



# L'investissement se met au vert

*Luc Eyraud et Benedict Clements*

**L'investissement dans les technologies respectueuses de l'environnement progresse dans le monde entier**

**L**E CHANGEMENT climatique est l'un des défis les plus pressants pour la planète. Les émissions de gaz à effet de serre provoquées par la combustion des carburants et l'évolution des modalités d'occupation des sols en sont les principales causes. Ces émissions provoquent réchauffement climatique, smog et pluies acides, et nuisent à la santé publique. Plusieurs études prédisent des catastrophes potentielles si l'on ne parvient pas à les réduire (Stern, 2007).

Mais le changement climatique n'affecte pas que l'environnement et la santé. Il peut aussi avoir des répercussions économiques considérables sur la production et la productivité, vu l'impact non négligeable de la hausse des températures, de la montée du niveau des mers et des conditions météorologiques extrêmes. De plus, l'évolution du

climat risque de bouleverser la situation budgétaire des États, en raison d'une baisse des recettes fiscales et de la nécessité d'engager des programmes de dépenses, notamment les coûteuses politiques nécessaires pour atténuer les effets du changement climatique et adapter les comportements et la production (FMI, 2008a et 2008b). Ces coûts et ces risques donnent à penser que les modalités actuelles de consommation d'énergie ne sont pas soutenables, mais la transition vers un modèle à faible taux d'émissions de carbone nécessitera de lourds investissements dans des sources d'énergie alternatives, dites «vertes» ou propres.

Vu l'importance accordée à la nécessité de stimuler l'investissement «vert», on peut s'étonner qu'aussi peu de recherches aient été réalisées sur ce sujet. Ce concept, relativement nouveau, n'est pas défini avec précision dans les travaux

économiques. Par ailleurs, les données disponibles sont rares. Nous tentons de combler cette lacune en proposant une définition de l'investissement vert et en analysant ses tendances et ses déterminants macroéconomiques des dix dernières années dans les pays avancés et émergents. Les résultats de notre étude contribueront à éclairer les décideurs soucieux de nous amener à une économie plus verte.

### Investir dans l'énergie propre

Il n'y a pas de définition standard de l'«investissement vert». Nous le définirons comme l'investissement nécessaire pour réduire sensiblement les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Comme il y a plusieurs manières de réduire les émissions de gaz, cet investissement peut prendre diverses formes :

- **Les investissements qui rendent la production d'énergie moins polluante.** L'investissement vert vise à fonder l'approvisionnement énergétique, non plus sur les combustibles fossiles, mais sur des alternatives moins polluantes, que ce soit pour la production d'électricité (éolien, solaire, nucléaire, hydraulique) ou pour les sources directes d'énergie (comme l'éthanol fabriqué à partir de maïs ou de canne à sucre). Le concept d'investissement «vert» recouvre non seulement les technologies écologiques émergentes, comme l'énergie éolienne et l'énergie solaire photovoltaïque, mais aussi des technologies plus anciennes comme le nucléaire et l'hydraulique. Pour préserver une distinction simple entre l'énergie issue de combustibles fossiles et celle qui provient d'alternatives dégageant peu d'émissions, notre concept de l'investissement vert englobe l'énergie nucléaire. D'aucuns prétendent que, comme elle produit des déchets radioactifs, l'énergie nucléaire devrait être exclue de tout concept de dépenses vertes. Nous avons choisi ici de l'inclure, car notre définition considère l'impact de l'investissement vert sur les émissions de gaz. Les biocarburants ont aussi été intégrés à notre définition. Malgré leur incidence contestée sur les émissions de carbone, ils constituent une source d'énergie renouvelable et, à ce titre, sont considérés comme «verts» dans notre analyse.

- **Les investissements qui réduisent la consommation d'énergie.** L'investissement vert concerne aussi les technologies qui réduisent l'énergie requise pour fournir biens et services, grâce à un meilleur rendement énergétique. Dans le secteur de l'électricité, on pourrait améliorer encore l'efficacité de la production (avec des centrales à charbon supercritique, installations très efficaces qui produisent de l'électricité en brûlant moins de charbon) et du transport et de la distribution (notamment avec des réseaux plus performants). Des gains d'efficacité sont également possibles dans les transports, avec des véhicules plus économes ou hybrides et un usage plus intensif des transports en commun. Dans l'équipement industriel, l'utilisation d'appareils moins gourmands en énergie et une amélioration de la gestion des déchets permettraient aussi des gains d'efficacité. Dans le bâtiment, on peut accroître le rendement énergétique en améliorant l'isolation et les systèmes de refroidissement.

