



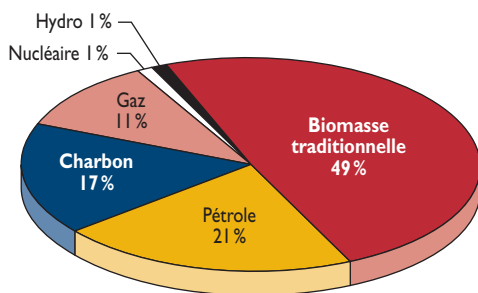
Introduction aux énergies nouvelles et renouvelables en Afrique

Problématique

L'objectif de cette fiche est de caractériser les différentes formes d'énergie renouvelable et les défis associés à leur développement dans les politiques énergétiques africaines.

En 2001, l'approvisionnement énergétique total de l'Afrique était de l'ordre de 514 Mtep, soit environ 5% de la consommation mondiale, et reposait principalement sur la biomasse traditionnelle (figure 1). L'Afrique peut être divisée en trois zones énergétiques distinctes : l'Afrique du Nord est largement dépendante du pétrole et du gaz; l'Afrique du Sud possède une infrastructure bien développée et dominée par la production d'électricité à base de charbon; le reste de l'Afrique subsaharienne possède une infrastructure peu développée, un accès limité aux services énergétiques modernes et demeure largement dépendant de l'énergie produite à partir de la biomasse traditionnelle (Karekezi, 2002a).

Figure 1 : Répartition de l'approvisionnement de l'énergie primaire en Afrique (2001)



Source: Agence internationale de l'énergie (données de 2003)

L'intérêt pour les technologies d'énergies renouvelables (TÉR) en Afrique a augmenté dans les dernières années. Cet intérêt est motivé par plusieurs facteurs.

Le premier facteur réside dans l'augmentation des prix du pétrole, qui a récemment atteint un sommet de plus de 50 US\$ par baril, à un moment où les monnaies africaines convertibles étaient elles-mêmes très basses, en raison de prix faibles sur les marchés internationaux et de la chute des volumes exportés. Or, étant donné que peu de pays africains

disposent de réserves importantes de combustibles fossiles, le secteur énergétique africain est caractérisé par d'importants volumes d'importation de combustibles (ceux-ci représentent de 20 à 40% des recettes d'exportation). Les pays de la région sont donc particulièrement exposés aux bouleversements des prix et aux ruptures d'alimentation. En revanche, l'Afrique est dotée de sources d'énergie renouvelables importantes, dont le potentiel n'a pas encore été complètement exploité en raison de l'intérêt politique limité et de l'insuffisance des investissements. Pleinement exploitées, ces ressources renouvelables pourraient fournir une protection importante contre les conséquences de la dépendance de l'Afrique face aux importations.

Un deuxième développement important est lié aux crises récurrentes auxquelles font face de nombreuses compagnies d'électricité et qui ont entraîné un rationnement énergétique aux effets négatifs sur les économies des pays africains. Globalement, en Afrique, l'accès à l'électricité, bien que variable d'une région à l'autre, demeure faible. De plus, les investissements en énergie favorisent l'exploitation d'énergie conventionnelle à grande échelle, qui ne satisfait qu'une petite part de la population ayant accès aux services énergétiques modernes. Par ailleurs, le rendement financier des compagnies d'électricité de la plupart des pays d'Afrique est insatisfaisant et l'approvisionnement est caractérisé par des pertes de système pouvant s'élever à 30%. De plus, le secteur est caractérisé par un surplus de main-d'œuvre non qualifiée, une mauvaise gestion, un manque de personnel qualifié, une maintenance et des mécanismes d'acquisition de pièces inadéquats, le vol d'électricité et une mauvaise gestion des recouvrements. L'évolution rapide des TÉR pourrait constituer une réponse à ces problèmes.

En troisième lieu, deux initiatives environnementales internationales ont stimulé l'intérêt pour les énergies renouvelables : d'une part, le programme Action 21 proposé par la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement tenue à Rio de Janeiro en 1992, qui vise à mettre en œuvre le concept de développement durable; d'autre part, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et le Protocole de Kyoto, qui visent une action internationale de réduction des émissions

anthropiques de gaz à effet de serre. Plus récemment, les TÉR ont été mises en valeur lors du Sommet mondial sur le développement durable tenu à Johannesburg en 2002, et au cours de la Conférence internationale sur les énergies renouvelables tenue à Bonn en 2004. Toutes ces initiatives montrent le rôle potentiel des TÉR pour répondre aux besoins de la population pauvre, améliorer le niveau de vie et satisfaire les objectifs de développement durable.

L'objectif de ce document est de présenter les sources d'énergie renouvelables et les technologies connexes appropriées pour l'Afrique, ainsi que les défis liés à l'expansion de l'utilisation des énergies renouvelables sur le continent. En raison du manque d'espace, le document est axé sur les cinq formes principales d'énergie renouvelable, à savoir la biomasse, l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'hydro-électricité et l'énergie géothermique.

Principes de base

L'énergie renouvelable désigne les formes d'énergies dont le taux de génération est équivalent ou supérieur au taux de leur consommation. La plupart des sources d'énergie renouvelables sont générées naturellement, mais nécessitent une technologie artificielle pour en extraire l'énergie utile. Ces ressources comprennent la biomasse, le rayonnement solaire, le vent, l'hydroélectricité et l'énergie géothermique.

