



TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLES : L'EXPÉRIENCE DU FEM



FONDS
POUR L'ENVIRONNEMENT
MONDIAL

INVESTIR DANS NOTRE PLANÈTE



AVANT-PROPOS



Monique Barbut

Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) est un partenariat unique qui rassemble 178 pays, des institutions internationales, des organisations non gouvernementales (ONG) et des acteurs du secteur privé. En tant que mécanisme financier de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), nous intervenons sur les problèmes environnementaux mondiaux tout en appuyant des initiatives de développement durable à l'échelon des pays.

Créé en 1991, le FEM est devenu la plus importante source de financement des projets lancés pour améliorer l'environnement mondial. Depuis ses débuts, le FEM a versé 7,6 milliards de dollars de dons et mobilisé 30,6 milliards de dollars de cofinancements au profit de plus de 2 000 projets dans plus de 165 pays. Et parce que notre mission consiste aussi à agir au niveau local pour obtenir un impact planétaire, nous sommes aujourd'hui l'un des principaux mécanismes publics de transfert de technologies qui existe au monde.

L'article 4.5 de la CCNUCC prévoit expressément que les Parties doivent encourager le transfert de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnels aux pays en développement. En sa qualité de mécanisme financier de la Convention, le FEM a vocation à fournir des ressources financières pour favoriser ces transferts selon les directives données par la Conférence des parties.

Une bonne part de notre travail a consisté à favoriser le déploiement et la diffusion de technologies écologiquement rationnelles (TER) portant sur l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets. Cette publication dresse un bilan de l'expérience du FEM dans ces domaines durant toutes ces années.

Depuis le début des années 90, les activités du FEM en rapport avec le changement climatique ont été centrées sur l'élimination des obstacles qui freinent l'adoption plus large des pratiques et des technologies économes en énergie ou utilisant des énergies renouvelables ainsi que des modes de transport écologiquement viables. Le FEM a joué un rôle catalyseur dans le transfert de TER moins préjudiciables au climat, réclamées par les pays eux-mêmes et ciblées sur un large éventail de priorités nationales en matière de développement. Au cours de ses 17 années d'existence, le FEM a consacré 2,5 milliards de dollars à la promotion de plus de 30 technologies moins préjudiciables au climat dans plus de 50 pays en développement. Ces fonds ont permis de mobiliser, selon les estimations, 15 milliards de dollars supplémentaires de cofinancements provenant des organismes partenaires du FEM, des autorités nationales et locales, d'organisations non gouvernementales et du secteur privé.

Par ailleurs, le FEM a financé des évaluations des besoins technologiques et d'autres activités habilitantes et de renforcement des capacités dans plus d'une centaine de pays aux quatre coins du monde.

Nous nous trouvons aujourd'hui à une étape cruciale où les différents acteurs internationaux doivent s'entendre sur la suite des opérations en définissant une nouvelle feuille de route stratégique. En bref, nous devons agir maintenant, concrètement, pour obtenir des résultats tangibles.

Pour cela, il ne suffit pas, rappelons-le, d'amener de nouveaux outils à de nouveaux endroits. Toutes les parties concernées doivent comprendre que la réussite passe par un cadre politique adapté, des marchés accessibles, des financements appropriés et un renforcement des capacités.

Ce document rend compte de quelques-uns de nos succès et des enseignements que nous avons tirés. On sera peut-être surtout surpris de constater à quel point la palette des activités menées est large.

Au Maroc par exemple, nous nous sommes aperçus que l'échec commercial de la première génération de chauffe-eau solaires était simplement dû à la mauvaise qualité des matériaux et de l'installation. Au Bhoutan, nous avons prêté notre concours aux actions extrêmement complexes entreprises pour réduire les risques de débordement des gigantesques lacs créés par le recul des glaciers. En Chine, nous avons aidé à accélérer la fabrication de réfrigérateurs consommant moins d'électricité, faisant passer la production de 360 000 unités en 1999 à 4,8 millions d'unités en 2003.

Tous mes collègues du FEM et de nos organismes partenaires conviendront avec moi qu'un travail d'une importance vitale est engagé – et qu'il reste encore infiniment plus à faire. Notre vœu est que les exemples des pages suivantes insuffleront un nouvel enthousiasme et un nouvel esprit d'invention afin de produire beaucoup d'autres succès.



Monique Barbut

Directrice générale et présidente





INTRODUCTION

On considère que le transfert de technologies a un rôle déterminant à jouer dans la réponse qui peut être apportée au niveau mondial à la problématique du changement climatique. De fait, le transfert des technologies écologiquement rationnelles est inscrit dans le texte même de la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) dont l'article 4.5 stipule :

« Les pays développés parties et les autres Parties développées figurant à l'annexe II prennent toutes les mesures possibles en vue d'encourager, de faciliter et de financer, selon les besoins, le transfert ou l'accès de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnels aux autres Parties, et plus particulièrement à celles d'entre elles qui sont des pays en développement, afin de leur permettre d'appliquer les dispositions de la Convention. »

Pour atteindre ces objectifs, la Convention a proposé de créer un mécanisme financier pour la Convention. L'article 11 de la Convention dispose que :

« Le mécanisme chargé de fournir des ressources financières sous forme de dons ou à des conditions de

faveur, notamment pour le transfert de technologie, est ici défini. Ce mécanisme relève de la Conférence des parties, devant laquelle il est responsable et qui définit ses politiques, les priorités de son programme et les critères d'agrément liés à la Convention. Son fonctionnement est confié à une ou plusieurs entités internationales existantes. »

Depuis la première session de la Conférence des parties (COP), le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) a assuré le fonctionnement du mécanisme financier de la Convention. Il a suivi les directives données régulièrement par la COP concernant les politiques et les priorités des programmes d'action, et a rendu compte à la COP chaque année. Les directives de la COP ont porté pour une part importante sur le financement des TER.

Cette brochure récapitule les stratégies et politiques du FEM et leur évolution en ce qui concerne le transfert des TER, et présente des exemples de ce que le FEM a accompli dans l'optique de promouvoir des technologies intéressantes pour atténuer le changement climatique ou s'adapter à ses effets.

ENCADRÉ 1. Définitions du transfert de technologie

Dans son rapport spécial intitulé *Methodological and Technical Issues in Technology Transfer*, le Groupe de travail III du Groupe d'experts intergouvernemental des Nations Unies sur l'évolution du climat (GIEC) définit le transfert de technologie comme étant :

« un vaste ensemble de processus qui englobent les échanges de savoir-faire, de données d'expérience et de matériel pour l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ces changements et ce, parmi différentes parties prenantes telles que les gouvernements, les entités du secteur privé, les organismes financiers, les organisations non gouvernementales (ONG) et les établissements de recherche et d'enseignement. L'acception du transfert de technologie dans ce Rapport est donc beaucoup plus large que dans la CCNUCC ou l'un quelconque de ses articles. Le terme large et global « transfert » comprend la diffusion de technologies et la coopération technologique entre pays et dans les pays. Il englobe les processus de transfert de technologie entre pays développés, pays en développement et pays à économie en transition. Il englobe le processus qui consiste à apprendre à comprendre, utiliser et reproduire la technologie, y compris la capacité de la choisir et de l'adapter aux conditions locales, ainsi que de l'intégrer aux technologies autochtones¹. »

Cette définition recouvre un large éventail d'activités, englobe de nombreux organismes différents et correspond aussi largement à ce que l'on entend aujourd'hui par « transfert de technologie ». Selon le GIEC, trois grands paramètres en conditionnent l'efficacité : le renforcement des capacités, l'environnement favorable et les mécanismes de transfert. Les obstacles au libre jeu du marché pour

une technologie donnée, qu'il s'agisse d'un manque de capacités, d'un environnement insuffisamment porteur ou de l'absence de mécanismes de financement, limiteront l'implantation de cette technologie.

La COP a créé le Groupe d'experts du transfert de technologies (GETT) sous l'égide de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA), et a défini à cette occasion un cadre qui pose cinq conditions essentielles au développement et à l'amélioration du transfert des TER et à l'accès au savoir-faire correspondant : 1) des activités impulsées par les pays pour déterminer les besoins et les priorités en matière de technologie dans le cadre d'un vaste processus consultatif ; 2) des informations disponibles, détaillées et exploitables sur les technologies ; 3) des actions des pouvoirs publics – élimination des obstacles techniques, juridiques et administratifs au transfert de technologies, politique économique avisée et cadre réglementaire – de nature à créer un environnement propice aux investissements du secteur public et du secteur privé dans le transfert de technologies ; 4) le renforcement des capacités, vu comme un processus qui vise à bâtir, développer, consolider, renforcer et améliorer les compétences, les capacités et les structures scientifiques et techniques des pays en développement parties à la Convention pour leur permettre d'évaluer, d'adapter, de mettre au point et de gérer des TER ; et 5) un ensemble de mécanismes qui encouragent les activités financières, institutionnelles et méthodologiques et qui améliorent la coordination entre les parties concernées. Ces mécanismes devraient inciter les parties concernées à entreprendre des actions concertées pour accélérer la mise au point et l'implantation des TER, tout en facilitant l'élaboration de projets et de programmes dans ce sens.

