



# Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement

Distr. générale  
1<sup>er</sup> décembre 2009  
Français  
Original: anglais

## Conseil du commerce et du développement

### Commission du commerce et du développement

#### Réunion d'experts sur les écotecnologies et les technologies des énergies renouvelables en tant que solutions énergétiques pour le développement rural

Genève, 9-11 février 2010

Point 3 de l'ordre du jour provisoire

#### Écotecnologies et technologies des énergies renouvelables en tant que solutions énergétiques pour le développement rural

## Écotecnologies et technologies des énergies renouvelables en tant que solutions énergétiques pour le développement rural

### Note thématique établie par le secrétariat de la CNUCED

#### Résumé

L'accès à l'électricité et à des sources d'énergie modernes est essentiel pour améliorer de façon durable le niveau de vie des populations. Or, 1,6 milliard de personnes n'ont pas accès à ces services, et plus de la moitié des habitants des pays en développement dépendent de la biomasse traditionnelle pour leurs besoins élémentaires en énergie. Malgré les difficultés pour approvisionner en énergie moderne les régions pauvres reculées, les avancées technologiques, les innovations en matière de conception de projets, les impératifs de l'atténuation des changements climatiques et les nouvelles synergies qui peuvent aujourd'hui être mises en place constituent autant d'options stratégiques pour assurer l'accès universel aux services énergétiques en vue de réduire la pauvreté rurale tout en diminuant les émissions de carbone. Les technologies fondées sur des énergies renouvelables telles que l'énergie solaire, l'énergie éolienne, les biocarburants et l'énergie hydroélectrique à petite échelle sont particulièrement bien adaptées à une petite production autonome d'électricité indépendante des grands réseaux nationaux, et peuvent être une solution économique et fiable pour alimenter en énergie les zones rurales reculées.

L'utilisation des technologies des énergies renouvelables dans les stratégies d'élimination de la pauvreté en milieu rural n'a que des effets positifs: elle favorise la croissance économique, la création d'emplois, la formation de revenu et la protection de l'environnement. La généralisation de ces technologies dans les zones rurales pourrait renforcer la compétitivité des exportations, créer de nouvelles possibilités de coopération Sud-Sud et stimuler le commerce et l'investissement. La présente note thématique expose quelques-unes des solutions possibles, ainsi que diverses politiques et mesures qui permettraient de mettre les technologies des énergies renouvelables au service d'un développement rural durable.

## Introduction

1. À sa quarante-septième réunion directive, le 30 juin 2009, le Conseil du commerce et du développement a approuvé le thème suivant pour une réunion d'experts à session unique prévue du 9 au 11 février 2010: «Écotecnologies et technologies des énergies renouvelables en tant que solutions énergétiques pour le développement rural». Les conclusions et recommandations de cette réunion d'experts seront communiquées à la Commission de l'investissement, des entreprises et du développement et à la Commission du commerce et du développement à leur prochaine session, en avril et mai 2010, respectivement.

2. Des engagements portant sur une amélioration de l'accès à des services énergétiques fiables et abordables, en particulier sur un accroissement de la part des sources d'énergie renouvelables dans l'offre énergétique globale, ont été pris en maintes occasions par des gouvernements au niveau international, notamment au Sommet mondial pour le développement durable en 2002, au Sommet mondial de 2005 et à la douzième session de la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement en 2008<sup>1</sup>.

## I. Accès à l'énergie et pauvreté rurale

3. L'accès à l'électricité et à d'autres sources d'énergie modernes est essentiel à la croissance économique et au développement humain. Si, à l'évidence, cet accès ne saurait à lui seul garantir le développement humain, une hausse des niveaux de vie est quasiment impossible sans un approvisionnement énergétique fiable et d'un coût abordable. Or, on estime que 1,6 milliard d'êtres humains n'ont pas accès à des services énergétiques modernes, tandis que de 2,5 à 3 milliards de personnes dépendent de la biomasse traditionnelle pour l'essentiel de leurs besoins énergétiques (chauffage et cuisine). La plupart des personnes qui n'ont pas accès à l'électricité vivent en d'Afrique subsaharienne et en Asie du Sud (tableau 1), et, au rythme auquel l'électrification progresse aujourd'hui, le nombre de personnes qui utilisent la biomasse traditionnelle devrait rester constant, voire passer à 2,7 milliards d'ici à 2030 sous l'effet de l'accroissement démographique (AIE, 2006). Dans certains pays d'Afrique subsaharienne, moins de 5 % de la population rurale a accès à l'électricité: a) Éthiopie (2 %); b) Malawi, Mali et Ouganda (2,5 %); et c) Kenya et Zambie (3,5 %) (Indicateurs du développement en Afrique, Banque mondiale, 2006).

Tableau 1  
Accès à l'électricité, en zone urbaine et en zone rurale  
(En pourcentage)

Région	Total	Zone urbaine	Zone rurale
Afrique	37,8	67,9	19,0
Afrique du Nord	95,5	98,7	91,8
Afrique subsaharienne	25,9	58,3	8,0
Pays en développement d'Asie	72,8	86,4	65,1
Chine et Asie de l'Est	88,5	94,9	84,0
Asie du Sud	51,8	69,7	44,7
Amérique latine	90,0	98,0	65,6
Moyen-Orient <sup>a</sup>	78,1	86,7	61,8

<sup>1</sup> Voir, par exemple, les paragraphes 83 et 98 de l'Accord d'Accra.

Région	Total	Zone urbaine	Zone rurale
Pays en développement	68,3	85,2	56,4
Pays en transition <sup>a</sup> et pays de l'OCDE <sup>b</sup>	99,5	100	98,1
<b>Total mondial</b>	<b>75,6</b>	<b>90,4</b>	<b>61,7</b>

Source: AIE, 2006: tableau B1.

<sup>a</sup> Les appellations régionales sont celles qu'utilise l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

<sup>b</sup> Organisation de coopération et de développement économiques.

4. Il est en outre fort possible que le nombre de foyers sans l'accès à électricité augmente dans les prochains mois à cause des effets de la récession économique mondiale sur l'emploi et les revenus et de la flambée des prix alimentaires. Selon les estimations de la Banque mondiale, la crise alimentaire et la crise économique et financière feront basculer 89 millions de personnes supplémentaires dans l'extrême pauvreté (moins de 1,25 dollar par jour) d'ici à la fin de 2010. La situation est aggravée par les fortes fluctuations des prix des carburants. En même temps, les restrictions budgétaires dans les pays en développement et la baisse consécutive des dépenses publiques consacrées à l'expansion des capacités et des infrastructures électriques nationales risquent de freiner, voire d'inverser, la progression de l'électrification (AIE, 2009).

5. Cette «pauvreté énergétique» a de graves répercussions sur les niveaux de vie et la productivité et un impact direct sur la pauvreté rurale, dont elle constitue un aspect central des stratégies de réduction. Les principaux problèmes associés au manque d'accès aux énergies modernes sont notamment les suivants:

a) L'accès aux énergies modernes influe directement sur les niveaux de vie (par exemple, éclairage);

b) L'accès aux énergies modernes permet d'améliorer les services sociaux – eau et assainissement, santé (par exemple, réfrigération des médicaments et des vaccins, alimentation des équipements électriques), télécommunications et éducation (par exemple, éclairage pour l'étude et la lecture, accès à la télévision et aux ordinateurs, etc.). Il peut également contribuer à une hausse des taux de scolarisation (en particulier des filles, dont il réduit les tâches de collecte de bois de feu), faciliter l'accès aux technologies de l'information et de la communication (téléphonie et Internet) et accroître la capacité des communautés rurales de retenir médecins, enseignants et autres professionnels grâce à l'amélioration des conditions qu'il permet;

c) L'accès aux énergies modernes peut aussi avoir des incidences directes sur la compétitivité, voire l'existence des activités productives, dans les zones rurales. C'est ainsi qu'il peut contribuer à l'augmentation de la productivité agricole (grâce à l'irrigation, par exemple), à la création de valeur dans les secteurs productifs existants (meulage, broyage, réfrigération et transformation des aliments, par exemple), et à la création de nouvelles sources de revenus (par exemple, briqueteries, ateliers de couture, menuiseries, artisanat). Il peut aussi renforcer les capacités d'offre et la compétitivité à l'exportation et ouvrir la voie à une coopération Sud-Sud;

