



# Le Plan B à l'horizon 2020

## Réduction de 80% des émissions de gaz à effet de serre

Lester R. Brown, Janet Larsen, Jonathan G. Dorn and Frances C. Moore

Traduction de l'anglais : P.-Y. Longaretti pour *Alternative Planétaire* ([www.alternativeplanetaire.org](http://www.alternativeplanetaire.org))

---

Lorsque les responsables politiques se penchent sur la question de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ils se focalisent presque invariablement sur les objectifs politiquement atteignables. L'*Earth Policy Institute* adopte un autre point de vue :

**Quelle réduction est nécessaire pour éviter les effets les plus désastreux du changement climatique ?**

L'utilisation de combustibles fossiles et la destruction des forêts conduisent au rejet dans l'atmosphère de très grandes quantités de gaz à effet de serre, notamment du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Ces gaz agissent comme des trappes à chaleur, induisant un réchauffement de la planète ; le changement résultant nous pousse progressivement hors des conditions climatiques qui ont permis le développement de notre civilisation.<sup>1</sup>

Nous ne pouvons pas laisser la planète se réchauffer davantage. Au niveau actuel, déjà anormalement élevé, les gigantesques masses de glace du Groenland et de la partie ouest de l'Antarctique fondent à un rythme accéléré ; la disparition de ces deux immenses pans de banquises continentales provoquerait une hausse du niveau des mers d'une douzaine de mètres. Partout dans le monde, les glaciers de montagne reculent et sont menacés de dispa-

rition. C'est le cas en particulier en Asie ; or c'est la fonte saisonnière de ces glaciers qui alimente l'ensemble des fleuves et rivières de ce continent pendant la saison sèche.<sup>2</sup>

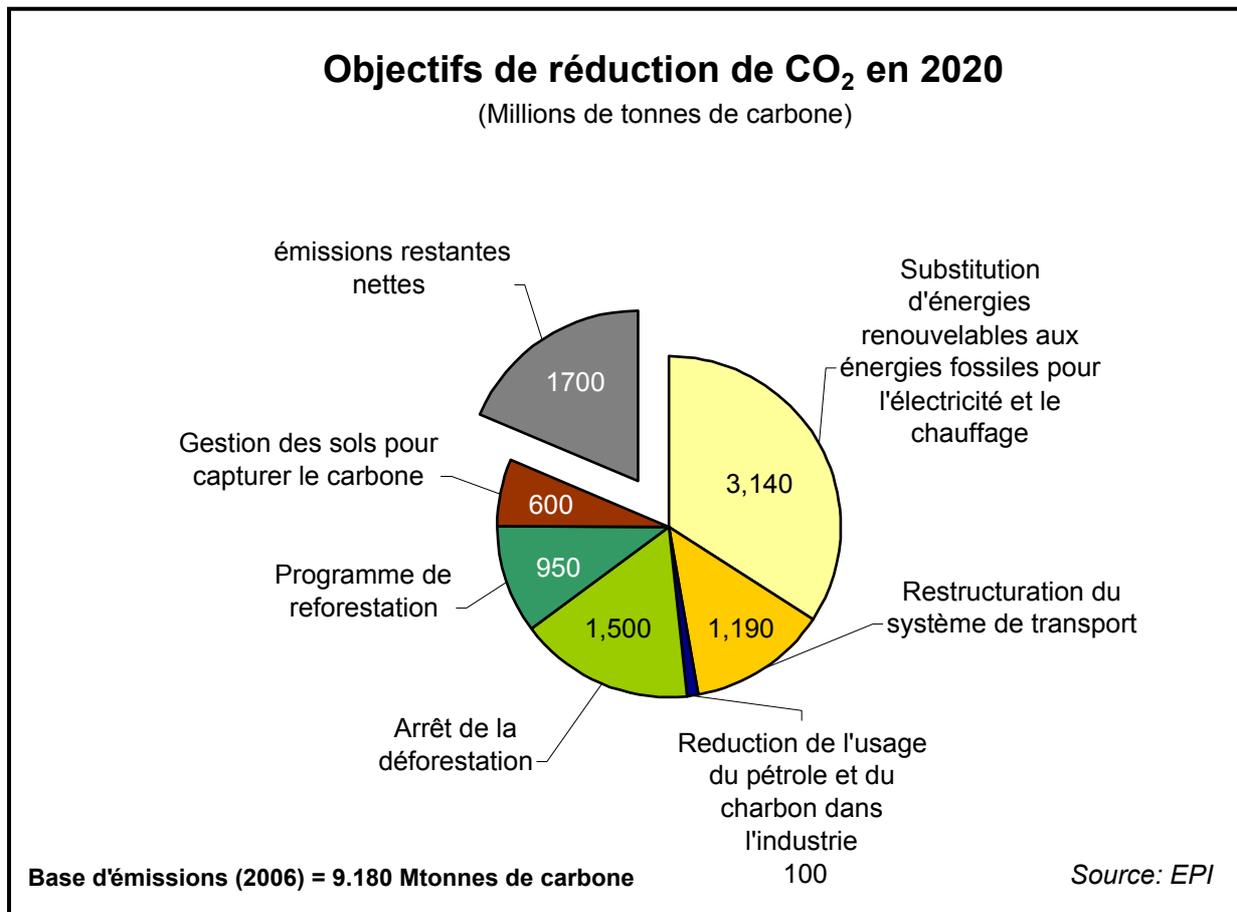
Repousser davantage la mise en place des mesures nécessaires ne peut que résulter en une aggravation des impacts du changement climatique. Il est plus que temps de mettre en action le « Plan B ».

Conçu comme une alternative à la marche traditionnelle de l'économie, ce Plan B impose désormais une réduction de 80% des émissions nettes de dioxyde de carbone d'ici 2020. La concentration actuelle de gaz carbonique dans l'atmosphère est de 384 ppm (parties par million). En adoptant ce plan, la concentration maximale n'excédera pas 400 ppm, et les augmentations futures de température de notre planète seront réduites au minimum.<sup>3</sup>

Un tel objectif de réduction des émissions suppose une mobilisation générale mondiale à un rythme de préparation de guerre et se décline en plusieurs volets. D'une part, il est urgent de stopper la croissance de la demande en énergie, notamment par des gains en efficacité énergétique. Simultanément, un tiers des émissions peut être évité en remplaçant les combustibles fossiles par des sources d'énergie renouvelables pour la production d'électricité et le chauffage. Une réduction supplémentaire de 14% est possible en restructurant notre système de transport et en limitant le recours au pétrole et au charbon

dans le secteur industriel. L'arrêt de la déforestation au niveau mondial permet de gagner 16% supplémentaires. Finalement, des campagnes de reforestation et de gestion adaptée des sols peuvent conduire à la séquestration dans la biomasse de 17% de nos émissions actuelles.<sup>4</sup>

Aucune de ces marges d'action ne dépend de l'émergence de nouvelles technologies. Toutes les connaissances nécessaires à cette réduction des émissions de 80% d'ici 2020 sont disponibles. La seule chose requise est une gouvernance à la hauteur des enjeux.



## Economies d'énergie et efficacité énergétique

Selon l'Agence Internationale de l'Énergie, la demande énergétique globale devrait croître de 30% d'ici 2020. Néanmoins, la marge de progression dans l'efficacité de l'utilisation de l'énergie est énorme, et pourrait nous permettre non seulement d'éviter cette croissance de la demande, mais aussi de réduire la demande globale en 2020 de 6% par rapport à 2006.<sup>6</sup>

Les marges de manœuvre sont très importantes, dans le bâtiment et dans l'industrie, mais également chez les particuliers, au niveau de l'éclairage et de l'équipement électroménager. Des gains plus que conséquents sont également à portée de main dans le secteur des transports. Pour l'essentiel, les mesures requises peuvent être mises en place rapidement et sont auto-finançables.<sup>7</sup>

### Moins d'énergie, moins de dépenses<sup>8</sup>

Augmenter l'efficacité énergétique est une démarche doublement gagnante : on réduit la consommation d'énergie et le niveau des dépenses. En combinant les mesures simples suivantes, un ménage peut économiser des centaines d'euros par an :

- Utiliser des ampoules à basse consommation
- Débrancher les appareils électroniques lorsqu'ils ne sont pas en service
- Utiliser un système de contrôle du chauffage (ou de la climatisation) pendant la nuit et pendant les départs en vacances
- Investir dans l'isolation de son appartement ou de sa maison
- Remplacer ses appareils électroménagers anciens par des produits récents à haute performance énergétique

## Bâtiments



Une grande part de la production d'électricité est utilisée par les bâtiments. Par ailleurs, le secteur de la construction est l'un des premiers

consommateurs de matériaux de base. Aux Etats-Unis, les bâtiments représentent 70% de la consommation d'électricité et 40% du total des émissions de CO<sub>2</sub>. A titre de comparaison, en France, l'habitat et le tertiaire représentent 31% de la consommation d'électricité, et 25% des émissions de gaz carbonique. En améliorant l'isolation thermique des bâtiments anciens et en utilisant des appareils électroménagers plus économes, on peut réduire la consommation énergétique de 20 à 50% selon les cas. Aux Etats-Unis, un groupement d'architectes et d'ingénieurs a lancé une opération « Défi Architecture 2030 », avec pour objectif annoncé la réduction de l'usage des combustibles fossiles de 80% dans les nouveaux bâtiments d'ici 2020, une étape vers des constructions à bilan carbone neutre pour 2030.<sup>9</sup>

## Eclairage

Les ampoules électriques traditionnelles transforment la quasi-totalité de l'électricité qu'elles consomment en chaleur plutôt qu'en lumière. Les remplacer par des ampoules à basse consommation produit une économie immédiate, de l'ordre de 75% par exemple dans le cas des ampoules fluorescentes compactes. De plus ce type d'ampoule a une durée de vie dix fois supérieure. Sur sa durée de vie, l'énergie économisée en remplaçant une ampoule standard par une ampoule à

basse consommation est équivalente à celle nécessaire pour traverser les Etats-Unis de New-York à San Fransico au volant d'une conduire Toyota Prius (véhicule hybride). Au niveau mondial, le remplacement des ampoules standard dans les secteurs résidentiels, tertiaires, industriels et pour l'éclairage public conduirait à une économie d'électricité de 12%, soit l'équivalent de la production de 705 centrales à charbon.<sup>10</sup>

### Bannir les ampoules traditionnelles<sup>11</sup>

Un mouvement visant à éliminer les ampoules traditionnelles au profit de modes d'éclairage plus efficaces est en train d'émerger au niveau mondial. Par exemple, le tableau suivant indique, pour quelques pays, la date prévue pour l'élimination complète des ampoules à incandescence traditionnelles.