### De l'énergie «brune» à l'énergie «verte»

Les technologies vertes (nucléaire et énergies renouvelables, comme le solaire, l'éolien et l'hydraulique) assurent déjà une part importante

de la production d'électricité. En 2008, près d'un tiers de l'électricité mondiale était issue de l'énergie nucléaire ou de sources renouvelables, le reste provenant de sources conventionnelles ou «brunes» comme le charbon, le gaz et le pétrole (graphique 1, gauche). Ces pourcentages sont restés relativement stables. Toutefois, depuis la seconde moitié des années 90, on assiste à un recul de la part de l'hydraulique et du nucléaire dans la production d'énergie verte, au profit des autres énergies renouvelables. Ces autres technologies renouvelables ont fortement contribué à l'augmentation de la capacité électrique au cours des dernières années. En 2009 elles représentaient environ un tiers de l'accroissement des capacités (graphique 1, droite).

Au cours de la dernière décennie, de nombreux programmes publics ont été mis en place — principalement dans les pays avancés et émergents membres de l'OCDE — pour encourager la production ou l'utilisation d'énergies renouvelables. Le nombre de pays ayant défini un objectif politique ou adopté des mesures de soutien en la matière a presque doublé ces dernières années, passant de 55 au début de 2005 à plus de 100 au début de 2010.

Les plans de soutien visent en général trois grands objectifs : réduire les émissions de carbone et prévenir le changement climatique; améliorer la sécurité d'approvisionnement en diversifiant le bouquet énergétique; et favoriser la croissance en stimulant la compétitivité, la création d'emplois et l'innovation dans les industries nouvelles.

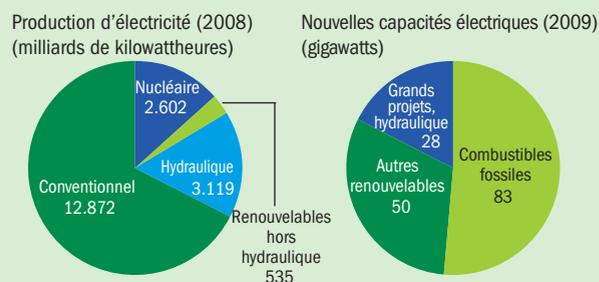
Les formes les plus courantes d'aide à la production d'électricité renouvelable sont les tarifs de rachat garantis (début 2010, 50 pays et 25 États ou provinces en étaient dotés) et les quotas d'énergies renouvelables (10 pays et 46 États ou provinces). Avec les tarifs garantis, les entreprises de services publics doivent proposer aux producteurs d'électricité verte un prix reflétant le coût de la technologie et qui peut dépasser le coût de production par des moyens conventionnels. Quant aux quotas, ils obligent les producteurs d'électricité à utiliser des sources renouvelables pour une partie de leur production.

Il est toujours délicat d'estimer le coût des programmes publics. Ceux-ci incluent non seulement les paiements directs, mais

Graphique 1

### Vers une économie plus verte

L'essentiel de la production d'électricité mondiale provient de sources d'énergie conventionnelles, mais les sources renouvelables représentent une part plus importante des capacités nouvelles.



Sources : U.S. Energy Information Administration; Bloomberg New Energy Finance.  
 Note : Les sources conventionnelles sont surtout le charbon, le pétrole et le gaz. Les sources renouvelables sont l'éolien, le solaire, l'hydraulique et le nucléaire, bien que la capacité nucléaire ne figure pas dans le tableau des capacités nouvelles (à droite), dans la mesure où elle était stable en 2009.

aussi les allègements fiscaux, les garanties de prêts et les quotas. Selon les estimations, les programmes publics coûteraient entre 40 et 60 milliards de dollars. Les subventions des biocarburants constituent le gros des coûts liés aux dépenses publiques.