d) En l'absence de sources d'énergie modernes, les populations pauvres sont extrêmement dépendantes de la biomasse traditionnelle pour leurs besoins énergétiques essentiels. Dans certains pays d'Afrique subsaharienne, la biomasse fournit 90 % de l'énergie consommée. Cette dépendance n'est pas sans poser d'importants problèmes:

i) Il y a premièrement les risques sanitaires dus aux polluants émis pendant la combustion (par exemple, monoxyde de carbone, particules fines, benzène). La forte concentration de ces polluants dans l'air intérieur se traduit par une prévalence

accrue de maladies respiratoires, de problèmes obstétricaux, d'infections oculaires et de cécité, notamment (AIE, 2002). Ce type de pollution pourrait provoquer jusqu'à deux millions de décès par an (OMS, 2000, p. 1086), soit près de trois fois le nombre de décès liés à la pollution atmosphérique urbaine. Les femmes et les enfants, qui passent plus de temps à l'intérieur de la maison, sont plus exposés à ces dangers. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que la pollution de l'air intérieur est le quatrième facteur de risque de décès et de maladie dans les pays en développement;

ii) Deuxièmement, la dépendance des communautés et des ménages à l'égard de la biomasse entraîne un gaspillage de ressources, notamment le temps consacré au ramassage de combustible (petit bois ou charbon). On estime que le ramassage du bois est préjudiciable à la scolarité des filles, généralement chargées de cette tâche. L'AIE indique qu'en Ouganda, les femmes parcourent jusqu'à 11 km à pied chaque jour pour récolter du bois de chauffage (AIE, 2006, p. 430). Dans le nord de l'Inde, la collecte de biomasse combustible prendrait chaque jour entre deux et sept heures (AIE, 2002). Par ailleurs, l'inefficacité des fourneaux allonge inutilement les temps de cuisson;

iii) L'exploitation non durable des forêts pour la récolte de bois est un autre problème. Il semble qu'il existe une étroite corrélation entre le déboisement et l'utilisation de bois de feu. Les sources d'énergie modernes peuvent réduire ce type de dégradation environnementale. Il est à noter toutefois que les effets de l'utilisation de la biomasse par les communautés rurales sur le déboisement varient fortement selon les lieux. Si l'utilisation du bois comme combustible n'est pas toujours la première cause d'abattage des arbres (les femmes ramassant principalement du petit bois), elle peut aggraver d'autres problèmes environnementaux existants. Cela étant, dans certains cas (par exemple, en Afrique), la récolte de bois de feu est bien l'une des causes du déboisement des forêts tropicales (Modi et collaborateurs, 2006, p. 30);

iv) C'est la société tout entière qui supporte le coût de ces inefficiences. En Inde, par exemple, le total des coûts d'opportunité du temps passé à récolter du combustible, du coût des journées de travail perdues à cause d'infections oculaires et de maladies respiratoires et du coût des médicaments a été estimé à 300 milliards de roupies, soit près de 0,7 % du produit intérieur brut en 2006;

v) Certaines particules émises par la combustion de biomasse, appelées «noir de carbone», sont aujourd'hui considérées comme un important facteur de changements climatiques, à l'instar d'autres particules émises lors de la combustion de combustibles fossiles et de biocombustibles;

e) Enfin, l'accès aux énergies modernes favorise l'égalité entre les sexes. Comme, dans de nombreuses cultures et sociétés, ce sont les femmes qui sont chargées de ramasser le bois de feu, elles pourraient consacrer le temps gagné à des activités productives ou à d'autres activités économiques et sociales ou encore à s'instruire.

6. À cause du rôle central qu'il joue dans le développement humain, l'accès à l'énergie a été qualifié d'«objectif manquant du Millénaire pour le développement (OMD)»<sup>2</sup>. Les programmes d'électrification réalisés au cours des trois dernières décennies ont apporté maintes preuves de l'étroite corrélation existant entre services énergétiques, réduction de la

<sup>2</sup> Voir, par exemple, «Energy missing Millennium goal – U. N. climate chief». *Reuters*. 21 janvier 2009 (citation de Rajendra Pachauri, Président du GIEC): [http://www.reuters.com/article/homepageCrisis/idUSDEL270134\\_CH\\_2400](http://www.reuters.com/article/homepageCrisis/idUSDEL270134_CH_2400).

pauvreté et réalisation des OMD (Modi et collaborateurs, de 2006). Il y a deux grands moyens d'améliorer de façon notable, qualitativement et quantitativement, les services énergétiques dans les zones rurales des pays en développement;

a) Élargir l'accès aux énergies modernes à usage domestique – principalement en élargissant l'accès aux technologies qui utilisent soit de nouveaux combustibles, soit des combustibles classiques d'une manière plus propre, plus sûre et plus respectueuse de l'environnement;

b) Élargir l'accès à l'électricité (pour l'éclairage et l'alimentation des appareils ménagers et des installations commerciales électriques) et à l'énergie mécanique (par exemple, pour alimenter des installations de transformation de produits agricoles et de produits alimentaires (broyage, concassage, etc.), pour développer l'irrigation (par exemple, au moyen de pompes à eau), etc.).

7. Des systèmes autonomes faisant appel aux énergies renouvelables peuvent être une solution idéale.

## II. Avantages du recours aux technologies des énergies renouvelables pour le développement rural

8. Outre qu'elle améliore la situation socioéconomique générale des populations, l'électrification des zones rurales sera d'autant plus bénéfique qu'elle s'appuiera sur des technologies utilisant des énergies renouvelables. Premièrement, ces technologies sont idéales pour des collectivités qui ne sont pas raccordées au réseau électrique national, ce qui est le cas dans les zones reculées. Elles font appel à des sources d'énergie qui n'appauvrissent pas les ressources naturelles de la planète et ne créent pas de déchets (tableau 2)<sup>3</sup>. Parce qu'elles sont autonomes, les écotecnologies et les nouvelles technologies des énergies renouvelables peuvent être conçues à un niveau local pour répondre aux besoins particuliers de telle ou telle communauté rurale (Havet et collaborateurs, 2009).

Tableau 2

### Sources d'énergie vertes et d'énergie renouvelables et technologies correspondantes

Source d'énergie	Technologie	
	Énergie à usage domestique	Électricité
<i>Éléments renouvelables</i>		
Solaire	Pompes solaires, fourneaux solaires	Panneaux solaires/photovoltaïques
Eau		Micro- et pico-centrale hydroélectrique
Vent	Pompe éolienne	Générateur à turbine éolienne

<sup>3</sup> Les biodigesteurs, par exemple, sont des installations qui permettent une bonne gestion et une utilisation productive des résidus agricoles et contribuent à l'amélioration de l'assainissement. Ainsi, au Népal, le raccordement des toilettes privées aux usines de biogaz a considérablement amélioré les conditions d'hygiène grâce à une gestion efficace des excréta et des eaux usées (Ashden Awards, 2005).

Source d'énergie	Technologie	
	Énergie à usage domestique	Électricité
Vagues/marées		
Géothermie		Centrale géothermique
<i>Produits biologiques renouvelables</i>		
Cultures énergétiques	Biodigesteur	Centrale électrique à biomasse
Cultures traditionnelles (et produits dérivés, y compris résidus agricoles)		
Produits forestiers et produits dérivés	Fourneaux améliorés	
Sous-produits animaux		

*Source:* Adapté de Renewable Energy Association 2009.

9. Deuxièmement, le choix des énergies renouvelables pour l'électrification rurale contribue à la diversification de l'approvisionnement énergétique et, partant, à la sécurité énergétique des pays en développement. Si, dans certains cas, l'utilisation de générateurs diesel ou de systèmes hybrides diesel-énergie renouvelable est plus appropriée, le choix des énergies renouvelables présente l'avantage de limiter l'accroissement des importations de combustibles fossiles. C'est une considération non négligeable en période de crise économique, de restrictions budgétaires et d'instabilité des prix du pétrole. Enfin, pour les ménages, l'accès à l'électricité provenant de sources d'énergie renouvelables peut aussi améliorer la sécurité énergétique en ce sens qu'ils ne sont plus à la merci des fluctuations des prix du pétrole<sup>4</sup>, ni de coûts de transport et de livraison du combustible qui peuvent être élevés. Cet argument ne vaut, naturellement, que là où les technologies des énergies renouvelables présentent un avantage comparatif par rapport aux combustibles fossiles en termes de ressources et de coûts. Mais dès lors que les externalités de marché sont comptabilisées, l'avantage comparatif peut augmenter. De plus, les coûts peuvent diminuer grâce aux progrès technologiques et à des subventions appropriées.