¹ Metz, Gert, O. Davidson, J.W. Martens, S.N.M. Van Rooijen, et L.V.W. McGrory, *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*, Cambridge, Royaume-Uni : Cambridge University Press pour le GIEC, 2001.



燃料电池城市客车
FUEL CELL CITY BUS

Pickup
乘客
乘客

燃料电池城市客车
FUEL CELL CITY BUS



**ÉVOLUTION DES POLITIQUES
ET STRATÉGIES DU FEM
EN MATIÈRE DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES**

Pendant la phase pilote du FEM (1991-1994), le principal objectif des projets a été de montrer l'applicabilité d'un large éventail de technologies aidant à stabiliser le niveau de concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère.

Après la restructuration du FEM en 1994, le Conseil du FEM a adopté dans le domaine d'intervention du changement climatique une stratégie axée sur « un soutien à des mesures durables, qui limitent le plus possible les dommages causés par les changements climatiques en diminuant le risque de tels changements ou leurs effets néfastes ». La stratégie précisait également que « le FEM financera des activités convenues et acceptables d'encouragement, d'atténuation et d'adaptation dans les pays bénéficiaires répondant aux critères d'agrément¹ ».

La stratégie opérationnelle adoptée par le Conseil en 1995 a défini trois programmes d'opérations à long terme portant sur l'atténuation du changement climatique, en prévoyant également la possibilité de prendre des mesures d'intervention immédiates particulièrement efficaces par rapport à leur coût². Les programmes à long terme étaient ciblés sur les actions présentant un rapport coût-efficacité moins élevé et prenaient en compte le degré de développement et de commercialisation des technologies. Le principal axe de travail des projets, tant sur le long terme (programmes d'opérations) que sur le court terme (mesures d'intervention immédiates) était l'atténuation des changements climatiques par l'emploi de technologies déjà commercialisées ou sur le point de l'être mais pas encore largement diffusées dans les pays en développement et dans les économies en transition.

Les programmes d'opérations suivants ont mis l'accent sur les technologies économes en énergie ou utilisant des sources d'énergie renouvelables, à la fois éprouvées, disponibles sur le marché international et rentables, mais dont la diffusion était freinée par des obstacles humains, institutionnels, technologiques, financiers ou liés à la politique publique. L'objectif de ces projets était d'éliminer tous les obstacles identifiés afin d'accélérer l'adoption des nouvelles technologies et pratiques.

Un autre programme d'opérations a été adopté, visant cette fois à réduire les coûts à long terme des technologies de production d'électricité peu émettrices de GES. Les technologies concernées par ce programme n'étaient pas encore commercialisées et étaient très chères par rapport aux solutions habituelles ou aux autres techniques conventionnelles. Il s'agissait par exemple des centrales solaires à concentration, des autobus à pile à combustible, des centrales à cycle combiné à biomasse, des piles à combustible stationnaires ou encore des microturbines, dont le surcoût restait élevé – dans ces cas, les problèmes de diffusion étaient directement liés aux technologies et à leurs coûts.

Enfin, un programme sur les modes de transport écologiquement viables a été approuvé par le Conseil du FEM en 2000. Il comprenait plusieurs volets, dont l'un sur les technologies et pratiques économiquement efficaces mais sous-utilisées, et un autre sur les technologies pas encore entièrement finalisées.

En 2004, avec le recul de plusieurs années de mise en œuvre et de suivi, la stratégie opérationnelle du FEM axée sur

1 Secrétariat du FEM, 1995, *Stratégie opérationnelle du FEM*, p. 37.

2 Ces projets de court terme sont jugés d'un très bon rapport coût-efficacité, avec un coût unitaire de réduction inférieur à dix dollars/tonne de carbone évitée, soit environ 2,7 dollars/tonne d'équivalent CO₂ évitée.



l'élimination des obstacles, sur les technologies économes en énergie et sur l'utilisation des énergies renouvelables a été jugée concluante, mais ayant besoin d'être codifiée. Cinq grands problèmes potentiels ont été identifiés, qui doivent être résolus pour permettre la bonne diffusion des technologies par le jeu du marché dans les pays en développement :

- a. Politiques publiques : l'État joue un rôle clé en créant le contexte favorable à l'adoption des TER.
- b. Technologies : les technologies doivent être fiables et opérationnelles. Plus une technologie a fait ses preuves, plus il sera facile de la transférer.
- c. Information et sensibilisation des intéressés : les acteurs nationaux, notamment économiques, doivent avoir connaissance des technologies et disposer d'informations sur leurs coûts, leurs utilisations et leurs marchés.
- d. Entreprises et cadre institutionnel : les mécanismes de marché doivent être privilégiés ; des entreprises et des institutions doivent être en place pour desservir ces marchés.
- e. Accès aux moyens financiers : des financements sont nécessaires, mais pas suffisants pour garantir le décollage des TER.

Dans le cadre du quatrième exercice de reconstitution des ressources du FEM, la stratégie d'atténuation du changement climatique a été révisée pour être recentrée sur six

programmes stratégiques destinés à promouvoir : 1) la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments et les appareils électroménagers ; 2) la maîtrise de l'énergie dans l'industrie ; 3) les mécanismes de marché dans le domaine des énergies renouvelables ; 4) la production d'énergie viable à partir de la biomasse ; 5) les modes de transport urbain novateurs et écologiquement viables ; et 6) la gestion de l'utilisation des sols, des changements d'affectation des terres et de la foresterie (LULUCF) comme moyen de protéger les réserves de carbone et de réduire les émissions de GES.

Du fait de la stratégie et du développement du FEM, les TER ont toujours été au cœur du travail de l'institution sur le changement climatique. Les activités du FEM en la matière rejoignent le cadre établi par la CCNUCC pour le transfert de technologies.

L'expérience acquise par le FEM autorise un certain nombre de conclusions applicables aux futures opérations de transfert de technologies : 1) le marché étant le principal vecteur des transferts, il faut systématiquement lever les obstacles au libre jeu de ses mécanismes ; 2) le transfert de technologies n'est pas un événement ou une activité ponctuels mais un engagement de longue durée qui doit s'appuyer sur la coopération et des partenariats – lesquels ont souvent besoin de temps pour mûrir et se développer – afin de permettre la mise au point, le transfert et l'implantation des technologies ; et 3) le transfert de technologies suppose une vision globale, comprenant un renforcement des capacités à tous les niveaux nécessaires.





**EXPÉRIENCE DU FEM EN MATIÈRE
DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES :
ATTÉNUATION**

Depuis la création du FEM, environ 2,5 milliards de dollars ont été alloués à des projets dans le domaine du changement climatique. Ces ressources ont permis de mobiliser des financements supplémentaires estimés à 15 milliards de dollars, se traduisant par plus d'un milliard de tonnes d'émissions de GES évitées. Au total, le FEM a apporté un appui à plus de 30 technologies. Les sections qui suivent illustrent toute la variété de ces techniques et exposent quelques-uns des enseignements tirés.

ATTÉNUATION : TECHNOLOGIES ÉCONOMES EN ÉNERGIE

Le tableau 1 récapitule les technologies économes en énergie et les secteurs technologiques ayant bénéficié d'un soutien du FEM dans différents pays. Cela ne veut pas dire que toutes ces technologies aient fait l'objet d'un transfert réussi, mais que les pays énumérés ont manifesté leur intérêt de développer les marchés correspondants. Dans certains cas, le transfert de technologie a été un succès, mais dans d'autres, il subsiste des obstacles qui empêchent le marché d'atteindre la maturité.

Solutions d'éclairage à économie d'énergie

Depuis le milieu des années 90, le FEM encourage la diffusion de technologies d'éclairage peu consommatrices d'énergie dans plus d'une vingtaine de pays. Les interventions concernent notamment des initiatives sectorielles en matière d'éclairage, des programmes de gestion de la demande des compagnies d'électricité, les normes de performance énergétique, l'étiquetage des appareils électroménagers, et les codes et normes applicables au secteur du bâtiment.

