

5. Avantages et risques d'une l'utilisation bioénergétique accrue

Il est de plus en plus évident que la bioénergie offre une gamme d'avantages par rapport aux autres sources d'énergie. Tels sont l'augmentation des revenus ruraux et la réduction de la pauvreté dans les pays en développement, la remise en état des terres improductives et dégradées et la promotion du développement économique. En contribuant au renforcement de la sécurité énergétique, la bioénergie joue aussi un rôle stratégique, notamment dans les pays importateurs de pétrole. Enfin, elle peut aider à réduire les gaz à effet de serre qui sont à l'origine de préoccupations mondiales.

Toutefois, des obstacles doivent être surmontés avant de pouvoir tirer pleinement parti de la bioénergie. Certains avantages et inconvénients potentiels associés à la production de biocombustibles, qui concernent les grandes opérations en particulier, sont récapitulés ici. Pour minimiser les risques inhérents aux stratégies de production des bioénergies, il importe d'analyser à fond les différents aspects du développement de ces bioénergies, en particulier de la dendroénergie:

- développement rural, équité et réduction de la pauvreté;
- gestion des terres et des forêts et biodiversité;
- prix des produits alimentaires et forestiers;
- émissions de gaz à effet de serre et qualité de l'air;
- approvisionnement en eau;
- prix de l'énergie et dépendance vis-à-vis des sources énergétiques.

Le développement des bioénergies comporte des avantages et des inconvénients (encadré 6). Étant donné la gamme des interactions, les avantages et les risques potentiels des investissements en bioénergie doivent être évalués au cas par cas ou pays par pays.

De nombreux facteurs interviennent dans l'augmentation de la production d'énergie à partir de la biomasse. Parmi les plus importants figurent le type de culture et la productivité. Une étude de 2004 basée sur des données de l'AIE a comparé différents agrocombustibles, du point de vue de la superficie de terres arables nécessaires à la production d'une quantité donnée d'énergie. Les résultats ont montré que pour produire la même quantité d'énergie, le soja a besoin de près de 12 fois plus de terres arables que la canne à sucre. D'autres biocombustibles liquides potentiels se situent entre ces deux extrémités de la fourchette. Le maïs, par exemple, a besoin de deux fois plus de terre que la canne à sucre alors que pour les palmiers à huile il en faut 30 fois plus environ.

Le résultat est encore plus frappant si l'on pose la question: «Combien de terres arables faudrait-il pour remplacer 25 pour cent de l'énergie produite à partir de

ENCADRÉ 6

Avantages et inconvénients potentiels du développement des bioénergies**Avantages potentiels**

- Diversification de la production agricole
- Stimulation du développement économique rural et contribution à la réduction de la pauvreté
- Augmentation des prix alimentaires et des revenus des agriculteurs
- Développement des infrastructures et création d'emplois dans les zones rurales
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre
- Augmentation des investissements dans la remise en état des terres dégradées
- Génération de nouvelles recettes par l'utilisation des résidus ligneux et agricoles et par les crédits de carbone
- Réduction de la dépendance énergétique et diversification des approvisionnements énergétiques intérieurs en particulier dans les zones rurales
- Accès à des sources d'énergie propre à des prix abordables pour les petites et moyennes entreprises rurales

Inconvénients potentiels

- Diminution des disponibilités alimentaires locales si les cultures énergétiques remplacent l'agriculture de subsistance
- Augmentation des prix alimentaires pour les consommateurs
- Risque que les besoins en terre pour les cultures énergétiques favorisent la déforestation, réduisent la biodiversité et accroissent les émissions de gaz à effet de serre
- Augmentation du nombre de polluants
- Nouvelles normes pour les véhicules et les infrastructures de production de carburants
- Accroissement des coûts de production des combustibles
- Augmentation des volumes de bois enlevés conduisant à la dégradation des écosystèmes forestiers
- Déplacement des petits agriculteurs et concentration de la propriété des terres et des revenus
- Effets négatifs de la production intensive des cultures bioénergétiques sur la qualité et la fertilité des sols
- Effets de distorsion des subventions sur d'autres secteurs et création d'injustices dans les pays.