Irlande	2009
Australie, Argentine, Philippines	2010
Royaume Uni	2011
Canada, Taiwan	2012
Etats-Unis	2014
Chine	2017

## Appareils électroménagers

Des gains similaires peuvent être réalisés dans le domaine de l'électroménager. C'est le cas pour les réfrigérateurs, par exemple. En moyenne, un réfrigérateur en Europe utilise moitié moins d'électricité qu'aux Etats-Unis. Par ailleurs, les appareils les plus efficaces du marché fonctionnent avec un quart de cette moyenne européenne.<sup>12</sup>

Au Japon, le programme *Top Runner* se base sur les appareils les plus efficaces du marché, pour définir les normes de consommation énergétique de demain. Entre 1997-98 et 2004-05, ce programme a permis d'augmenter l'efficacité des réfrigérateurs japonais de 55%, un chiffre s'élevant à 68% dans le cas des climatisations, et 99% pour les ordinateurs. Un programme de ce type encourage continuellement l'innovation technologique ; il pourrait être étendu au niveau mondial.<sup>13</sup>

Le mode « veille » lui-même, incorporé dans de nombreux appareils électroniques, représente de nos jours environ 10% de la consommation d'électricité résidentielle. Dans ce domaine, certaines normes industrielles, comme la limite à 1 watt en mode veille qui

entrera en vigueur en 2010 en Corée du Sud, pousse les constructeurs à améliorer les performances de leurs produits. Mais les consommateurs eux-mêmes peuvent éliminer cette consommation inutile à la base en débranchant leurs équipements, ou en utilisant des petits systèmes de gestion intelligents qui coupent l'alimentation électrique lorsque les appareils ne sont pas utilisés.



## Industrie

Les industries de la chimie, de la pétrochimie (dont la production de matières plastiques, d'engrais et de détergents), de l'acier et du ciment sont des poids lourds en termes d'émission de gaz à effet de serre. La réorganisation des modes de fonctionnement de ces secteurs offre des opportunités majeures de réduction de la demande énergétique. Une

production plus efficace et un recyclage généralisé des matières plastiques résulterait en une réduction de près d'un tiers du besoin en combustible fossile de ce secteur. Environ 1 milliard de tonnes d'acier sont produites par an pour la construction automobile, l'électroménager, le bâtiment et autres produits. L'utilisation des hauts-fourneaux les plus

efficaces et la généralisation du recyclage pourraient ici conduire à une réduction de l'ordre de 40%. Pour la production de ciment, c'est probablement en Chine que les plus grandes marges de progression existent. Ce pays représente à lui seul près de la moitié des

2,3 milliards de tonnes de la production mondiale — plus que les vingt pays suivants réunis. L'utilisation des technologies de séchage les plus efficaces, comme au Japon, pourrait réduire les émissions de ce secteur de plus de 40%.<sup>15</sup>

## Transports

L'objectif d'un système de transport en commun bien conçu est d'offrir à chacun les possibilités de déplacement dont il a besoin. Ce but a semblé pouvoir être atteint par des politiques de transport centrées autour de l'automobile, mais il est de plus en plus évident que cette option génère essentiellement une congestion du trafic, sans parler de la pollution qui l'accompagne. Restructurer l'offre de transport autour du train, du tram, des réseaux de bus rapides à voies dédiées, tout en faisant de la sécurité des piétons et des cyclistes une priorité ainsi qu'en facilitant leur accès à ces moyens de transport ne règle pas seulement les problèmes engendrés par la politique du tout-automobile, mais permet de surcroît de réaliser de substantielles économies d'énergie.



L'essentiel de ces économies est obtenu en électrifiant les réseaux ferrés et en réalisant les trajets de courte distance sur route à partir de la même source d'énergie, à condition d'abandonner dans le même temps les combustibles fossiles au profit de sources d'énergie renouvelables pour la production de l'électricité. Pour les déplacements à grande

distance, l'économie réside dans le transport de masse. Les lignes de train à grande vitesse, comme celles en service en Europe et au Japon, offrent des possibilités de connexion interurbaines rapides et efficaces sur le plan énergétique limitant le recours à la voiture ou à l'avion.<sup>16</sup>

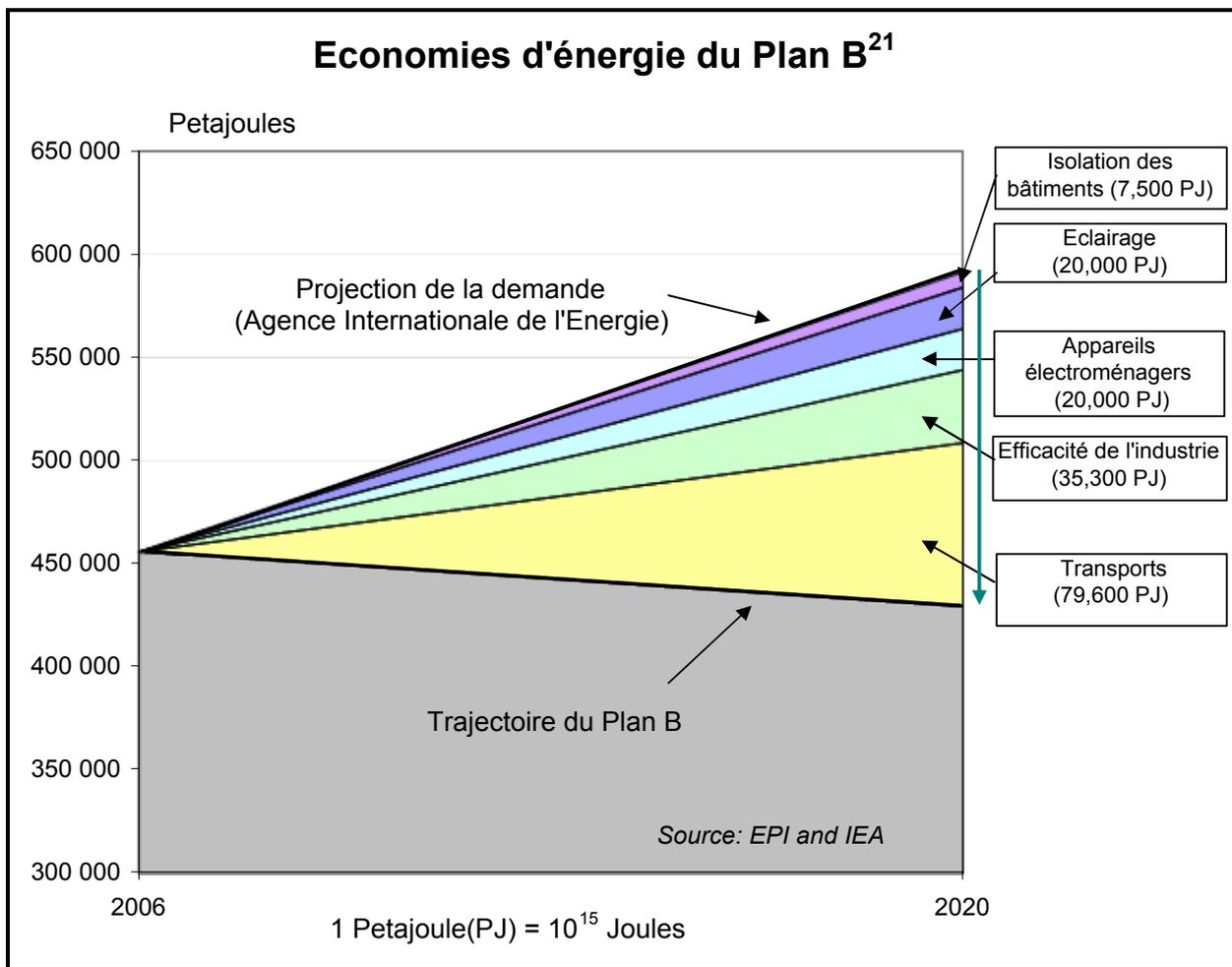
En ce qui concerne la voiture individuelle, réduire la consommation d'essence est essentiel. L'usage généralisé de véhicules hybrides (essence/électricité) rechargeables sur le réseau, lui-même alimenté par des centrales solaires ou éoliennes, permettrait de réaliser les trajets de courte distance en minimisant considérablement les émissions de gaz carbonique. La plupart des déplacements journaliers — pour le travail notamment — pourraient se faire uniquement sur l'énergie fournie par la batterie, le réservoir d'essence ne servant éventuellement que sur les distances plus longues. Plusieurs constructeurs envisagent la mise sur le marché de modèles de ce type dans les prochaines années ; c'est le cas entre autres de Toyota, General Motors, Ford et Nissan. En combinant le renouvellement du parc automobile par ce type de véhicules à la généralisation de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables, telles que l'énergie éolienne ou solaire, on peut réduire massivement la consommation de pétrole et les émissions de carbone qui l'accompagnent. Dans le cas des États-Unis, le coût de rechargement des batteries pour l'utilisateur serait équivalent à payer l'essence à un peu moins de 20 centimes d'euro le litre.<sup>17</sup>

### Se débarrasser du moteur à explosion<sup>18</sup>

Les moteurs qui dominent le transport automobile moderne sont les produits d'une technologie très peu efficace dont l'origine remonte au XIX<sup>ème</sup> siècle. 20% environ de l'énergie produite par les moteurs à essence ou Diesel sert au déplacement du véhicule dans les conditions habituelles d'utilisation<sup>a</sup>. Le reste est dissipé en chaleur. Dans un véhicule électrique, 65% de l'énergie de la batterie sert au déplacement. L'abandon du moteur à explosion au profit du moteur électrique pourrait donc conduire à une importante réduction de la demande en énergie.<sup>18</sup>

<sup>a</sup> Ce chiffre ne prend pas en compte l'extraction, le raffinage et le transport (NdT).

## Priorité à l'efficacité



Investir dans l'efficacité énergétique pour compenser la croissance de la demande s'avère souvent moins onéreux que d'accroître la production. Les investissements correspondants sont souvent à haut retour et par ailleurs aident à combattre le changement climatique, en évitant des émissions additionnelles de CO<sub>2</sub>.<sup>19</sup>

La mise en place des mesures d'économie et d'efficacité énergétique du Plan B peut déjà en

soi se traduire à l'horizon 2020 par une réduction de 6% de la consommation d'énergie par rapport à 2006, contrairement aux 30% d'augmentation prédits par l'Agence Internationale de l'Energie. De plus, l'usage des combustibles fossiles engendre de grandes pertes d'énergie sous forme de chaleur ; la transition des combustibles fossiles vers les énergies renouvelables est donc susceptible de réduire encore plus la demande dans le modèle énergétique du Plan B.<sup>20</sup>

## Energies renouvelables

Les gains en efficacité énergétique peuvent compenser l'accroissement des émissions de CO<sub>2</sub>. Le développement rapide des énergies

renouvelables peut quant à lui nous mettre sur le chemin d'une réduction massive de 80% de ces mêmes émissions à l'horizon 2020. La

première étape de ce plan est d'éliminer le charbon et le pétrole dans la génération d'électricité. Tout comme le XIX<sup>ème</sup> siècle aura été le siècle du charbon et le XX<sup>ème</sup> siècle celui du pétrole, le XXI<sup>ème</sup> siècle sera celui des énergies solaire, éolienne et géothermique.