Les projets financés par le FEM ont permis par exemple de: 1) obtenir d'importantes transformations du marché résidentiel de l'éclairage à économie d'énergie ; 2) reproduire et d'étendre des projets, tant dans les pays d'origine que dans des pays voisins ; 3) procurer aux consommateurs des avantages appréciables en termes d'économies financières et de qualité des produits ; et 4) développer des compétences en matière de gestion de la demande et de maîtrise de l'énergie au sein des institutions gouvernementales.

Le FEM a également lancé une initiative mondiale sur l'éclairage à haut rendement énergétique, approuvée par le Conseil en 2007, afin d'accélérer l'abandon des technologies d'éclairage énergivores par l'intermédiaire du PNUE et du PNUD, tout en développant ses concours à un plus grand nombre de pays et de programmes à l'échelon national.

Appareils électroménagers économes en énergie

Le FEM a développé un portefeuille de projets encourageant l'utilisation d'appareils et de technologies économes en énergie dans les pays en développement. Ses interventions portent en général sur l'instauration de normes, l'étiquetage, l'information des consommateurs, et les essais et la certification des appareils. Dans les pays disposant de capacités de production importantes, le FEM a également aidé des entreprises à mettre au point des nouveaux modèles d'appareils consommant moins d'électricité et à acquérir des savoirs et des informations techniques de pays plus avancés.

En Tunisie par exemple, sur les 12 fabricants d'électroménager nationaux, dix proposent des modèles plus économes en

Tableau 1 : Technologies économes en énergie et pays ayant bénéficié d'une aide du FEM

Technologies économes en énergie	Pays ayant bénéficié d'une aide du FEM
Solutions d'éclairages à économie d'énergie (ampoules fluocompactes, éclairage public économe en énergie, diodes électro-luminescentes, etc.)	Afrique du Sud, Argentine, Bangladesh, Brésil, Chine, République tchèque, Égypte, Ghana, Hongrie, Indonésie, Jamaïque, Kenya, Lettonie, Malaisie, Maroc, Mexique, Pakistan, Pérou, Philippines, Pologne, République tchèque, Russie, Slovaquie, Thaïlande, Uruguay, Viet Nam
Appareils électroménagers économes en énergie (réfrigérateurs, climatiseurs, lave-linge, sèche-linge, cuisinières, etc.)	Argentine, Bangladesh, Brésil, Chine, Cuba, Inde, Indonésie, Kenya, Mongolie, Pakistan, Russie, Thaïlande, Tunisie, Viet Nam
Conception des bâtiments à haute performance énergétique	Bélarus, Bosnie-Herzégovine, Brésil, Bulgarie, Chine, Côte d'Ivoire, Kirghizistan, Liban, Maroc, Maurice, République tchèque, Sénégal, Tunisie
Matériaux de construction à haute performance énergétique (fenêtres, portes, briques perforées, bottes de paille, etc.)	Bangladesh, Bosnie-Herzégovine, Chine, Mongolie, Pakistan, Pologne
Technologies industrielles à haute performance énergétique (acier, briques, ciment, céramique, textile, fonderie, caoutchouc, bois, coke, fabrication du thé, industrie alimentaire, pâte et papier, charbon, etc.)	Bangladesh, Bélarus, Bulgarie, Chine, Costa Rica, Côte d'Ivoire, El Salvador, Honduras, Hongrie, Inde, Iran, Macédoine, Malaisie, Maroc, Nicaragua, Panama, Philippines, Pologne, Tunisie, Viet Nam
Chauffage urbain	Arménie, Bélarus, Bulgarie, Chine, Croatie, Géorgie, Hongrie, Kazakhstan, Lettonie, Lituanie, Moldova, Mongolie, Ouzbékistan, Pologne, République slovaque, République tchèque, Roumanie, Russie, Slovénie, Turkménistan, Ukraine
Production d'électricité (modernisation) et distribution d'électricité	Brésil, Chine, Équateur, Guinée, Inde, Philippines, Sri Lanka, Syrie
Cogénération (y compris récupération de chaleur pour la production d'électricité à partir de processus industriels)	Chine, Éthiopie, Kenya, Malawi, Ouganda, République tchèque, Russie, Soudan, Swaziland, Tanzanie
Moteurs à haut rendement énergétique	Bangladesh, Chine, Inde, Indonésie, Pakistan, Pologne, Thaïlande, Viet Nam
Chaudières à haut rendement énergétique	Chine, Pologne, Russie
Compresseurs frigorifiques sans CFC à haut rendement énergétique	Brésil, Colombie, Inde, Thaïlande

énergie. En Chine, le projet du FEM visant à promouvoir les réfrigérateurs consommant moins d'électricité a adopté une double approche. Côté offre, une assistance technique a été fournie aux fabricants de réfrigérateurs et de compresseurs, les technologies ont été modernisées et des programmes de formation ont été proposés aux concepteurs de produits, tandis que côté marché, des normes ont été adoptées en matière d'efficacité énergétique. Les fabricants de réfrigérateurs participants ont amélioré les performances énergétiques de leurs appareils de 23 % en moyenne entre 1999 et 2003. Les ventes de réfrigérateurs les plus économes en énergie ont bondi de 360 000 unités à 4,8 millions d'unités, ce qui a stimulé l'augmentation des capacités de production.

Technologies industrielles à haute performance énergétique

Le FEM a financé plus de 30 projets dans le secteur industriel afin de favoriser la modernisation technologique et l'adoption et la diffusion de technologies à haute performance énergétique. Certains projets sont axés sur le développement de mécanismes de marché, par exemple des entreprises de services énergétiques, sur la création d'instruments financiers spécifiques, ou encore sur une assistance technique destinée à stimuler les investissements dans les nouvelles technologies. D'autres projets sont ciblés sur un ou plusieurs sous-secteurs et des technologies précises. Ils concernent les matériaux de construction (briques, ciment et verre), l'acier, le coke, la fonderie, le papier, la céramique, le textile, l'alimentation et les boissons, le thé, le caoutchouc et le bois. Un certain nombre de projets sont axés sur la promotion de

matériels à haut rendement énergétique comme les chaudières, les moteurs et les pompes, et sur la promotion de la cogénération dans le secteur industriel.

Dans certains projets, le FEM a encouragé des transferts de technologies Sud-Sud, par exemple le transfert d'une technologie de four à briques à haute performance énergétique, de la Chine au Bangladesh. Cette technologie a été mise au point, adoptée et diffusée en Chine, et est maintenant transférée au Bangladesh.

Chauffage urbain

Le FEM a travaillé à promouvoir des solutions de chauffage urbain économes en énergie dans plus de 20 pays, pour la plupart en Europe orientale et dans l'ancienne Union soviétique, mais aussi en Chine et en Mongolie. Dans leur grande majorité, ces projets visent à faire la démonstration de technologies et de pratiques qui améliorent la distribution du chauffage et de l'eau chaude sur le plan technique et opérationnel, à instaurer des politiques et des réglementations favorables, et à faciliter l'accès à des financements et des investissements. Certains projets mis en œuvre en Europe orientale ont également permis de remplacer le charbon par la biomasse comme combustible.

Chaudières à haut rendement

En Chine, le projet Chaudières industrielles à haut rendement a bénéficié d'un don de 32,8 millions de dollars du FEM pour 1) moderniser les modèles de chaudière existants en introduisant des dispositifs de combustion et des équipements auxiliaires

plus performants provenant de pays développés ; 2) adopter des nouveaux modèles de chaudière à haut rendement en introduisant des techniques de fabrication et des conceptions de chaudières modernes ; et 3) fournir une assistance technique et de la formation aux fabricants de chaudières et aux consommateurs. Achevé en 2004, le projet a effectivement permis un transfert de technologie international dans le domaine des chaudières, qui a profité à neuf fabricants de chaudières et neuf fabricants d'équipements auxiliaires. Grâce à l'appui du FEM, les fabricants chinois ont acquis des technologies évoluées de fabrication de chaudières performantes, construit des prototypes et lancé la production commerciale. L'assistance technique dispensée a également permis de réviser et formuler des normes nationales et sectorielles et de renforcer les capacités techniques des fabricants de chaudières en Chine.

Compresseurs frigorifiques sans CFC à haut rendement

Dans plusieurs pays, dont la Thaïlande, le Brésil et l'Inde, le FEM s'est employé à accélérer le remplacement des anciens modèles de compresseurs à CFC par des modèles sans CFC à haut rendement. Ces projets ont également créé une synergie, mettant en commun les ressources du FEM et du Fonds multilatéral pour le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

En Thaïlande, un projet du FEM a permis de démontrer la faisabilité technique, la viabilité financière et les avantages du remplacement des compresseurs. Grâce aux économies d'énergie réalisées et à la réduction des émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone et de GES,

l'opération a été plus rentable que prévu. Elle a été reproduite dès la fin du projet et entraîné une transformation rapide du marché.

