

Bois-énergie et modèles de subsistance: une étude de cas relative aux Philippines

E.M. Remedio

Le rôle socioéconomique du bois énergie dans la province de Cebu étudié en 1992 et réexaminé 10 ans plus tard.

Dans de nombreuses économies d'Asie du Sud et du Sud-Est, quelque 20 à 80 pour cent de la demande d'énergie sont satisfaits par le bois. Dans la plupart des cas, la biomasse ligneuse est utilisée suivant des méthodes traditionnelles. Le cycle de sa production à sa consommation comprend des activités qui ne sont ni structurées ni enregistrées et auxquelles participent plusieurs secteurs de la communauté. Dans les zones dotées d'un marché du bois de feu, sa production, sa distribution, son commerce et sa consommation suivent un circuit qui a démontré son efficacité au fil du temps. Cependant, dans certaines autres zones où ce marché n'existe pas, le bois de feu n'a pas été écoulé en tant que produit.

L'utilisation des combustibles ligneux ne se limite pas aux ménages pauvres et ruraux. Dans de nombreuses villes et banlieues, ils sont largement utilisés comme combustible principal, de substitution ou supplémentaire par les groupes à revenu faible, moyen et élevé.

Aux Philippines, le bois de feu, le charbon de bois et les autres formes de combustibles tirés de la biomasse contribuent largement à satisfaire les besoins énergétiques de la population. La collecte, la distribution et le commerce de ces combustibles procurent aussi un revenu et un emploi à des millions de Philippins. Malgré l'importance de leur rôle, on n'a guère de connaissances sur la façon dont ils sont produits, gérés, commercialisés et consommés dans le pays. Il n'existe pas d'organisme entièrement responsable de l'élaboration de politiques en matière de dendroénergie car le bois de feu est considéré comme un produit de qualité inférieure et son exploitation l'une des principales causes de déboisement et de dégradation environnementale.

Le présent article décrit le rôle socioéconomique du bois énergie aux Philippines d'après les résultats d'une étude de cas entreprise dans la province de Cebu et révisée en 2002.

CEBU

La province insulaire de Cebu se situe dans le centre du pays, à environ 550 km au sud-est de la capitale, Manille. Il s'agit d'une mince bande de terre d'environ 5 088 km² de superficie qui s'étend du nord au sud sur 220 km et d'une largeur de seuls 40 km en son point le plus large. La population de la province s'élève à 3 356 millions d'habitants au total, et consiste en 676 000 ménages environ, dont la taille moyenne est de cinq personnes; la densité de la population est de 660 personnes par kilomètre carré (Bureau national des statistiques, 2002). Sa capitale, Cebu, est la deuxième ville la plus peuplée des Philippines.

Cebu est le noyau commercial et industriel de la partie centrale et méridionale des Philippines car seuls 30 pour cent environ de son territoire se prêtent à l'agriculture. Près des trois quarts des terres émergées de Cebu ont une déclivité de plus de 18 pour cent et une grande partie de l'île est dominée par un massif montagneux central qui s'élève à plus de 1 000 m au-dessus du niveau de la mer (Personnel de la planification et du développement provinciaux, 1987). Au XIX^e siècle, Cebu était déjà le point de rencontre des réseaux commerciaux et économiques de Visayas et de Mindanao (le groupes d'îles centrales et méridionales des Philippines), les reliant aux marchés de Manille, des Etats-Unis d'Amérique et d'Europe (*Cebu Yearbook*, 2002).

La province insulaire de Cebu se distingue par le fait qu'elle est déboisée de longue date. D'après la Banque mondiale (1989), le déboisement à Cebu s'élevait à 99,6 pour cent. Dès 1870, on déclarait que l'île présentait un déboisement de 94 pour cent (Ahern, 1901; Poffenberger, 1990). S'il est vrai que Cebu ne possède plus de forêts vierges depuis au moins un siècle, comment expliquer l'essor de l'industrie du bois-

Elizabeth M. Remedio est professeur auprès du Département d'économie de l'Université de San Carlos, Cebu, Philippines.