- *« Il va apparaître de plus en plus clairement au cours des 10 prochaines années que les centrales à charbon qui ne*

*mettront pas en œuvre de programmes de capture et séquestration du carbone qu'elles émettent devront être démantelées. »<sup>22</sup>*

*Dr James Hansen  
Directeur de l'Institut Goddard de Recherches  
Spatiales de la NASA*

### Eliminer le recours au charbon<sup>23</sup>

Aux Etats-Unis, un mouvement d'opposition aux centrales électriques au charbon se dessine. Ce mouvement militant issu de la base est peut-être un signe avant-coureur dans la lutte contre le réchauffement climatique. Au début de l'année 2007, 151 projets de nouvelles centrales électriques conventionnelles au charbon étaient à l'étude, mais 59 d'entre eux ont vu leur licence d'exploitation refusée dans le courant de l'année par les gouvernements des différents Etats concernés, ou ont purement et simplement été abandonnés. Sur les projets restants, une cinquantaine est en litige dans les tribunaux et les autres seront probablement remis en question au moment des demandes de permis de mise en exploitation.

Les quelques mouvements épars et locaux d'opposition à la construction de nouvelles centrales au charbon se sont rapidement fédérés pour générer une vague nationale d'opposition à ce type de centrale de la part d'organisations écologiques, citoyennes et agricoles, ainsi que par des experts reconnus du changement climatique et par les gouvernements de divers Etats des Etats-Unis.

Des banques d'investissement de Wall Street, telles que Merrill Lynch, Citi, Morgan Stanley et J.P. Morgan Chase ont baissé les cotes des stocks de charbon, ou ont assortis les futurs prêts consentis aux exploitants de centrale à charbon de conditions liées à la viabilité économique de ces centrales dans un contexte de taxation future des émissions de carbone. Même en l'absence de mesure législative interdisant la construction de nouvelles centrales à charbon, ces oppositions venant tant de la base que des bailleurs conduisent de fait à un moratoire sur ce type de centrale.

## Energie éolienne

Cette source d'énergie est une des pièces maîtresse du Plan B. Elle est abondante, assez largement distribuée, propre, sans impact sur le climat, bon marché, et inépuisable.

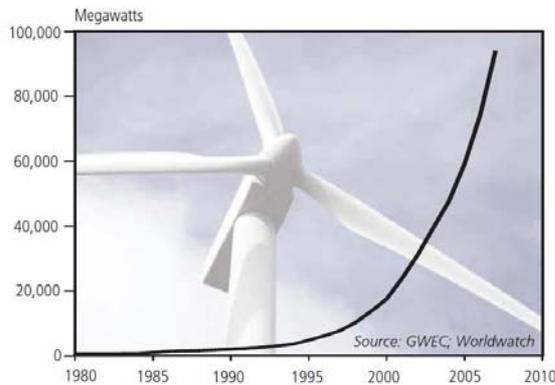
La capacité mondiale de génération d'énergie électrique d'origine éolienne est passée de 17.000 mégawatts en 2000 à plus de 100.000 mégawatts en 2008. L'Allemagne est le pays dont la capacité installée est la plus grande : 22.000 mégawatts, soit 7% de ses besoins en électricité. Viennent ensuite les Etats-Unis, l'Espagne, l'Inde, la Chine et le Danemark. Ce dernier pays est leader en ce qui concerne la proportion d'éolien dans sa production d'électricité, qui est maintenant de 20%. Son objectif est d'atteindre 50% ; la production

supplémentaire étant attendue pour l'essentiel d'installations off-shore.<sup>24</sup>

Un inventaire réalisé en 1991 par le Département de l'Energie des Etats-Unis a estimé que les Etats du Kansas, du Dakota du Nord et du Texas disposent à eux seuls d'un potentiel éolien suffisant pour couvrir l'ensemble des besoins en électricité du pays. En ayant recours à des turbines récentes, deux fois plus hautes et beaucoup plus efficaces que celles disponibles au moment cette étude, il apparaît que la ressource éolienne de ces trois Etats est suffisante pour couvrir non seulement les besoins en électricité, mais aussi la totalité des besoins en énergie des Etats-Unis. Si on tient également compte du potentiel off-shore, qui représente environ 70% de la consommation d'électricité

du pays, le potentiel en énergie éolienne est plus que prometteur.<sup>26</sup>

### Puissance cumulée 1980-2007<sup>25</sup>



Le Plan B repose entre autres sur un programme d'urgence de mise en exploitation de 3 millions de mégawatts d'énergie éolienne

d'ici 2020. Ce programme implique la mise en service chaque année de 1,5 millions de turbines de 2 Mégawatts chacune sur les 12 prochaines années. Ce chiffre paraît imposant, mais doit être comparé aux 65 millions de voitures produites chaque année au monde. En fait, les Etats-Unis pourraient assurer une production de masse de ces turbines éoliennes en utilisant les chaînes d'assemblage de l'industrie automobile qui sont en chômage technique ; ce programme permettrait de plus de renforcer le potentiel industriel du pays et de créer des emplois.<sup>27</sup>

Le coût de production et d'installation d'une turbine est de 3 millions de dollars. La totalité de ce programme représente donc, au niveau mondial, un investissement de 375 milliards de dollars par an sur les 12 prochaines années. Ce chiffre est à comparer à la prospective de dépense de mille milliards de dollars de dépenses annuelles dans les secteurs du pétrole et du gaz en 2016.<sup>28</sup>

### Le Texas se tourne vers l'éolien<sup>29</sup>

L'Etat du Texas a longtemps été leader de la production pétrolière sur le sol américain. Il est maintenant leader dans la production d'énergie éolienne. En 2006, le gouverneur Rick Perry a annoncé la mise en place d'un programme de collaboration entre le secteur public et le secteur privé. La Commission Publique des centrales électriques d'une part et des promoteurs privés de fermes d'éoliennes et de lignes électriques de l'autre se sont entendus pour connecter la partie ouest de l'Etat, où se trouve l'essentiel du potentiel éolien, et la partie centrale, la plus peuplée. La capacité installée visée est de 23.000 mégawatts, de quoi couvrir les besoins résidentiels de la moitié des 24 millions d'habitants de l'Etat.

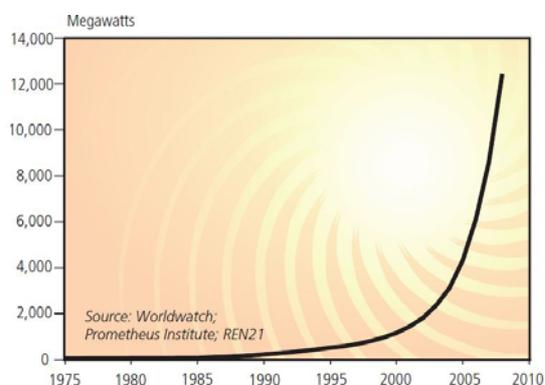
## Energie solaire

L'énergie solaire peut être utilisée à la fois pour la production d'électricité et de chaleur. Un des objectifs du Plan B est de multiplier le nombre de capteurs solaires installés sur les toits pour atteindre en 2020 une capacité de production d'électricité dépassant le million de mégawatts. Des centrales solaires photovoltaïques et thermiques pourraient quant à elles ajouter quelques 300.000 mégawatts à cet objectif.

La production d'électricité par cellules photovoltaïques — qui transforment la lumière du Soleil directement en électricité — double

approximativement tous les deux ans. Au niveau mondial, la puissance totale installée est maintenant de 12.400 mégawatts. Dans les phases initiales de développement de ce mode de production de l'électricité, de nombreuses installations n'étaient pas connectées au réseau électrique mais de nos jours, de nombreux distributeurs d'électricité commencent à tirer parti de l'énorme potentiel (pour l'essentiel inexploité) que représente les surfaces bâties.<sup>30</sup>

### Puissance cumulée 1975-2007<sup>31</sup>



Il existe aussi des projets de centrales thermiques solaires. Dans ce type de centrale, l'énergie solaire est concentrée, par des miroirs par exemple, et la chaleur générée sert à transformer de l'eau en vapeur, qui à son tour met en mouvement une turbine. Ce type de projet permet d'envisager la production d'électricité à partir du Soleil à une grande échelle, et de façon économiquement rentable. L'Algérie — qui est déjà par ailleurs un important exportateur de pétrole — envisage la mise en service de 6.000 mégawatts de puissance électrique par ce type de centrale, qui seraient ensuite exportés vers l'Europe via un câble sous-marin. Un projet de cette ampleur peut couvrir les besoins en électricité

résidentielle d'un pays comme le Portugal, par exemple.<sup>32</sup>

L'installation de systèmes thermiques solaires pour l'eau chaude et le chauffage résidentiel sur le toit des maisons ou des immeubles va également jouer un rôle majeur dans la réduction des émissions de gaz carbonique du plan B. L'objectif pour 2020 est d'atteindre 1 million de mégawatts en puissance installée. En Chine, près de 40 millions de capteurs solaires thermiques ont été installés sur les toits d'habitations individuelles au cours des dernières années, tant dans les villes que dans les villages, et pour un coût de l'ordre de 200 dollars par installation. Cela représente l'équivalent de la production de 54 centrales conventionnelles au charbon. 124 millions de mètres carrés de toits sont couverts de ces systèmes à ce jour dans ce pays. Le gouvernement chinois envisage d'atteindre 300 millions de mètres carrés en 2020 — plus du double.<sup>33</sup>

La fédération de l'Industrie du Solaire Thermique Européen s'est fixée un but encore plus ambitieux : elle vise une surface de 500 millions de mètres carrés de capteurs solaires thermiques, soit un mètre carré par Européen. A noter qu'actuellement, c'est l'état d'Israël qui est le mieux équipé sur ce plan, avec 0.74 m<sup>2</sup> par habitant. Si les objectifs européens et chinois sont atteints, et que dans le même temps ce type d'installation décolle également aux Etats-Unis, au Japon et dans le reste du monde, l'économie d'énergie réalisée sera équivalente à la production de 690 centrales conventionnelles au charbon.<sup>34</sup>

### De quoi alimenter la réflexion<sup>29</sup>

On dit communément que l'on est ce que l'on mange mais peu de gens s'interrogent sur l'impact du contenu de leur assiette sur le changement climatique. Les Américains, par exemple ont un régime alimentaire riche en viande rouge. En adoptant des habitudes alimentaires différentes, à base de céréales, de légumes et de fruits, leur impact sur le changement climatique pourrait être aussi grand que s'ils utilisaient pour leurs déplacements un véhicule hybride comme la Toyota Prius au lieu d'un gros 4x4. Par ailleurs, le nombre de marchés où l'on peut acheter la production d'agriculteurs et d'éleveurs locaux a triplé à travers le pays depuis les années 90. C'est un indice que les Américains se tournent de plus en plus vers la production alimentaire locale, qui requiert beaucoup moins d'énergie en transport et en processing.