ATTÉNUATION : TECHNOLOGIES UTILISANT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Entre 1991 et 2007, le FEM a approuvé des financements à titre gracieux pour un montant total de plus de 800 millions de dollars au bénéfice d'environ 150 projets destinés à appuyer le transfert de technologies utilisant des énergies renouvelables dans les pays en développement ou en transition (tableau 2).

Installations photovoltaïques hors réseau

Depuis sa création, le FEM a aidé à déployer des technologies à énergie renouvelable pour les populations non raccordées au réseau électrique, notamment dans les foyers utilisant du kérosène pour s'éclairer et du bois pour cuisiner, deux produits dont la combustion génère des GES. Parce que ces populations vivent souvent dans des lieux isolés, l'extension du réseau électrique n'est pas intéressante sur le plan économique et coûte trop cher pour les pouvoirs publics. Pour répondre à ce besoin, le FEM a financé différents projets qui donnent à ces foyers accès à l'électricité au moyen d'installations solaires domestiques.

Ces projets ont permis de tirer plusieurs enseignements, notamment : l'importance de la qualité technique des installations solaires domestiques, la nécessité d'informer

davantage le public sur cette technologie, l'importance d'assurer l'entretien des installations et d'avoir une infrastructure commerciale adéquate, et la nécessité de proposer des financements viables par des instruments appropriés. Bien que le photovoltaïque solaire et les installations solaires domestiques constituent des solutions économiques pour fournir de l'électricité dans des lieux isolés, elles sont parfois trop chères pour les personnes qui en ont besoin. Il faut alors disposer de financements adaptés à la capacité et au consentement à payer des consommateurs.

Le projet Transformation du marché rural du photovoltaïque en Tanzanie s'est appuyé sur les leçons tirées des précédents projets photovoltaïques en milieu rural. Comme l'indiquent les rapports, ce projet a contribué à éliminer les taxes et la TVA dues sur tous les éléments des installations photovoltaïques. Des normes et un code de pratiques ont été approuvés et sont maintenant en place. Une Agence de l'énergie rurale a été créée et un Plan directeur pour l'énergie rurale a été élaboré. Une série de séminaires a permis de mieux informer les principaux décideurs au sein des autorités locales. Et surtout, le secteur privé a bien accueilli le projet et un programme de formation au photovoltaïque a été adopté par l'autorité tanzanienne chargée de l'enseignement et de la formation professionnels. Des formations ont été dispensées à des techniciens pour leur apprendre à dimensionner, installer, réparer et entretenir les installations, dont 60 % sont opérationnelles. Des modèles financiers pour le financement de toute la chaîne d'approvisionnement et des installations individuelles sont en train d'être développés pour augmenter le nombre de foyers et d'entreprises demandant des financements pour investir dans l'énergie photovoltaïque.



TABLEAU 2 : Technologies utilisant des énergies renouvelables et pays ayant bénéficié d'une aide du FEM

Technologie à énergie renouvelable	Pays ayant bénéficié d'une aide du FEM
Installations photovoltaïques hors réseau	Afrique du Sud, Bangladesh, Bolivie, Botswana, Burkina Faso, Chine, Costa Rica, Érythrée, Éthiopie, Ghana, Inde, Kenya, Lesotho, Malawi, Maroc, Namibie, Népal, Ouganda, Pérou, Soudan, Sri Lanka, Swaziland, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe
Installations photovoltaïques reliées au réseau	Inde, Mexique, Philippines, <i>(entrent aussi dans le programme d'opérations 7)</i>
Chauffe-eau solaires	Afrique du Sud, Albanie, Algérie, Chili, Inde, Liban, Maroc, Mexique, Tunisie
Énergie éolienne	Afrique du Sud, Azerbaïdjan, Bangladesh, Brésil, Chine, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Érythrée, Éthiopie, Fédération de Russie, Ghana, Guatemala, Honduras, Iran, Jordanie, Kazakhstan, Kenya, , Madagascar, Mauritanie, Mexique, Népal, Nicaragua, Pakistan, RDP Corée, Sri Lanka, Tunisie, Uruguay
Énergie géothermique	Arménie, Bulgarie, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Fédération de Russie, Hongrie, Indonésie, Kenya, Lituanie, Ouganda, Philippines, Pologne, Roumanie, , Tadjikistan, Tanzanie, Turquie, Ukraine
Valorisation du méthane émis par les déchets (municipaux et/ou biologiques liquides)	Chine, Jordanie, Lettonie, Mexique, République tchèque, Uruguay (certains projets ont aussi pris la forme de mesures d'intervention immédiates ; voir ci-dessous)
Petite hydroélectricité	Bénin, Bhoutan, Burundi, Cameroun, Congo, Gabon, Haïti, Hongrie, Indonésie, Macédoine, Mali, Monténégro, Nicaragua, RD Congo, République centrafricaine, Rwanda, Togo
Cogénération à partir de biomasse	Hongrie, Malaisie, Thaïlande
Chaudières à biomasse (production de chaleur)	Bélarus, Chine, Égypte, Inde, Kenya, Lettonie, Pologne, République slovaque, Slovénie, Sri Lanka
Gazéification de la biomasse pour produire de l'électricité	Chile, Inde, Uruguay

Chauffe-eau solaires

Bien que la technologie des chauffe-eau solaires paraisse souvent simple, cette idée n'est pas tout à fait juste. La qualité des accessoires, des capteurs solaires et du montage a une incidence importante sur le bon fonctionnement de l'ensemble. C'est pourquoi on a souvent vu des appareils mal fonctionner ou être abandonnés parce qu'on avait utilisé des matériaux bon marché ou que l'installation était mal faite. L'expérience du FEM montre qu'il est indispensable d'avoir recours à du personnel qualifié et de respecter des normes de qualité élevées si l'on veut garantir la bonne diffusion de cette technologie.

Au Maroc par exemple, les premiers chauffe-eau solaires étaient souvent de mauvaise qualité. De ce fait, ils ont cessé d'être utilisés et le marché s'est mis en sommeil. Dans le cadre d'un projet du FEM, les anciens chauffe-eau en panne ont été réparés, de nouvelles normes de qualité plus élevées ont été adoptées, et les techniciens et les personnels ont été formés afin que les futures installations soient d'une qualité satisfaisante. Par ailleurs, pour encourager la production et la vente de modèles plus performants, une subvention a été accordée aux premiers acheteurs de chauffe-eau à la nouvelle norme. Ces initiatives ont ranimé le marché, aujourd'hui florissant, et redynamisé l'ensemble du secteur.

Installations photovoltaïques raccordées au réseau

Aux Philippines, la centrale électrique photovoltaïque de production décentralisée CEPALCO financée par le FEM avait pour objectif de démontrer l'intérêt du photovoltaïque pour remédier à la pénurie de capacité du réseau de distribution. Une centrale photovoltaïque de 1 MW a été construite et

intégrée au réseau de 80 MW de la Cagayan de Oro Electric Power & Light Company (CEPALCO), une compagnie privée située sur l'île de Mindanao, aux Philippines. L'installation photovoltaïque est couplée à une usine hydroélectrique de 7 MW à contrôle dynamique de charge. En fournissant une capacité de production fiable, cette centrale hybride permet de réduire la demande d'électricité produite et distribuée par les autres centrales de la CEPALCO. Grâce à la centrale photovoltaïque, CEPALCO pourra attendre encore trois ans avant de devoir ajouter des postes électriques dans son réseau de distribution, opération qui l'obligera à acheter de l'électricité supplémentaire produite dans des centrales thermiques. La société réduit ainsi ses émissions de GES. En outre, il s'agit là de la première démonstration en vraie grandeur des avantages apportés par l'association hydraulique-photovoltaïque pour l'environnement mais aussi, à terme, de son intérêt économique. C'est aussi la première fois qu'une installation photovoltaïque de taille importante est raccordée au réseau électrique dans un pays en développement.

Ce projet représente une avancée importante face au problème de stockage que pose un grand nombre de technologies à énergie renouvelable. Si les installations hydroélectriques actuelles peuvent être utilisées pour le stockage, beaucoup de sources d'énergie renouvelables, dont le photovoltaïque et le vent, peuvent leur être associées pour constituer des unités hybrides de production « ferme » – c'est-à-dire une source d'électricité entièrement renouvelable.

Énergie éolienne

Le FEM a financé un large éventail de projets d'énergie éolienne dans le monde entier. L'expérience a montré que la



disponibilité des ressources ainsi que la bonne connaissance de la technologie étaient des paramètres importants mais que néanmoins, les principaux freins à la croissance du marché de l'éolien étaient les réglementations sur le raccordement au réseau des génératrices à source d'énergie renouvelable et le surcoût pour les compagnies de distribution de l'électricité d'origine éolienne.