La biomasse

La biomasse couvre une grande gamme de combustibles organiques tels que le bois, le charbon de bois, les résidus agricoles et les déchets d'origine animale. Environ 14% de l'énergie consommée dans le monde, et 35% de l'énergie consommée dans les pays en voie de développement, est tirée de la biomasse. Le potentiel bioénergétique varie d'un niveau très élevé dans les régions comprenant de vastes forêts vierges ou des plantations forestières, à un niveau très faible dans les régions désertiques et semi-désertiques.

La plupart grande partie de la biomasse consommée en Afrique aujourd'hui l'est par les ménages, c'est-à-dire par des systèmes de *petite taille* (foyers). La biomasse représente une filière grande consommatrice de main-d'œuvre (la production traditionnelle du charbon de bois est une source importante de possibilités d'emplois pour le monde rural), mais inefficace du point de vue énergétique, étant donné les mauvais rendements de combustion des foyers. Les efforts d'amélioration et de modernisation tant de la production de charbon de bois que des foyers eux-mêmes constituent une composante essentielle des politiques énergétiques nationales dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne. Ainsi, près de deux millions de foyers améliorés ont été mis en place dans la région, dont le secteur informel est le principal fabricant.

Le *biogaz* est aussi une option à petite échelle intéressante. Gaz riche en méthane, le biogaz est un sous-produit de la décomposition de la matière organique dans des conditions pauvres en oxygène. La viabilité technique du biogaz a été démontrée par de nombreux essais et projets-pilotes, mais

plusieurs problèmes persistent dans la dissémination massive de cette technologie. On peut mentionner, par exemple, dans le cas de la production de biogaz à partir des déjections animales : la collecte de bouse (nombre restreint d'animaux par agriculteur, mobilité du bétail), la grande quantité d'eau nécessaire pour diluer la bouse et le coût d'investissement élevé (relativement élevé par rapport aux revenus moyens des foyers ruraux africains). Le coût initial étant plus facilement amorti par les institutions comme les écoles ou les hôpitaux, les installations au biogaz de plus grande taille sont plus rentables que des applications à l'échelle des ménages.

L'utilisation de la biomasse à *grande échelle* comprend : la production de chaleur par combustion directe ; la production d'éthanol ; la gazéification ; la cogénération ; la production de biogaz et le briquetage. Les systèmes les mieux connus et ayant obtenu un bon rendement économique sont les systèmes de cogénération et les systèmes de production d'éthanol pour remplacer le carburant à base de pétrole.

La cogénération est une méthode utilisée par les industries de transformation de ressources telles que les pâtes et papiers, le sucre, le bois d'œuvre et le riz, pour répondre à leurs propres besoins en chaleur et en énergie. La cogénération offre à ces industries la possibilité de produire de l'électricité et de la chaleur avec des dépenses en capital limitées, tout en évitant la dépendance aux combustibles fossiles. La cogénération permet aussi aux industries d'être situées dans des régions éloignées non raccordées au réseau national de distribution. Finalement, le surplus d'électricité peut être mis à la disposition d'autres utilisateurs via des mini-réseaux locaux ou par un raccordement au réseau national, le cas échéant. Étant donné le niveau élevé d'activité de l'industrie sucrière, beaucoup de pays d'Afrique subsaharienne pourraient satisfaire une part importante de leur demande d'électricité en utilisant une technologie de cogénération à base de la bagasse. L'Inde et l'île Maurice constituent de bons exemples de pays qui promeuvent la technologie de cogénération (voir étude de cas).

Énergie solaire

Depuis longtemps, l'homme s'est servi de l'énergie solaire pour sécher les peaux animales et les vêtements, conserver la viande, sécher les récoltes et extraire le sel de l'eau de mer. Aujourd'hui, l'utilisation de l'énergie solaire par les ménages comprend l'éclairage, la cuisine, le chauffage de l'eau (chauffe-eau solaires) et le chauffage passif. Parmi les applications à échelle moyenne, on compte : le chauffage de l'eau dans les hôtels, la réfrigération des vaccins, le pompage et la purification de l'eau, ainsi que l'électrification rurale. À l'échelle industrielle, l'énergie solaire est utilisée pour le préchauffage de l'eau à des fins industrielles, la purification et le chauffage de l'eau à l'échelle municipale, les télécommunications et, plus récemment, pour le transport (véhicules solaires).

En Afrique, les *technologies solaires thermiques*, qui utilisent directement le rayonnement solaire pour produire de l'énergie thermique, comprennent les chauffe-eau, cuisinières, distillateurs et séchoirs solaires. Les petits chauffe-eau solaires peuvent être rentables au bout d'une période aussi brève que

3 à 5 ans. Toutefois, la diffusion de ces systèmes a été plus lente que prévue. Dans certains pays en voie de développement, il est en effet difficile pour les chauffe-eau solaires d'être concurrentiels en raison des subventions accordées au GPL. La majorité des chauffe-eau solaires utilisés sont achetés par les foyers à revenus élevés, les institutions et les établissements commerciaux tels que les hôtels et les pourvoiries de chasse.

