



# CHOISIR NOS ENERGIES VERTES

## AVANTAGES, RISQUES ET ARBITRAGES ASSOCIES AUX TECHNOLOGIES BAS-CARBONE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE

La hausse de la demande en énergie et les efforts pour lutter contre le changement climatique exigent une augmentation significative de la production d'électricité à faible émission de carbone. Cependant, des inquiétudes quant à l'engendrement d'une nouvelle série de problèmes environnementaux causée par un investissement rapide dans certaines nouvelles technologies ont été exprimées. Le rapport du Panel International des Ressources (IRP) « Choisir nos énergies vertes : avantages, risques et arbitrages associés aux technologies bas-carbone de production d'électricité » a pour objectif d'assister les décideurs politiques dans une prise de décision informée sur les technologies de l'énergie, les infrastructures liées et leur mix optimal. Par rapport au charbon, l'électricité produite par l'hydroélectricité, l'énergie éolienne, solaire et géothermique peut réduire de manière importante non seulement les émissions de gaz à effet de serre (de plus de 90 %) mais aussi la pollution nocive pour la santé humaine et les écosystèmes (une réduction de 60-90 %). Le captage et le stockage du CO<sub>2</sub> provenant des centrales à combustible fossile réduiraient les émissions de gaz à effet de serre de 70 %, mais augmenteraient les dommages causés à la santé humaine et les écosystèmes de l'ordre de 5-80 %.

La demande mondiale en énergie devrait doubler d'ici 2050, nécessitant un investissement estimé à 2,5 milliards de dollars par an au cours des vingt prochaines années pour les nouvelles installations et initiatives de conservation de l'énergie. La production d'électricité est actuellement responsable de 25 % des émissions de gaz à effet de serre anthropiques (GES), ainsi que d'autres impacts négatifs sur l'environnement et sur la santé humaine. Heureusement, les technologies bas-carbone sont devenues disponibles et ont commencé à pénétrer le marché.

Même si le déploiement massif de technologies bas-carbone de production d'électricité s'avère efficace dans la réduction des émissions de GES, il y a un risque qu'elles puissent conduire à de nouveaux impacts environnementaux et sociaux : pollution métallique, destruction des habitats naturels, ou épuisement des ressources. Compte tenu de l'ampleur des investissements et des infrastructures nécessaires, il est important de planifier stratégiquement le mix énergétique approprié de chaque pays ou région, afin d'éviter les verrous technologiques, qui immobilisent ressources et infrastructures à long terme.

Construire un système énergétique optimal équipé de technologies bas-carbone doit combiner la maximisation de la production d'énergie et l'atténuation des émissions de GES, tout en relevant un certain nombre de défis liés aux ressources disponibles et aux impacts environnementaux.

Le rapport « Choisir nos énergies vertes : avantages, risques et arbitrages associés aux technologies bas-carbone de production d'électricité » représente la première évaluation comparative approfondie, au niveau international, de technologies conventionnelles de production d'énergie renouvelables et non-renouvelables, non seulement du point de vue de leur potentiel d'atténuation des émissions de GES, mais aussi d'autres avantages, risques et arbitrages, qui comprennent :

- Les impacts environnementaux (écotoxicité, eutrophisation, acidification, etc.),
- Les impacts sur la santé humaine (particules fines, toxicité, smog),
- Les conséquences sur les ressources naturelles (fer, cuivre, aluminium, ciment, énergie, eau et occupation des sols).

Le rapport fournit une comparaison détaillée de neuf technologies de production d'électricité, comprenant gaz et charbon, avec et sans captage et stockage du CO<sub>2</sub> (CCS), énergie solaire photovoltaïque, énergie solaire thermodynamique à concentration, énergie hydroélectrique, géothermique et énergie éolienne. L'étude

considère le cycle de vie de ces technologies dans leur intégralité, de la production des équipements et installations à leur démantèlement, en passant par l'extraction et l'utilisation des carburants fossiles et l'exploitation des centrales électriques.