L'expérience internationale montre qu'il existe plusieurs solutions à ce problème, notamment la création d'une norme pour les sources d'énergie renouvelables et d'un tarif spécial de rachat garanti pour l'électricité d'origine renouvelable. Le FEM a aidé des pays à comprendre et adopter ces réglementations. Au Mexique par exemple, les agences du FEM ont : 1) apporté une assistance pour améliorer les mesures de la vitesse des vents ; 2) assuré des activités de formation et de renforcement des capacités ; et 3) fait mettre en place une nouvelle réglementation prévoyant la création d'un fonds pour l'énergie verte destiné à financer le surcoût de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables.

L'un des projets du FEM les plus visibles et les plus réussis dans le secteur naissant de l'énergie éolienne dans les pays en développement est le CRESP (Programme de valorisation à grande échelle des énergies renouvelables) déployé en Chine. Conçu selon une approche-programme pour assurer des changements structurels sur le long terme, il a accompagné l'adoption de la Loi chinoise sur les énergies renouvelables en 2007, qui prévoit le déploiement d'un large éventail d'énergies renouvelables.

Les principaux bénéfices généraux du projet sont :) la suppression de nombreux obstacles à l'introduction

d'énergies renouvelables économiquement efficaces, en particulier de l'énergie éolienne, en Chine ; 2) la réduction des coûts et l'amélioration des performances de la petite hydroélectricité, des éoliennes et de certaines technologies exploitant la biomasse ; et 3) la plus grande pénétration des énergies renouvelables sur le marché, avec une réduction des émissions de GES dues à la production d'électricité. On estime que d'ici 2010, la production supplémentaire d'électricité d'origine renouvelable devrait atteindre 38 térawatts-heure (TWh) par an, soit l'équivalent d'environ 7,9 GW de capacité installée. Les économies en carbone du projet sont évaluées à 187 millions de tonnes (MtC). La Chine représente aujourd'hui le sixième plus grand marché mondial de l'énergie éolienne, avec une capacité installée estimée à 2,6 GW, un chiffre qui a doublé pendant l'année 2006.

Énergie géothermique

De nombreux projets du FEM ont aidé les pays à exploiter leur potentiel géothermique. Ils ont montré qu'en dehors des problèmes de raccordement au réseau des installations de production à partir d'énergies renouvelables, l'énergie géothermique est confrontée à un autre obstacle – de taille – lié au coût que représente la confirmation de la présence et de la localisation de ressources géothermiques exploitables. En règle générale, l'exploitabilité d'un site doit être confirmée par un forage qui peut coûter plusieurs millions de dollars. Pour surmonter cette difficulté, le FEM a créé plusieurs mécanismes de financement conditionnels ayant pour vocation de rembourser les frais de forage de puits non productifs.

Au Kenya, ce problème a été résolu autrement dans le cadre du récent projet Imagerie géophysique plurimodale :

Méthodes d'évaluation des réservoirs géothermiques. Des techniques d'imagerie géophysiques évoluées ont été employées pour localiser des gisements géothermiques commercialement exploitables au Kenya et en Afrique de l'Est. C'est la détection des microséismes, la détection des ondes électromagnétiques générées par les éclairs et le champ magnétique terrestre qui permettent de localiser la vapeur emprisonnée dans des failles souterraines.

À l'heure actuelle, les résultats indiquent que cette méthode, combinée à des forages dirigés, permet d'obtenir des puits produisant entre 4 et 6 MW au lieu de 2 MW auparavant. Le taux de succès des puits de test est également meilleur, ainsi que la localisation de puits utilisables pour réinjecter les fluides géothermiques exploités – procédé qui permet de pérenniser la production d'énergie géothermique. Il en résultera des économies importantes pour le projet de valorisation des ressources géothermiques au Kenya d'une puissance de 512 MW. Grâce à ces techniques évoluées, le projet a permis de mettre en place des capacités de production performantes et durables à la centrale d'Olkaria de la compagnie KenGen. KenGen est maintenant en mesure de fournir ces services à d'autres pays de la région.

Valorisation énergétique des déchets

De nombreux projets ont porté sur l'exploitation du méthane dégagé par les déchets municipaux, qu'il s'agisse des ordures solides des décharges ou des déchets biologiques liquides. Beaucoup d'entre eux ont pu obtenir une aide du FEM à la fois en tant que projets sur les énergies renouvelables et en tant que mesures d'intervention immédiates du fait de leur excellent rapport coût-efficacité. Le FEM a favorisé le développement de ces technologies ; son appui n'est

maintenant plus nécessaire car les projets peuvent bénéficier du Mécanisme pour un développement propre (MDP) et sont alors extrêmement rentables.

En Inde, le projet Procédés de biométhanisation, proposé au début des années 90, visait à développer la capacité endogène du pays à adapter et reproduire la technologie du biogaz pour les déchets industriels. L'un des problèmes à résoudre venait du fait que les déchets biologiques des agroindustries et des industries connexes entraînaient le rejet de quantités importantes de méthane et d'autres polluants dans les eaux avoisinantes. Le projet avait pour objectif de produire le méthane dans un environnement contrôlé, de le récupérer et de l'utiliser pour produire de l'énergie.

Le projet du FEM a financé le renforcement des capacités dans cinq laboratoires nationaux de R&D et d'autres établissements participant au projet dans le cadre d'un réseau. Le FEM a également cofinancé plus d'une dizaine d'installations de démonstration dans différents secteurs, notamment l'agroindustrie, les pâtes et papiers, les tanneries, les abattoirs, les rizeries et les laiteries industrielles.

Ces activités de renforcement des capacités ont donné des résultats excellents et durables, et les installations de démonstration ont permis de voir clairement les industries pouvant réduire le plus les émissions de GES. Le projet a aussi montré la nécessité de poursuivre les efforts au-delà de la mise au point initiale ou de l'adaptation locale d'une technologie. Lorsque des technologies adaptées ont été identifiées et testées, il est essentiel de les suivre jusqu'au stade de la diffusion. Elles doivent être systématiquement intégrées dans les politiques nationales, et les industries

correspondantes doivent être développées afin que les pays disposent des équipements et des services nécessaires pour implanter les technologies et développer des capacités de production durables.

Mini et micro-hydroélectricité

La petite hydraulique est une technologie qui a fait ses preuves mais qui n'est pourtant pas très répandue. Le FEM encourage depuis longtemps son utilisation dans le monde entier et a constaté que plusieurs facteurs freinaient son adoption, à savoir le manque d'information sur la technologie et les ressources, l'absence de cadre institutionnel favorable, les obstacles réglementaires, et l'absence ou l'insuffisance de financements adaptés.

À cet égard, le Programme intégré de développement et d'applications de la production électrique des microcentrales hydrauliques, déployé en Indonésie, est un projet prometteur qui vise à réduire les émissions de GES générées par les centrales électriques à combustible fossile. Le but est d'accélérer la mise en valeur des ressources de la microhydraulique et d'optimiser leur exploitation en éliminant ou en diminuant les obstacles actuels.

Les quatre principaux objectifs concrets du projet sont de susciter un plus grand intérêt et une participation accrue du secteur privé au renforcement des capacités dans le secteur de la microhydraulique, de renforcer les capacités dans les petites communautés résidentielles pour développer l'utilisation de la microhydraulique, d'améliorer l'information au niveau local sur la technologie et ses applications et de la rendre plus disponible, et enfin d'augmenter le nombre de

microcentrales hydrauliques construites pour produire de l'électricité ou pour d'autres usages productifs.

Le projet vise à atteindre une réduction globale des émissions de GES de 304 kilotonnes de CO₂, à déployer chaque année au moins 40 projets locaux de microhydraulique pour des usages productifs, et à produire au total, sur trois ans, 130 gigawatts-heure (GWh) d'électricité, dont 100 GWh vendus.

Cogénération à partir de biomasse

Les déchets agricoles et forestiers peuvent fournir une quantité d'énergie importante permettant de produire de la chaleur et de l'électricité. Cette biomasse, constituée le plus souvent des résidus des récoltes et des déchets des scieries, peut offrir des possibilités intéressantes de production d'énergie neutre en carbone, puisque le CO₂ rejeté pendant la combustion provient à l'origine de produits végétaux cultivés et a été piégé dans le cadre d'un cycle fermé. Si cette source d'énergie remplace un combustible fossile, les bénéfices sont encore plus importants.

L'exploitation de la biomasse des déchets est souvent freinée par une réglementation qui ne reconnaît pas ou laisse peu de place aux petites unités de production d'électricité fonctionnant avec des énergies renouvelables, et par le manque de financements, de technologies et d'informations. Le FEM a appuyé différents projets qui ont permis de déployer des installations de cogénération de chaleur et d'électricité à partir de résidus.