10. Enfin, le choix des énergies renouvelables pour électrifier les zones rurales conduit à des synergies positives avec les mesures d'atténuation des changements climatiques prises aux niveaux national, régional et mondial. L'exploitation des technologies fondées sur ces énergies est une mesure d'atténuation concrète, car elle évite les émissions additionnelles que provoquerait la production d'énergies à partir de combustibles fossiles et peut même réduire les niveaux actuels des émissions si elle conduit à remplacer les sources d'énergie traditionnelles. Avec des programmes d'électrification fondés sur les énergies renouvelables, les pays en développement peuvent contribuer aux efforts d'atténuation réalisés au niveau mondial en appliquant des méthodes adaptées à leurs besoins. Ces programmes sont aussi une mesure d'adaptation importante, car il est probable que l'accès aux énergies renouvelables renforcera la résilience économique et sociale des communautés

<sup>4</sup> La Banque mondiale (2006) note que, dans les périodes de flambée des cours du pétrole, la pauvreté augmente fortement: elle estime que lors de la hausse des prix du pétrole de 2006, la pauvreté a augmenté de 2 % dans 20 pays en développement.

rurales, dont les moyens de subsistance pourraient pâtir des changements climatiques. En améliorant l'accès à l'information et au savoir et en augmentant la productivité agricole, les programmes d'électrification rurale peuvent sauvegarder les moyens d'existence des agriculteurs. La capacité des politiques d'électrification d'exploiter les synergies potentielles avec les objectifs d'atténuation et d'adaptation dépendra du niveau d'intégration de ces politiques dans les politiques nationales de développement et de lutte contre les changements climatiques.

### III. Intégration des technologies des énergies renouvelables dans les stratégies de réduction de la pauvreté rurale

11. Utiliser les technologies des énergies renouvelables pour donner aux populations rurales accès à une énergie moderne présente de nombreux avantages économiques, sociaux et environnementaux (CNUCED, 2010). Ces avantages, directs et indirects, justifient que les gouvernements fassent de cet objectif un élément à part entière d'un ensemble intégré de mesures de développement au lieu de le considérer comme un aspect isolé d'une politique d'investissements d'infrastructure. En instaurant un environnement propice à la création d'activités rémunératrices ou d'activités permettant d'accroître le revenu, les projets d'accès à l'énergie peuvent directement contribuer à la lutte contre la pauvreté et devraient, à ce titre, être considérés comme un outil stratégique des politiques de réduction de la pauvreté. Les politiques relatives aux technologies des énergies renouvelables doivent donc être intégrées dans les stratégies de développement rural de façon qu'elles répondent à la demande et aux besoins des populations rurales pauvres et qu'elles soient adaptées au contexte local et aux activités rémunératrices susceptibles d'être créées.

12. De fait, les projets d'électrification rurale fondés sur les énergies renouvelables peuvent libérer les capacités productives – et donc les capacités de créer des revenus – des communautés rurales. Cela suppose l'adoption d'une approche intégrée, visant à exploiter «toutes les possibilités» (Reiche et collaborateurs, 2000) – identifier les possibilités de développement commercial à tous les niveaux, créer des entreprises, des coopératives et des ateliers artisanaux, intégrer les investissements pour l'électrification dans des objectifs plus larges (par exemple, irrigation, transformation et diversification, emploi et formation de revenu). Cela suppose aussi d'exploiter les synergies, par exemple, en déployant les technologies des énergies renouvelables dans les bâtiments et les services publics (écoles, dispensaires, stations de pompage et d'assainissement de l'eau, etc.).

#### Encadre 1

#### **Approche intégrée des projets énergétiques en milieu rural**

On trouve notamment ce type d'approche intégrée en Afrique de l'Ouest, où des plates-formes énergétiques multifonctionnelles ont été mises en place (fournissant une énergie principalement mécanique fondée sur des technologies extrêmement simples et destinée à des activités de production)<sup>5</sup>. Le potentiel de ces plates-formes en termes de développement et d'environnement est encore plus considérable si elles s'appuient sur des technologies exploitant des énergies renouvelables telles que l'énergie hydraulique ou des biocombustibles produits localement. Le programme Desi Power's EmPower suit la même approche (voir plus loin).

<sup>5</sup> Voir, par exemple, [http://www.pnud.bf/DOCS/Plate-forme\\_FRA.pdf](http://www.pnud.bf/DOCS/Plate-forme_FRA.pdf).

13. L'utilisation de l'énergie à des fins productives (en plus des fins domestiques) peut entraîner une augmentation sensible de la consommation générale d'énergie, ce qui renforcera la sécurité de l'investissement en raison de l'existence d'une masse critique d'utilisateurs réguliers. De plus, grâce à l'augmentation de leurs revenus, les usagers sont plus à même de payer les services énergétiques. L'utilisation de l'énergie à des fins productives peut accroître la productivité, stimuler la compétitivité et améliorer les perspectives commerciales des pays en développement. En plus d'augmenter la rentabilité et de réduire les risques d'investissement, cela accroît les avantages sociaux de l'investissement et renforce la viabilité des projets à moyen terme et à long terme.

14. Associées à la pratique de l'agriculture, les technologies des énergies renouvelables ont de nombreuses applications qui contribuent à améliorer le revenu et la sécurité alimentaire des communautés agricoles. Par exemple, des projets qui prévoient aussi un renforcement des capacités et l'accès aux télécommunications (téléphonie mobile, Internet, radio, etc.) peuvent aider les agriculteurs à acquérir une meilleure connaissance des prix et des marchés et ainsi à développer leurs capacités commerciales. Combinées avec des mesures de renforcement des capacités liées au commerce pour une production agricole durable, ces technologies peuvent ouvrir de nouveaux débouchés, plus rémunérateurs. L'agriculture biologique, par exemple, assure aux agriculteurs des pays en développement des revenus plus élevés et présente de nombreux avantages environnementaux, sanitaires et sociaux. Les déchets agricoles et le fumier organique peuvent être utilisés pour produire du biogaz, tandis que le lisier constitue un excellent engrais biologique. La même matière biologique peut remplir deux fonctions. Déjà mises en pratique en Asie, ces applications peuvent être généralisées dans le monde en développement<sup>6</sup>.

15. Outre les effets positifs directs de l'accès à l'énergie sur les activités rémunératrices, les énergies renouvelables ouvrent des perspectives plus larges encore en ce qui concerne la création d'emplois. Premièrement, il faut créer des entreprises locales pour installer, entretenir, réparer et recycler les produits et les systèmes liés aux technologies des énergies renouvelables. Ces entreprises de services créent des emplois au niveau local et sont en fait un préalable à la pénétration de ces technologies dans les zones rurales reculées et à la viabilité à long terme des projets. Des entreprises dynamiques de production d'énergie dans les zones rurales peuvent élargir leurs services à l'ensemble du territoire national, voire acquérir une dimension régionale, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives de commerce et d'investissements Sud-Sud.

#### Encadré 2

##### **Technologies des énergies renouvelables et création d'emplois**

Plusieurs projets reposant sur les technologies des énergies renouvelables ont permis de créer des centaines, voire des milliers, d'entreprises rurales qui fournissent de l'électricité et assurent l'entretien des équipements. Au Cambodge, par exemple, ce sont entre 600 et 1 000 petites et moyennes entreprises rurales qui approvisionnent en électricité quelque 60 000 foyers (Banque mondiale, 2008). Au Népal, un programme d'installation de 170 000 méthaniseurs au cours des dernières années a entraîné la création de 55 entreprises de construction, de 15 fabriques d'équipement pour la production de biogaz et de 80 institutions financières, soit quelque 11 000 emplois directs nouveaux dans le secteur du biogaz et 65 000 emplois dérivés (Ashden Awards, 2005).

<sup>6</sup> Voir, par exemple: <http://www.unep-unctad.org/CBTF/events/kampala5/day1a/6-Making%20a%20link%20between%20biogas%20and%20organic%20agriculture%20Uwize.pdf>.