énergie? Comment des centaines de familles dépendent-elles de cette industrie pour se procurer des emplois rémunérateurs et des moyens d'existence? D'où proviennent les ressources ligneuses et quel est leur emploi? Qui sont les acteurs clés? Quelle est la contribution socioéconomique du bois-énergie à l'économie locale?

LE BOIS DE FEU À CEBU

Usages domestiques, commerciaux et industriels

Le bois de feu est une source importante d'énergie dans la province, notamment comme combustible domestique utilisé pour la cuisson des aliments¹. En effet, son coût modique (son ramassage est gratuit dans certains cas) et les goûts et préférences des consommateurs en ont fait un produit de grande consommation. C'est également un supplément fiable et un combustible de réserve. Toutefois, certains ménages ne l'utilisent pas ou tentent d'en réduire l'usage à cause de certains inconvénients, et de la fumée et des cendres qui en émanent.

Dans les secteurs commercial et industriel, un grand nombre de vendeurs d'aliments cuisinés comme les restaurants, les vendeurs de barbecue et *lechon* (porc rôti traditionnel servi lors de célébrations et vendu de manière croissante sur les marchés), les boulangeries, les fabricants de *poso* (riz étuvé dans des feuilles de cocotier) et les usines de nouilles sont tributaires du bois de feu. Les institutions comme les hôpitaux, les écoles et les prisons, et les entreprises artisanales comme celles des forgerons, et des fabricants de grilles de fer, d'accessoires de toilette et de meubles en rotin sont les principaux consommateurs de matériel de rebut, de bois de cocotier et de charbon de bois.

Production et gestion

Contrairement à la croyance établie, le bois de feu n'est pas nécessairement extrait de la forêt naturelle. Sa production fait partie de plusieurs systèmes d'utilisation des terres, comme les jachères arborées et arbustives, les boisements, les plantations d'arbres, les reboisements, les systèmes agroforestiers (arbres fruitiers ou disséminés) et la brousse et les formations arbustives. La majeure partie de la production de bois de feu à Cebu est le fait d'une poignée d'espèces: *Leucaena leucocephala*, *Leucaena glauca*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea* et *Swietenia macrophylla*. Le traitement en taillis est pratiqué par de nombreux producteurs de bois de feu, mais les terres destinées à cette méthode de production vont en diminuant en raison de la conversion des terres au profit, par exemple, du développement du secteur de la construction et de l'établissement de plantations de mangues. Les forêts traitées en taillis sont normalement exploitées sous forme de parcelles avec une révolution de deux à cinq ans. Les arbres sont coupés et portés ou transportés jusqu'à un terrain plat où ils peuvent être fendus, réunis en fagots suivant la taille du bois ou carbonisés.

À Cebu, les charbonniers utilisent normalement des techniques locales. Suivant la méthode *ham-ak*, avant d'allumer le bois, on l'empile sur une charpente inclinée au-dessus du terrain qu'on recouvre d'herbes, d'adventices, de feuilles de bananier et d'une couche de terre. Suivant la méthode *tinabonan*, une fosse à charbon de bois est creusée dans un terrain en pente, remplie de bois et recouverte d'une feuille de métal après l'allumage. La méthode *ham-ak* produit du charbon de bois plus abondant et de meilleure qualité, mais exige une surveillance étroite de 24 heures par jour

pendant deux ou trois jours. La méthode *tinabonan*, en revanche, requiert moins d'attention

Commerce et distribution

À Cebu, depuis au moins cinq décennies, le commerce du bois de feu représente une industrie prospère et durable du secteur non structuré. Le réseau rural-urbain de commerce et distribution (voir la figure), où interviennent de nombreux intermédiaires à différents niveaux, assure des revenus, emplois et moyens d'existence à des centaines de familles dans les campagnes aussi bien qu'en ville. Le système de commerce varie suivant l'emplacement et la distance des sites de production, la présence de producteurs, de fabricants, de commerçants ruraux et urbains, du type de combustible commercialisé et des politiques réglementant son transport. D'une manière générale, ce système de commercialisation paraît compétitif et performant.