Les *cellules solaires photovoltaïques* convertissent l'énergie du soleil en électricité. L'énergie solaire photovoltaïque a été largement promue dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne; une application typique est le pompage solaire. En raison de son coût élevé, l'énergie solaire photovoltaïque a principalement bénéficié aux segments aisés de la population. Elle peut améliorer considérablement les conditions de vie dans les lieux qui ne sont pas desservis par le réseau national d'énergie.

Énergie éolienne

Les technologies éoliennes permettent de convertir en puissance l'énergie cinétique de l'air. La puissance obtenue peut servir à pomper de l'eau, faire tourner une machine ou produire de l'électricité (éoliennes). Les vents sont plutôt faibles dans une grande partie du continent africain, mais le potentiel éolien de plusieurs zones n'a pas encore été étudié. L'Afrique du Sud, où les vents peuvent atteindre des vitesses supérieures à 7 m/s (région de Cape Point et de Cape Agulhas), la côte de la mer Rouge et la côte nord-africaine possèdent le plus grand potentiel éolien.

En grande partie à cause des faibles vitesses de vent, la majorité des éoliennes servent au pompage d'eau pour la consommation par les ménages, pour l'irrigation et la consommation par le bétail (tableau 1).

Étant donné les faibles vitesses de vent, le manque de compétences techniques et de sensibilisation, peu de projets liés à la production d'électricité éolienne ont été entrepris en Afrique. Le Maroc est actuellement l'un des chefs de file d'Afrique en matière de développement d'énergie éolienne: en 2000, une ferme éolienne de 50,4 MW, comprenant 80 unités de 600 kW, a été commandée dans la province de Tétouan.

Petites centrales hydrauliques

Étant donné l'inquiétude croissante au sujet des répercussions négatives des centrales hydroélectriques de grande taille, ainsi que la dépendance de ces dernières envers les précipitations (diminution de la production d'électricité pendant les périodes de sécheresse), cette section traite uniquement des centrales d'énergie hydraulique de capacité de moins de 10 MW. Les petites centrales hydrauliques sont subdivisées en mini-centrales hydrauliques (en général, jusqu'à 1 MW) et en micro-centrales hydrauliques (environ 300 kW, mais les définitions peuvent varier). Les petites centrales ont l'avantage de pouvoir satisfaire plusieurs besoins: production d'énergie, irrigation et alimentation en eau. Elles peuvent être installées dans les ruisseaux et rivières de petite taille avec des répercussions limitées sur l'environnement. Il existe des dizaines de milliers de petites centrales hydrauliques dans les pays en voie de développement: jusqu'à 40000 en Chine seulement, et un grand nombre d'autres installées au Népal, au Pérou,

Tableau 1 : Potentiel éolien et nombre de pompes éoliennes (liste de pays non exhaustive) (données de 1980 à 2002)

Pays	Potentiel (m/s)	Nombre de pompes	Pays	Potentiel (m/s)	Nombre de pompes
Algérie	4-6	–	Mauritanie	–	600
Afrique du Sud	7.3-9.7	300 000	Maroc	>10	80
Égypte	–	30	Mozambique	0.7-2.6	50
Botswana	2-3	200	Namibie	–	30 000
Burkina Faso	–	81	Niger	2.5-5.0	38
Cap Vert	9-10	800	Sénégal	3.7-6.1	400
Burundi	>6	1	Seychelles	3.6-6.3	–
Djibouti	4	7	Soudan	3	12
Érythrée	3-8	<10	Tanzanie	3	58
Ghana	4-6	–	Ouganda	4	7
Kenya	3	272	Zambie	2.5	100
Mali	3-7	–	Zimbabwe	3-4	650

Sources: Karekezi and Ranja (1997), AFREPREN (2004)

au Sri Lanka, au Vietnam et au Pakistan. Une grande part du potentiel inexploité des petites centrales hydrauliques se trouve dans les régions éloignées. Bien que l'Afrique soit dotée d'un grand nombre de rivières et affluents permanents qui fournissent un excellent potentiel pour le développement des petites centrales hydrauliques, l'utilisation de cette énergie demeure très faible dans la région (jusqu'à environ 5 à 6 MW à l'île Maurice, au Kenya, au Burundi et en Somalie).

Énergie géothermique

L'énergie géothermique est fournie par la chaleur terrestre naturelle stockée dans les roches et l'eau de la croûte terrestre. Cette énergie est extraite par l'intermédiaire du forage des puits de captage de la vapeur à haute pression à des profondeurs économiquement justifiables. L'énergie géothermique peut être utilisée pour le chauffage de l'air ou de l'eau et la climatisation (pompes à chaleur), ou pour produire de l'électricité. En utilisant la technologie courante (principalement à base de vapeur), l'Afrique a le potentiel de produire 7000 MW d'énergie géothermique (tableau 2), pour une capacité installée de l'ordre de 121 MW. Différents niveaux d'exploration et de recherche sur l'énergie géothermique ont été entrepris à Djibouti, en Érythrée, en Ouganda, en Tanzanie, en Zambie, au Malawi et à Madagascar; étant donné la géologie de la région (vallée du Rift africain), le potentiel pour assurer l'électrification de réseau est le plus élevé en Éthiopie, au Kenya, en Ouganda et en Tanzanie. Au Kenya, les secteurs privé et public participent au développement de l'énergie géothermique. Les gouvernements de l'Éthiopie, de l'Ouganda, de la Tanzanie et de l'Érythrée ont également exprimé leur intérêt pour le développement de mini-réseaux alimentés par de petites centrales géothermiques et destinés à l'électrification rurale. Aucune application n'a toutefois encore été testée.