Sources: FAO, 2000; UN-Energy, 2007; Perley, 2008

combustibles fossiles servant au transport par de l'énergie tirée des biocombustibles liquides?» La réponse serait 430 millions d'hectares pour la canne à sucre – 17 pour cent de la superficie mondiale de terres arables – et 5 milliards d'hectares pour le soja – 200 pour cent de la superficie mondiale de terres arables (Fresco, 2006). Il est donc irréaliste de penser que les biocombustibles peuvent remplacer

totalement les combustibles fossiles. Les biocombustibles devront être considérés comme une source potentielle d'énergie qui devra toujours être utilisée en combinaison avec d'autres.

PAUVRETÉ, EMPLOI ET PRIX

D'après un grand nombre d'études, la production de biomasse à des fins bioénergétiques offrira aux pays en développement de nouvelles sources de revenu, réduisant par là même la pauvreté et renforçant la sécurité alimentaire. Il existe plusieurs variables qui permettent de déterminer si l'expansion des bioénergies a un impact net positif ou négatif sur les moyens d'existence. Si des petits agriculteurs ont la possibilité de produire de la biomasse de façon autonome, ou dans le cadre de programmes d'aide aux petits planteurs, il pourrait y avoir des avantages nets. Mais les conflits ne sont pas inconnus. En Indonésie, l'établissement des grandes plantations de palmiers à huile a été associé à des problèmes d'expropriation prétendue de terres et de violation des droits humains (Aglionby, 2008).

Les possibilités d'emploi offertes par le développement des bioénergies dépendent de la culture et du système de production. La récolte de cultures comme les graines de *Jatropha curcas* demande beaucoup de main-d'œuvre et peut créer des emplois et des revenus pour les populations rurales. En revanche, la récolte des cultures bioénergétiques, comme la canne à sucre, nécessite peu de main-d'œuvre et procure relativement peu d'emplois aux pauvres vivant en milieu rural. La capacité des biocombustibles liquides de créer des emplois a dès lors été contestée (Biofuelwatch, 2007). Cependant, il est probable que la production de bioénergie fournira davantage d'emplois que l'importation de combustibles fossiles, notamment si le volume des importations est élevé. Toutefois, le type et l'échelle des systèmes de production jouent un rôle crucial dans la création d'emplois.

Les progrès des techniques de production des bioénergies mettront l'énergie à la portée des populations rurales qui ont un accès limité à d'autres sources, ce qui pourrait promouvoir le développement économique. Les conditions de vie des ménages pauvres s'amélioreraient si le développement des bioénergies encourage l'utilisation plus efficace et durable de la biomasse traditionnelle (UN-Energy, 2007).

L'établissement de grandes plantations à vocation énergétique qui alimentent des centrales de conversion peut engendrer des conflits sociaux. Les biocombustibles devront être produits à proximité de la centrale afin de réduire les frais de transport et d'accroître la viabilité économique, mais cela pourrait favoriser une concentration accrue de la propriété des terres, et même déplacer les agriculteurs traditionnels. Par ailleurs, la planification locale pourrait aussi offrir aux petits propriétaires des possibilités d'investissement dans des plantations satellites.

La concurrence pour la terre et les produits agricoles pourrait faire hausser les prix alimentaires mais améliorerait le revenu des agriculteurs. Les producteurs des principaux excédents en bénéficieraient, alors que les acheteurs nets souffriraient davantage. La répartition des coûts et des avantages dépendra du contexte local, bien que l'effet net de l'augmentation des prix des aliments sur la sécurité alimentaire sera probablement négatif dans de nombreux cas. Les pauvres habitant dans

les villes, qui n'ont pas accès à la terre et ne peuvent donc bénéficier de la hausse des prix agricoles, seront le plus profondément touchés.

Si les prix des cultures produisant des biocombustibles liquides devaient s'élever de façon significative, les agriculteurs seraient tentés de convertir en cultures énergétiques les terres affectées à la production vivrière. À court terme cela réduirait les disponibilités alimentaires et ferait monter les prix des aliments. Or les exploitants changent souvent leurs cultures, et leurs choix se fondent principalement sur les prix du marché et la rentabilité. Des prix alimentaires plus élevés encouragerait l'utilisation des terres pour la production de cultures vivrières, si bien que le marché interviendrait pour rétablir l'équation de l'offre et de la demande. Il importe toutefois de souligner qu'une augmentation des prix des aliments, ne fût-ce que transitoire, affecterait les pauvres, notamment dans les pays en développement (encadré 7).