L'ampleur de la production de biocombustibles dans une zone donnée est fortement liée à la présence d'entrepreneurs locaux intéressés à s'engager dans leur commerce. Les échanges provinciaux assurent un revenu et des emplois à un nombre estimé de 45 000 à 65 000 personnes. En général, le système de commercialisation du bois de feu à Cebu semble être compétitif et efficace. De 150 000 à 200 000 tonnes environ de bois de feu (y compris les feuilles de cocotier) sont vendues par an, et entre 40 000 et 50 000 tonnes de charbon de bois. La valeur commerciale des biocombustibles dans la province se situe entre 9,3 et 12 millions de dollars EU par an, et Cebu n'est que l'une des 60 provinces ou davantage que comprend le pays (bien que l'utilisation et la production de biocombustibles puissent varier entre les provinces).

La carbonisation, le commerce et la distribution de ces biocombustibles fournissent aussi des revenus saisonniers dans de nombreuses zones de la province, notamment aux agriculteurs dont le revenu principal vient de la production et du commerce des mangues.



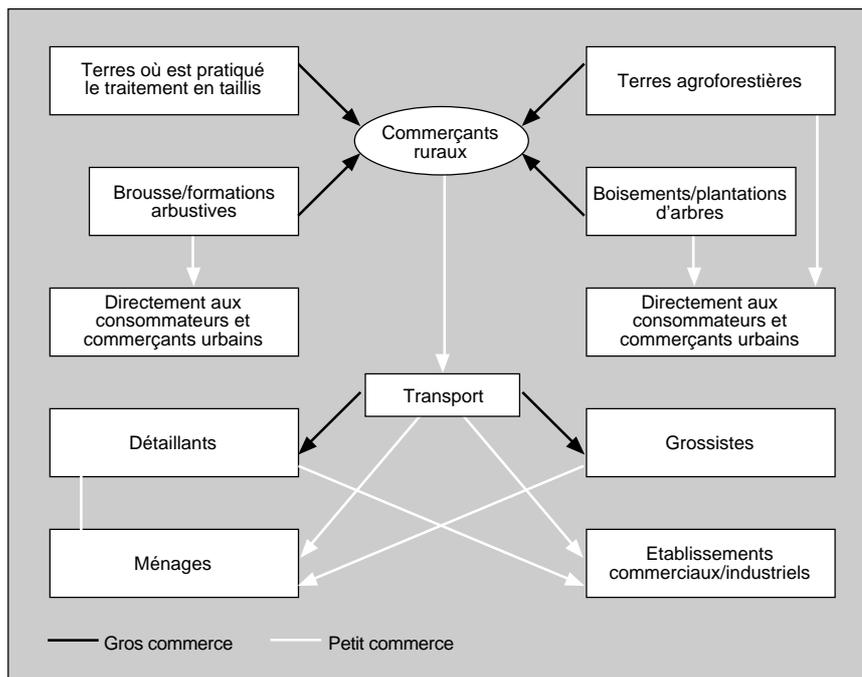
Le traitement en taillis des espèces de *Gliricidia* et *Leucaena* est une pratique courante parmi les producteurs de combustible ligneux de la province de Cebu aux Philippines; ici, la régénération rapide des souches traitées est visible cinq semaines à peine après l'exploitation, des branches de plus petite taille étant laissées sur le biseau

¹ L'emploi de résidus de biomasse autres que le bois n'est pas très répandu à l'exception des feuilles de cocotier. C'est pourquoi les termes bois de feu, combustible ligneux et biocombustible (ainsi que bois-énergie et bioénergie) sont interchangeables dans l'ensemble du texte.