Parmi les avantages qu'offre l'utilisation de l'énergie géothermique, il faut mentionner la quasi-absence des émissions (dans le cas des systèmes modernes à cycle fermé, qui réinjectent l'eau dans la croûte terrestre), et la faible exigence en espace requise par unité d'énergie produite comparativement aux autres sources d'énergie comme le charbon ou l'énergie hydroélectrique.

Tableau 2: Potentiel géothermique (liste de pays non exhaustive)

Pays	Potentiel (MW)	Pays	Potentiel (MW)
Kenya	2000	Djibouti	230-860
Éthiopie	>1000	Ouganda	450
Algérie	700	Tanzanie	150

Source: Khennas, 2004

Résultats prévus et stratégies de mise en œuvre

Avantages des technologies d'énergies renouvelables en Afrique

Outre le fait qu'elles répondent à des préoccupations environnementales mondiales (désertification, gaz à effet de serre, etc.), les énergies renouvelables contribuent aussi à réduire les répercussions négatives du système énergétique sur l'environnement local et régional. Par exemple, les foyers améliorés, combinés à des cheminées, peuvent réduire la pollution atmosphérique intérieure, qui contribue grandement aux maladies respiratoires, une cause importante de mortalité chez les enfants de moins de cinq ans dans les régions d'Afrique subsaharienne où la cuisine se fait à l'intérieur. Par ailleurs, une forte dépendance du système énergétique envers la biomasse, surtout le charbon de bois, peut entraîner la dévastation des terres, particulièrement autour des grands centres urbains. Les biocarburants tels que l'éthanol peuvent également remplacer le plomb dans les carburants pour véhicules. L'énergie éolienne, l'énergie hydraulique produite par des petites ou micro-centrales ainsi que l'énergie géothermique peuvent réduire le besoin en centrales à charbon, qui contribuent à la pollution de l'environnement local et régional.

Les TÉR à petite et moyenne échelles sont également des options importantes à envisager pour réduire la pauvreté, ainsi que créer des emplois et des entreprises, dans le cas des technologies fabriquées localement. Les projets liés à l'énergie conventionnelle et de plus grande envergure sont peu susceptibles d'avoir un effet aussi direct sur la réduction de la pauvreté. Ainsi, certaines des TÉR sont accessibles à la population très pauvre et peuvent également constituer une source de gagne-pain. La pompe à eau à pédale mise en place au Kenya en constitue un bon exemple: environ 24000 pompes de micro-irrigation peu coûteuses sont actuellement utilisées. Les revenus des petits exploitants agricoles et des agriculteurs pratiquant une agriculture de subsistance sont dix fois plus élevés qu'auparavant. Environ 16000 emplois ont été créés et 4 fabricants de ces pompes sont désormais fonctionnels à Nairobi et à Arusha, en Tanzanie. La figure 2 propose d'autres exemples.

Figure 2: Exemples de technologies d'énergies renouvelables à petite échelle novatrices et peu coûteuses

- Machines à traction animale et outils manuels efficaces et peu coûteux, qui augmenteraient la productivité agricole de l'Afrique rurale.
- Technologies de combustion de la biomasse efficaces et peu coûteuses (ex.: foyers améliorés, carbonisation efficace, fabrication efficace des briquettes, fumoirs à poisson plus efficaces, séchoirs à thé et à bois).
- Utilisation de la force motrice engendrée par des pico-centrales et micro-centrales hydrauliques pour transformer des produits agricoles (augmentation de leur valeur).
- Pompes pour l'irrigation, qui augmentent le rendement agricole et génèrent ainsi des revenus pour l'agriculteur.
- Séchoirs solaires qui diminuent les pertes après récolte et permettent à l'agriculteur de commercialiser ses produits lorsque les prix sont les plus élevés.
- Pasteuriseurs solaires qui fournissent de l'eau potable propre, réduisent l'incidence des maladies hydriques et permettent d'accroître la productivité individuelle ainsi que le revenu familial.

Obstacles au développement des énergies renouvelables

Le succès des TÉR dans la région a été limité par plusieurs facteurs, parmi lesquels: une infrastructure et un cadre institutionnels inappropriés; une planification inadéquate; un manque de coordination et de liaison entre les programmes sur les énergies renouvelables; les distorsions des prix qui nuisent aux énergies renouvelables; les coûts initiaux élevés en capital; des stratégies de dissémination peu efficaces; un manque de main-d'œuvre qualifiée; un manque de connaissances de base et une faible capacité de maintenance.