## Energie géothermique

Il est bien connu au moins des énergéticiens que la quantité d'énergie solaire atteignant la surface de la Terre en une heure suffirait à couvrir la demande mondiale en énergie pour une année. Il est par contre moins connu que les 10 kilomètres supérieurs de la croûte terrestre contiennent 50.000 fois plus d'énergie sous forme de chaleur que l'ensemble des réserves de pétrole et de gaz mondiales combinées. Le potentiel de l'énergie géothermique est vaste, que ce soit pour la fourniture de l'électricité, pour le chauffage résidentiel, pour la culture en serre ou pour la demande en énergie de l'industrie. Néanmoins, en dépit de cette abondance, seuls 9.300 mégawatts d'énergie géothermique sont exploités à travers le monde.<sup>36</sup>

A ce jour, 90% des habitations islandaises sont chauffées par géothermie. Aux Philippines, 25% de l'électricité produite est d'origine géothermique. Un pourcentage qui s'élève à 22% au Salvador. Les pays bordant le Pacifique sont également très bien dotés en énergie géothermique, le long de ce que l'on appelle le cercle

de Feu ; il s'agit en particulier du Chili, du Pérou, du Mexique, des Etats-Unis, du Canada, de la Russie, de la Chine, du Japon, de l'Indonésie et de l'Australie. Les pays situés le long de la vallée du Rift africain ou ceux de l'est du pourtour méditerranéen disposent également d'un grand potentiel.<sup>37</sup>

Une étude interdisciplinaire conduite au *Massachusetts Institute of Technology* en 2006 est parvenue à la conclusion qu'en investissant 1 milliard de dollars dans la R&D sur ce type d'énergie — soit le coût d'une centrale conventionnelle au charbon — les Etats-Unis bénéficieraient de 100.000 mégawatts de capacité de production électrique en provenance de systèmes géothermiques à efficacité accrue d'ici 2050, soit l'équivalent de 250 centrales à charbon. Le Plan B propose d'accroître d'un facteur 5 l'utilisation de la géothermie pour le chauffage, et d'un facteur 22 son utilisation pour la production d'énergie électrique ; cet objectif permettrait de fermer d'autant plus de centrales à charbon dans le monde entier.<sup>38</sup>

### Relocaliser la production d'énergie<sup>39</sup>

Des quantités énormes d'énergie sont dévolues au forage, et à l'extraction et au transport des énergies fossiles, comme le charbon et le pétrole. Aux Etats-Unis, le transport de charbon, principalement pour la production d'électricité, représente 40% du transport ferroviaire de marchandises.

Se tourner vers les sources beaucoup plus largement distribuée d'énergie renouvelables, comme l'éolien, le solaire ou la géothermie nous fait revenir à un mode de production de l'énergie non seulement plus local mais aussi plus efficace.

## Pour compléter le panorama énergétique

L'énergie de la biomasse et l'énergie hydroélectrique — incluant celle des marées et des vagues — viennent s'additionner à celles du vent, du soleil et à la géothermie pour compléter le « portefeuille énergétique » du Plan B. La biomasse fournit de l'énergie à partir des sous-produits de l'exploitation forestière et de l'industrie du sucre, des résidus des récoltes, des déchets verts des particuliers ou des espaces verts, qui peuvent tous être brûlés pour produire de l'électricité ou de la chaleur. Dans le Plan B, l'électricité

générée de cette façon peut atteindre 200 gigawatts en 2020.

En ce qui concerne l'hydroélectricité, les 850 gigawatts de la production mondiale actuelle pourraient être étendus et atteindre 1350 gigawatts à cette même date. De nombreuses sources vont contribuer à cette capacité additionnelle : grands barrages qui viennent d'être construits en Chine ou sont en construction au Brésil et en Turquie ; grand nombre d'installations hydroélectriques de

petite taille ; croissance rapide du nombre de projets visant à tirer parti de l'énergie des marées (dont certains visant une production de plusieurs gigawatts) ; très grand nombre de projets de plus petite envergure de captage de l'énergie des vagues. Si l'intérêt récemment

porté à ces sources alternatives d'énergie hydraulique continue de se développer, il est même vraisemblable que l'objectif de 500 gigawatts supplémentaires d'hydroélectricité sera dépassé.<sup>40</sup>

### Production d'énergie renouvelable en 2006 et objectifs du Plan B pour 2020<sup>41</sup>

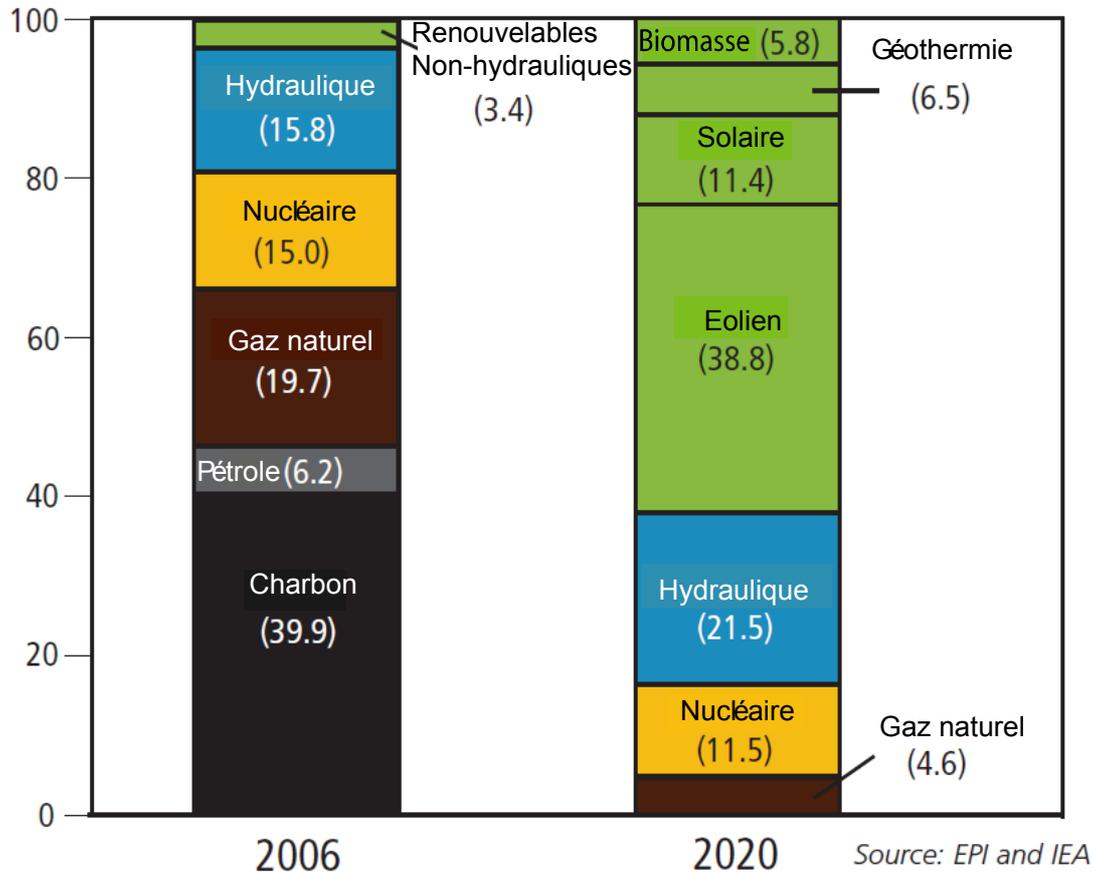
<b>Source</b>	<b>2006</b>	<b>2020</b>
	<b>(gigawatts)</b>	
<b>Electricité</b>		
<b>Eolien</b>	<b>74</b>	<b>3,000</b>
<b>Photovoltaïque individuel</b>	<b>9</b>	<b>1,090</b>
<b>Centrales photovoltaïques</b>	<b>0</b>	<b>100</b>
<b>Centrales solaires thermiques</b>	<b>0</b>	<b>200</b>
<b>Geothermie</b>	<b>9</b>	<b>200</b>
<b>Biomasse</b>	<b>45</b>	<b>200</b>
<b>Hydrolique</b>	<b>850</b>	<b>1,350</b>
<b>Total</b>	<b>987</b>	<b>6,140</b>
<b>Chauffage</b>		
<b>Solaire thermique</b>	<b>100</b>	<b>1,100</b>
<b>Geothermie</b>	<b>100</b>	<b>500</b>
<b>Biomasse</b>	<b>220</b>	<b>350</b>
<b>Total</b>	<b>420</b>	<b>1,950</b>

Le plan B ne comporte pas de volet nucléaire. En fait, si le coût total des centrales nucléaires était pris en compte — coût incluant le traitement et le stockage des déchets nucléaires, le démantèlement des centrales en fin de vie, l'assurance contre les risques d'accidents ou d'attaques terroristes — le nucléaire ne serait tout simplement pas rentable face aux autres sources d'électricité.<sup>42</sup>

Au total, le développement de 5000 gigawatts de capacité de production à partir de sources d'énergie renouvelables à l'horizon 2020, dont

une bonne partie à base d'éolien, permettrait largement de se passer du pétrole, du charbon, et de 70% du gaz naturel pour la production d'électricité. De plus, le 1530 gigawatts supplémentaires que ce plan envisage pour le chauffage des bâtiments et de l'eau réduiront d'autant l'usage du pétrole et du gaz dans ce secteur. L'essentiel de cette croissance peut être assuré par des systèmes solaires thermiques installés sur les toits des maisons et des immeubles.<sup>43</sup>

## Production d'électricité mondiale par source d'énergie En 2006 et selon le Plan B en 2020<sup>44</sup>



Dans les grandes lignes, la mise en place de ce plan énergétique à l'horizon 2020 permettrait de faire chuter de 90% la consommation de combustibles fossiles pour la production d'électricité, et de 70% dans le secteur des transports. Cette seconde réduction viendrait d'une part de la substitution de véhicules hybrides efficaces rechargeables sur le réseau, et de la mise en services de trains électriques à la place des locomotives Diesel — dans la mesure où l'électricité provient de sources d'énergie renouvelables. De plus, dans cette nouvelle économie du secteur de l'énergie, de nombreux bâtiments seraient chauffés et éclairés entièrement à partir de sources d'énergie renouvelables.<sup>45</sup>

Dans la même perspective, les réseaux de distribution de l'électricité, qui dans un certain nombre de pays ou de régions sont inefficaces et surchargés, doivent être progressivement remplacés par des réseaux plus puissants et plus intelligemment conçus. Des réseaux na-

tionaux ou internationaux renforcés, incorporant les infrastructures régionales présentes ou futures, permettront aux fournisseurs de mieux gérer les fluctuations d'offre et de demande, de même que l'intermittence de certaines sources d'énergie comme le vent. De nouvelles générations de contrôleurs numériques et de systèmes de communication en temps réel sur les lignes de distribution, les nœuds du réseau et les centrales couplés à des compteurs « intelligents » installés chez les particuliers et dans les entreprises permettent d'accroître l'efficacité de la distribution de l'électricité et de réduire sa consommation.<sup>46</sup>

Il est inévitable que les puits de pétrole et les mines de charbon s'épuisent et soient abandonnés à terme. Mais les énergies solaires et éoliennes sont inépuisables, même si les turbines et les panneaux solaires doivent être réparés ou remplacés de temps en temps. Ces nouveaux puits ne s'épuiseront pas.