A Cebu, le commerce du combustible ligneux a constitué pendant des décennies une industrie florissante du secteur non structuré, procurant des revenus et des emplois à des milliers d'entrepreneurs: à gauche, des sacs de charbon de bois de différentes qualités et provenant de diverses espèces sont en vente dans un marché de charbon de bois urbain typique à Cebu; au centre, un commerçant de bois de feu urbain vend des sacs de débris de bois et de copeaux de rabotage à Cebu; à droite, l'étal d'un vendeur de bois de feu à Cebu

Commerce et distribution de combustibles ligneux



TENDANCES DU BOIS-ÉNERGIE DANS LA VILLE ET LA PROVINCE DE CEBU DE 1992 À 2002

Une étude réalisée en 1992 a examiné les modèles de production, de consommation, de commerce et de distribution des combustibles ligneux dans l'île de Cebu (Bensel et Remedio, 1993). Elle en a tiré une conclusion en huit points:

- Les décisions concernant le choix du combustible parmi les ménages urbains étaient fortement influencées

par les niveaux de revenu, bien que les goûts et préférences, ainsi que les coûts relatifs aux fourneaux, avaient aussi leur importance.

- L'abandon du combustible ligneux au profit du gaz de pétrole liquéfié (GPL) et du kérosène avait déjà été observé. L'utilisation de combustibles multiples par les familles et les établissements commerciaux était aussi prédominante.
- Le secteur commercial et industriel

dépendait un peu moins du bois de feu que les ménages, bien que ce dernier fût utilisé dans de nombreuses activités commerciales, en particulier par les vendeurs d'aliments et les étals de barbecue.

- Le bois de feu provenait, pour une large part, d'arbres plantés et de terres agricoles aménagées. Parmi les principales espèces cultivées figuraient *Leucaena leucocephala* et *Gliricidia sepium*.

La famille et la consommation de bois-énergie dans les pays en développement



DEPARTEMENT DES FORETS DE LA FAO/IDEST, HOFER

Dans les pays en développement, le ramassage du bois de feu est presque entièrement dominé par les femmes et les enfants (ici, en Inde)

L'énergie rurale, le temps dont dispose la famille, la santé, la nutrition et les rôles des hommes et des femmes forment un réseau complexe de questions interconnectées qui méritent d'être prises en compte au moment de formuler des stratégies de développement. L'énergie est un besoin humain fondamental et, dans de nombreuses parties du monde, le fardeau de la pénurie de combustibles retombe souvent sur les femmes et les enfants (FAO, 1999a). Ce sont normalement ces derniers qui passent de longues heures à ramasser le bois de feu, négligeant ainsi souvent d'autres importantes exigences comme les travaux des champs, l'éducation, la récréation et le repos.

Il ressort d'études menées récemment (FAO, 1999b) sur la main-d'oeuvre intervenant dans les systèmes urbains et ruraux de production et de consommation de bois de feu que, dans la définition du travail léger et sans danger par rapport au travail risqué, des distinctions ont été faites entre les hommes et les femmes.

Lors de discussions de groupe avec les communautés locales organisées dans le cadre du Programme régional de la FAO pour le développement du bois-énergie en Asie-Pacifique, il est apparu que les tâches relatives à la récolte de bois de feu réalisées exclusivement par les hommes – l'escalade et la coupe des arbres, le sciage en travers de grosses grumes et le transport sur de longues distance à l'aide de véhicules comme

les tracteurs, les chars à bœufs et les charrettes – sont considérées comme lourdes. Le ramassage du bois pour la consommation ménagère et la subsistance est estimé être une tâche légère, même si les femmes parcourent de longues distances pendant des heures chargées de lourds fagots; la préparation de la charge à porter sur la tête est réalisée exclusivement par les femmes. L'effort ne paraît donc pas être lié au poids du fagot mais à la force qu'implique pour la femme l'accomplissement de la tâche.