Obstacles politiques et juridiques

Les TÉR sont peu susceptibles d'être développées et disséminées de façon importante dans les pays africains sans politiques gouvernementales pour les soutenir et sans recevoir les allocations budgétaires nécessaires. Les politiques gouvernementales sont importantes pour créer un environnement favorable à la mobilisation des ressources et encourager l'investissement par et dans le secteur privé. La plupart des premières initiatives de politiques sur les énergies renouvelables ont été motivées par les crises pétrolières des années 1970. Pour faire face à la situation, les gouvernements ont mis sur pied soit un ministère de l'énergie autonome, soit un ministère consacré à la promotion de politiques énergétiques, incluant notamment le développement des TÉR. Malheureusement, une fois la crise énergétique passée, les gouvernements ont généralement réduit leur soutien aux TÉR. Aujourd'hui, la plupart des gouvernements africains ne possèdent pas de politique clairement définie sur les TÉR. Par conséquent, le développement des TÉR suit une évolution plutôt chaotique, avec peu de soutien par les plans

nationaux, qui sont eux-mêmes rarement disponibles, ou périmés et inadéquats.

Le soutien limité pour les énergies renouvelables est aussi illustré par le montant peu élevé des allocations budgétaires accordées à ces technologies dans la plupart des pays. L'accent est plutôt placé sur les secteurs pétrolier et électrique, qui alimentent une petite part de la population, aux dépens des TÉR. Par exemple, en Éthiopie, les investissements dans le secteur pétrolier ont quadruplé entre 1990 et 2000, et les investissements dans le secteur électrique ont presque triplé au cours de la même période. Par opposition, les dépenses associées aux énergies traditionnelles ou alternatives ont diminué de façon constante, passant d'environ 1 % des dépenses totales en 1990, à 0,1 % des dépenses totales en 2000.

Finalement, le développement des énergies renouvelables n'est pas soutenu par un cadre juridique et réglementaire bien défini, contrairement au secteur énergétique conventionnel.

Obstacles financiers et économiques

L'autre obstacle important à la mise en œuvre de projets liés aux énergies renouvelables n'est pas la faisabilité technique de ces derniers, mais l'absence de financement abordable et disponible à long terme. Ce problème est accentué par la concurrence entre les projets pour accéder aux fonds eux-mêmes limités, à laquelle viennent s'ajouter des conditions macro-économiques défavorables. Comme les subventions ne sont pas garanties à long terme, les gouvernements et les entreprises privées doivent trouver des moyens novateurs pour financer les projets liés aux TÉR et rendre ces technologies disponibles pour les consommateurs à des prix abordables, y compris pour les classes sociales les plus pauvres. Par exemple, selon une étude sur la viabilité de l'énergie photovoltaïque au Zimbabwe (Manicaland), 65% de la population rurale n'avait pas les moyens de payer les frais de service, pourtant fixés à un taux aussi bas que possible, pour la fourniture d'électricité photovoltaïque. De plus, 91,5% n'avait pas les moyens d'adhérer à un plan de crédit pour obtenir ces mêmes services.

Le recours à l'option de la production locale pour diminuer le coût des TÉR est envisageable. Toutefois, la viabilité de cette approche ne peut pas être systématiquement généralisée, parce que les pays africains ne possèdent pas encore la capacité industrielle suffisante pour fabriquer les TÉR plus perfectionnés, et parce que la production et la fabrication de masse des TÉR exigent une haute intensité de capital (tableau 3).

Tableau 3: Coûts d'investissement en Afrique

Technologie d'énergie renouvelable	Coût estimé du projet (US\$)
Petite centrale hydroélectrique (40kW)	90 000
Centrale à biogaz de large envergure (150 t déchets / jour)	4 000 000
Centrale à éthanol (40 millions litres / an – prix en 1980)	6 400 000
Fabrication d'une pompe éolienne (20 m ³)	10 000

Source: littérature collectée par les auteurs

Obstacles techniques

L'adoption de nouvelles TÉR nécessite le développement de compétences techniques (savoir-faire) et la construction d'une masse critique d'analystes, de gestionnaires et d'ingénieurs qui seront en mesure de gérer tous les aspects du développement, de la fabrication et de la dissémination des TÉR. Le manque de personnel qualifié dans le domaine des TÉR en Afrique est largement responsable du faible niveau des compétences en recherche, de la mauvaise gestion des programmes sur les énergies renouvelables et de l'échec des projets liés aux TÉR.

L'expertise limitée du secteur informel constitue aussi un défi important à prendre en compte, et pourrait expliquer le faible taux de mise en œuvre des TÉR telles que les systèmes photovoltaïques et les éoliennes. Ainsi, les utilisateurs de ces technologies dépendent d'expatriés ou de techniciens situés dans les milieux urbains, ce qui limite l'efficacité du suivi et met en danger la survie des projets en l'absence des techniciens.

Surmonter les obstacles au développement des énergies renouvelables en Afrique

Politiques et programmes sur les énergies renouvelables

Il est nécessaire de mettre en place des politiques et des programmes sur les énergies renouvelables, pro-actifs et planifiés à long terme, qui concernent à la fois le niveau gouvernemental et le secteur privé, et démontrent les avantages économiques et environnementaux réels et tangibles, en particulier pour la population pauvre de la région. Malheureusement, les données empiriques sur le potentiel réel de revenus et de création d'emplois qu'offrent les TÉR font défaut. De telles données, à la fois aux niveaux micro-économique et macro-économique, aideraient probablement à allouer des budgets plus importants pour le développement des TÉR.