16. Deuxièmement, la fabrication proprement dite de produits liés aux technologies des énergies renouvelables favorise la création d'emplois, de débouchés commerciaux et de capacités industrielles locales, ainsi que l'innovation locale et la diffusion de la technologie. En augmentant la part de contenu local et en adaptant les technologies aux conditions locales, les entreprises pionnières des pays en développement peuvent tirer parti de la demande intérieure, régionale et internationale de produits et de services liés aux technologies des énergies renouvelables. Pour garantir la viabilité des projets énergétiques ruraux et obtenir les meilleurs résultats possibles, il convient en effet d'optimiser la part des éléments d'origine locale et des connaissances locales. Plus élevé sera le contenu local des systèmes faisant appel aux énergies renouvelables et plus important sera l'engagement des entreprises locales dans les services auxiliaires, plus marqués seront les effets d'entraînement sur les capacités industrielles nationales (CNUCED, 2009a).

17. Par exemple, les digesteurs à biogaz utilisent une technologie simple et peuvent donc être fabriqués localement. Selon les estimations, la Chine produit un million de digesteurs chaque année, et ce chiffre devrait progresser puisque le Gouvernement subventionne cette production et pour laquelle il a fixé des objectifs de croissance. On observe une évolution similaire en Inde et au Népal (REN21, 2007, p. 33). La fabrication de fourneaux plus sûrs et plus efficaces pour le continent africain est un autre exemple. Les similitudes existant entre les pays en développement rendent possible le transfert de connaissances et le développement du commerce d'éléments entre pays du Sud (CNUCED, 2010).

#### Encadré 3

##### **Pollution de l'air intérieur et production locale**

Dans les pays en développement, les efforts visant à améliorer la qualité des fourneaux ne datent pas d'hier; cela fait plus de quarante ans que l'on s'emploie à réduire la pollution de l'air intérieur et à améliorer le rendement énergétique de ces appareils. L'importance d'une production locale bon marché a été l'un des principaux enseignements des programmes initiaux (Barnes et collaborateurs, 1994; Ergeneman, 2003). Le Gouvernement érythréen a manifestement retenu cette leçon lorsqu'il a lancé son programme de diffusion de fourneaux améliorés (DISP) en 1996.

Dans le cadre de ce programme, le Centre de formation et de recherche sur l'énergie (ERTC) du Ministère de l'énergie et des mines a été chargé de mettre au point et de diffuser une version améliorée des fourneaux traditionnels en argile (mogogo). Le faible rendement énergétique de ces fourneaux aggrave le problème du déboisement. Ils sont en outre difficiles à allumer, produisent beaucoup de fumée et, posés à même le sol, représentent un danger pour les enfants. Les nouveaux fourneaux conservent certains avantages du mogogo traditionnel tout en étant plus efficaces et plus sûrs. Selon les estimations, ils permettent de diminuer de plus de 50 % la consommation de biomasse des ménages. Parce qu'il contribue à réduire le déboisement, le projet a pu bénéficier de crédits au titre du Mécanisme pour un développement propre (MDP), ce qui pourrait avoir des conséquences importantes pour son évolution (Climat Mundi, 2009).

Les matériaux nécessaires à la construction des fourneaux améliorés sont tous produits en Érythrée, et la quasi-totalité des éléments peuvent être fabriqués localement. Un fourneau coûte environ 20 dollars, et les matériaux non locaux sont subventionnés par le DISP, généralement à hauteur de 85 % du coût total (Ergeneman, 2003). Pour promouvoir cette technologie, l'ERTC a formé des femmes des zones rurales à la fabrication de ces fourneaux et les emploie à former elles-mêmes d'autres femmes (Ashden Awards, 2003).

18. Enfin, l'expérience acquise dans le cadre des projets ruraux d'accès à l'énergie devrait générer des connaissances, des compétences entrepreneuriales et des capacités de fabrication dans les secteurs d'activité liés aux énergies renouvelables, créant des possibilités de coopération et de commerce au niveau international. Les produits et les services liés aux technologies des énergies renouvelables seront certainement un secteur du commerce mondial qui connaîtra une croissance rapide dans les années à venir.

#### **IV. Moyens d'action**

19. Le coût de l'électricité et la rentabilité des services énergétiques jouent un rôle déterminant dans le choix des technologies des énergies renouvelables pour les projets énergétiques ruraux. Les décideurs qui gèrent les programmes d'électrification rurale doivent concilier un coût abordable pour les usagers avec la rentabilité du service pour les opérateurs privés. L'un des principaux risques est que, même s'ils sont raccordés au réseau national ou à des miniréseaux locaux, les ménages continuent d'utiliser, partiellement ou entièrement, la biomasse traditionnelle pour leur consommation d'énergie. Un autre risque est que, par ignorance ou par manque de compétences des usagers, les installations faisant appel aux énergies renouvelables restent inutilisées. Dans les deux cas, les avantages environnementaux ou sociaux des investissements publics en seraient réduits, tout comme la rentabilité des fournisseurs de services.

20. Pour rendre l'électricité plus abordable, s'assurer que la population y a véritablement accès et, en même temps, garantir la rentabilité du projet, les gouvernements peuvent agir sur deux fronts: la demande (consommateurs) et l'offre (production d'électricité).

21. S'agissant du coût, les gouvernements peuvent intervenir pour que les coûts d'installation et les charges mensuelles restent à un niveau raisonnable. Les subventions sont un instrument classique, parfois indispensable, qui permet d'abaisser les coûts d'installation et les coûts de fonctionnement des systèmes d'approvisionnement en électricité. Les gouvernements peuvent, par exemple, envisager une aide financière pour réduire les coûts de raccordement ou d'installation (en les subventionnant partiellement ou entièrement, en facilitant l'accès au crédit ou en accordant des facilités de paiement, par exemple en échelonnant les paiements). Ils peuvent aussi subventionner l'électricité sur une période donnée pour que les ménages les plus pauvres aient accès aux services essentiels. Ils peuvent ainsi recourir à la progressivité des tarifs: par exemple, la première tranche de kilowattheures consommés (50 à 100 kWh) serait vendue à perte, tandis que les tranches suivantes seraient facturées à un prix plus élevé. Ayant tendance à consommer peu d'électricité, les ménages pauvres devraient normalement tirer avantage de ce tarif réduit, ou «tarif de première nécessité».

22. Toutefois, le recours aux subventions présente de nombreux risques. Le risque le plus courant est qu'elles soient mal ciblées et qu'elles ne bénéficient guère aux ménages les plus nécessiteux auxquels elles sont pourtant destinées. De plus, il est toujours délicat de les retirer si les projets n'ont pas créé suffisamment d'activités rémunératrices au niveau local. Mal ciblées, elles peuvent également avoir un effet de distorsion des marchés. C'est le cas des subventions aux combustibles fossiles, qui pénalisent les technologies des énergies renouvelables, ou des subventions accordées à telle ou telle de ces technologies au détriment des autres et qui faussent la concurrence entre elles. Les subventions qui abaissent le prix de l'énergie risquent en outre d'encourager le gaspillage. Enfin, lorsqu'elles sont versées directement aux fournisseurs d'énergie, les subventions peuvent décourager l'innovation, la modernisation technologique et la maîtrise des coûts, et même nuire à la qualité générale des services. Si les subventions qui ont des effets pervers ne sont

pas éliminées, il peut être nécessaire de subventionner les technologies des énergies renouvelables pour assurer leur compétitivité et encourager leur utilisation.

23. Un autre moyen de rendre les énergies renouvelables plus abordables est de faciliter l'accès des ménages les plus pauvres aux services financiers. En effet, lorsqu'elles sont présentes en milieu rural, les institutions bancaires ne proposent pas toujours des produits adaptés aux besoins des usagers. En l'absence de marché du crédit, les ménages ne peuvent pas emprunter pour payer les frais de raccordement. Le microfinancement (Éthiopie, Bangladesh, Sri Lanka), l'allongement ou l'aménagement des délais de remboursement (Maroc, Sénégal) et le microcrédit peuvent sensiblement élargir la clientèle des fournisseurs d'énergie. L'accès au microcrédit est souvent un facteur déterminant du succès de la diffusion des technologies des énergies renouvelables en milieu rural, comme le montre les projets de la Grameen Bank et du BRAC au Bangladesh. C'est souvent en apportant une aide aux organisations communautaires et aux coopératives ainsi qu'aux banques rurales et aux organisations non gouvernementales que l'on peut élargir l'accès au microcrédit et atteindre les usagers isolés.