ENCADRÉ 7

Prix alimentaires et bioénergie

Rosegrant *et al.* (2005, 2006) ont étudié l'impact potentiel de la demande croissante d'énergie sur les prix alimentaires mondiaux réels. Ils ont examiné trois cas dans un scénario de croissance des biocombustibles liquides agressif, qui supposait que la consommation totale de biocombustibles serait multipliée par un facteur allant de deux à dix dans certains pays ou régions du monde dont la Chine, l'Inde, le Brésil, les Etats-Unis et l'Union européenne, et que les prix du pétrole resteraient élevés en valeur réelle. Les trois cas sont les suivants:

- maintien de la focalisation sur les biocombustibles liquides d'origine céréalière ;
- passage aux biocombustibles liquides produits à partir du bois;
- utilisation accrue de biocombustibles cellulosiques, associée à des améliorations des pratiques agricoles.

Les auteurs ont estimé que, dans le premier cas, les prix alimentaires réels augmenteraient de façon significative d'ici 2020 (voir le tableau). Dans le deuxième cas, le passage aux combustibles tirés du bois pourrait réduire quelque peu ces hausses des prix. La combinaison des biocombustibles cellulosiques avec des améliorations agricoles conduirait probablement aux augmentations des prix les plus faibles. Chacun de ces cas laisse présager pour l'avenir la hausse des prix réels des produits agricoles.

Chacun de ces trois cas comporterait une augmentation des prix moyens sur le marché alimentaire mondial, bien que les changements varient selon les pays. Ces résultats sont confirmés par d'autres modèles, notamment une analyse de Schmidhuber (FAO, 2006a) qui a constaté que la demande supplémentaire de matières premières pour les biocombustibles s'était traduite par une augmentation des cours mondiaux des produits agricoles.

Une hausse des prix alimentaires aurait une incidence sur la sécurité alimentaire, en particulier dans les pays qui ont des déficits vivriers dus à de mauvaises conditions

de végétation ou à d'autres facteurs environnementaux défavorables. Cependant, une augmentation des prix des produits alimentaires accroîtrait aussi les revenus dans les zones rurales où la pauvreté pourrait être atténuée. L'accroissement de la proportion de biocombustibles tirés du bois contribuerait à réduire la hausse attendue des prix des produits alimentaires mais quelques augmentations des coûts sont à prévoir. On notera que les prix réels des produits destinés à l'alimentation et à l'agriculture avaient jusqu'à présent toujours baissé et qu'une déviation par rapport à cette tendance pour répondre à la demande de biocombustibles pourrait ne pas être permanente (FAO, 2006a).

Hausse attendue des prix des produits alimentaires dans trois cas, dans le cadre d'un scénario de croissance des biocombustibles agressif (variations en pourcentage entre 2005 et 2020)

Produit	Maintien de la focalisation sur les biocombustibles d'origine céréalière	Passage aux biocombustibles tirés du bois	Biocombustibles tirés du bois + améliorations agricoles
Manioc	135	89	54
Betterave à sucre	25	14	10
Canne à sucre	66	49	43
Oléagineux	76	45	43
Maïs	41	29	23
Blé	30	21	16

Source: Rosegrant et al., 2006

TERRE ET ENVIRONNEMENT

La terre est un facteur clé dans la production de ressources bioénergétiques, et les disponibilités de terres varient au niveau inter et intra régional et national. L'établissement à grande échelle de plantations énergétiques pourrait limiter les superficies disponibles pour la production vivrière, ce qui suscite des préoccupations pour la sécurité alimentaire de certains pays, en particulier, les pays très peuplés qui ont peu de ressources en terres.

Des études récentes montrent qu'il existe d'importantes réserves de terres agricoles dans le monde mais, selon les prévisions actuelles sur la croissance démographique et la concurrence pour l'utilisation des terres, ces ressources ne sont pas distribuées là où elles seront le plus nécessaires. Par exemple, certains pays asiatiques très peuplés semblent n'avoir pas ou très peu de terres non utilisées à affecter à la production de biomasse (Risø, 2003).

Cependant, même dans les pays asiatiques densément peuplés, l'agroforesterie, l'utilisation de déchets agricoles et forestiers et des technologies efficaces de conversion en énergie pourraient fournir des quantités notables de bioénergie. L'Amérique latine, une grande partie de l'Afrique et certains pays d'Asie riches en forêts possèdent de vastes superficies qui pourraient être affectées à la production de biomasse. Cependant, la biodiversité est menacée par la production à grande

échelle de monocultures à des fins énergétiques, même sur des terres non boisées. La disparition des modes de vie pastoraux due à l'épuisement des pâturages et à la perte des ressources fourragères qui étaient produites sur ces terres pour les herbivores domestiques et sauvages pourraient avoir de graves effets économiques et sociaux (UN-Energy, 2007).