La mise en place de mesures fiscales globalement neutres constitue un type d'approche intéressante pour promouvoir les TÉR. Par exemple, la perte de revenu liée à la suppression des droits de douane et des taxes sur les TÉR pourrait être compensée par les économies réalisées à long terme au niveau des importations de combustibles à base de pétrole ainsi que des taxes provenant éventuellement d'une industrie locale des TÉR.

Technologie appropriée, transfert de technologie et renforcement de capacités

Les technologies qui améliorent des méthodes existantes et exploitent des industries et un savoir technique déjà établis sont plus susceptibles d'être viables à long terme. Par exemple, les technologies mécaniques et thermiques (ex.: pompes éoliennes, petites centrales hydrauliques et foyers améliorés) permettent d'exploiter des connaissances et compétences locales, par opposition à la technologie photovoltaïque, qui est souvent confrontée à une absence de savoir-faire technique local adéquat.

L'expérience démontre que la plupart des TÉR nécessitent des subventions de démarrage, mais peuvent devenir rentables à court et moyen termes, une fois qu'un certain niveau de diffusion de la technologie a été atteint (tableau 4).

Tableau 4: Masse critique pour la rentabilité financière des TÉR

	Nombre d'unités	Nombre d'assembleurs et de fabricants
Foyers améliorés	7000-10000	7-10
Chauffe-eau solaires	4000-5000	5-7
Digesteurs à biogaz	300-500	3-4
Pompes éoliennes	150-120	2-3

Estimés par les auteurs

En matière de formation, de modestes changements aux programmes de formation des universités et collèges existants permettraient d'augmenter considérablement la masse d'ingénieurs, d'analystes et de techniciens qualifiés en matière d'énergies renouvelables. L'intégration de l'expertise liée à l'énergie avec celles des autres intervenants clés tels que les milieux bancaires, les organismes de micro-financement, les travailleurs sociaux/travailleurs en développement communautaire et les défenseurs de la santé publique, est également essentielle pour permettre de mieux comprendre les dynamiques des ressources et des technologies disponibles, les caractéristiques du milieu institutionnel susceptible de contribuer à leur diffusion, et finalement les besoins et intérêts des collectivités ciblées.

Mécanismes de financement novateurs

Les programmes de financement novateurs et durables comprennent notamment l'établissement d'un Fonds national pour les projets liés aux énergies renouvelables, qui serait financé par une modeste taxe sur les combustibles fossiles, ainsi que des plans de crédit visant à développer les industries produisant des énergies renouvelables et à établir des fonds de dotation destinés aux organismes œuvrant dans le domaine des énergies renouvelables. Au Ghana, un fonds national pour l'énergie a été utilisé avec succès pour financer des projets liés aux énergies renouvelables et des activités d'efficacité énergétique.

Les diverses initiatives internationales et régionales disponibles peuvent aussi financer les projets liés aux énergies renouvelables. Par exemple, le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), développé dans le cadre du Protocole de Kyoto et visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, offre une nouvelle possibilité de financement (une fiche technique de PRISME spécifique sur ce sujet est disponible). Le fait que le MDP tende à privilégier les installations à grande échelle pourrait néanmoins défavoriser les TÉR.

En 2000, les Nations Unies ont également établi les Objectifs du Millénaire pour le Développement, comprenant huit objectifs que les pays doivent atteindre au cours de la première ou deuxième décennie du nouveau millénaire. Aucun des objectifs ne traite directement de l'accès aux services

énergétiques, mais l'atteinte de plusieurs objectifs, y compris la réduction de la famine et de la pauvreté, le recul de la mortalité juvénile, l'amélioration de la santé maternelle et la durabilité de l'environnement, serait grandement facilité en augmentant l'accès aux formes d'énergie renouvelable propres, efficaces et peu coûteuses.

Conclusion

Étant donné le rôle que pourraient jouer les énergies renouvelables pour répondre à la demande nationale d'énergie, aux besoins de la population pauvre et aux objectifs de développement durable, il est nécessaire de mettre en place des programmes visant le développement des TÉR à long terme. Le programme novateur sur les politiques énergétiques établi par le Réseau de recherche sur la politique énergétique en Afrique (AFREPREN/FWD) offre un exemple qui peut servir de modèle. Des informations complémentaires sont disponibles sur le site d'AFREPREN.

Références

Ouvrages

- AFREPREN/FWD, 2004. *African Energy Data and Terminologies Handbook: Year 2003-2004 Edition*. Nairobi: African Energy Policy Research Network/Foundation for Woodstone Dissemination.
- Karekezi, S., 2002. 'Renewables in Africa – Meeting the Energy Needs of the Poor', *Energy Policy*, vol. 30 n° 11-12, Special Issue – Africa: Improving Modern Energy Services for the Poor. Oxford: Elsevier Science Limited.
- Karekezi, S. et W. Kithyoma, 2002. *Renewable Energy Strategies for Rural Africa: is a PV-led renewable energy strategy the right approach for providing modern energy to the rural poor of sub-Saharan Africa?* *Energy Policy*, vol. 30, n° 11-12, Special Issue – Africa: Improving Modern Energy Services for the Poor. Oxford: Elsevier Science Limited.
- Karekezi, S et T. Ranja, 1997. *Renewable Energy Technologies in Africa*, AFREPREN/SEI Zed Books, Londres.
- Khennas, S., 2004. Communication personnelle.
- World Bank, 2004. *African Development Indicators 2003*. Washington DC: The World Bank.
- D'autres références sont disponibles auprès des auteurs.