24. Pour ce qui est de la rentabilité, elle repose sur le dynamisme du marché de l'énergie, c'est-à-dire d'un marché où les opérateurs privés doivent pouvoir continuer de fournir des services après le retrait des subventions. En contribuant aux coûts de lancement et en associant investissements énergétiques et activités rémunératrices, les gouvernements peuvent considérablement améliorer la viabilité commerciale des investissements. Mais d'autres mesures, complémentaires, sont possibles. On peut par exemple recourir aux marchés publics (achat en nombre de centrales électriques) pour réduire les dépenses en capital. On peut également exempter de droits d'importation et autres taxes les biens nécessaires aux installations non raccordées au réseau, cette solution n'étant cependant efficace que si les droits d'importation ont un effet restrictif. Enfin, un autre moyen d'accroître la rentabilité est d'explorer de nouveaux modèles de fourniture de services, ce qui peut être encouragé par l'adoption de cadres réglementaires spécifiques (Martinot et Reiche, 2000). En effet, la réglementation nationale en matière d'énergie influe beaucoup sur la promotion des investissements privés, l'exploitation des sources d'énergie renouvelables et la coopération entre les opérateurs en vue d'améliorer la sécurité de l'approvisionnement, de la demande et du transit. Plusieurs nouveaux modèles de fourniture apparaissent, qui doivent être expérimentés (Reiche et collaborateurs, 2000).

25. Pour accroître la rentabilité des investissements, on peut aussi stimuler la demande, et donc la consommation. Pour cela, il faut avant tout renforcer les capacités et prendre des mesures encourageant la consommation d'énergie à des fins productives. Si l'on considère les projets d'électrification réalisés au cours des dernières décennies, une chose est tout à fait claire: si l'on veut que les partenaires locaux s'approprient utilement les investissements, il faut qu'ils soient étroitement associés à la conception et à la réalisation des projets. Les modes de consommation ayant de fortes incidences sur les avantages potentiels de l'électrification, la sensibilisation des consommateurs doit aussi être prévue dans les plans d'investissement. Il faut en effet surmonter les résistances et démontrer l'utilité des nouvelles technologies, sensibiliser, former des techniciens locaux et associer les populations aux projets suffisamment en amont pour qu'elles y adhèrent complètement.

26. Enfin et surtout, il est possible de mener de front des projets d'électrification et d'autres projets de services publics – approvisionnement en eau, services financiers, télécommunications. Cela permet de réduire les coûts de transaction élevés qu'entraîne la fourniture de services à une multitude d'usagers dispersés (information, commercialisation, installation, perception des redevances, entretien, service après-vente et interventions en cas de non-paiement) et facilite l'action des autorités en matière de régulation et de surveillance tout en augmentant considérablement les retombées socioéconomiques des projets. D'après une étude portant sur les pays à revenu intermédiaire, l'avantage marginal apporté par

l'addition d'un quatrième service est environ sept fois supérieur à celui qu'apporte l'addition d'un deuxième service (Reiche et collaborateurs, 2000).

27. Toutefois, pour profiter pleinement du regroupement des services ruraux, le gouvernement doit être capable d'identifier les synergies (par exemple entre les politiques agricoles et énergétiques, les mesures d'atténuation et d'adaptation en matière de changements climatiques, les politiques de développement rural, les politiques de l'innovation et de l'investissement, etc.); cela exige de solides capacités institutionnelles et cadres réglementaires efficaces, qui font défaut à beaucoup de pays en développement. Un bon moyen de promouvoir la coordination est de concevoir les plans d'électrification selon une approche multisectorielle, c'est-à-dire d'amener les organismes publics et les ministères à coordonner leur action et à travailler sur les possibilités d'investissements conjoints, de synergies et de regroupement de services.

#### Encadré 4

##### **Tirer parti des synergies**

Initiative intéressante, le CIMES/RP<sup>7</sup> a été créé par l'Agence sénégalaise d'électrification rurale afin de faciliter l'accès des populations rurales aux services énergétiques, notamment en soutenant ou en exploitant les synergies avec d'autres secteurs (eau, éducation, santé, télécommunications, égalité hommes-femmes, agriculture, environnement). Ce comité participe directement à la définition de programmes énergétiques multisectoriels et, partant, aux projets d'électrification à des fins productives. Il apporte aussi un appui à un large éventail de parties prenantes qu'il sensibilise aux liens entre énergie et développement, et aide à la définition du volet «énergie» des stratégies de réduction de la pauvreté<sup>8</sup>.

## V. Financement

28. Le succès d'un programme d'électrification se mesure principalement à la capacité qu'ont eu ou non les investissements initiaux de générer une dynamique de développement assurant l'autonomie du programme au-delà de sa phase en mise en œuvre. Ainsi, pour qu'un programme soit viable à long terme, il faut que les investissements profitent correctement à toutes les parties prenantes, d'où l'importance stratégique d'une approche intégrée de l'accès à l'énergie. Lorsque les circonstances sont favorables, le secteur privé peut se positionner sur un marché et le développer sans subventions ou presque. Des technologies fondées sur les énergies renouvelables ont ainsi pu être mise en œuvre en milieu rural aux conditions du marché, par exemple: installations photovoltaïques en Chine et au Kenya, entreprises de panneaux solaires photovoltaïques en Inde, microéoliennes en Chine et en Mongolie, picocentrales hydroélectriques en République démocratique populaire lao et au Viet Nam (Banque mondiale, 2008, p. 11).

29. Toutefois, dans la plupart des cas, l'État doit intervenir pour rendre l'investissement dans ce type de projet plus attractif. Les coûts d'installation représentent l'essentiel du coût

<sup>7</sup> Comité intersectoriel de mise en œuvre des synergies entre le secteur de l'énergie et les autres secteurs stratégiques pour la réduction de la pauvreté.

<sup>8</sup> Il existe des structures similaires dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest, qui reçoivent un soutien dans le cadre du «White Paper for a Regional Policy in order to achieve the Millennium Development Goals of the Economic Community of West African States» (Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest – CEDEAO). Voir: <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentAttachmentID=1675>.

des technologies des énergies renouvelables, même si les prix baissent rapidement à mesure qu'elles deviennent plus matures et plus largement utilisées. En fait, plus les initiatives prises au niveau mondial pour exploiter ces technologies seront nombreuses, plus la demande sera forte et plus les fabricants réaliseront des économies d'échelle et pourront diminuer leurs coûts de production<sup>9</sup>. En subventionnant les coûts de démarrage, et parfois le prix de l'électricité, les gouvernements peuvent sensiblement renforcer la viabilité commerciale des investissements. Toutefois, un secteur privé faible, des marges brutes d'autofinancement réduites, le resserrement du crédit et les contraintes budgétaires pourraient rendre plus difficile la mobilisation de fonds suffisants à court terme et à moyen terme.

30. Une solution novatrice qui mériterait d'être examinée est le recours simultané à plusieurs sources de financement: État, donateurs bilatéraux et institutions internationales de développement (gouvernementales et non gouvernementales), capitaux locaux – investisseurs et coopératives –, fonds mondiaux pour l'atténuation des changements climatiques et l'exploitation des technologies des énergies renouvelables, banques commerciales et usagers (qui devraient s'approprier les projets et participer à leur financement). En raison des montants nécessaires, ces différentes sources de financement doivent coordonner leurs actions et exploiter toutes les formes de partenariat et de synergie possibles. Cela met en évidence le rôle que les partenariats public-privé peuvent jouer dans le développement des infrastructures; ils ont déjà commencé, mais les possibilités sont encore immenses.

#### Encadré 5

#### **Financement de sources multiples**

Le DESI Power EmPower Partnership Programme est une initiative qui mobilise des investissements sociaux au profit d'un programme d'électrification rurale décentralisée, fondé sur l'exploitation de la biomasse, dans l'État du Bihar (Inde). Il a pour objectif la construction d'installations de production de biogaz d'une puissance unitaire de 100 kW, dont chacune devrait créer au moins 50 emplois directs et indirects par village.