Dans de nombreux pays en développement, on envisage d'utiliser de grandes superficies de terres dégradées pour l'expansion des plantations bioénergétiques. L'Inde, par exemple, se propose de les établir sur 63 millions d'hectares de terres déclarées incultes. Elle estime que 40 millions d'hectares sont adaptés à l'établissement de cultures oléagineuses (Prasad, 2007). La plantation d'arbres ou d'autres cultures énergétiques dans ces zones permettrait de réduire l'érosion, de remettre en état des écosystèmes, de régulariser les écoulements d'eau et de fournir des abris et une protection aux communautés et aux terres agricoles (Risø, 2003). Ces résultats ne pourront être obtenus que si l'expansion de la production de biocombustibles est accompagnée de réglementations claires et strictes sur l'utilisation des terres, notamment dans les pays tropicaux où les forêts risquent d'être converties à d'autres usages (Worldwatch Institute, 2007).

Les projets de production d'agrocombustibles ont été mal accueillis dans quelques pays par suite de risques et des conflits potentiels. En Ouganda, par exemple, les réactions du public ont été négatives quand le gouvernement a octroyé à une entreprise une licence pour exploiter les forêts de Mabira, en vue de planter de la canne à sucre pour produire des agrocombustibles. Des projets de production d'agrocombustibles auraient suscité des réactions similaires au Ghana et en Afrique du Sud (GRAIN, 2007).

Dans plusieurs pays, les forêts ont été remplacées par des cultures destinées à la production de biocombustibles et cette tendance pourrait s'accélérer avec une forte demande de biocombustibles et de bioénergie. Cependant, la situation pourrait changer de façon spectaculaire si la biomasse ligneuse devient la matière première de choix, et un avenir où les forêts menaceraient les superficies agricoles plutôt que le contraire n'est pas à exclure.

Pour garantir la disponibilité des terres arables nécessaires pour produire des vivres à des prix abordables et éviter la perte d'habitats d'une très grande valeur, il est impératif d'incorporer la planification et la surveillance de l'utilisation des terres dans les stratégies bioénergétiques. Quelques scénarios possibles de développement des biocombustibles liquides sont décrits dans l'encadré 8 avec leurs impacts probables.

Une expansion à grande échelle des plantations forestières et bioénergétiques peut avoir divers impacts dont la réduction de la fertilité des sols, l'érosion du sol et une utilisation accrue des ressources en eau. La culture intensive accroît et concentre la consommation d'eau, qui est une ressource de plus en plus rare dans de nombreux pays. Certaines cultures produisant des agrocombustibles ont besoin de beaucoup d'eau. En mars 2006, l'Institut international de gestion des ressources en eau a publié un rapport mettant en garde contre «la ruée vers les biocombustibles liquides» qui pourrait aggraver les pénuries d'eau qui sévissent dans certains pays. Par exemple, en Chine et en Inde, les ressources en eau sont rares et la production

d'agrocombustibles est en grande partie basée sur l'irrigation (GRAIN, 2007). Cela pourrait réduire les ressources en eau disponibles pour les cultures vivrières et avoir des effets négatifs sur la sécurité alimentaire. Cependant, ces effets pourraient être atténués par une bonne planification de l'utilisation des terres et une gestion responsable (FAO, 2006b).

Un autre sujet de préoccupation est le risque d'une aggravation de la pollution atmosphérique si la combustion de biomasse augmente (OMS, 2006). Celle du bois, en particulier, dans les installations mal équipées en filtres ou à combustion incomplète, libère de fines particules dont la dangerosité pour la santé est recon-

ENCADRÉ 8

Scénarios pour le développement des biocombustibles

La production à grande échelle de bioénergie qui exige de vastes étendues de terres est un sujet d'inquiétude. On se demande actuellement aussi si les cultures de biocombustibles liquides de la première génération pourraient compromettre la sécurité alimentaire et le couvert forestier. Pour traiter correctement les questions concernant l'utilisation des terres et leurs retombées sur les forêts, on pourrait développer la production de biocombustibles liquides suivant l'un des scénarios ci-dessous ou par une combinaison de quelques-uns :