Sites Internet

- AFREPREN:
www.afrepren.org
- Agence Internationale de l'Énergie:
www.iea.org/
- Liste de sites:
www.areed.org, www.actionrenewables.org,
www.approtec.org, www.cures-network.org,
www.dfid.org.uk, www.enda.sn, www.energia.org,
www.europa.org, www.gfse.at, www.hedon.info,
www.inforse.org, www.inship.org, www.ises.com,
www.itd.gov, www.rsvp.nrel.gov, www.sarpn.org.za,
www.sustdev.org, www.winrock.org

Étude de cas 1

Le foyer amélioré Jiko en céramique (Kenya)

Raisons et description du projet

Le foyer Jiko en céramique est l'un des projets de foyer les plus réussis d'Afrique. Il comporte un revêtement métallique, une large base et un chemisage en céramique. La sole du foyer est perforée de trous de 1,5 cm de diamètre sur 25% de sa surface pour former une grille. Le chemisage d'argile est fixé au revêtement métallique par un mélange isolant de ciment et de vermiculite, qui empêche la perte de chaleur et réduit la consommation de combustible. Par ailleurs, le foyer comporte trois ronds à casseroles, deux poignées, trois pieds et une porte, permettant de contrôler le flux d'air qui pénètre sous la grille et de cuire rapidement les aliments à feu vif ou de les mijoter à petit feu. Le modèle standard pèse environ 6 kg, ce qui le rend facilement portable.

Résultats techniques et financiers

Ce foyer est conçu pour la cuisine et le chauffage local. Entre 25 et 40% de la chaleur est dirigée vers la casserole, contre 10 à 20% pour un foyer métallique traditionnel, ce qui ressemble à la performance d'un feu de bois en plein air. Le prix du foyer Jiko est actuellement de 2 à 3 dollars américains, ce qui le rend accessible à la majorité de la population urbaine du Kenya.

Le fabricant du foyer Jiko est désormais à la tête d'une industrie artisanale arrivée à maturité (augmentation du niveau de spécialisation et de mécanisation dans l'usine). Le centre principal de production se trouve à Shauri Moyo, où l'on trouve le plus grand nombre d'artisans informels de Nairobi. Différents groupes d'artisans y achètent les chemisages d'argile, modèlent et vendent les revêtements métalliques, assemblent et vendent les foyers complets. On estime que près de 3 200 chemisages sont fabriqués par

mois par les producteurs mécanisés, et 10 600 sont fabriqués par les fabricants semi-mécanisés.

Stratégie de mise en œuvre et financement

Le projet du foyer Jiko a été financé par l'Agence américaine pour le développement international (USAID), ainsi que nombre d'autres organismes, dont le CRDI (Canada), le Ministère de l'énergie du Kenya et le réseau kényan KENGO.

Le foyer Jiko est une véritable réussite, mais son avenir n'est pas complètement assuré. De nombreux facteurs sont responsables de cette incertitude. D'après un récent sondage, le taux d'utilisation des foyers Jiko à Nairobi s'élevait à environ 50% des foyers à charbon de bois, ce qui indique que la dissémination du foyer Jiko est loin d'être achevée. Le manque de contrôle de qualité est une autre source d'inquiétude, constituant sans doute la principale raison pour laquelle le foyer Jiko n'a pas été adopté par tous les consommateurs, qui ne peuvent pas facilement différencier les foyers bien construits des foyers mal fabriqués. Ainsi, les modèles mal fabriqués ne comportent pas nécessairement de chemisage isolant et économisent peu de combustible par rapport au foyer traditionnel; ou encore, ils sont fabriqués à partir d'argile ou de ciment mal préparé, ce qui réduit considérablement la durée de vie du foyer. Pour résoudre ce problème lié au contrôle de qualité, il faudra faire appel au gouvernement et obtenir l'aide des groupes de la société civile. Des discussions sont en cours sur l'établissement de normes pour les foyers Jiko et pour d'autres foyers améliorés, mais la mise en place de telles institutions au sein d'une industrie informelle risque de s'avérer difficile.



Institut de l'énergie et de l'environnement
de la Francophonie
IEPF

L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie est un organe subsidiaire de l'Agence intergouvernementale de la Francophonie (AIF). Il a été créé en 1988 par la Conférence générale de l'Agence, suite aux décisions des deux premiers Sommets des chefs d'État et de Gouvernement des pays ayant en commun l'usage du français. Son siège est situé à Québec, au Canada. Sa mission est de contribuer au renforcement des capacités nationales et au développement des partenariats au sein de l'espace francophone dans les domaines de l'énergie et de l'environnement.

Institut de l'énergie et de l'environnement
de la Francophonie (IEPF)
56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
Québec (QC) G1K 4A1 Canada
Téléphone: (1 418) 692 5727
Télécopie: (1 418) 692 5644
Courriel: iepf@iepf.org
Site Web: www.iepf.org

Les fiches techniques PRISME

(Programme International de Soutien à la
Maîtrise de l'Énergie) sont publiées par l'IEPF.