Le programme a fait appel à plusieurs sources pour le financement des coûts initiaux. Une subvention du Gouvernement et la vente de droits d'émission de CO<sub>2</sub> (probable source de capitaux pour les villageois qui n'ont pas de fonds propres) servent à lever des capitaux ou à obtenir des prêts auprès d'investisseurs «éthiques». Les banques commerciales et les banques de développement seraient ensuite disposées à prêter de 50 à 60 % des fonds nécessaires au projet si le reste du financement était assuré. Les principales sources de financement se répartissent comme suit:

#### **Sources de financement**

(en pourcentage du total)

<i>Capitaux externes</i>	<i>Capitaux locaux</i>	<i>Subvention</i>		<i>Dons pour le renforcement des capacités</i>	
		<i>publique</i>	<i>Droits d'émission</i>	<i>capacités</i>	<i>Prêts bancaires</i>
40-70	2-5	10-12	0-30	8-13	15-30

<sup>9</sup> Par exemple, il ressort d'études faites sur le matériel éolien que le doublement de la production a entraîné une réduction des coûts unitaires pouvant atteindre 20 %. Junginger et collaborateurs, 2005.

31. Si le manque de fonds pour financer les études de marché, les dépenses d'équipement et le renforcement des capacités est un frein considérable à la multiplication des projets reposant sur l'exploitation des technologies des énergies renouvelables en milieu rural, un élément qui mérite aussi attention est le financement nécessaire à la création d'entreprises de production d'énergie. Ces entreprises peuvent et devraient sans doute être les principaux investisseurs, lever des fonds et entretenir et exploiter les installations. C'est aussi à elles qu'il incombe de concrétiser une grande partie du potentiel de création d'emplois offert par les investissements dans les technologies des énergies renouvelables en milieu rural. Par exemple, l'Initiative pour la promotion des entreprises énergétiques en milieu rural en Afrique du Programme des Nations Unies pour l'environnement, soutenue par la Fondation pour les Nations Unies, aide des organisations non gouvernementales et des organisations de développement africaines à identifier des projets énergétiques et fournit des services d'appui aux entreprises (aide au démarrage, planification, organisation de la gestion, planification financière).

32. Il existe en outre plusieurs programmes bilatéraux et multilatéraux de coopération qui, dans le cadre des efforts d'atténuation des changements climatiques, ont pour objectif d'encourager l'utilisation des énergies renouvelables. On peut citer notamment: a) le Fonds d'affectation spéciale du Fonds pour l'environnement mondial – domaine d'intervention «changements climatiques»<sup>10</sup>; b) les prêts à des conditions de faveur accordés par la Banque mondiale pour l'électrification des zones rurales; c) les initiatives de la Banque mondiale dans le secteur de l'énergie (par exemple, l'initiative «Éclairer l'Afrique»)<sup>11</sup>; d) le Fonds d'investissement pour le climat de la Banque mondiale et les Fonds pour les technologies propres et pour le climat qui s'y rattachent; e) une multitude d'initiatives relevant de donateurs bilatéraux<sup>12</sup>.

33. Enfin, le MDP, qui relève du Protocole de Kyoto, présente des synergies très utiles et tout à fait opportunes, et est de plus en plus considéré comme une source de financement utile et dotée d'un fort potentiel. Les projets de développement et d'exploitation des énergies renouvelables se taillent la part du lion des projets enregistrés par le MDP et, parmi les projets validés, on compte de nombreux projets de remplacement de combustibles et d'exploitation des énergies renouvelables, certains en milieu rural<sup>13</sup>. Par ailleurs, les marchés mondiaux du carbone peuvent être mis à profit. En 2008, par exemple, deux projets de la Banque mondiale ont été approuvés pour la construction par la Grameen Shakti et Infrastructure Development Company Ltd de 1,3 million d'installations solaires individuelles au Bangladesh, qui étaient parmi les premiers à recourir au mécanisme d'échange d'unités de réduction des émissions pour financer des installations photovoltaïques non raccordées au réseau (REN21, 2009). Les possibilités de financement

<sup>10</sup> Voir: [http://www.gefweb.org/projects/Focal\\_Areas/climate/climate.html](http://www.gefweb.org/projects/Focal_Areas/climate/climate.html).

<sup>11</sup> Voir: <http://www.lightingafrica.org/>.

<sup>12</sup> Voir, par exemple, l'Initiative internationale sur le climat du Gouvernement allemand. Pour mobiliser des ressources au niveau mondial en faveur des énergies propres, les Ministres de l'énergie des pays du G-8 ont adopté une proposition portant sur la création d'un groupe d'experts auquel participeront leurs pays et d'autres, en particulier des pays africains, ainsi que des institutions qui souhaiteraient aider des entrepreneurs à créer des entreprises énergétiques propres pour alimenter les zones rurales et urbaines en Afrique. Voir la déclaration commune des Ministres de l'énergie des pays du G-8, du Commissaire européen à l'énergie et des Ministres de l'énergie de l'Afrique du Sud, de l'Algérie, de l'Arabie saoudite, de l'Australie, du Brésil, de la Chine, de l'Égypte, de l'Inde, de l'Indonésie, de la Jamahiriya arabe libyenne, du Mexique, du Nigéria, de la République de Corée, du Rwanda et de la Turquie, à la réunion des Ministres de l'énergie du G-8, à Rome, les 24 et 25 mai. [http://www.g8energy2009.it/pdf/Session\\_II\\_III\\_EC.pdf](http://www.g8energy2009.it/pdf/Session_II_III_EC.pdf).

<sup>13</sup> Les projets portant sur les technologies des énergies renouvelables ont représenté près des deux tiers de tous les projets réalisés au titre du MDP ces dernières années. La plupart ne concernent toutefois que quatre pays – Chine, Inde, Brésil et Mexique (par ordre d'importance) – qui totalisent les trois quarts de tous les projets réalisés au titre du MDP (CNUCED, 2009b).

de services faisant appel aux technologies des énergies renouvelables créées par le MDP justifieraient amplement que les gouvernements soutiennent l'exploitation de ces technologies (par opposition aux subventions à l'énergie, toutes technologies confondues).

34. De nombreux obstacles empêchent toutefois d'exploiter pleinement le potentiel du MDP pour des projets de petite envergure, tels les projets d'électrification rurale fondés sur les énergies renouvelables. Sont fréquemment évoqués le niveau trop élevé des coûts de transaction et des coûts associés (enregistrement, validation et vérification) par rapport à la taille des projets et un volume trop faible d'émissions de CO<sub>2</sub> évitées ou réduites par foyer pour véritablement intéresser les concepteurs de projets et les investisseurs au titre du MDP. L'utilisation du mécanisme pose un autre problème qui est lié à la nécessité de diriger davantage d'investissements vers les zones rurales, en particulier dans les pays en développement les plus pauvres comme ceux d'Afrique<sup>14</sup>.

35. Les fabricants d'éléments ou de systèmes fondés sur les technologies des énergies renouvelables, y compris dans des pays en développement comme la Chine et l'Inde, peuvent contribuer, y compris financièrement, au développement du marché de ces technologies dans les zones rurales. À cet égard, les programmes d'aide intégrée pourraient comporter un certain nombre d'éléments – conseils techniques, financement, renforcement des capacités de maintenance, formation, aide au développement d'activités rémunératrices et exploitation des effets indirects. Les possibilités de coopération et d'investissement Sud-Sud seraient nombreuses (CNUCED, 2010).

#### IV. Technologie

36. Les écotechnologies et les technologies des énergies renouvelables utilisées à des fins domestiques ont tendance à exploiter de nouveaux combustibles, des combustibles traditionnels mais de façon novatrice. La production d'électricité peut se faire soit de manière autonome (hors réseau) soit en réseau, par raccordement à un miniréseau ou au réseau national.

37. Dans les zones rurales, ces technologies produisent généralement de l'énergie à partir du vent, du soleil, de l'eau et de la biomasse. L'énergie éolienne est utilisée pour le pompage de l'eau et la production d'électricité. Les installations solaires photovoltaïques transforment la lumière du soleil en électricité, tandis que les chauffe-eau solaires chauffent l'eau avec la lumière du soleil. De petites centrales hydroélectriques, de dimensions variables (micro, mini, pico), produisent de l'électricité. La plupart des systèmes hydrauliques sont des centrales au fil de l'eau, c'est-à-dire des installations dont la principale source d'énergie est le courant des rivières. Dans ces cas, les barrages sont petits, tout comme les réservoirs. Ils sont donc moins coûteux et sollicitent moins l'environnement, mais ils sont aussi moins efficaces et sont fortement tributaires du régime hydrologique local. Parmi les technologies utilisant la biomasse, il y a les fourneaux dont le rendement énergétique a été amélioré et qui font appel aux combustibles traditionnels ou au biogaz. Le biogaz sert aussi à produire de l'électricité (Alzraque-Cherni, 2008, p. 107; Banque mondiale, 2004).