Plusieurs de ces programmes publics ont été renforcés dans les ripostes budgétaires à la crise financière mondiale. Les aides à l'énergie propre, promises au titre de plans de relance budgétaire, totalisent 180 à 195 milliards de dollars et sont principalement le fait de trois pays : États-Unis (65 milliards), Chine (46 milliards) et Corée (32 milliards). Dans les pays ayant les plus importants «plans verts», les mesures d'aide à l'énergie propre ne dépassent pas 15 % du plan total de relance budgétaire, sauf en Corée, où 80 % des mesures de relance concernent l'investissement vert. Mais seule la moitié du total des fonds alloués ont été décaissés en 2009 et 2010. La mise en œuvre des plans de relance «verts» a été ralentie par la complexité des processus de planification et de traitement requis pour dégager des fonds publics. En outre, les pays accusant de gros déficits publics ont revu à la baisse leurs dépenses vertes.

### Le boom des investissements dans les technologies renouvelables

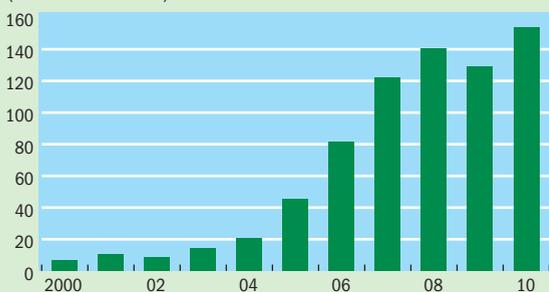
Les investissements dans les énergies renouvelables — solaire, éolienne, biocarburants, biomasse et géothermique (hormis projets d'hydroélectricité) — ont fortement progressé ces dix dernières années, surtout depuis 2004. Entre 2000 et 2010, ils sont passés de 7 à 154 milliards de dollars (graphique 2). Cette hausse tient à plusieurs facteurs, dont la croissance mondiale, la montée des cours des combustibles fossiles, le progrès technologique, les aides publiques et le souci grandissant des citoyens d'un environnement plus propre. Le coût des technologies vertes a en outre diminué grâce aux économies d'échelle, au progrès technologique et au repli des taux d'intérêt. L'investissement renouvelable vert a reculé temporairement pendant la récession mondiale en 2009 du fait de conditions financières moins favorables et de l'incertitude liée à la demande future d'énergies vertes vu la baisse du prix des combustibles fossiles. Ce recul aurait pu être plus fort, mais la chute de l'investissement privé a été limitée par la relance budgétaire.

Graphique 2

#### Les énergies renouvelables en hausse

L'investissement mondial dans les sources d'énergie renouvelables a connu une croissance rapide depuis le début des années 2000, hormis un bref recul au plus fort de la récession.

(en milliards de dollars)



Source : Bloomberg New Energy and Finance.

Note : Les renouvelables incluent le solaire, l'éolien, les biocarburants et la biomasse, mais pas l'hydraulique.

L'investissement dans les énergies vertes renouvelables est désormais un phénomène mondial. Il a connu une croissance régulière dans toutes les grandes régions jusqu'au déclenchement de la crise économique. Entre 2004 et 2010, il a été multiplié par quatre en Europe et en Amérique du Nord, et par dix en Asie et en Océanie. L'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie sont les principaux marchés, mais la composition régionale a considérablement évolué ces dernières années. Ce n'est plus l'Europe, mais l'Asie qui investit le plus, ce qui tient pour beaucoup aux différences de performance économique. La part de l'Europe et de l'Amérique du Nord dans les investissements verts mondiaux est passée de 68 % en 2004 à 46 % en 2010, tandis que la part de l'Asie et de l'Océanie est passée de 28 % à 42 %.

L'investissement vert en Asie a continué d'exploser durant la crise financière mondiale, la Chine représentant l'essentiel de cette hausse. En 2009, la Chine est le pays qui a le plus investi dans les énergies renouvelables et en 2010, elle a investi plus que tous les pays d'Europe réunis. Par une série de lois et de soutiens financiers (dont des prêts de banques publiques), le gouvernement chinois a encouragé de grands projets d'énergie renouvelable pour promouvoir la fabrication locale et améliorer la sécurité énergétique. La Chine est le premier producteur mondial de panneaux photovoltaïques et d'équipements éoliens. Elle a également renforcé la recherche et le développement, et elle est le pays qui dépose le plus de brevets dans le domaine des technologies propres et compte le plus grand nombre d'introductions en bourse de sociétés d'énergie renouvelable.