Les travaux qui incombent aux hommes dans la coupe du bois de feu sont considérés comme risqués et dangereux et les femmes en sont épargnées. L'inhalation de la dense fumée émanant de la cuisson des aliments, qui nuit à la santé, et le port de fagots sur la tête ne sont pas perçus comme risqués ou dangereux. D'après l'observation générale, là où étaient en jeu le commerce et l'argent, la sécurité de la femme était une préoccupation.

Cependant, dans la plupart des activités relatives au commerce ou à la vente sur les marchés de biocombustibles, y compris la collecte et le transport, les femmes ne jouent normalement aucun rôle. En revanche, l'utilisation domestique du bois de feu, depuis la production et la collecte jusqu'à la consommation, est presque entièrement le fait des femmes et des enfants. L'argent n'y a aucune part – seul le travail des femmes et des enfants compte.

- Le traitement en taillis était la principale méthode de récolte réalisée sur la base d'une révolution de deux à cinq ans.
- Le système de commercialisation et de transport ruraux du combustible était hautement compétitif et représentait une importante source d'emplois.
- Le marché urbain du bois de feu comprenait aussi des centaines de petits détaillants et grossistes citadins et jouissait d'une bonne compétitivité.
- Les politiques concernant le bois de feu se fondaient sur la conviction que ce combustible contribuait de manière considérable à la dégradation environnementale de l'île. Cependant les résultats de la recherche ont démontré qu'il n'en était rien et une révision des politiques a été recommandée.

En revanche, une étude de suivi réalisée 10 ans plus tard (Remedio et Bensel, 2002) soulignait les tendances suivantes:

- Les ménages tendent à s'éloigner des combustibles dits inférieurs (bois de feu, par exemple) pour privilégier les combustibles de qualité (GPL, par exemple).
- Le GPL est à l'heure actuelle le principal combustible pour la cuisson des aliments et est utilisé par les ménages en raison de son prix modique, sa facilité d'emploi, sa propreté et son efficacité. Cependant l'utilisation de combustibles multiples persiste parmi les ménages.
- L'emploi de bois de feu comme principal combustible domestique pour la cuisson des aliments à Cebu s'est réduit, passant de 31,8 pour cent en 1992 à 23 pour cent en 2002, et son utilisation comme combustible se-

condaire a également baissé, tombant de 45,9 pour cent à 36,7 pour cent (tableau 1).

- Le charbon de bois utilisé par les ménages comme principal combustible pour la cuisson des aliments est passé de 5,6 à 3,4 pour cent entre 1992 et 2002. Cependant, son emploi comme combustible secondaire s'est accru, allant de 53,4 pour cent en 1992 à 67,3 pour cent en 2002 (tableau 1).
- Le revenu familial est encore un facteur déterminant dans le choix du combustible domestique. La plupart des ménages à revenu élevé préfèrent le PGL ou les cuisinières électriques (cuisinières à riz). Toutefois, la majorité des ménages à faible revenu qui ne pouvaient se permettre le GPL en 1992 le pouvaient en 2002, ce qui donne à penser que les obsta-

cles financiers s'opposant à l'obtention de ce combustible ont été éliminés ou du moins réduits.

- L'utilisation familiale totale de bois de feu à Cebu est passée de 55 480 tonnes en 1992 à 53 492 tonnes en 2002. En revanche, la consommation familiale de charbon de bois dans la ville s'est accrue, allant de 7 966 tonnes en 1992 à 8 781 tonnes en 2002 (tableau 2). Dans le secteur industriel/commercial, la baisse de consommation de bois de feu était plus prononcée, passant de 16 046 tonnes en 1992 à 6 596 tonnes en 2002, notamment en raison de l'abandon des combustibles ligneux par les gargotes, les boulangeries et les restaurants. Dans certains cas, l'abandon était dû à des restrictions frappant les émissions de fumée dans les lieux publics. La consommation de charbon de bois a également augmenté dans ce secteur, passant de 6 618 tonnes en 1992 à 14 261 tonnes en 2002.
- L'industrie et le commerce des combustibles ligneux dans la province demeurent une importante source de revenus et d'emplois.