En Thaïlande, le projet Élimination des obstacles à la production d'électricité et à la cogénération utilisant la

biomasse a ainsi aidé les entreprises locales à diminuer de quatre millions de tonnes leurs émissions de GES (en équivalent carbone) en accélérant le développement des technologies de cogénération et de production d'électricité et de cogénération à partir de biomasse afin de remplacer les combustibles fossiles utilisés jusqu'alors.

Ce projet a pour but de : 1) renforcer les capacités à fournir des informations et des services aux investisseurs susceptibles d'être intéressés par des projets de valorisation de la biomasse ; 2) améliorer le cadre réglementaire pour mettre en place des incitations financières favorables aux projets de production d'électricité et de cogénération à partir de biomasse ; 3) développer les financements commerciaux disponibles pour ces projets ; et 4) faciliter la construction de deux centrales pilotes à biomasse en finançant des garanties commerciales. Le projet produit 65 520 mégawatts-heure (MWh) d'électricité par an à partir d'une énergie renouvelable.

Chaudières à biomasse

Les difficultés rencontrées pour produire de la chaleur à partir des déchets agricoles et forestiers sont identiques à celles qui freinent la cogénération à partir de biomasse. Dans les deux cas, il est indispensable de modifier la réglementation sur les réseaux de chauffage. Et dans les deux cas, ces projets donnent la possibilité de mieux exploiter les ressources naturelles et de réduire les émissions de GES.

En Lettonie, le projet Utilisation économiquement rationnelle des déchets de bois pour le chauffage urbain a été mis en œuvre pour remédier à plusieurs de ces problèmes. Il a pour objectif de : 1) encourager l'utilisation des déchets de bois en

éliminant ou en atténuant les obstacles au remplacement du mazout importé par des déchets de bois produits selon des modes d'exploitation durables pour alimenter les réseaux de chauffage urbains ; 2) promouvoir le développement et la mise en place d'une installation de chauffage urbain économique, exploitée de manière commerciale et assurant la production, le transport et la distribution d'eau chaude pour le chauffage à Ludza ; et 3) aider à supprimer ou atténuer les obstacles techniques, législatifs, institutionnels, organisationnels, économiques, financiers ou liés au manque d'information, qui s'opposent à la reproduction d'un projet pilote dans la ville.

Depuis le début du projet, 11 200 tonnes d'émissions de CO₂ ont été évitées chaque année à Ludza, l'équivalent d'environ 80 % des émissions dues à l'emploi de mazout pour le chauffage. Le projet et le montage financier associé ont encouragé plus d'une dizaine d'autres villes à valoriser les déchets forestiers dans leurs réseaux de chauffage urbain, permettant d'éviter plus de 100 000 tonnes d'émissions de CO₂ par an. Le financement du FEM s'est élevé à 0,75 million de dollars, avec un cofinancement de 2,73 millions de dollars.

Gazéification de la biomasse pour produire de l'électricité

Le processus de gazéification de la biomasse est connu depuis longtemps, mais un problème technique rendait son utilisation compliquée : la nécessité de nettoyer les gaz pour empêcher l'obstruction de l'installation. Les nouveaux réacteurs de gazéification savent mieux résoudre cette difficulté. Cette technologie ouvre des possibilités prometteuses pour la production d'électricité, en particulier en milieu rural où l'on trouve de grands volumes de résidus de biomasse.

En Inde, le projet Exploitation de la biomasse en milieu rural vise à développer et mettre en œuvre un ensemble de technologies bioénergétiques réduisant les émissions de GES. Il permettra de répondre aux besoins d'énergie des villages selon une approche viable et participative. Ce projet est principalement déployé dans 24 villages du district de Tumkur, dans le Karnataka.

Les objectifs du projet sont les suivants : 1) montrer la faisabilité technique et la viabilité financière des technologies bioénergétiques – notamment de la gazéification de la biomasse pour produire de l'électricité – à une échelle importante ; 2) renforcer les capacités et élaborer des mécanismes afin d'assurer la mise en œuvre, la gestion et le suivi des projets ; 3) élaborer des stratégies financières, institutionnelles et commerciales pour lever les obstacles qui freinent la reproduction à grande échelle des solutions bioénergétiques pour des applications décentralisées ; et 4) diffuser largement les technologies bioénergétiques et les informations les concernant.

Le projet a entraîné une forte augmentation des surfaces forestières sous la forme de plantations énergétiques (1 186 hectares), d'opérations de régénération des forêts (840 hectares) et de petite arboriculture (environ 988 hectares). Le bois est utilisé pour produire de l'électricité dans des réacteurs de fabrication locale. L'électricité produite est vendue à la compagnie régionale de distribution d'électricité pour alimenter la région. Par ailleurs, grâce au projet, 171 familles ont remplacé le bois de chauffage par du biogaz, ce qui a permis de réduire les émissions de GES de 256 tonnes par an sur les trois dernières années.

ATTÉNUATION : NOUVELLES TECHNOLOGIES ÉNERGÉTIQUES PEU ÉMETTRICES DE GES

L'objectif du FEM dans ce domaine était d'accompagner les premières démonstrations de ces technologies dans les pays en développement (tableau 3). Gagner en expérience sur ces techniques permet de faire des économies sur les installations suivantes. La technologie la plus importante qui ait bénéficié d'un soutien du FEM est celle des centrales solaires à concentration.

Centrales solaires à concentration

Le FEM, avec l'Inde, le Mexique, le Maroc et l'Égypte, a élaboré un portefeuille de quatre centrales solaires de démonstration. Des champs solaires, typiquement de 30 mégawatts, ont ainsi été construits dans le cadre de centrales hybrides à turbines à gaz. La combinaison d'une centrale à gaz et d'une centrale solaire permettrait de distribuer de l'électricité à la demande, ce qui rendrait les centrales encore plus intéressantes sur le plan économique.

Toutefois, les projets ont avancé très lentement, signe que la technologie n'a pas encore rencontré le succès attendu. Cela fait peu de temps que de nouvelles centrales ont été programmées et construites dans les pays développés, surtout en Espagne, où des mesures d'incitation généreuses ont été mises en place au moyen d'un tarif de rachat élevé pour l'énergie solaire. Grâce à cette évolution dans les pays développés, les projets progressent en Égypte, au Mexique et au Maroc.

TABEAU 3 : Technologies de production d'énergie peu émettrices de GES et pays ayant bénéficié d'une aide du FEM

Technologies énergétiques peu émettrices de GES	Pays ayant bénéficié d'une aide du FEM
Centrale à cycle combiné à gazéification intégrée de la biomasse	Brésil
Production d'électricité photovoltaïque intégrée aux bâtiments	Malaisie
Centrale solaire à concentration	Égypte, Maroc, Mexique
Centrale à cycle combiné à combustion externe	Brésil
Cogénération à microturbine	Indonésie
Centrale électrique photovoltaïque raccordée au réseau	Mexique, Philippines
Centrale électrique à pile à combustible stationnaire	Afrique du Sud

L'une des leçons tirées de ces expériences est qu'il est difficile pour les pays en développement d'adopter des technologies de pays développés qui ne sont pas entièrement commercialisées. Lorsqu'une technologie ne parvient pas à s'imposer en tant que solution viable dans les pays développés, elle n'est pas crédible ailleurs. Dans le cas des centrales solaires à concentration, les coûts de construction ont augmenté au fur et à mesure de l'avancement des projets.

Les pays d'accueil ont d'ailleurs dû supporter des coûts supplémentaires et courent le risque que les projets ne produisent pas l'électricité prévue d'une manière garantie. Pour deux de ces projets, les coûts supplémentaires ont dépassé le financement du FEM. Les deux pays ont été contraints de fournir une rallonge importante pour permettre la poursuite des travaux.

À l'avenir, les projets de ce type devraient s'appuyer sur des partenariats multinationaux afin de recueillir des informations et d'échanger des données d'expérience.

ATTÉNUATION : TECHNOLOGIES ET MODES DE TRANSPORT

Le programme du FEM sur les modes de transport écologiquement viables a été approuvé par le Conseil en 2000. Il porte à la fois sur la promotion des nouvelles technologies et sur l'élimination des obstacles à la diffusion des technologies éprouvées mais peu répandues. Le tableau 4 présente les technologies concernées et les pays ayant bénéficié d'une aide du FEM.