### Des compteurs « intelligents »<sup>47</sup>

Des compteurs de ce type peuvent être installés chez les particuliers ou dans les entreprises. Ils délivrent un flot d'information dans les deux sens entre l'utilisateur et le fournisseur d'électricité. Sur la base de ces informations, un consommateur peut choisir en temps réel par exemple entre faire tourner un lave-vaisselle en heure de pointe à plein tarif ou utiliser un retardateur pour lancer l'appareil en heures creuses dans la nuit à un tarif beaucoup plus économique. Ce genre d'option permet d'une part au consommateur de réduire sa facture d'électricité, et d'autre part au fournisseur de réduire la demande en heure de pointe en modifiant les tarifs en temps réel, et éventuellement éviter la construction de nouvelles centrales.

En combinant des compteurs intelligents avec des appareils électroménagers eux-mêmes plus intelligents, des économies encore plus substantielles peuvent être réalisées. Aux Etats-Unis un projet pilote de ce type a été lancé et 112 maisons ont été équipés de compteurs de ce type ainsi que de chauffe-eau et systèmes de chauffage domestique programmés pour prendre en compte en temps réel les variations du prix de l'électricité ; on a aussi installé dans ces habitations des sèche-linge prévenant l'utilisateur lorsque le prix du kilowatt-heure est élevé. Ce programme-test de paiement de l'électricité à des tarifs indexés sur la demande en temps réel a permis aux personnes participantes de réduire leur facture d'électricité mensuelle de 30% sur la période concernée (mars 2006 à mars 2007).

## Reforestation et stabilisation des sols

Le plan B ne vise pas seulement à réduire l'utilisation des combustibles fossiles. Il est également nécessaire de stopper la déforestation qui s'observe tout autour du globe et de replanter massivement des arbres pour séquestrer une partie du carbone présent dans l'atmosphère. Par ailleurs, l'adoption de pratiques différentes de gestion de surfaces agricoles peut aussi réduire les émissions de gaz à effet de serres.

La déforestation a déjà été rendue illégale dans diverses certaines régions, principalement pour réduire les inondations, stabiliser les sols et prévenir l'érosion. Mais comme les forêts encore présentes sur la surface du globe constituent d'immenses réservoirs de carbone, les mesures prises en faveur de leur protection dépassent maintenant les questions de protection de l'environnement pour englober la question de la stabilisation du climat. L'arrêt de la déforestation impliquera nécessairement une réduction de la consommation de bois et de papier, un effort substantiel de recyclage, et une réduction de la pression sur les forêts dues à l'expansion démographique et à l'accroissement des surfaces consacrées à l'élevage et à l'agriculture. En mettant un terme à la déforestation, on peut réduire les émissions en 2020 de 1.5 milliard de tonnes de carbone.<sup>48</sup>

Au-delà de l'arrêt de la déforestation, le Plan B vise à accroître la surface forestière terrestre

et constituer de cette façon un nouveau puits de carbone. Pour chaque nouvel arbre planté sous les Tropiques, ce sont 50 kg de CO<sub>2</sub> qui sont évacués de l'atmosphère chaque année pendant sa croissance, d'une durée de 20 à 50 ans. Dans les régions tempérées, ce chiffre est de 13 kg. La plantation de nouveaux arbres sur les quelques 171 millions d'hectares de terres dégradées pourrait capturer plus de 950 millions de tonnes de carbone d'ici 2020. Par ailleurs cette opération de mise en valeur de ces terres pourrait être économiquement viable avec une taxe carbone s'élevant à \$210 la tonne.<sup>49</sup>



Le carbone peut également être efficacement séquestré dans le sol par une gestion adaptée des terres agricoles, par exemple en étendant les surfaces où le labour est minimal ou inexistant, en plantant des cultures de couverture du sol hors saison, et en mettant en place des types de cultures pérennes en place des

cycles annuels de récoltes. On estime que 600 millions de tonnes de carbone peuvent être capturés annuellement de cette façon, tout en

augmentant la fertilité des cultures et les rendements en terme de production vivrière, et en réduisant l'érosion des sols.<sup>50</sup>

### Des milliards d'arbres<sup>51</sup>

A la fin de l'année 2006, le Programme Environnemental des Nations Unies, inspiré par le Prix Nobel de la Paix Wangari Maathai, a annoncé une série de plans au niveau mondial ayant pour objectif la plantation d'un milliard d'arbres en un an. Cet objectif initial a vite été dépassé, et à la mi-2008, ce sont plus de deux milliards d'arbres qui ont été plantés dans plus de 150 pays. Parmi les Etats leaders, on compte l'Ethiopie, avec 700 millions d'arbres, la Turquie (400 millions) et le Mexique (250 millions). L'Etat de l'Uttar Pradesh en Inde est parvenu à planter 10,5 millions d'arbres en une seule journée. La campagne s'est maintenant fixé un nouvel objectif : 7 milliards d'arbres d'ici fin 2009 — soit environ un arbre par habitant de la planète.

## Le prix du carbone

Dans une étude des coûts futurs du changement climatique rendue publique fin 2006 et qui a fait date, l'ancien économiste en chef de la Banque Mondiale Sir Nicholas Stern parle du réchauffement de la planète comme d'un échec majeur de l'économie de marché. Il se réfère plus spécifiquement à l'incapacité du marché à inclure le coût du changement climatique dans le prix des combustibles fossiles, laissant les conséquences des émissions de carbone à la charge de la société publique et non des pollueurs. Les coûts induits se mesurent en milliers de milliards de dollars. La différence entre les prix du marché pour les combustibles fossiles et leur prix réel incorporant le coût environnemental est énorme.<sup>52</sup>

- *« Les régimes communistes se sont effondrés parce qu'ils ne permettaient pas au marché de dire la vérité économique. Le capitalisme pourrait s'effondrer s'il ne permet pas au marché de dire la vérité écologique. »<sup>53</sup>*

*Øystein Dable  
Ancien vice-président d'Exxon  
Pour la Norvège et la Mer du Nord*

La fiscalité est l'un des instruments dont disposent les hommes politiques pour mettre un prix sur les émissions de gaz à effet de serre : il suffit de créer une taxe carbone et conjointement de réduire les impôts sur le revenu pour maintenir la pression fiscale et l'équilibre du budget. Les systèmes et de per-

mis constituent un autre outil : le gouvernement impose un objectif ou une limite sur les émissions de carbone et laisse le marché échanger les crédits ou les permis d'émission jusqu'à cette limite. Les grands groupes préfèrent largement les systèmes de permis, mais les économistes dans leur grande majorité sont plus favorable à la restructuration de la fiscalité. Une telle restructuration est plus efficace, facilement comprise et transparente, et peut être rapidement mise en place dans l'ensemble de l'économie.<sup>54</sup>

Une taxe carbone contrebalancée par une réduction des impôts sur le revenu diffuserait facilement dans toute l'économie des combustibles fossiles. La taxe sur le charbon serait presque le double de celle sur le gaz naturel, le charbon émettant beaucoup plus de gaz carbonique par unité d'énergie produite.<sup>55</sup>

Le Plan B propose la mise en place à l'échelon mondial d'une taxe carbone de 240 dollars la tonne, au rythme de 20 dollars par an entre 2008 et 2020. Une fois un échéancier établi pour cette taxe de même que les grilles de compensation correspondantes sur les impôts sur le revenu, les décideurs économiques peuvent s'appuyer sur la nouvelle structure de prix pour leurs décisions d'achats et d'investissements.

Une taxe de 240 dollars la tonne à l'horizon 2020 peut sembler très élevée, mais ce n'est qu'une apparence. Si les taxes sur l'essence mises en place en Europe (comme la TIPP en

France) — dont l'objectif initial était de générer des revenus et de limiter une dépendance excessive des états européens vis-à-vis des importations de pétrole — étaient considérées comme des taxes carbone, le niveau de taxation moyen de 0.75 centimes d'euros le litre (inférieur au niveau de taxation français) correspondrait à une taxe de 1815 dollars la tonne. C'est un chiffre colossal, bien au-delà de tout ce qui a été avancé à ce jour en terme de taxe carbone ou de système de permis. Il suggère que les chiffres avancés dans les discussions officielles, dans la fourchette de 15 à 50 dollars la tonne, sont clairement dans la tranche la plus basse possible. Les taux d'imposition des produits pétroliers en Europe ont contribué au fil des décennies au développement d'une économie plus efficace en terme d'utilisation du pétrole, et à un investissement beaucoup plus important dans des systèmes de transport public de grande qualité, rendant cette région du globe beaucoup moins vulnérable à d'éventuelles perturbations dans l'approvisionnement en produits pétroliers.<sup>56</sup>

Mettre en place une fiscalité écologique n'est pas un concept nouveau en Europe. En 1999, l'Allemagne a adopté un plan sur quatre ans de transfert de la fiscalité du travail sur l'énergie. En 2003, ce plan avait permis de réduire de 20 millions de tonnes les émissions de CO<sub>2</sub> annuelles et aidé à la création d'environ 250.000 nouveaux emplois. Il a aussi encouragé la croissance du secteur des énergies renouvelables, créant 64.000 emplois en 2006 uniquement dans l'industrie éolienne, un chiffre qui devrait atteindre 103.000 en 2010.<sup>57</sup>

De 2001 à 2006 la Suède a effectué un transfert d'environ 2 milliards de dollars de taxes entre la fiscalité du travail et la taxation d'activités destructrices pour l'environnement. Ce montant représente environ 500 dollars par ménage. La hausse s'est portée sur l'électricité, le carburant et les émissions de CO<sub>2</sub>. Le gouvernement suédois estime que sans cette taxe carbone, les émissions seraient plus élevées de 20%. D'autres pays européens mettent en place des transferts de fiscalité de ce genre, notamment le Danemark, les Pays-Bas, l'Italie, la Norvège et le Royaume Uni.<sup>58</sup>

## Une mobilisation de temps de guerre pour stabiliser le climat

L'objectif de réduction des émissions de 80% à l'horizon 2020 pour stabiliser le climat impose une mobilisation rapide des ressources et une restructuration majeure de l'économie globale. L'entrée en guerre des Etats-Unis pendant la Deuxième Guerre Mondiale fournit un cas d'espèce d'une mobilisation générale de grande ampleur.