CONCLUSION

La consommation, la production et le commerce du bois de feu restent un important moyen d'existence aux Philippines. L'emploi de combustibles multiples a une longue tradition, et le feu de bois est utilisé par les ménages comme combustible primaire ou secondaire.

L'étude de cas de Cebu est un exemple pertinent. En dépit d'une urbanisation accélérée, des milliers de familles dans la ville et la province de Cebu continuent à se servir du bois de feu comme combustible principal ou secondaire pour la cuisson des aliments. Les établissements commerciaux et industriels de préparation d'aliments dépendent aussi, dans

TABLEAU 1. Combustibles primaires et secondaires utilisés par les ménages pour la cuisson des aliments à tous les niveaux de revenu, Cebu, Philippines, 1992 et 2002

| Type de combustible | Comme combustible primaire | | | | Comme combustible secondaire | | | |
|---------------------|----------------------------|-------|-----------------|-------|------------------------------|------|-----------------|------|
| | 1992 (n=603) | | 2002 (n=379) | | 1992 (n=603) | | 2002 (n=379) | |
| | Nbre | % | Nbre | % | Nbre | % | Nbre | % |
| Bois de feu | 171 | 31,8 | 87 | 23,0 | 277 | 45,9 | 139 | 36,7 |
| Charbon de bois | 32 | 5,6 | 13 | 3,4 | 322 | 53,4 | 255 | 67,3 |
| Kérosène | 115 | 19,9 | 77 | 20,3 | 183 | 30,3 | 126 | 33,2 |
| GPL | 225 | 38,0 | 194 | 51,2 | 251 | 41,6 | 207 | 54,6 |
| Electricité | 4 | 1,0 | 7 | 1,8 | 60 | 10,0 | 94 | 24,8 |
| Autres | 56 | 3,7 | 1 | 0,3 | – | – | 61 | 16,1 |
| Total | 603 | 100,0 | 379 | 100,0 | 1 093 | – | 882 | – |

Source: Remedio et Bensel, 2002.

TABLEAU 2. Tableau récapitulatif de la consommation domestique de biocombustibles à Cebu, Philippines, de 1992 et 2002

| Type de combustible | Estimation de la consommation familiale (tonnes/an) | | Taux de consommation par famille (kg/famille/an) | | | | Taux de consommation par habitant (kg/personne/an) | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|------|
| | 1992 | 2002 | Tous consommateurs | | Consommateurs de combustibles primaires seulement | | Tous consommateurs | | Consommateurs de combustibles primaires seulement | |
| | | | 1992 | 2002 | 1992 | 2002 | 1992 | 2002 | 1992 | 2002 |
| Bois de feu | 55 480 | 53 492 | 1 183 | 988 | 1 757 | 1 155 | 204 | 204 | 303 | 239 |
| Charbon de bois | 7 966 | 8 781 | 109 | 74 | 380 | 228 | 19 | 15 | 65 | 47 |

Source: Remedio et Bensel, 2002.

une large mesure, du bois de feu. Le système complexe et multiniveaux de sa fourniture assure des revenus et des emplois à des milliers de familles et permet à l'économie d'épargner des millions de dollars en devises chaque année en évitant l'importation de combustibles fossiles.