### Inertie dans le nucléaire et l'hydraulique

Les capacités nucléaires mondiales ont rapidement progressé dans les années 70 et 80, mais l'intérêt a diminué après la catastrophe de Tchernobyl en 1986. Ainsi, la part du nucléaire dans la capacité totale de production d'électricité est passée d'environ 12 % en 1990 à 8 % en 2008. Avant même l'accident nucléaire du Japon en 2011, consécutif à un séisme et à un tsunami, plusieurs obstacles avaient limité le développement du secteur, notamment la hausse des coûts de construction, la baisse du nombre de travailleurs qualifiés, une capacité de réseau insuffisante, les préoccupations environnementales et les craintes liées à la sécurité et à la prolifération nucléaire. C'est désormais l'Asie qui assure l'essentiel de la croissance des capacités nucléaires dans le monde. Le nombre de réacteurs en construction en Europe et en Amérique du Nord est passé de 159 en 1980 à 20 en 2010, alors que 42 nouveaux réacteurs sont en cours de construction en Asie.

L'énergie hydraulique est la principale source d'électricité renouvelable. La capacité hydraulique mondiale a régulièrement progressé, grâce à des coûts de construction relativement peu élevés par rapport aux solutions alternatives. Cependant, la part de l'énergie hydraulique dans la capacité totale de production d'électricité est passée de 23 % au début des années 80 à 19 % en 2008. Les réglementations environnementales et la stagnation des progrès technologiques ont ralenti son expansion dans les pays industrialisés, où nombre de sites optimaux ont déjà été exploités. Ces dix dernières années, c'est en Asie que les capacités ont le plus augmenté, en moyenne de 12 % par an, contre 1,5 % en Europe et en Amérique du Nord. La Chine a été le marché le plus dynamique, doublant presque sa capacité entre 2004 et 2009.

## Comment doper l'investissement vert?

Les études économiques sur le changement climatique n'abordent que très peu les déterminants macroéconomiques de l'investissement vert. Nous tentons de combler ici cette lacune avec des données sur l'investissement dans 35 pays avancés et émergents entre 2004 et 2010 (Eyraud *et al.*, 2011). La quasi-totalité de ces investissements dans le monde concerne ces 35 pays.

Nous avons adopté une démarche statistique pour identifier les principaux facteurs de cet investissement et évaluer leur impact relatif. Nous avons testé la signification d'un vaste ensemble de variables macroéconomiques, et cinq sont apparues comme ayant un impact statistiquement significatif sur le niveau d'investissement : le PIB réel, le taux d'intérêt réel à long terme, le cours relatif du brut sur les marchés internationaux, une variable représentant l'adoption de tarifs de rachat garantis, et une variable signalant si un pays a un mécanisme de tarification du carbone (taxe carbone ou système de plafonnement et d'échange). Voici quelques-uns de nos constats :

- **Des niveaux plus élevés de PIB tendent à encourager l'investissement dans les technologies vertes.** L'activité économique fait progresser la demande d'énergie et d'investissements dans le secteur énergétique. En outre, à des niveaux plus élevés de développement, l'évolution structurelle vers des industries et des services à fort contenu en information, la délocalisation internationale des industries de fabrication, une plus grande conscience écologique et une meilleure application des réglementations environnementales entraînent des dépenses écologiques plus importantes et, progressivement, une moindre dégradation de l'environnement. Un point de pourcentage supplémentaire de croissance du PIB se traduit théoriquement à long terme par une progression de l'investissement vert d'environ 4 points, toutes choses étant égales par ailleurs.

- **Le coût du capital — représenté par le taux d'intérêt réel à long terme — a un impact négatif sur l'investissement vert.** L'effet estimé est assez important : l'investissement recule de près de 10 % lorsque le taux d'intérêt réel progresse d'un point. Il ressort des études sur l'investissement économique général que ce dernier est relativement insensible aux taux d'intérêt, alors que l'investissement vert semble être très réactif à leur variation. Ce résultat, d'ailleurs bien étayé dans les études descriptives, n'est pas surprenant, car les projets d'énergie renouvelable consomment beaucoup plus de capital que de main-d'œuvre et dépendent essentiellement de financements extérieurs.

