfectionner. L'investissement dans les centrales électriques représente 1 200 milliards de plus, et

près des trois quarts de ces capitaux supplémentaires sont investis dans les pays de l'OCDE. Le surcroît de dépenses du côté de la demande est encore plus considérable. Ce sont les particuliers qui engagent le plus gros de ces dépenses supplémentaires car ils doivent payer plus cher les voitures, les appareils électroménagers et les habitations plus sobres en énergie. Ce surcoût se monte à 17 dollars par personne et par an, en moyenne mondiale, mais l'investissement s'accompagne de notables économies sur les dépenses d'énergie. L'amélioration de l'efficacité énergétique réduit la consommation d'énergie fossile d'un total de 22 milliards de tonnes d'équivalent pétrole sur la période 2010-2030, d'où des économies cumulées supérieures à 7 000 milliards de dollars.

**Les dépenses initiales supplémentaires en équipements énergétiques sont, et ce n'est pas étonnant, considérablement plus élevées dans le scénario « 450 ».** Par rapport au scénario « 550 », il faut investir un surplus de 2 400 milliards de dollars dans des centrales à émissions de carbone faibles ou nulles, et 2 700 milliards de dollars supplémentaires dans des équipements, appareils ménagers et bâtiments à meilleur rendement énergétique. La somme de ces coûts est égale à 0,55 % du PIB mondial. Ces dépenses sont particulièrement élevées durant la dernière décennie de la période considérée, lorsque les émissions de CO<sub>2</sub> diminuent le plus rapidement et que le coût marginal des moyens de lutte contre ces émissions augmentera de façon importante. Pour mobiliser ces investissements, les signaux de prix doivent être clairs (notamment dans le cadre d'un marché du carbone efficient et généralisé), les incitations fiscales appropriées et la réglementation correctement ciblée. Chiffré à 5 800 milliards de dollars, le total cumulé des économies réalisées sur les factures énergétiques est moindre que dans le scénario « 550 », car les prix plus élevés de l'électricité annulent en partie le bénéfice des économies d'énergie accrues.

### Un avenir énergétique très différent

**En raison de toutes les incertitudes mises en lumière dans ce rapport, il est sûr que le monde de l'énergie en 2030 sera très différent de celui d'aujourd'hui.** Le système énergétique mondial sera transformé, mais ce ne sera pas forcément comme nous le souhaiterions. Nous pouvons être assurés de certaines des tendances soulignées dans ce rapport : l'influence grandissante de la Chine, de l'Inde, du Moyen-Orient et d'autres régions hors OCDE sur les marchés de l'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub>, l'extension rapide de la position dominante des compagnies pétrolières nationales et l'apparition de technologies énergétiques sobres en carbone. Par ailleurs, bien que les déséquilibres du marché soient susceptibles de provoquer des replis passagers des cours, il devient de plus en plus évident que l'ère du pétrole bon marché est révolue. Cependant, en ce qui concerne nombre de déterminants clés de l'action des pouvoirs publics (pour ne pas mentionner d'autres facteurs externes), tous les doutes ne sont pas levés. Les gouvernements de tous les pays, tant producteurs que consommateurs, agissant seuls ou ensemble, ont autorité pour orienter le monde vers la mise en place d'un système énergétique plus propre, plus intelligent et plus concurrentiel. Le temps presse, et c'est dès maintenant qu'il faut agir.

Le présent document a d'abord été publié en anglais.  
Bien que l'AIE ait fait de son mieux pour que cette traduction  
en français soit conforme au texte original anglais,  
il se peut qu'elle présente quelques légères différences.

Cover design: IEA. Photo credit: © Maciej Frołow

# The Online Bookshop

International Energy Agency



All IEA publications may be bought  
online on the IEA website:

[www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)

You may also obtain PDFs of  
all IEA books at 20% discount.

Books published before January 2007  
- with the exception of the statistics publications -  
can be downloaded in PDF, free of charge  
from the IEA website.

## IEA BOOKS

**Tel: +33 (0)1 40 57 66 90**

**Fax: +33 (0)1 40 57 67 75**

**E-mail: [books@iea.org](mailto:books@iea.org)**

International Energy Agency  
9, rue de la Fédération  
75739 Paris Cedex 15, France

### CUSTOMERS IN NORTH AMERICA

Turpin Distribution  
The Bleachery  
143 West Street, New Milford  
Connecticut 06776, USA  
Toll free: +1 (800) 456 6323  
Fax: +1 (860) 350 0039  
[oecdna@turpin-distribution.com](mailto:oecdna@turpin-distribution.com)  
[www.turpin-distribution.com](http://www.turpin-distribution.com)

*You may also send*

*your order*

*to your nearest*

*OECD sales point*

*or use*

*the OECD online*

*services:*

[www.oecdbookshop.org](http://www.oecdbookshop.org)

### CUSTOMERS IN THE REST OF THE WORLD

Turpin Distribution Services Ltd  
Stratton Business Park,  
Pegasus Drive, Biggleswade,  
Bedfordshire SG18 8QB, UK  
Tel.: +44 (0) 1767 604960  
Fax: +44 (0) 1767 604640  
[oecdrow@turpin-distribution.com](mailto:oecdrow@turpin-distribution.com)  
[www.turpin-distribution.com](http://www.turpin-distribution.com)