Autobus à pile à combustible

Lorsque le programme d'opérations sur les modes de transport écologiquement viables a été adopté en 2000, les autobus à pile à combustible faisaient partie des technologies pouvant bénéficier d'une aide au titre du programme. Un portefeuille de projets d'autobus à pile à combustible a donc été élaboré pour équiper des villes au Brésil, en Chine, en

Tableau 4 : Technologies et modes de transport et pays ayant bénéficié d'une aide du FEM

Technologie ou mode de transport	Pays ayant bénéficié d'une aide du FEM
Pistes cyclables, transport non motorisé	Botswana, Chili, Nicaragua, Pérou, Philippines, Pologne, Viet Nam
Transports rapides par autobus	Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Ghana, Sénégal, Tanzanie
Couloirs de bus	Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Chili, Chine, Ghana, Inde, Indonésie, Iran, Mexique, Pérou
Tricycles électriques	Inde
Autobus hybrides	Égypte
Autobus à pile à combustible à hydrogène	Brésil, Chine
Gestion de la demande de trafic	Argentine, Brésil, Ghana, Mexique

Égypte, en Inde et au Mexique. Les cinq projets ont été approuvés par le Conseil du FEM, mais pour trois d'entre eux, l'industrie n'a pas manifesté beaucoup d'intérêt puisque l'appel à expressions d'intérêt s'est soldé par un taux de réponse faible ou nul. Les projets envisagés en Égypte, en Inde et au Mexique ont finalement été annulés.

Sur les deux projets engagés, la Chine a été le premier pays à recevoir ses autobus, qui sont en exploitation depuis 2004. Le Brésil a aussi reçu des autobus, qui fonctionnent de façon satisfaisante. Toutefois, il n'est pas certain que l'un ou l'autre

puisse aboutir au développement d'une industrie viable si la technologie ne fait pas de progrès rapides et si les coûts de production de l'hydrogène ne diminuent pas.

ATTÉNUATION : MESURES D'INTERVENTION IMMÉDIATES

Les mesures d'intervention immédiates dans le domaine du changement climatique ont été créées afin de saisir des occasions particulièrement intéressantes à court terme qu'il serait dommage de laisser passer (tableau 5). Pour rentrer dans ce cadre, les projets devaient coûter dix dollars maximum par tonne d'équivalent CO₂ évitée.

Méthane des gisements de charbon et des houillères

Les gisements de charbon émettent des quantités importantes de méthane, qui est rejeté dans l'atmosphère quand le gisement est exploité. Le méthane (CH₄) étant un GES dont le potentiel de réchauffement climatique est plus de 20 fois supérieur à celui du CO₂, son utilisation comme combustible présente plusieurs avantages : 1) le CH₄ est reconverti en CO₂ qui est moins préjudiciable au climat ; 2) les rejets de CH₄ dans l'atmosphère sont diminués ; et 3) la valorisation du méthane diminue la dépendance du pays sur les autres combustibles fossiles.

Le FEM a financé des projets de valorisation du méthane des gisements de charbon et des houillères en Chine, en Russie et en Inde. En Chine, le projet a débouché sur la création de

TABLEAU 5 : Technologies sélectionnées pour des mesures d'intervention immédiates et pays ayant bénéficié d'une aide du FEM

Technologies sélectionnées pour des mesures d'intervention immédiate	Pays ayant bénéficié d'une aide du FEM
Méthane des gisements de charbon/houillères	Chine, Inde, Russie
Conversion charbon-gaz	Pologne
Valorisation des gaz de décharge	Chine, Inde, Jordanie, Lettonie, Uruguay (<i>projets figurant également ci-dessus dans le tableau sur le programme d'opérations 6</i>)
Carburant GPL de substitution	Yémen
Réparation des fuites des réseaux de gaz naturel	Chine, Venezuela

l'Autorité nationale d'exploitation des gisements houillers qui a encouragé la valorisation du méthane et a investi dans plusieurs grands bassins houillers dans le cadre de coentreprises. Le procédé est identique à celui employé pour l'exploitation du gaz naturel. Il s'agit là d'une solution prometteuse susceptible d'augmenter les réserves de gaz chinoises.



**EXPÉRIENCE DU FEM EN MATIÈRE
DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES :
ADAPTATION**

Depuis la définition de la priorité stratégique « adaptation » et la création du Fonds pour les pays les moins avancés (PMA) et du Fonds spécial pour les changements climatiques, les financements des projets d'adaptation administrés par le FEM ont atteint au total 130 millions de dollars. Le transfert des technologies a représenté une composante majeure de la plupart des projets d'adaptation financés dans le cadre de cette priorité stratégique et de ces deux fonds, dont la mise en œuvre est assurée par le FEM à partir des directives de la COP.

Le portefeuille de projets d'adaptation étant relativement récent, on a moins d'expérience de transferts de technologies réussis dans ce domaine que dans celui de l'atténuation. Les technologies d'adaptation et d'atténuation présentent des différences importantes, et il faudra donc accorder beaucoup d'attention au déploiement des technologies mises en œuvre dans les projets d'adaptation. Au fur et à mesure de l'évolution et de la maturation du portefeuille d'adaptation, le FEM devra évaluer les expériences vécues et les enseignements tirés, en s'inspirant de son propre bilan et de celui des autres.

Les fonds octroyés par le FEM pour des transferts de technologie en matière d'adaptation sont allés à des technologies portant aussi bien sur des savoirs que sur des équipements. Les premières peuvent comprendre l'assistance technique à des activités de démonstration pilotes, la régénération de zones humides et/ou de mangroves, l'alimentation artificielle des plages et l'appui institutionnel au transfert de savoir nécessaire pour permettre aux décideurs de savoir intégrer les questions d'adaptation dans la planification sectorielle du développement. Les technologies portant sur des équipements recouvrent par exemple les

systèmes d'irrigation novateurs, les cultures résistantes à la sécheresse, les investissements dans les infrastructures à l'épreuve du changement climatique, et le transfert physique de matériel électronique à haute technologie pour des systèmes de collecte de données et d'alerte.

Les projets d'adaptation visent aussi à renforcer les capacités afin de développer la participation et l'adhésion au niveau local et donc, à terme, de mieux assurer la pérennité des interventions. Beaucoup d'activités pilotes d'adaptation ont également pour objectif d'améliorer la gestion des technologies ou des savoirs locaux existants ou traditionnels, ou d'améliorer l'accès à des informations en rapport avec l'adaptation, afin de permettre une meilleure gestion des activités. Beaucoup de projets d'adaptation administrés par le FEM comportent un volet de renforcement des capacités et d'information du public.

Du fait des différences existant entre les actions d'atténuation et d'adaptation, et parce qu'elles n'utilisent pas de la même façon les techniques portant sur des savoirs et celles portant sur des équipements, les sections suivantes sont organisées par type d'activité. Le tableau 6 présente une vaste gamme d'activités de transfert de technologies d'adaptation dans les domaines de la gestion des écosystèmes, de l'agriculture, de la gestion de l'eau, de la gestion des risques de catastrophes, de la gestion des zones côtières et de la santé.

Transfert de technologies de l'information

Par l'entremise de ses trois sources de financement de projets d'adaptation, le FEM a apporté son concours à de nombreuses activités d'adaptation en rapport avec le transfert de

technologies de l'information. En Colombie, des modèles statistiques et climatiques évolués permettent d'évaluer en permanence les effets des changements climatiques planétaires sur la transmission de la dengue et du paludisme. Ces modèles permettront de prendre les mesures préventives qui conviennent. Au Cap-Vert, un pays exposé à un risque élevé de stress hydrique à cause de l'évolution du climat, une démonstration pilote de techniques de récupération, de stockage, de préservation et de distribution de l'eau va être mise en œuvre. Ce projet comprend plusieurs technologies novatrices telles que les pièges à vent, les écrans souterrains empêchant les déperditions d'eau souterraine, et les nouvelles techniques d'épuration de l'eau.

Grâce à ce type d'activités pilotes, les pays disposeront de l'information et de l'expérience nécessaires pour diffuser ces techniques à grande échelle sur tout le territoire national.

Transfert d'infrastructures et de technologies portant sur des équipements

Un autre groupe de projets fait intervenir des investissements directs (dans des infrastructures physiques modernes par exemple) spécialement ciblés sur des points de vulnérabilité au changement climatique. En Afrique de l'Ouest, le FEM a encouragé le développement de l'utilisation d'énergies de substitution par les populations locales habituées à collecter du bois de chauffage dans les forêts de mangroves. Ces zones côtières très sensibles ont un rôle de tampon naturel contre les effets du changement climatique, à savoir la montée du

niveau de la mer et les ondes de tempête. En incitant les populations locales à utiliser d'autres sources d'énergie, on a diminué la pression humaine sur les forêts de mangroves.