Malgré le rôle et l'importance de la bioénergie dans les économies locale et nationale, il est encore nécessaire d'améliorer la productivité et l'efficacité de la production de bois de feu à cause de son impact sur l'environnement. De même, les politiques publiques régissant

la coupe et le transport du bois de feu devront être révisées. Bien que nombre d'entre elles pourraient viser la promotion d'objectifs de conservation de l'environnement, certains règlements concernant les permis de transport et les aires protégées tendent à dissuader les producteurs de bois de feu d'améliorer l'efficacité et la durabilité de la gestion des ressources forestières et arborées. ♦

- Ahern, G.P.** 1901. *Special report of Captain George P. Ahern*. Forestry Bureau, Philippines, Washington.
- Banque mondiale.** 1989. *Philippines: environment and natural resources management study*. Washington.
- Bensel, T.G. et Remedio, E.M.** 1993. *Patterns of commercial woodfuel supply, distribution and use in the city and province of Cebu Philippines*. FAO Regional Wood Energy Development Programme, document de terrain n° 42. Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique, Bangkok, Thaïlande.
- Cebu Yearbook.** 2002. Sun Star Publishing, Cebu, Philippines.
- FAO. 1999a.** *Le défi de la pauvreté énergétique rurale dans les pays en voie de développement*. Rome.
- FAO. 1999b.** *Gender aspects of woodfuel flows in Sri Lanka: a case study in Kandy District*. FAO Regional Wood Energy Development Programme, document de terrain n° 55. Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique, Bangkok, Thaïlande.
- National Statistics Office, the Philippines.** 2002. *Census 2000 final counts*. Téléchargé le 2 juillet 2002 de la Toile mondiale: www.census.gov.ph/
- Poffenberger, M.** 1990. The evolution of forest management systems in Southeast Asia. M. Poffenberger, éd. *Keepers of the forest: land management alternatives in Southeast Asia*, p. 7-26. Kumarian Press, West Hartford, Connecticut, Etats-Unis.
- Provincial Planning and Development Staff.** 1987. *Cebu provincial profile*. Cebu, Philippines.
- Remedio, E.M. et Bensel, T.G.** 2002. *Environmental and socio-economic impacts of biofuel use in Southeast Asia: a case study of Cebu Province, Philippines*. Rapport inédit pour le projet «Information and Analysis for Sustainable Forest Management: Linking National and International Efforts in South and Southeast Asia». Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique, Bangkok, Thaïlande. ♦

Bioénergie et création d'emplois

J. Domac

Les possibilités d'emploi créées par la dendroénergie varient avec le contexte et l'échelle des opérations

La diversité des contextes et le manque de données pertinentes font qu'il est difficile d'appliquer des méthodes standard pour évaluer les emplois et les recettes procurés par la bioénergie, surtout lorsque l'on adopte des théories plus sophistiquées faisant appel aux effets induits et aux effets multiplicateurs.

Dans le secteur formel, les possibilités d'emploi peuvent être soit directes, avec des postes en rapport avec la production de combustible ou la production agricole, la construction, le fonctionnement et l'entretien des usines de transformation et le transport de la biomasse; soit indirectes, avec des postes liés aux cycles des biocombustibles créés dans d'autres secteurs de l'économie (Faaij, 1997).

La production de ressources de la biomasse demande à peu près cinq fois plus de main-d'œuvre que la production de combustibles fossiles. D'après une enquête réalisée au Brésil, la production de charbon de bois procurerait entre 200 000 et 300 000 emplois dans ce pays (de Carvalho Macedo, 2002).

Les possibilités d'emploi varient selon l'échelle des opérations. Un propriétaire foncier qui chauffe le logis familial et les bâtiments de ferme avec des systèmes à bois récolte en général son bois de feu dans la parcelle boisée familiale avec l'aide des autres membres de sa famille. Aucune rémunération n'est versée, il s'agit seulement d'une sorte d'«apport en travail». Le même propriétaire foncier peut aussi tirer un profit de la vente du bois ou de la location de son équipement de production à d'autres. Dans de nombreux pays, l'agroforesterie est de plus en plus répandue, les arbres étant considérés comme une culture complémentaire s'ajoutant à celles de céréales, de légumes ou de cultures fourragères (Hector, 2000).