L'étude présente et compare les impacts environnementaux des technologies par unité d'énergie produite. Elle évalue également les conséquences environnementales et sanitaires, ainsi que la raréfaction des ressources naturelles de l'application du scénario d'atténuation « Blue Map » (ou « 2°C ») de l'AIE par rapport à un scénario de statu quo (« Business as usual »). Le scénario envisage le remplacement des combustibles fossiles pour la production d'électricité par des énergies renouvelables à une échelle suffisamment importante pour maintenir le réchauffement climatique à 2 degrés.

## PRINCIPALES CONCLUSIONS DU RAPPORT

- Du point de vue du cycle de vie, les émissions de GES de l'électricité produite à partir de sources renouvelables sont inférieures à 6 % de celles générées par une électricité provenant du charbon, 10 % pour le gaz naturel.
- Les impacts de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables sur la santé humaine représentent 10 à 30 % de ceux engendrés par les centrales à combustibles fossiles les plus modernes.
- Les dommages environnementaux causés par les technologies renouvelables sont 3 à 10 fois inférieurs à ceux causés par les technologies fossiles.
- Les centrales au gaz naturel à cycle combiné, l'énergie éolienne, et les panneaux photovoltaïques en toiture ont de faibles exigences en termes d'occupation des sols, tandis que les centrales à charbon et l'énergie solaire au sol nécessitent de plus grandes superficies.
- Les impacts environnementaux in situ, tels que les impacts écologiques des mines de charbon, les barrages hydroélectriques et les installations d'éoliennes, varient considérablement en fonction de l'importance des espèces et des habitats concernés et peuvent être atténués ou compensés par une sélection appropriée du site et par une bonne planification.
- L'utilisation de centrales à charbon ou à gaz avec captage et stockage du carbone (CCS) est une option prometteuse en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais elle s'accompagne de l'augmentation d'autres impacts environnementaux de 5 à 80 %.



## SCÉNARIOS POUR LE FUTUR MIX ÉNERGÉTIQUE MONDIAL

- Dans le scénario de maintien du statu quo de la production d'énergie, les émissions de GES et les impacts sur la santé humaine seraient doublés; et les impacts sur les écosystèmes et l'occupation des sols augmenteraient substantiellement.
- Le système énergétique mondial prévu par le scénario « 2°C » permettrait de diviser les émissions de gaz à effet de serre par un facteur cinq, tout en doublant la production d'électricité, entre 2010 et 2050. Les impacts sur la santé humaine se stabiliseraient ou diminueraient modérément, la pollution environnementale, les impacts sur les écosystèmes, ainsi que l'occupation des sols se stabiliseraient ou déclineraient modérément.
- La construction des infrastructures bas-carbone à l'échelle mondiale, telle que modélisée dans le scénario « 2°C », nécessiterait une utilisation accrue d'acier, de ciment et de cuivre par rapport au scénario de statu quo. Cependant, la quantité de ciment nécessaire reste faible par rapport à la production mondiale actuelle. Les quantités de fer et de cuivre nécessaires au déploiement des énergies bas-carbone à 2050 se limitent à l'équivalent d'un à deux ans de la production mondiale actuelle, respectivement.
- Les technologies renouvelables dépendent de plusieurs métaux fonctionnellement importants, tels que l'argent, l'indium, le tellure, le néodyme, le gallium, et plusieurs terres rares. La demande pour ces matières premières minérales dites « critiques » est importante, surtout compte tenu des utilisations concurrentes, dans le cas du scénario « 2°C ». Les solutions possibles pour assurer l'approvisionnement stable de ces ressources comprennent une meilleure efficacité matérielle des technologies employées, le développement des filières de recyclage, l'emploi de matériaux de substitution et de technologies alternatives, ainsi que l'utilisation de nouvelles sources. La littérature scientifique ne s'accorde pas sur la gravité des contraintes d'approvisionnement potentielles de ces matériaux critiques.
- L'utilisation des énergies renouvelables à forte variabilité, comme l'éolien et l'énergie solaire, pose des défis à l'ajustement offre-demande d'électricité. Il faut souvent des combustibles fossiles pour compenser les fluctuations de l'offre, provoquant des émissions supplémentaires. La variabilité peut être palliée par un réseau électrique plus développé et plus polyvalent, une gestion intelligente de la demande et le stockage de l'énergie.