- **Convertir des terres dégradées ou des terres actuellement occupées par des cultures vivrières à la production de bioénergie, y compris la dendroénergie.** Cette approche ne devrait pas affecter les forêts, mais elle pourrait compromettre la sécurité alimentaire, notamment dans le cas d'opérations à grande échelle, à moins d'accroître la productivité et/ou d'identifier des synergies entre la production alimentaire et la production énergétique.
- **Introduire les cultures de biocombustibles liquides dans des terres boisées.** Cette approche conduirait à la déforestation et nuirait à la biodiversité et aux autres biens et services procurés par les forêts, et augmenterait les émissions de gaz à effet de serre. Les disponibilités en matières premières des industries forestières pourraient s'amenuiser et la demande de matériel de construction et d'autres produits ligneux pourrait diminuer. Les disponibilités de bois pour la production d'énergie s'accroîtraient à court terme.
- **Affecter le bois de forêts existantes à la production d'énergie.** Cette approche aurait un effet négatif sur les revenus et la gestion des forêts naturelles et des plantations, et rendrait plus vive la concurrence pour les ressources entre les utilisateurs de bois. Les disponibilités de bois pour l'industrie forestière déclineraient à court terme et les coûts des produits augmenteraient.
- **Accroître l'efficacité de l'utilisation du bois en améliorant la transformation et utiliser les résidus ligneux et le bois récupéré pour la production bioénergétique.** De très grandes quantités d'énergie pourraient être générées et les effets négatifs sur la foresterie et l'agriculture seraient minimes.

nue. Quelques pays ont établi des normes pour les appareils de combustion, mais leur efficacité pourrait être compromise par la faible qualité du combustible (bois humide, par exemple) et des techniques de combustion inefficaces. Comme l'augmentation de la combustion de la biomasse a des conséquences majeures, dont beaucoup sont interconnectées, une approche globale s'impose pour fixer les objectifs et définir les politiques de lutte contre les changements climatiques (CENUE/FAO, 2007). Il faut consacrer du temps et des efforts précieux à la collecte de combustible plutôt qu'à la poursuite d'entreprises plus rentables, et c'est pour ces raisons que le projet du Millénaire des Nations Unies se propose de réduire de moitié le nombre de ménages qui utilisent la biomasse traditionnelle pour la cuisson des aliments d'ici 2015.

Défrichement des forêts

Les besoins croissants de terre dus à l'augmentation de la production de biocombustibles liquides de la première génération accroîtront probablement la pression sur les forêts partout dans le monde. Dans de nombreux cas, les coûts d'opportunité seront trop élevés pour interdire la conversion des forêts aux utilisations foncières économiquement attractives qui se présenteraient si le développement des biocombustibles poursuit sa trajectoire récente. Cette situation encouragera le défrichement des forêts si les mesures prises pour les protéger et les gérer durablement s'avèrent inefficaces ou ne sont pas appliquées strictement.

Le défrichement des forêts provoquera la libération de carbone et des pertes de biodiversité. Sur les terres soumises à un régime de propriété traditionnel ou dans celles où les droits coutumiers ne sont pas entièrement reconnus, les droits de propriété risquent d'être ignorés. Le soja, la canne à sucre et le palmier à huile ont tous été associés à la déforestation, qui a contribué considérablement aux émissions de gaz à effet de serre dans les pays où la production de ces cultures a proliféré (GRAIN, 2007).

Des études récentes ont laissé entendre que les incitations économiques à produire davantage de biocombustibles encourageraient la conversion des forêts ou des pâturages, ce qui libérerait l'anhydride carbonique emmagasiné dans les plantes et les sols sous l'effet de la décomposition ou des incendies (Searchinger *et al.*, 2008) Dans le calcul des émissions de carbone produites par le développement des bioénergies, on ne peut ignorer l'importance de tenir compte des changements d'affectation des terres. Il a été estimé, par exemple, que si la forêt secondaire est remplacée par des plantations de palmiers à huile gérées durablement, il faudra compter de 50 à 100 ans pour réabsorber le carbone dégagé (Butler, 2007b).