Directeur de la publication:

El Habib Benessahraoui, directeur exécutif, IEPF

Comité éditorial:

Sibi Bonfils, directeur adjoint, IEPF

Jean-Pierre Ndoutoum, responsable de programme, IEPF

Supervision technique:

Maryse Labriet, Environnement Énergie Consultants

Rédaction:

Stephen Karekezi, Waeni Kithyoma et Ezekiel Manyara
African Energy Policy Research Network/Foundation
for Woodstove Dissemination (Nairobi, Kenya)

Édition et réalisation graphique:

Communications Science-Impact

Étude de cas 2

Cogénération à base de biomasse (Île Maurice)

Raisons et description du projet

L'expérience en cogénération réalisée à l'Île Maurice est l'une des réussites africaines dans le domaine des TÉR et a permis de valoriser le potentiel de cogénération du pays (tableau 1). En réponse à la baisse des prix sur les marchés internationaux et à la hausse des coûts de production de l'industrie sucrière, l'Île Maurice a adopté des mesures visant à rendre l'industrie plus efficace et à diversifier ses revenus, afin d'améliorer la production tout en réduisant les coûts. Une politique gouvernementale clairement définie sur l'utilisation de la bagasse (déchets fibreux résultant de la transformation de la canne à sucre) pour produire de l'électricité a joué un rôle essentiel dans la réussite du programme de cogénération à l'Île Maurice.

Résultats techniques et financiers

En 1998, 16,5% de l'électricité du pays a été produite à partir de la bagasse par l'industrie sucrière. En 2002, la production d'électricité des sucreries représentait 40% (dont la moitié provenant de la bagasse) de la demande totale d'électricité du pays. Grâce à l'utilisation importante de la technologie de cogénération à l'Île Maurice, l'industrie

sucrière du pays est donc autosuffisante en électricité et vend son surplus d'énergie au réseau national. De plus, des investissements modestes, une sélection d'équipement judicieuse, la modification des procédés de fabrication du sucre (pour réduire la quantité d'énergie utilisée pour produire le sucre fabriqué) et une planification appropriée pourraient produire un taux de rendement 13 fois plus élevé que la quantité d'électricité produite par les sucreries et vendue au service national d'électricité.

Les avantages du développement de la cogénération à l'Île Maurice comprennent: la réduction de la dépendance sur le pétrole importé, la diversification de la production d'électricité et l'amélioration de l'efficacité du secteur de l'énergie électrique en général. Par ailleurs, à l'aide de mesures novatrices de partage des recettes, l'industrie de la cogénération a travaillé en étroite collaboration avec le gouvernement mauricien pour assurer que tous les intervenants clés de l'économie sucrière reçoivent des bénéfices importants, y compris les petits exploitants cannières pauvres. Les politiques sur la répartition équitable des revenus qui sont en place à l'Île Maurice offrent un modèle de simulation pour les projets africains basés sur la biomasse moderne et continus et planifiés.

Stratégie de mise en œuvre et financement

Le soutien et la participation du gouvernement ont largement contribué au développement de la cogénération à l'Île Maurice. Dans un premier temps, la Loi de 1985 sur le secteur sucrier (Sugar Sector Package Deal Act) a été adoptée pour encourager la production de bagasse destinée à la génération d'électricité. Puis, la Loi de 1988 sur l'efficacité de l'industrie sucrière (Sugar Industry Efficiency Act) a permis l'imposition de taxes incitatives pour favoriser les investissements dans la production d'électricité et encourager les petits planteurs à fournir de la bagasse pour la production d'électricité. Trois ans plus tard, un programme pour le développement de l'énergie tirée de la bagasse (BEDP, Bagasse Energy Development Programme) destiné à l'industrie sucrière est lancé. En 1994, le gouvernement mauricien a aboli la taxe sur l'exportation du sucre, une mesure incitative supplémentaire pour l'industrie. Un an plus tard, les contrôles des changes sont supprimés et la centralisation de l'industrie sucrière est accélérée. Ces mesures ont entraîné la croissance soutenue de la production de l'électricité à base de la bagasse dans le secteur de l'électricité du pays.

Tableau 1 – Potentiel de cogénération (bagasse) dans quelques pays africains (2001)

Pays	Électricité totale produite GWh	Potentiel de cogénération	
		GWh	Part de l'électricité totale
Éthiopie	1812	150	8,3%
Kenya	4081	530	13,0%
Malawi	1072 (en 2000)	251	23,4%
Maurice	1564 (en 1999)	587	37,5%
Ouganda	1577	173	11,0%
Soudan	2450*	644	26,3%
Tanzanie	2770	101	3,6%
Zimbabwe	7906	686	8,7%

Sources:

- Deepchand K. 2002. *Promoting equity in large scale renewable energy development: the case of Mauritius*. Energy Policy 30 (11-12), Elsevier Science, Oxford. U.K.
- Karekezi S. et J. Kimani. 2002. *Status of Power Sector Reform on the Poor*. Energy Policy 30 (11-12). Elsevier Science, Oxford. U.K.
- Pour d'autres informations, voir aussi: Veragoo D. 2003. *Cogeneration: The Promotion of Renewable Energy and Efficiency in Mauritius*. Paper presented in the Regional Consultative Meeting on REEEP in East Africa, 9-10 juin 2003. Nairobi: AFREPREN/FWD.