Le 6 janvier 1942, soit un mois après le bombardement de Pearl Harbor, le président Franklin Roosevelt a annoncé les objectifs de production d'armes du pays dans son discours sur l'Etat de l'Union. Les Etats-Unis envisageaient de produire 45.000 tanks, 60.000 avions, 20.000 canons anti-aériens et une flotte d'une capacité de 6 millions de tonnes. « Que personne ne dise que cela ne peut pas être fait. » a-t-il déclaré.<sup>59</sup>

De début 42 à fin 44, pratiquement aucune automobile n'a été construite aux Etats-Unis. Le plus grand outil industriel de l'époque — l'industrie automobile américaine — a été attelé à la production d'armes pour remplir les

objectifs fixés par Roosevelt. En fait, à la fin de la guerre, ces objectifs avaient largement été dépassés.<sup>60</sup>

La rapidité de cette conversion d'une économie de temps de paix à une économie de guerre est stupéfiante. Le redéploiement du potentiel industriel américain a fait basculer l'issue du conflit en faveur des Forces Alliées. L'Allemagne et le Japon, déjà au maximum de leurs efforts, ne pouvaient pas contrer cette force de frappe. Winston Churchill se plaisait à citer son secrétaire aux Affaires Etrangères Sir Edward Grey : « Les Etats-Unis sont comme une gigantesque marmite. Une fois sur le feu, la puissance qu'ils peuvent mobiliser est sans limite. »<sup>61</sup>

Cette restructuration de l'industrie des Etats-Unis en l'espace de quelques mois démontre qu'un pays, voire le monde entier, est capable de modifier son économie et son approvisionnement énergétique de façon radicale au cours des douze prochaines années, pour peu qu'il soit convaincu de la nécessité de le faire.

## De l'importance de la gouvernance<sup>62</sup>

Fin 2007 le Premier Ministre Néo-zélandais Helen Clark a fait part de l'intention de son pays d'accroître la part des énergies renouvelables dans sa production électrique de 70 à 90% d'ici 2025 ; cette proportion de 70% déjà en place provient pour l'essentiel de l'hydro-électricité et de la géothermie. Le pays a également l'intention de réduire de moitié les émissions de carbone par habitant d'ici 2040 et d'étendre ses surfaces forestières de quelques 250.000 hectares d'ici 2020, ce qui permettra de séquestrer au bout du compte environ 1 million de tonnes de carbone par an. Le défi, comme le dit Helen Clark, est « d'oser aspirer à devenir neutre sur le plan des émissions de carbone. »

## Le compte à rebours est lancé

Les priorités peuvent changer lorsque le mode de vie d'un pays est en menacé. De nos jours, l'enjeu est encore plus grand ; la civilisation elle-même est en danger.

Une course est engagée, mettant en jeu d'un côté les points de basculement des équilibres naturels et de l'autre ceux de nos systèmes politiques. Peut-on accélérer le mouvement de mise hors service des centrales à charbon à temps pour sauver la couverture glaciaire du Groenland et de l'Ouest de l'Antarctique ? Peut-on construire la volonté politique d'arrêter la déforestation avant que la forêt tropicale amazonienne ne soit affaiblie au-delà du point de non-retour ? Allons-nous mettre en acte le Plan B suffisamment vite pour empêcher la température de la planète de s'emballer hors de contrôle ?

- « *Le sauvetage de la civilisation n'est pas un sport de spectateur.* »<sup>63</sup>

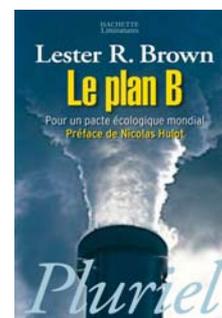
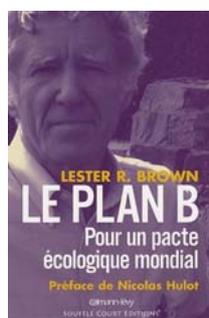
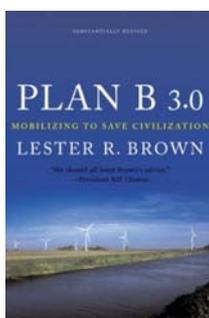
Lester R. Brown  
Président de l'Earth Policy Institute

Nous disposons de la technologie nécessaire pour modifier l'économie de l'énergie au niveau mondial et changer nos habitudes de managements des sols, changements nécessaires à la stabilisation du climat. Le défi à relever est d'ordre politique : avons-nous la volonté de le faire ? Ce choix est le nôtre — le vôtre comme le mien. Si nous décidons d'agir maintenant, nous pouvons être la génération du changement, celle qui aura mis le monde sur le chemin d'un développement réellement durable.

Pour plus de détails sur la réduction de 80% des émissions d'ici 2020, voir *Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization* (New York: W.W. Norton & Company, 2008), par Lester R. Brown, président de l'Earth Policy Institute.

Les publications de l'Institut sont téléchargeables gratuitement sur [www.earthpolicy.org](http://www.earthpolicy.org).

Pour les autres aspects du Plan B concernant la stabilisation de la population, l'éradication de la pauvreté et la restauration des écosystèmes, voir aussi la traduction française de *Plan B 2.0 : Le Plan B. Pour un Pacte Ecologique Mondial* (Calmann-Levy et Souffle Court Editions, 2007, pour l'édition originale, et Hachette-Littératures/Pluriel, 2008, pour l'édition au format de poche)



## Notes

1. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group 1, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers* (New York: Cambridge University Press, 2007), pp. 2–17.
2. U.N. Environment Programme (UNEP), *Global Outlook on Ice and Snow* (Nairobi: 2007), pp. 103, 130–131; J. Hansen et al., “Climate Change and Trace Gases,” *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 365 (15 July 2007), pp. 1949–50; Emily Wax, “A Sacred River Endangered By Global Warming,” *Washington Post*, 17 June 2007.
3. Figure of 384 ppm from Pieter Tans, “Trends in Atmospheric Carbon Dioxide-Mauna Loa,” NOAA/ESRL, at [www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/) trends, viewed 14 May 2008; figure of 400 ppm calculated using fossil fuel emissions from G. Marland et al., “Global, Regional, and National CO<sub>2</sub> Emissions,” in *Trends: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information and Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory (ORNL), 2007), and land use change emissions from R. A. Houghton and J. L. Hackler, “Carbon Flux to the Atmosphere from Land-Use Changes,” in *Trends: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, TN: CDIAC, ORNL, 2002), with decay curve cited in J. Hansen et al., “Dangerous Human-Made Interference with Climate: A GISS ModelE Study,” *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 7 (2007), pp. 2287–312.
4. For more details see Lester R. Brown, *Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization* (New York: W. W. Norton & Company, 2008), pp. 213–87.
5. Emissions in 2006 include emissions from the burning of fossil fuels, from deforestation, and from cement processing in International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2006* (Paris: 2006), p. 493, in Vattenfall, *Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement Opportunities up to 2030: Forestry Sector Deep-Dive* (Stockholm: June 2007), pp. 16, 27, and in IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions* (Paris: 2007), p. 139. Carbon reductions from fossil fuel-generated electricity and heat and transport based on replacing all the coal and oil and 70 percent of the natural gas used to generate electricity, all fossil fuels used for district heating, and 75 percent of oil used for transportation in 2006; industry reductions from IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions*, op. cit. this note; avoided deforestation and afforestation reductions from Vattenfall, op. cit. this note, pp. 16, 27; soil carbon sequestration based on conservative estimates in Rattan Lal, “Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security,” *Science*, vol. 304 (11 June 2004), pp. 1623–27.
6. IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, p. 492.
7. Florian Bressand et al., *Curbing Global Energy Demand Growth: The Energy Productivity Opportunity* (Washington, DC: McKinsey Global Institute, May 2007).
8. CFL savings from U.S. Environmental Protection Agency (EPA), “Compact Fluorescent Light Bulbs,” at [www.energystar.gov/index.cfm?c=cfls.pr\\_cfls](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=cfls.pr_cfls), viewed 7 May 2008; standby power savings from U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), *Regional Energy Profile-U.S. Household Electricity Report* (Washington, DC: July 2005), with average U.S. electricity cost from DOE, EIA, *Electric Power Monthly* (Washington, DC: 11 April 2008); programmable thermostat savings from EPA, “Save Energy this Winter with Help from ENERGY STAR,” at [www.energystar.gov/index.cfm?c=heat\\_cool.pr\\_winter](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=heat_cool.pr_winter), viewed 14 May 2008; insulation savings from DOE, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, *Energy Savers: Tips on Saving Energy & Money at Home* (Washington, DC: January 2006); refrigerator savings from ibid. and from Sierra Club, “Energy Efficiency Saves Money. But How Much?” at [www.sierraclub.org/quiz/energyefficiency/answer.asp](http://www.sierraclub.org/quiz/energyefficiency/answer.asp), viewed 8 May 2008.
9. UNEP, *Buildings and Climate Change: Status, Challenges, and Opportunities* (Paris: 2007), pp. 17, 80; U.S. Green Building Council, “Buildings and Climate Change,” fact sheet (Washington, DC: 2007); retrofit energy savings from Clinton Foundation, “Energy Efficiency Building Retrofit Program,” fact sheet (New York: May 2007); Architecture 2030, “The 2030 Challenge,” at [www.architecture2030.org/2030\\_challenge/index.html](http://www.architecture2030.org/2030_challenge/index.html), viewed 14 May 2008.
10. IEA, *Light’s Labour’s Lost: Policies for Energy-efficient Lighting* (Paris: 2006), pp. 38; EPA, Compact Fluorescent Light Bulbs, at [www.energystar.gov/index.cfm?c=cfls.pr\\_cfls](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=cfls.pr_cfls), viewed 9 June 2008; Larry Kinney, *Lighting Systems in Southwestern Homes: Problems and Opportunities*, prepared for DOE, National Renewable Energy Laboratory (NREL), *Building America Program through the Midwest Research Institute* (Boulder, CO: Southwest Energy Efficiency Project, June 2005), pp. 4–5; energy savings from lighting efficiency measures calculated using IEA, op. cit. this note, pp. 25, 29, and IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, p. 493; coal-fired power plant equivalents calculated by assuming that an average plant has a 500-megawatt capacity and

operates 72 percent of the time, generating 3.15 billion kilowatt-hours of electricity per year.