- **Les cours du brut ont aussi un impact positif et important sur l'investissement vert.** Des carburants plus coûteux augmentent le rendement de l'investissement vert en faisant baisser le coût de l'électricité issue de sources renouvelables par rapport à l'énergie fossile. L'investissement vert progresse d'un point supplémentaire lorsqu'il y a un écart d'un point entre l'augmentation du cours du brut et l'inflation de l'économie globale.

- **Les quotas d'énergies renouvelables et les quotas de biocarburants ne semblent pas avoir d'impact sur l'investissement vert.** Dans le cas des biocarburants, ceci est probablement lié au fait que l'investissement dans le biocarburant a chuté depuis 2007 du fait de la cherté des charges d'alimentation et d'une surcapacité. Par contre, les tarifs de rachat garantis ont un effet

notable. Ce résultat semble confirmer qu'il s'agit-là d'un des instruments les plus efficaces pour favoriser le développement des énergies renouvelables. D'après nos estimations, l'investissement vert devrait être deux à trois fois plus élevé dans les pays ayant opté pour les tarifs garantis, toutes choses étant égales par ailleurs. L'effet des mécanismes de tarification du carbone (taxe environnementale sur la teneur en carbone des carburants, par exemple) est aussi significatif dans la quasi-totalité des cas.

Globalement, nos résultats montrent que l'investissement vert peut être fortement influencé par les politiques publiques. Les taux d'intérêt et des facteurs macroéconomiques comme la croissance jouent certes un rôle, mais les politiques énergétiques ont également leur importance. L'investissement vert augmente quand son coût, par rapport aux technologies fossiles, diminue en raison du renchérissement du pétrole. L'influence des pouvoirs publics peut être grande. Des interventions spécifiques de soutien peuvent aussi s'avérer utiles. Les résultats statistiques indiquent que les tarifs garantis et les mécanismes de tarification du carbone tendent à favoriser l'investissement vert. Toutefois, de nombreuses politiques ne semblent pas être efficaces, dont le soutien aux biocarburants. Ce constat s'ajoute aux doutes exprimés quant à l'efficacité de la politique de subventionnement des biocarburants et leurs effets pervers sur l'approvisionnement alimentaire (FMI, 2008c).

## Et après?

L'investissement vert est un phénomène mondial et un moteur essentiel du secteur énergétique. Parallèlement, la structure régionale de cet investissement a fortement évolué ces dernières années. L'Asie, Chine en tête, joue un rôle croissant. La Chine est devenue en 2009 le plus gros investisseur dans les énergies renouvelables et en 2010 elle a investi plus que toute l'Europe dans l'énergie renouvelable. Nos résultats soulignent aussi que les pays pourraient faire beaucoup plus pour encourager l'investissement vert. En particulier, les bonnes incitations aux investissements dans les sources d'énergie alternatives — notamment un mécanisme approprié de tarification des produits issus de combustibles fossiles et des émissions de carbone — seront déterminantes pour avancer vers une économie plus verte. ■

*Luc Eyraud est économiste et Benedict Clements est Chef de division au Département des finances publiques du FMI.*

### Bibliographie :

Eyraud, Luc, Abdoul Wane, Changchang Zhang, and Benedict Clements, 2011, "Who's Going Green and Why? Trends and Determinants of Green Investment," *IMF Working Paper 11/296* (Washington: International Monetary Fund).

Fonds monétaire international (FMI), 2008a, «Le changement climatique et l'économie mondiale», Perspectives de l'économie mondiale, Chapitre 4 (Washington, Avril).

———, 2008b, "The Fiscal Implications of Climate Change" (Washington, March). [www.imf.org/external/np/pp/eng/2008/022208.pdf](http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2008/022208.pdf)

———, 2008c, "Fuel and Food Price Subsidies—Issues and Reform Options" (Washington, September). [www.imf.org/external/np/pp/eng/2008/090808a.pdf](http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2008/090808a.pdf)

Stern, Nicholas, 2007, *The Economics of Climate Change: The Stern Review* (London: Cambridge University Press).