## OPPORTUNITÉS POUR RÉDUIRE LES IMPACTS

- Les émissions de méthane provenant des installations hydroélectriques sont une préoccupation importante. Cependant, les émissions sont inégalement réparties, avec quelques centrales responsables d'une part importante des émissions. En évitant la construction de grands réservoirs qui produisent relativement peu d'énergie et en réduisant l'afflux de biomasse et de nutriments, il est possible de répondre à ces préoccupations.

- Certaines installations éoliennes ont été mises en question à cause des collisions d'oiseaux et de chauves-souris avec les pales. Ces collisions peuvent être évitées, en partie en éloignant les parcs éoliens des habitats naturels des oiseaux et chauves-souris et en partie par le ralentissement des éoliennes à la détection des oiseaux.
- 80 % de la pollution associée à l'énergie photovoltaïque et éolienne est causée par la production des infrastructures de conversion. L'augmentation de la production d'électricité grâce à une implantation optimisée et la réduction du taux d'indisponibilité réduit les impacts par unité d'énergie livrée. La production de matériaux à partir d'énergie propre réduit les émissions liées aux infrastructures.
- L'extraction, le transport et le stockage du charbon sont responsables d'une part importante des émissions de particules fines, ainsi que de 70 % ou plus de la pollution de l'eau douce associée aux centrales électriques au charbon. Le niveau de pollution varie largement en fonction des facteurs géologiques et des mesures opérationnelles de chaque mine et chaque centrale. Les carburants d'approvisionnement à partir de sites peu polluants et la mise en place des mesures d'atténuation appropriées peuvent réduire considérablement les impacts environnementaux des combustibles fossiles.

## UNE DILIGENCE ENVIRONNEMENTALE RAISONNABLE EST NÉCESSAIRE AVANT D'INVESTIR DANS LES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

La clé d'une politique énergétique viable réside dans la sélection d'un mix de technologies adapté aux circonstances locales ou régionales, et dans la mise en place de procédures de précaution afin d'atténuer et de surveiller les impacts potentiels. Cela exige une évaluation minutieuse des divers impacts des différentes options, afin d'éviter les conséquences négatives imprévues, et de parvenir à un équilibre socialement et économiquement favorable tout en respectant l'environnement.

Il est essentiel de prendre en compte tout le cycle de vie d'un système pour faire les bons choix en matière d'énergie. Des critères pertinents sont essentiels pour faire la distinction entre les différentes actions et les choix technologiques en termes de durabilité finale. Ces critères aideront à garantir le respect des objectifs globaux de développement durable et la conformité des mesures prises avec les objectifs mondiaux, tels que l'objectif « 2 degrés » en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et les objectifs de protection des espèces en vertu de la Convention sur la diversité biologique.

*Choisir nos énergies vertes* pose les bases de l'élaboration d'un jeu de critères de durabilité pertinents, et permet la prise de décisions informées sur les sources d'énergie qui vont influencer l'avenir humain et celui de la vie sur la Terre, à l'heure où la pression sur des ressources limitées est en croissance constante.

### Pour plus d'informations, veuillez contacter:

Le Secrétariat du Panel International des Ressources  
UNEP DTIE  
15, rue de Milan,  
75441, Paris CEDEX 09, France

Tél: +33 1 4437 1450  
Fax: +33 1 4437 1474  
Email: [resourcepanel@unep.org](mailto:resourcepanel@unep.org)  
[www.unep.org/resourcepanel](http://www.unep.org/resourcepanel)

Le Panel International des Ressources a été créé en 2007 pour fournir des évaluations scientifiques indépendantes, cohérentes et fiables de l'utilisation durable des ressources naturelles et des impacts de ces ressources sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie.

En fournissant des informations à jour sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles, il contribue à une meilleure compréhension de la manière de découpler le développement humain et la croissance économique de la dégradation de l'environnement.