11. Treacy Hogan, "Gormley Lights the Way with Ban on Bulbs," *The Independent* (Ireland), 7 December 2007; "World First! Australia Slashes Greenhouse Gases from Inefficient Lighting," press release (Canberra, Australia: The Honorable Malcolm Turnbull, MP, 20 February 2007); Greenpeace International, "Argentina to 'Ban the Bulb'," news release (Amsterdam: 14 March 2008); "Philippines to Ban Incandescent Bulbs," *Associated Press*, 5 February 2008; United Kingdom is a voluntary phaseout, from Matt Prescott, "Ban the Bulb?" *Guardian* (London), 27 September 2007; "Canada to Ban Incandescent Light Bulbs by 2012," *Reuters*, 25 April 2007; Taiwan from "Ministry Plan Phases Out Incandescent Light Bulbs," *Taipei Times*, 30 March 2008; United States from Marianne Lavelle, "FAQ: The End of the Light Bulb as We Know It," *U.S. News & World Report*, 19 December 2007; Deborah Zabarenko, "China to Switch to Energy-Efficient Lightbulbs," *Reuters*, 3 October 2007.

12. Greenpeace Canada, "12 Steps: Twelve Clever Ways to Save Lots of Electricity and Money," at [www.greenpeace.org/canada/en/campaigns/climate-and-energy/solutions/energy-efficiency/12-steps](http://www.greenpeace.org/canada/en/campaigns/climate-and-energy/solutions/energy-efficiency/12-steps), viewed 14 May 2008.

13. Energy Conservation Center and Ministry for Economy, Trade and Industry, *Top Runner Program: Developing the World's Best Energy Efficient Appliances* (Japan: January 2008), pp. 7–9.

14. Alan K. Meier, *A Worldwide Review of Standby Power Use in Homes* (Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2002); Lloyd Harrington et al., *Standby Energy: Building a Coherent International Policy Framework—Moving to the Next Level* (Stockholm: European Council for an Energy Efficient Economy, March 2007).

15. Petrochemical energy savings from IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions*, op. cit. note 5, pp. 39, 59–61; steel production from International Iron and Steel Institute (IISI), "Crude Steel Production by Process," *World Steel in Figures 2007*, electronic database, at [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org), viewed 14 May 2008; steel energy savings from *ibid.*, and from Bressand et al., op. cit. note 7; cement production from IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions*, op. cit. note 5, pp. 139–42; cement energy savings by adopting Japanese technologies from UNEP, op. cit. note 9, p. 19.

16. Hiroki Matsumoto, "The Shinkansen: Japan's High Speed Railway," testimony before the Subcommittee on Railroads, Pipelines and Materials (Washington, DC: U.S. House Committee on Transportation and Infrastructure, 19 April 2007); Iñaki Barron, "High Speed Rail: The Big Picture," testimony before the Subcommittee on Railroads, Pipelines and Materials (Washington, DC: U.S. House Committee on

Transportation and Infrastructure, 19 April 2007).

17. Ben Hewitt, "Plug-in Hybrid Electric Cars: How They'll Solve the Fuel Crunch," *Popular Mechanics*, May 2007; cost of electricity equivalent to a gallon of gas from CalCars, "10 Talking Points for Plug-In Hybrids," fact sheet (Palo Alto, CA: 11 November 2007).

18. Gary Kendall, *Plugged In: The End of the Oil Age* (Brussels: World Wide Fund for Nature, March 2008), pp. 79–86.

19. Bressand et al., op. cit. note 7.

20. Projected growth in energy demand from IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, p. 492; projected decline in energy demand calculated from *ibid.*; Bressand et al., op. cit. note 7; IEA, op. cit. note 10; IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions*, op. cit. note 5; Stacy C. Davis and Susan W. Diegel, *Transportation Energy Data Book—Edition 26* (Oak Ridge, TN: ORNL, 2007).

21. IEA energy demand trajectory from IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, pp. 492–93; Plan B efficiency trajectory from Brown, op. cit. note 4, pp. 213–36, based on calculations for building insulation, appliances, and lighting from Bressand et al., op. cit. note 7, pp. 32–33, 106, on IEA, op. cit. note 10, and on industry from IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions*, op. cit. note 5, with transportation restructuring gains based on a model developed by Earth Policy Institute using Davis and Diegel, op. cit. note 20; U.S. Department of Transportation (DOT), Bureau of Transportation Statistics (BTS), *Freight in America: A New National Picture* (Washington, DC: January 2006); IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5; Amory B. Lovins et al., *Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security* (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, 2004).

22. James Hansen, "Why We Can't Wait," *The Nation*, 7 May 2007.

23. DOE, National Energy Technology Laboratory, *Tracking New Coal-Fired Power Plants: Coal's Resurgence in Electric Power Generation* (Pittsburgh, PA: May 2007); Coal Moratorium NOW! "Progress Towards a Coal Moratorium: 59 Coal Plants Cancelled or Shelved in 2007," press release (San Francisco, CA: 17 January 2008); "Coal Power Goes on Trial Nationwide," *CBS News*, 14 January 2008; Phoebe Sweet, "Coal Power Plants Opposed," *Las Vegas Sun*, 17 January 2008; "Coal-Fired Power Plant Blocked in Iowa," *Environment News Service*, 15 October 2007; Ted Nace, "Stopping Coal in Its Tracks," *Orion Magazine*, January/February 2008; Hansen, op. cit. note 22; State of Washington 60th Legislature, "Climate Change—Mitigating Impacts," Engrossed Substitute Senate Bill 6001, Chapter 307, Laws of 2007, 22 July 2007; Audrey Chang, "California Takes on Power Plant Emissions: SB 1368 Sets Groundbreaking Greenhouse Gas Performance

Standard,” fact sheet (New York: Natural Resources Defense Council, August 2007); Jim Jelter, “Coal Stocks Tumble on Citigroup Downgrade,” *MarketWatch*, 18 July 2007; Steve James, “Coal Shares Fall After Merrill Downgrade,” *Reuters*, 3 January 2008; Citigroup, “Leading Wall Street Banks Establish the Carbon Principles,” press release (New York: 4 February 2008); Jeffrey Ball, “Wall Street Shows Skepticism Over Coal,” *Wall Street Journal*, 4 February 2008.

24. Wind capacity in 2000 from Global Wind Energy Council (GWEC), “Global Wind Energy Markets Continue to Boom—2006 Another Record Year,” press release (Brussels: 2 February 2007); Germany installed capacity from and wind capacity in 2008 calculated from GWEC, “US, China & Spain Lead World Wind Power Market in 2007,” press release (Brussels: 6 February 2008); wind-generated electricity in Germany from Ralf Bischof and Thorsten Herdan, “Annual Balance for Wind Energy Generated in 2007: Global Market Continues to Boom Domestic Market Drops Considerably,” news release (Osnabrück, Germany: German Wind Energy Association, 22 January 2008); share of wind-generated electricity in Denmark calculated using GWEC, *Global Wind 2006 Report* (Brussels: 2007), p. 7, and BP, *Statistical Review of World Energy 2007* (London: 2007); Flemming Hansen and Connie Hedegaard, “Denmark to Increase Wind Power to 50% by 2025, Mostly Offshore,” *Renewable Energy Access*, 5 December 2006.

25. Compiled by Earth Policy Institute with 1980–94 data from Worldwatch Institute, *Signposts 2004*, CD-ROM (Washington, DC: 2004); 1995 data from GWEC, *Global Wind 2006 Report*, op. cit. note 24; 1996–2007 data from GWEC, “U.S., China, & Spain Lead World Wind Power Market in 2007,” op. cit. note 24.

26. D. L. Elliott, L. L. Wendell, and G. L. Gower, *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potential in the Contiguous United States* (Richland, WA: Pacific Northwest National Laboratory, 1991); C. L. Archer and M. Z. Jacobson, “The Spatial and Temporal Distributions of U.S. Winds and Wind Power at 80 m Derived from Measurements,” *Journal of Geophysical Research*, 16 May, 2003; offshore wind energy potential calculated from W. Musial and S. Butterfield, *Future of Offshore Wind Energy in the United States* (Golden, CO: DOE, NREL, June 2004) and from DOE, EIA, *Electric Power Annual 2005* (Washington, DC: November 2006).

27. Ward’s Automotive Group, *World Motor Vehicle Data 2006* (Southfield, MI: 2006), p. 218.

28. Price of installed wind turbine from Windustry, “How Much Do Wind Turbines Cost?” at [www.windustry.org](http://www.windustry.org), viewed 21 October 2007; “Trillions in Spending Needed to Meet Global Oil and Gas Demand, Analysis Shows,” *International Herald Tribune*, 15 October 2007.

29. Oil production from DOE, EIA, *Crude Oil Production*, electronic database, at [http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet\\_crd\\_crpdn\\_adc\\_mbbldpd\\_a.htm](http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_crd_crpdn_adc_mbbldpd_a.htm), updated 27 May 2008; wind generation from American Wind Energy Association, “Another Record Year for New Wind Installations,” fact sheet (Washington, DC: February 2008); Office of Governor Rick Perry, “Perry Announces Major Energy Diversification Plan,” press release (Austin, TX: 2 October 2006); “Texas Decision Could Double Wind Power Capacity in the U.S.,” *Renewable Energy Access*, 4 October 2007; Texas residential electricity consumption from DOE, EIA, *Residential Energy Consumption Survey* (Washington, DC: 2007); Texas population from U.S. Census Bureau, “State & Country QuickFacts—Texas,” fact sheet (Washington, DC: 2 January 2008).

30. Solar cell production and growth rate calculated from Worldwatch Institute, *Vital Signs 2005*, CD-ROM (Washington, DC: 2005); Paul Maycock, Prometheus Institute, *PV News*, vol. 26, no. 3 (March 2007), p. 6, and previous issues; REN21, *Renewables 2007 Global Status Report—A Pre-publication Summary for the UNFCCC COP13* (Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute, December 2007).

31. Compiled by Earth Policy Institute from Worldwatch Institute, op. cit. note 30; Worldwatch Institute, *Vital Signs 2007–2008* (New York: W. W. Norton & Company, 2008); Prometheus Institute, “23rd Annual Data Collection—Final,” *PV News*, vol. 26, no. 4 (April 2007), pp. 8–9; REN21, op. cit. note 30.

32. L. Stoddard et al., *Economic, Energy, and Environmental Benefits of Concentrating Solar Power in California* (Golden, CO: NREL, April 2006), pp. 6–4; “Algeria Aims to Export Power-Solar Power,” *Associated Press*, 11 August 2007; Portugal electricity consumption from IEA, *IEA Statistics*, electronic database, at [www.iea.org/Textbase/stats](http://www.iea.org/Textbase/stats), viewed 28 May 2008; capacity factor from NREL, *Power Technologies Energy Data Book* (Golden, CO: DOE, August 2006).

33. China water heaters calculated from REN21, *Renewables Global Status Report*, 2006 Update (Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute, 2006), p. 21, and from Bingham Kennedy, Jr., *Dissecting China’s 2000 Census* (Washington, DC: Population Reference Bureau, June 2001); Ryan Hodum, “Kunming Heats Up as China’s ‘Solar City,’” *China Watch* (Washington, DC: Worldwatch Institute and Global Environmental Institute, 5 June 2007); China’s 2020 goal from Emma Graham-Harrison, “China Solar Power Firm Sees 25 Percent Growth,” *Reuters*, 4 October 2007; coal plant power equivalent calculated assuming rooftop solar water heaters have a capacity of 0.7 kilowatts per square meter and a capacity factor similar to rooftop photovoltaics (22 percent); nominal capacity from European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), “Worldwide Capacity of Solar Thermal Energy Greatly

Underestimated," *ESTIF News* (10 November 2004); capacity factor from NREL, op. cit. note 32.