De grandes superficies de forêt ombrophile ont été et sont encore défrichées en faveur de la plantation de palmiers à huile. À l'échelle mondiale, les plantations de palmiers à huile les plus importantes se situent en Indonésie et en Malaisie. Il a été estimé que de 17 à 27 pour cent environ de la déforestation en Indonésie seraient le fait de l'établissement de plantations de palmiers à huile, et en Malaisie ce chiffre atteindrait 80 pour cent. En Indonésie, 3,6 millions d'hectares sont occupés par des plantations de palmiers à huile et cette superficie augmente d'environ 13 pour

cent par an (FAO 2007c). En même temps, 1,8 million d'hectares en moyenne de forêts disparaissent annuellement – soit 2 pour cent du couvert forestier national. Cette situation a, non seulement causé la libération de fortes émissions d'anhydride carbonique dans l'atmosphère, mais a aussi aggravé les risques d'extinction de plusieurs espèces (CENUE/FAO, 2007).

Les émissions d'anhydride carbonique sont particulièrement importantes dans le cas des plantations de palmiers à huile établies sur des tourbières drainées et, d'après une étude réalisée par Hooijer *et al.* (2006), 27 pour cent de ces plantations sont situées précisément dans ces zones. Sur le volume total des émissions d'anhydride carbonique provenant des tourbières drainées d'Indonésie, 1 400 mégatonnes sont dégagées par les incendies des tourbières et 600 mégatonnes par la décomposition des tourbières drainées. Ces chiffres équivaldraient à près de 8 pour cent environ des émissions mondiales issues de la combustion de combustibles fossiles, ce qui place l'Indonésie au troisième rang des pays émetteurs d'anhydride carbonique du monde, après les Etats-Unis et la Chine (Hooijer *et al.*, 2006). Quelques signes indiquent que les produits bioénergétiques dont certains sont destinés à l'exportation contribuent à cette tendance. Des quantités considérables d'huile de palme sont utilisées, par exemple, pour la production de biodiesel destiné en particulier à l'Europe (Carrere, 2001; Colchester *et al.*, 2006).

Une augmentation de l'utilisation de bioénergie dans les pays industrialisés pourrait avoir des conséquences diffuses dans le monde. À l'heure actuelle, il s'agirait surtout des biocombustibles liquides facilement transportables. L'avènement des biocombustibles cellulosiques liquides commercialisables pourrait pousser les pays riches en ressources forestières, où les principes de gestion durable ne sont pas respectés, à augmenter l'offre de matières premières bioénergétiques au détriment des forêts.

Les grandes superficies de forêts dégradées sont aussi des cibles probables pour l'extension des plantations bioénergétiques. Malgré leur état de dégradation, ces forêts sont encore riches en biodiversité et renferment de grandes quantités de carbone. En outre elles sont souvent d'importantes sources de vivres et de matériel de construction pour les populations locales. Reste à voir si ces zones pourraient être gérées durablement pour la production de multiples biens et services, y compris la bioénergie, même si les tendances actuelles ne sont guère prometteuses.

En 2007, l'Administration forestière publique de Chine a annoncé son intention d'établir deux sites de plantations de *Jatropha curcas* dans les provinces de Yunnan et de Sichuan pour la production de biocombustibles. Cet organisme a depuis déclaré qu'il entendait affecter plus de 13 millions d'hectares de terres boisées à la production de biocombustibles. Par ailleurs, le Département provincial des forêts du Yunnan envisage l'établissement de 1,3 million d'hectares de plantations d'ici 2015 en vue de produire quatre millions de tonnes de bioéthanol et 600 000 tonnes de biodiesel annuellement (Liu, 2007). Les autorités chinoises ont déclaré que ces plantations seront établies sur des terres forestières et agricoles dégradées qui, d'après les estimations, s'élèveraient à 4 millions d'hectares dans la province du Yunnan seulement. Dans le sud-est de la Chine sont présentes de nombreuses

zones forestières riches en biodiversité capables d'assurer la protection efficace des terres (Perley, 2008).

Les pays doivent évaluer avec attention les émissions de gaz à effet de serre et les autres effets sur l'environnement associés aux diverses options bioénergétiques avant de les mettre en œuvre et de les étudier sur une révolution complète, c'est-à-dire considérer toute la gamme des impacts sur l'environnement de cette production, y compris les changements d'affectation des terres. Le potentiel offert par les projets bioénergétiques pour réduire les émissions de gaz à effet de serre est reconnu. Ces projets sont bien représentés dans la filière mondiale actuelle du Mécanisme pour un développement propre du Protocole de Kyoto. Le Mécanisme ainsi que d'autres initiatives devrait aider à surmonter quelques-uns des obstacles financiers au développement des biocombustibles ayant une bonne efficacité carbone, mais des règlements et des procédures complexes limitent encore l'accès au Mécanisme des pays moins avancés (Peskett, 2007).