Au Bhoutan, le FEM (par l'intermédiaire du Fonds pour les PMA) finance des mesures destinées à réduire les risques de débordement des gigantesques lacs glaciaires créés par le recul des glaciers. L'intervention réduit directement le risque d'inondation par l'installation de pompes qui abaissent artificiellement le niveau des lacs en dessous des seuils dangereux, et par la mise en place d'un système de suivi et d'alarme automatisé basé sur des nouvelles technologies.

Renforcement des capacités, coordination et politique publique

De nombreuses activités de transfert de technologies peuvent être regroupées dans cette rubrique. Elles ne portent pas sur le transfert d'informations particulières ou d'investissements physiques précis, mais sur la production d'un savoir général, d'une expérience ou de capacités – qui vont ensuite permettre d'intégrer ces questions dans la politique publique, de mettre en œuvre des projets et de généraliser les activités pilotes. En Érythrée par exemple, les ressources administrées par le FEM serviront à former des agents de vulgarisation aux techniques de gestion des parcours à l'épreuve du changement climatique. Ces activités fourniront au pays un réservoir de connaissances durable et flexible, et les personnes formées seront en mesure de conseiller les populations locales sur les moyens de gérer de façon viable leur bétail et leurs parcours pendant les décennies à venir malgré l'évolution du climat.

TABLEAU 6 : Éléments de transfert de technologies d'adaptation dans le domaine des écosystèmes, de l'agriculture, de la gestion de l'eau, de la gestion des zones côtières, de la gestion des risques de catastrophes, et de la santé humaine

	Écosystèmes	Agriculture	Gestion de l'eau	Gestion des zones côtières	Gestion des risques de catastrophes	Santé
Transfert de technologies de l'information	Technologies de gestion des ravageurs introduites dans la stratégie de gestion durable des forêts pour lutter contre les graves problèmes de ravageurs provoqués par la diminution de la pluviosité (Arménie)	Amélioration des prévisions saisonnières et de l'accès des agriculteurs aux informations climatiques saisonnières par des services de vulgarisation (Niger)	Démonstration de techniques novatrices à petite échelle pour la récupération, le stockage, la préservation et la distribution d'eau permettant de se protéger des effets du changement climatique (Cap-Vert)	Plantation/ préservation des mangroves protectrices (Sri Lanka)	Amélioration des dispositifs d'alerte rapide sur les sécheresses et coordination des banques alimentaires et fourragères (Burkina Faso)	Modèles climatiques et statistiques élaborés pour suivre les effets du climat sur le paludisme et la dengue (Colombie)
Infrastructures et technologies portant sur des équipements	Promotion de l'utilisation d'énergies de substitution pour diminuer les agressions humaines sur les mangroves dont le bois était collecté pour le chauffage (Afrique de l'Ouest)	Promotion et diffusion de technologies et de variétés résistantes à la sécheresse ; information sur les techniques d'agriculture non irriguée plus performantes (ensemencement à sec, travail minimal du sol, etc.) (Chine)	Modernisation des installations d'irrigation pour encourager l'utilisation efficace des ressources en eau disponibles (Malawi)	Construction de digues et de brise-lames sur les sites côtiers vulnérables (îles du Pacifique)	Diminution des risques de débordement des lacs glaciaires par l'abaissement artificiel du niveau des lacs et l'installation de dispositifs de suivi/alerte automatisés (Bhoutan)	
Renforcement des capacités, coordination et politique publique	Mise à jour du zonage côtier et gestion des pêcheries à partir d'une analyse détaillée de l'évolution du front salin induite par les changements climatiques (Uruguay)	Formation de spécialistes de l'adaptation capables d'assurer des services de vulgarisation agricole (Érythrée)	Élaboration et mise en oeuvre de cadres de gestion intégrée de l'eau afin d'établir des priorités rationnelles pour la consommation des ressources en eau limitées (Équateur)	Amélioration des capacités humaines et techniques (ex. : SIG) pour le suivi et la lutte contre l'érosion côtière (Afrique de l'Ouest)	Amélioration de la couverture des dispositifs d'alerte rapide existants et meilleure transmission de ces informations aux populations côtières vulnérables (Bangladesh)	Amélioration des capacités et de l'information des professionnels de santé locaux par des programmes pilotes de santé publique à caractère préventif et réactif spécifiquement ciblés sur les maladies induites par le changement climatique (Samoa)



CONCLUSION



Fort de ses 17 années d'existence, le FEM dispose d'une vaste expérience du transfert des technologies d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ses effets. Au total, environ 2,5 milliards de dollars ont été alloués à des projets ciblés sur le changement climatique dans plus d'une centaine de pays. Ces projets ont porté sur plus d'une trentaine de technologies et permis de mobiliser 15 milliards de dollars de cofinancement.

Le transfert de technologies écologiquement rationnelles a un rôle déterminant à jouer dans la réponse qui peut être apportée au niveau mondial à la problématique du changement climatique. Les enseignements tirés par le FEM permettront d'améliorer la portée et l'efficacité des mesures prises pour transférer les TER aux pays en développement.

ANNEXE I. Sigles et Acronymes

AIE	Agence internationale de l'énergie	ONG	organisation non gouvernementale
BID	Banque interaméricaine de développement	PMA	pays moins avancés
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	PME	petites et moyennes entreprises
COP	Conférence des parties	PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
FEM	Fonds pour l'environnement mondial	PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
GES	gaz à effet de serre	SAO	substance appauvrissant la couche d'ozone
GETT	Groupe d'experts du transfert de technologies	SBI	Organe subsidiaire de mise en œuvre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	SBSTA	Organe subsidiaire de conseil scientifique et technique
GPL	gaz de pétrole liquéfié	SCCF	Fonds spécial pour le changement climatique
GWh	gigawatts-heure	SIG	système d'information géographique
MDP	Mécanisme pour un développement propre	TER	technologies écologiquement rationnelles
MWh	mégawatts-heure	TWh	térawatts-heure
		TVA	taxe sur la valeur ajoutée

ANNEXE II . Agents et organismes d'exécution du FEM

Banque africaine de développement
Banque asiatique de développement
Banque européenne pour la reconstruction et le développement
Banque mondiale
Banque interaméricaine de développement
Fonds international de développement agricole
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Programme des Nations Unies pour l'environnement
Programme des Nations Unies pour le développement



CRÉDITS PHOTOS

Couverture : dans le sens des aiguilles d'une montre, George B. Diebold/Corbis, ministère chinois de l'Agriculture, ministère chinois des Sciences et des Technologies, Arne Hoel/Banque mondiale

1^e de couverture intérieure : Michael S. Yamashita/Corbis

Page 3 : Dominic Sansoni/Banque mondiale

Page 4 : ministère chinois de l'Agriculture

Page 7 : ministère chinois des Sciences et des Technologies

Page 8 : Orjan F. Ellingvag/Dagens Naringsliv/Corbis

Page 10 : ministère chinois de l'Agriculture

Page 11 : Dominic Sansoni/Banque mondiale

Page 12 : Curt Carnemark/Banque mondiale

Page 17 : Dominic Sansoni/Banque mondiale

Page 20 : iStockphoto

Page 28 : Bill Lyons/Banque mondiale

Page 32 : Liu Quanlong/Corbis

Page 35 : Curt Carnemark/Banque mondiale

4^e de couverture intérieure : agence de presse Xinhua/Corbis

CRÉDITS RÉALISATION

Texte : Richard Hosier, Robert Dixon, Zhihong Zhang, Bonizella Biagini, Lars Christiansen, John D. Wickham, Dimitrios Zevgolis, Rawlestone Moore.

Relecture et corrections : Monica Fernandes et Maureen Lorenzetti

Conception : Patricia Hord Graphik Design

Impression : Mosaic

Tous droits réservés, octobre 2008

**Fonds pour l'environnement mondial
1818 H Street NW, Washington DC 20433**

La présente publication peut être partiellement ou totalement reproduite sous toutes les formes à des fins éducatives ou pour toute utilisation non commerciale, pour autant qu'il soit fait mention de l'origine. Le Secrétariat du Fonds pour l'environnement mondial souhaiterait recevoir un exemplaire de toute publication ayant puisé à la source du présent ouvrage. L'adresse ci-dessus peut être utilisée à cette fin.

La présente publication ne peut faire l'objet de revente ou de toute autre utilisation à des fins commerciales sans le consentement préalable écrit du Secrétariat du Fonds pour l'environnement mondial. Les images demeurent la propriété exclusive de leurs auteurs et ne peuvent en aucun cas être utilisées sans leur consentement écrit.





INVESTIR DANS NOTRE PLANÈTE

1818 H Street NW
Washington, DC 20433 États-Unis
Téléphone : 202 473 0508
Télécopie : 202 522 3240

www.theGEF.org

Imprimé sur du papier fabriqué d'une manière respectueuse de l'environnement