34. Ole Pilgaard, *Solar Thermal Action Plan for Europe* (Brussels: ESTIF, 2007); Janet L. Sawin, "Solar Industry Stays Hot," in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2006–2007* (New York: W. W. Norton & Company, 2006), p. 38; coal plant equivalent calculated using nominal capacity from ESTIF, "Worldwide Capacity of Solar Thermal Energy Greatly Underestimated," *ESTIF News* (10 November 2004) and capacity factor from NREL, op. cit. note 32.

35. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Monitoring Service, "Farmers Market Growth," at [www.ams.usda.gov/farmersmarkets/FarmersMarketGrowth.htm](http://www.ams.usda.gov/farmersmarkets/FarmersMarketGrowth.htm), viewed 17 August 2007; 2007 figure based on past growth to 2006; greenhouse gas emissions cut from Gidon Eshel and Pamela A. Martin, "Diet, Energy, and Global Warming," *Earth Interactions*, vol. 10, no. 9 (April 2006), pp. 1–17.

36. Karl Gawell et al., *International Geothermal Development Directory and Resource Guide* (Washington, DC: Geothermal Energy Association (GEA), 2003); REN21, op. cit. note 33, p. 17.

37. Iceland National Energy Authority and Ministries of Industry and Commerce, *Geothermal Development and Research in Iceland* (Reykjavik, Iceland: April 2006), p. 16; Philippines geothermal electricity from "World Geothermal Power Up 50%, New US Boom Possible," press release (Washington, DC: GEA, 11 April 2002); El Salvador geothermal electricity from Ruggero Bertani, "World Geothermal Generation 2001–2005: State of the Art," *Proceedings of the World Geothermal Congress* (Antalya, Turkey: 24–29 April 2005), p. 3; World Bank, "Geothermal Energy," prepared under the PB Power and World Bank partnership program, [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org), viewed 23 January 2003.

38. Jefferson Tester et al., *The Future of Geothermal Energy: Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21<sup>st</sup> Century* (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2006).

39. DOT, BTS, op. cit. note 21, pp. 7, 28.

40. Lila Buckley, "Hydropower in China: Participation and Energy Diversity Are Key," *China Watch* (Washington, DC: Worldwatch Institute and Global Environmental Institute, 24 April 2007); "Rural Areas Get Increased Hydro Power Capacity," *Xinhua*, 7 May 2007; Pallavi Aiyar, "China: Another Dammed Gorge," *Asia Times*, 3 June 2006; Gary Duffy, "Brazil Gives Amazon Dams Go-Ahead," *BBC News*, 10 July 2007; Patrick McCully, *Before the Deluge: Coping with Floods in a Changing Climate* (Berkeley, CA: International Rivers Network, 2007), pp. 22–23.

41. Figures for 2006 calculated using the following sources: rooftop solar electric systems in

Worldwatch Institute, op. cit. note 30, and Maycock, op. cit. note 30; wind from GWEC, "Global Wind Energy Markets Continue to Boom," op. cit. note 24; geothermal from Karl Gawell et al., *2007 Interim Report: Update on World Geothermal Development* (Washington, DC: GEA, 1 May 2007), p. 1, and from REN21, op. cit. note 33, p. 21; biomass from ibid., p. 21; hydropower, including tidal and wave, from IEA, *Renewables in Global Energy Supply: An IEA Fact Sheet*, pp. 13, 25, at [www.iea.org/textbase](http://www.iea.org/textbase); solar rooftop water and space heaters from IEA, Solar Heating and Cooling Program, *Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2005* (Paris: April 2007); biomass heat from REN21, op. cit. note 33, p. 21; geothermal heat from Tester et al., op. cit. note 38; 2020 projections from Brown, op. cit. note 4, pp. 237–61.

42. Greenpeace International, *The Economics of Nuclear Power* (Amsterdam: May 2007); Amory B. Lovins et al., "Forget Nuclear," RMI Solutions, vol. xxiv, no. 1 (Spring 2008).

43. Fossil fuel consumption for electricity and heat generation from IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, pp. 492–93.

44. Fossil fuels and nuclear in 2006 from IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, pp. 492–93; hydropower and other renewables in 2006 and 2020 based on "World Energy from Renewables in 2006 and Plan B Goals for 2020" table and generating capacity goals from Brown, op. cit. note 4, pp. 237–61; capacity factors from NREL, op. cit. note 32.

45. Fossil fuel-generated electricity and transportation energy consumption in 2006 from IEA, *World Energy Outlook 2006*, op. cit. note 5, pp. 492–93; efficiency of electric versus diesel trains from DOT, BTS, op. cit. note 21, pp. 7, 28.

46. Massoud Amin and Phillip F. Schewe, "Preventing Blackouts," *Scientific American*, May 2007, pp. 61–67; Amy Abel, *Smart Grid Provisions in H.R. 6, 110<sup>th</sup> Congress* (Washington, DC: Congressional Research Service, 20 December 2007).

47. Abel, op. cit. note 46; Ashlea Ebeling, "What Would You Pay to Stay Cool?" *Forbes*, 15 August 2007; D. J. Hammerstrom et al., *Pacific Northwest GridWise Testbed Demonstration Projects: Part 1, Olympic Peninsular Project* (Richland, WA: Pacific Northwest National Laboratory, October 2007), pp. v–xii, 7.5.

48. Vattenfall, op. cit. note 5, p. 16.

49. Ibid., pp. 1, 16; sequestration per tree calculated assuming 500 trees per hectare, from UNEP Billion Tree Campaign, "Fast Facts," at [www.unep.org/billiontreecampaign](http://www.unep.org/billiontreecampaign), viewed 10 October 2007; growing period from Robert N. Stavins and Kenneth R. Richards, *The Cost of U.S. Forest Based Carbon Sequestration* (Arlington, VA: Pew Center on Global Climate Change, January 2005), p. 10; dollar-to-euro exchange rate of 1.4,

from "Benchmark Currency Rates," at [www.bloomberg.com/markets](http://www.bloomberg.com/markets), viewed 17 October 2007.

50. Lal, op. cit. note 5.

51. UNEP, "Billion Tree Campaign to Grow into the Seven Billion Tree Campaign," press release (Nairobi: 13 May 2008); UNEP, "UNEP Launches Campaign to Plant a Billion Trees," press release (Nairobi: 8 November 2006).

52. Nicholas Stern, *The Stern Review on the Economics of Climate Change* (London: HM Treasury, 2006), pp. vi–ix, 27.

53. Øystein Dahle, former Vice President of Exxon for Norway and the North Sea, discussion with Lester Brown, President of Earth Policy Institute, at the State of the World Conference, Aspen, CO, 22 July 2001.

54. N. Gregory Mankiw, "Gas Tax Now!" *Fortune*, 24 May 1999, pp. 60–64; Edwin Clark, former senior economist with the White House Council on Environmental Quality, letter to author, 25 July 2001; Joseph E. Aldy and Robert N. Stavins, *Economic Incentives in a New Climate Agreement* (Cambridge, MA: Harvard Project on International Climate Agreements, May 2008).

55. Carbon content of fuels from ORNL, "Bioenergy Conversion Factors," at [bioenergy.ornl.gov/papers/misc/energy\\_conv.html](http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/energy_conv.html), viewed 15 October 2007.

56. DOE, EIA, "Weekly (Monday) Retail Premium Gasoline Prices, Selected Countries," at [www.eia.doe.gov/emeu/international/oilprice.html](http://www.eia.doe.gov/emeu/international/oilprice.html), updated 9 July 2007; carbon tax equivalent calculated using DOE, EIA, Emissions of Greenhouse Gases in the United States 2001 (Washington, DC: 2002), p. B-1; DOE, EIA, *Annual Energy Review 2006* (Washington, DC: 2007), p. 359.

57. Markus Knigge and Benjamin Görlach, *Effects of Germany's Ecological Tax Reforms on the Environment, Employment and Technological Innovation: Summary of the Final Report of the Project* (Berlin: Ecologic Institute for International and European Environmental Policy, August 2005); German Wind Energy Association, *A Clean Issue—Wind Energy in Germany* (Berlin: May 2006), p. 4; Donald W. Aitken, "Germany Launches Its

Transition: How One of the Most Advanced Industrial Nations is Moving to 100 Percent Energy from Renewable Sources," *Solar Today*, March/April 2005, pp. 26–29.

58. Estimate of Swedish tax shifting based on Paul Ekins and Stefan Speck, "Environmental Tax Reform in Europe: Energy Tax Rates and Competitiveness," in Nathalie J. Chalifour et al., eds., *Critical Issues in Environmental Taxation: International and Comparative Perspectives*, Volume V (Oxford: Oxford University Press, 2008), pp. 77–105; Swedish Environmental Protection Agency and Swedish Energy Agency, *Economic Instruments in Environmental Policy* (Stockholm: 2007), pp. 86–90; Gwladys Fouché, "Sweden's Carbon-Tax Solution to Climate Change Puts It Top of Green List," *Guardian.co.uk*, 29 April 2008; household size from Target Group Index, "Household Size," *Global TGI Barometer* (Miami: 2005); population from U.N. Population Division, *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*, at [esa.un.org/unpp](http://esa.un.org/unpp), updated 2007; European Environment Agency, *Environmental Taxes: Recent Developments in Tools for Integration*, Environmental Issues Series No. 18 (Copenhagen: 2000).

59. Franklin D. Roosevelt, "State of the Union Address," 6 January 1942, at [www.ibiblio.org/pha/7-2-188/188-35.html](http://www.ibiblio.org/pha/7-2-188/188-35.html), viewed 16 June 2008.

60. Harold G. Vatter, *The US Economy in World War II* (New York: Columbia University Press, 1985), p. 13; Alan L. Gropman, *Mobilizing U.S. Industry in World War II* (Washington, DC: National Defense University Press, August 1996); "War Production—The Job 'That Couldn't Be Done'," *Business Week*, 5 May 1945; Donald M. Nelsen, *Arsenal of Democracy: The Story of American War Production* (New York: Harcourt, Brace and Co., 1946), p. 243.

61. Sir Edward Grey quoted in Francis Walton, *Miracle of World War II: How American Industry Made Victory Possible* (New York: Macmillan, 1956).

62. "New Zealand Commits to 90% Renewable Electricity by 2025," *Renewable Energy Access*, 26 September 2007; carbon sequestration calculated using Vattenfall, op. cit. note 5, p. 16.

63. Brown, op. cit. note 4, p. xiii.