38. Pour choisir la technologie appropriée, il faut savoir quelles ressources renouvelables sont disponibles et quelles sont les quantités nécessaires, quelle utilisation on veut faire de l'énergie produite, et il faut en outre calculer le rapport coût-efficacité des différentes options et définir les paramètres d'investissement. Il n'existe pas de solution «universelle». Des pays voisins peuvent adopter des technologies très différentes en fonction des ressources naturelles dont ils disposent, de leur consommation d'énergie, de leur niveau de revenu, de la capacité de la population de supporter les coûts du service et

<sup>14</sup> Ibid.

d'autres réalités et attentes locales. Les connaissances et les compétences, y compris celles qui sont liées à l'étude des sites, au suivi et à l'évaluation des technologies, sont essentielles au choix d'une technologie adaptée aux conditions climatiques et aux besoins locaux.

39. Si l'utilisation des écotechnologies et des technologies des énergies renouvelables pour un approvisionnement autonome en électricité des zones rurales n'est pas nouvelle, l'approche privilégiée par les pays en développement et les donateurs pour accroître et améliorer la fourniture d'électricité a généralement été d'étendre le réseau national (Groupe d'évaluation indépendante (GEI) de la Banque mondiale, 2008). Or, ce choix ne s'est pas toujours révélé le plus rentable et le plus efficace en raison de la faible densité de population et des déperditions d'énergie dues à l'extension du réseau de transport (Alliance for Rural Electrification, 2009). Des systèmes autonomes fondés sur les écotechnologies et les technologies des énergies renouvelables sont souvent la solution la plus appropriée. Le constat a été fait que, pour des applications hors réseau à faible consommation (moins de 5 kW), les énergies renouvelables étaient plus économiques que les énergies classiques.

40. Il existe toutefois certains facteurs de blocage. L'influence réduite des populations rurales sur la prise de décisions politiques en est un (Alliance for Rural Electrification, 2009). Par ailleurs, il est rare que les installations hors réseau puissent bénéficier du MDP, car elles sont petites, et les coûts de transaction peuvent être supérieurs aux avantages procurés par la vente de droits d'émission. C'est pourquoi, comparées aux solutions fondées sur le réseau, ces technologies risquent d'apparaître non compétitives (Kaundinya et collaborateurs, 2009). Certains font néanmoins valoir que, pour intégrer les technologies des énergies renouvelables dans les systèmes de production d'électricité, il faut les rendre compétitives en internalisant le coût des externalités environnementales.

#### Encadré 6

##### **Technologies des énergies renouvelables: quelques applications**

Il existe un certain nombre de solutions technologiques intéressantes, qui ont souvent été exploitées en Afrique subsaharienne, avec des retombées très positives en termes de formation de revenu (dans le secteur agricole notamment):

- a) Pompes éoliennes pour l'irrigation en Afrique du Sud (plus de 100 000 pompes en fonctionnement) et en Namibie (près de 300 000 pompes);
- b) Petites centrales hydroélectriques dans des zones rurales reculées du Kenya pour alimenter en électricité des usines de transformation de denrées agricoles (thé, café, produits forestiers);
- c) Production de chaleur géothermique dans des exploitations horticoles isolées (fleurs, fruits et légumes) au Kenya;
- d) Cogénération dans le secteur agroforestier en Afrique du Sud, en Côte d'Ivoire, au Kenya, en Ouganda, en République-Unie de Tanzanie et au Swaziland;
- e) Chauffe-eau solaires, pompes éoliennes pour le pompage d'eau potable et panneaux solaires photovoltaïques dans des infrastructures touristiques, en particulier en Afrique du Sud, au Botswana, au Kenya, à Maurice, en Namibie, en République-Unie de Tanzanie et aux Seychelles;
- f) Utilisation de turbines éoliennes et de panneaux solaires photovoltaïques pour l'extension des infrastructures de télécommunication dans l'est de la Namibie.

*Source:* Karekezi et collaborateurs, 2007; GSMA Development Fund, 2007.

41. Les technologies les plus prometteuses pouvant être généralisées à grande échelle dans les zones rurales sont celles qui utilisent la biomasse, l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique. Lorsque les usagers sont peu nombreux et très dispersés

et que leur principal besoin est l'éclairage domestique, les projets parrainés par la Banque mondiale privilégient des installations autonomes, telles des installations solaires individuelles ou des picocentrales hydroélectriques pour les petites exploitations agricoles ou les habitations situées près d'une rivière. Certains projets utiles font appel à des turbines éoliennes compactes à usage domestique. Par contre, lorsque les usagers sont regroupés, il peut être plus économique de les raccorder à un petit réseau ou à une installation de production électrique centrale utilisant des énergies renouvelables, un générateur diesel ou un système hybride diesel-énergies renouvelables. Les centrales électriques à biomasse sont aussi une possibilité, mais elles sont moins répandues (Banque mondiale, 2008, p. 6).

42. Les énergies renouvelables n'étant pas exploitables en continu et en l'absence de technologies de stockage efficaces et peu coûteuses, les écotechnologies et les technologies des énergies renouvelables sont parfois utilisées en association avec des générateurs diesel. D'autres formules hybrides sont également possibles, telles que des installations hybrides photovoltaïque-éolien qui tirent parti de deux sources d'énergie – solaire et éolienne – qui sont disponibles à des moments différents, se complètent et permettent d'accroître le coefficient d'utilisation global.

43. Un certain nombre de nouvelles technologies ont récemment atteint une plus grande maturité commerciale – par exemple, installations solaires photovoltaïques hors réseau désormais beaucoup plus petites que les installations traditionnelles de 20 à 50 watts (parfois appelés «picophotovoltaïques»); elles sont moins onéreuses et peuvent être très utiles aux ménages à faible revenu (installations de 1 à 5 watts), en particulier lorsqu'elles sont combinées avec des technologies de pointe telles que les diodes électroluminescentes (LED). Les produits qui font appel à cette technologie sont les lampes torches solaires, les bornes ou balises solaires ou de petites installations solaires autonomes permettant d'alimenter une ou deux diodes et souvent aussi une radio ou un chargeur de téléphone mobile (REN21, 2009).

44. Pour contribuer de manière durable au développement rural, les écotechnologies et les technologies des énergies renouvelables doivent bénéficier de mesures publiques d'appui et le choix doit être effectué en fonction du contexte (Murphy, 2001; Chaurey, 2004). À cela s'ajoute la nécessité de s'assurer qu'il existe les capacités locales pour produire, installer, entretenir et réparer ces technologies innovantes. Pour que ces technologies soient des solutions durables, il ne suffit pas d'acquérir du «matériel», il est impératif de développer un «savoir-faire» local (Ockwell et collaborateurs, 2009). Les expériences faites à ce jour montrent l'importance cruciale des connaissances, des compétences, des capacités technologiques, ainsi que d'institutions d'appui, pour une bonne adoption, utilisation et adaptation des technologies des énergies renouvelables aux besoins et aux marchés locaux. Le développement institutionnel doit être un élément central de tout programme visant à mettre les écotechnologies et les technologies des énergies renouvelables au service du développement rural.

## VII. Thèmes de discussion

45. Compte tenu du potentiel des écotechnologies et des technologies des énergies renouvelables en matière de développement rural et de réduction de la pauvreté, il est essentiel que les gouvernements des pays en développement intéressés puissent s'informer des meilleures pratiques, des synergies et des possibilités actuelles. Aussi les experts participant à la réunion de la CNUCED souhaiteront-ils peut-être examiner quelques-unes des questions ci-après:

- a) Quels sont les principaux problèmes associés aux modes actuels de production et de consommation d'énergie en milieu rural? Dans l'optique d'un développement rural durable, quels sont les avantages des énergies renouvelables?
- b) Quels sont les principaux obstacles à la promotion et à l'utilisation des écotecnologies et des technologies renouvelables dans les zones rurales? Quel rôle ont joué les politiques et les programmes nationaux en faveur de l'exploitation des énergies renouvelables dans les zones rurales, quel a été leur impact et quelles sont les difficultés?
- c) Comment encourager la participation des populations locales à la conception et à la mise en œuvre des projets d'électrification?
- d) Comment encourager la participation du secteur privé afin de tirer parti des possibilités de création d'emplois et de formation de revenu? Quels sont les types de mesures les plus efficaces pour encourager la création d'entreprises manufacturières et d'entreprises de services liées au secteur de l'énergie?
- e) Quel impact les politiques nationales liées au commerce, à l'investissement et à la technologie ont-elles eu sur l'accès des entreprises nationales aux technologies des énergies renouvelables et sur le développement de ces technologies?
- f) Les technologies des énergies renouvelables permettent-elles aux pays en développement un raccourci technologique en matière de consommation et de production d'énergie?
- g) Quelles mesures peuvent être prises pour renforcer les capacités d'innovation au niveau local? Quel est le rôle d'organisations internationales telles que la CNUCED?
- h) Comment les mécanismes d'assistance bilatérale et multilatérale, y compris ceux qui ont pour objectif de réduire la pauvreté, peuvent-ils être utilisés plus efficacement pour promouvoir des services énergétiques modernes et l'électrification?
- i) Comment rendre plus abordables les technologies et les outils liés aux énergies renouvelables?
- j) Comment tirer le meilleur parti des synergies entre les mesures prises dans différents secteurs?
- k) Quel a été le rôle de la coopération pour la fourniture d'énergie?

## Références

- AIE (2002). Energy and poverty. Dans: *World Energy Outlook*. Paris. Novembre. Peut être obtenu à l'adresse: <http://www.iea.org/weo>.
- AIE (2006). Energy for cooking in developing countries. Dans: *World Energy Outlook*. Paris. Peut être obtenu à l'adresse: <http://www.iea.org/weo>.
- AIE (2009). The impact of the financial and economic crisis on global energy investment. Document d'information établi par l'AIE pour la réunion des Ministres de l'énergie des pays du G-8, Rome, 24 et 25 mai 2009.
- Alazraque-Cherni J. (2008). Renewable energy for rural sustainability in developing countries. *Bulletin of Science, Technology & Society*. Vol. 28, n° 2. 2008.
- Alliance for Rural Electrification (2009). A green light for renewable energy in developing countries. Brussels. Alliance for Rural Electrification.
- Ashden Awards (2003). Fuel efficient stoves for baking injera bread. Étude de cas. Ashden Awards for Sustainable Energy.
- Ashden Awards (2005). Biogas sector partnership Nepal: Domestic biogas for cooking and sanitation. Ashden Awards for Sustainable Energy.
- Banque mondiale (2004). Renewable Energy for Development: the role of the World Bank Group. Banque mondiale.
- Banque mondiale (2006). Energy poverty issues and G8 actions. 2 février. Peut être consulté à l'adresse: [http://194.84.38.65/files/esw\\_files/Energy\\_Poverty\\_Issues\\_Paper\\_Russia\\_G8\\_eng\\_summary.pdf](http://194.84.38.65/files/esw_files/Energy_Poverty_Issues_Paper_Russia_G8_eng_summary.pdf).
- Banque mondiale (2008). Designing sustainable off-grid rural electrification projects: Principles and practices. Washington, DC. Peut être consulté à l'adresse: <http://siteresources.worldbank.org/EXTENERGY2/Resources/OffgridGuidelines.pdf?resourceurlname=OffgridGuidelines.pdf>.
- Banque mondiale (2009). African Development Indicators 2009.
- Banque mondiale/Groupe d'évaluation indépendante (IEG) (2008). The welfare impact of rural electrification: a reassessment of the costs and benefits. IEG Impact Evaluation. Washington DC. Banque mondiale.
- Barnes D. et collaborateurs (1994). What makes people cook with improved biomass stoves? A comparative international review of stove programs. World Bank Technical Paper n° 242. Washington DC, Banque mondiale.
- Chaurey et collaborateurs (2004). Electricity access for geographically disadvantaged rural communities – technology and policy insights. *Energy Policy*. Vol. 32.
- Climat Mundi (2009). Foyers de caisson à haut rendement en Érythrée. Peut être obtenu à l'adresse: [http://www.climatmundi.fr/lng\\_EN\\_srub\\_7-Projects.html](http://www.climatmundi.fr/lng_EN_srub_7-Projects.html) (consulté le 30 novembre 2009).
- CNUCED (2009a) Questions relatives à l'énergie dans l'optique du commerce et du développement. Note du secrétariat de la CNUCED. TD/B/C.I/2. Peut être consulté à l'adresse: [www.unctad.org/en/docs/cid2\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs/cid2_en.pdf).

- CNUCED (2009b). *The State of Play of the Clean Development Mechanism: Review of barriers and potential ways forward*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DITC/ BCC/2009/3.
- CNUCED (2010). Renewable Energy Technologies, Chapter IV in Trade and Environment Review: Promoting poles of clean growth to foster the transition to a more sustainable Economy.
- Ergeneman A. (2003). Dissemination of improved cookstoves in rural areas of the developing world: Recommendations for the Eritrea Dissemination of Improved Stoves Program. ERTC (Érythrée).
- GSMA Development Fund (2007).
- Havet et collaborateurs (2009). Energy in national decentralization policies. New York. PNUD.
- Junginger M., Faaij A. et Turkenburg W. C. (2005). Global experience curves for wind farms. *Energy Policy*. Vol. 33, p. 133 à 150.
- Karekezi S., Kimani J. et Wambile A. (2007). Renewables in Africa. Energy experts' concept paper. Nairobi, Energy, Environment and Development Network for Africa (AFREPREN/FWD).
- Kaundinya et collaborateurs (2009). Grid-connected versus stand-alone energy systems for decentralized power – A review of literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 13.
- Martinot E. et Reiche K. (2000). Regulatory approaches to rural electrification and renewable energy: case studies from six developing countries. World Bank working paper, juin. Peut être obtenu à l'adresse: [http://www.martinot.info/Martinot\\_Reiche\\_WB.pdf](http://www.martinot.info/Martinot_Reiche_WB.pdf).
- Modi V., McDade S., Lallement D. et Saghir J. (2006). Energy and the Millennium Development Goals. New York. Programme d'assistance à la gestion du secteur de l'énergie, Programme des Nations Unies pour le développement, United Nations Millennium Project et Banque mondiale. Peut être obtenu à l'adresse: [http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP\\_Energy\\_Low\\_Res.pdf](http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP_Energy_Low_Res.pdf).
- Murphy J. T. (2001). Making the energy transition in rural East Africa: Is leapfrogging an alternative? *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 68, p. 173 à 193.
- Ockwell D., Ely A., Mallett A., Johnson O. et Watson J. (2009). Low carbon development: The role of local innovative capabilities. STEPS Working Paper 31, Brighton. STEPS Centre and Sussex Energy Group, SPRU, Université du Sussex.
- OMS (2000). La pollution de l'air des habitations dans les pays en développement: un problème majeur pour l'environnement et la santé publique (par Bruce N., Perez-Padilla Albalak R.). Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé, Recueil d'articles n° 4, 2001, p. 38 à 52. Genève. Peut être consulté à l'adresse: <http://www.who.int/docstore/bulletin/pdf/2000/issue9/bul0711.pdf>.
- Reiche K., Covarrubias A. et Martinot E. (2000). Expanding electricity access to remote areas: off-grid rural electrification in developing countries. Dans: Guy Isherwood, ed. *WorldPower 2000*. Londres, Isherwood Production Ltd, p. 52 à 60; peut être obtenu à l'adresse: [http://www.martinot.info/Reiche\\_et\\_al\\_WP2000.pdf](http://www.martinot.info/Reiche_et_al_WP2000.pdf).

REN21 (2007). *Les énergies renouvelables 2007: Rapport sur la situation globale*. Paris, secrétariat du REN21 et Washington, DC, Worldwatch Institute. Peut être obtenu à l'adresse: [www.ren21.net/globalstatusreport](http://www.ren21.net/globalstatusreport).

REN21 (2009). *Les énergies renouvelables: Rapport sur la situation globale – Mise à jour 2009*. Paris, secrétariat du REN21 et Washington, DC, Worldwatch Institute. Peut être obtenu à l'adresse: [www.ren21.net/globalstatusreport](http://www.ren21.net/globalstatusreport).

Renewable Energy Association (2009). *Energy and environment*. Peut être consulté à l'adresse: <http://www.r-e-a.net/info/energy-info> (consulté le 30 novembre 2009).

---