Les systèmes basés sur la bioénergie procurent-ils des recettes suffisantes pour qu'il soit intéressant de mobiliser des ressources locales pour les mettre en œuvre? On suppose, et c'est sans doute généralement vrai en milieu rural, qu'une partie des ressources requises (telles que main-d'œuvre, machines, forêts ou résidus forestiers, terres, infrastructures et capacités de gestion) resteraient inutilisées autrement. En outre, les tâches liées à cette production ne sont généralement pas rémunérées par contrat, puisqu'elles sont effectuées par des agriculteurs, des propriétaires de forêts ou des entrepreneurs locaux pour leur propre compte, dont l'intérêt est d'obtenir des recettes suffisantes indépendamment de la source d'où elles proviennent (main-d'œuvre personnelle, location de machines ou vente de biocombustibles).

La création d'emplois dans le secteur de la bioénergie requiert relativement peu d'investissements. Les études réalisées au Brésil ont montré qu'il fallait investir entre 15 000 dollars EU et 100 000 dollars EU pour créer un poste de travail dans les industries spécialisées dans la bioénergie, contre environ 800 000 dollars EU par poste créé dans l'industrie pétrochimique et plus de 10 millions de dollars EU par poste créé dans les centrales électriques (Carpentieri, Larson et Woods, 1993) (voir tableau 1).

Si les emplois basés sur la biomasse ont surtout un impact dans les zones rurales des pays en développement, ils sont également importants dans les villes et dans les pays développés. Les responsables des politiques européens reconnaissent que les sources d'énergie renouvelables (dans ce cas, la bioénergie) offrent non seulement des avantages environnementaux, mais aussi une possibilité de créer des emplois. L'industrie des sources d'énergie renouvelables est l'un des secteurs qui connaît l'expansion la plus rapide en Europe. D'après une étude réalisée en 1998-1999, au sein de l'Union européenne l'utilisation des technologies basées sur l'énergie renouvelable, y compris la bioénergie, aura plus

Julije Domac est coordonnatrice du Programme croate pour l'utilisation de la biomasse (BIOEN) et chef de la Bioenergy Task 29 de l'Agence internationale de l'énergie à l'institut pour l'énergie de «Hrvoje Pozar» à Zagreb (Croatie).



Au Brésil, la production de charbon de bois contribue dans une large mesure à l'emploi national – ici, des charbonniers dans la région de la Thaïlande

TABLEAU 1. Investissement requis pour créer un emploi dans les différents secteurs de production énergétique, dans le nord-est du Brésil

| Secteur de création d'emplois | Investissement par poste créé (en milliers de dollars EU) |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Plantation d'arbres pour la production d'électricité | 15-100 |
| Agro-industries de l'éthanol | 12-22 |
| Projets industriels | 40 |
| Industrie pétrochimique | 800 |
| Hydroélectricité | 10 000 |

Source: Carpentieri, Larson et Woods, 1993.

que doublé d'ici 2020, et cette augmentation débouchera sur la création de plus de 800 000 emplois dans le secteur de la bioénergie d'ici à cette date (Direction générale de l'énergie de la Commission européenne, 1999). La production d'électricité ou de chaleur à partir de la biomasse peut créer 323 000 emplois d'ici 2020, contre 515 000 pour la production de cultures énergétiques ou de déchets forestiers ou agricoles, comme combustible. L'impact attendu sur l'emploi serait donc bien plus grand que pour les autres sources d'énergie renouvelables (tableau 2). L'analyse part du principe que l'expansion des sources de combustibles biologiques ne s'accompagne d'aucun déplacement d'emploi dans l'agriculture et la foresterie traditionnelles. Toutefois, les contraintes liées aux coûts d'investissement élevés (Sims, 2002), au coût élevé de l'éducation et à la disponibilité des technologies commerciales devront être surmontées.

En conclusion, on notera qu'au niveau local, la production et l'utilisation de la bioénergie peuvent avoir d'autres conséquences importantes sur le plan social, culturel et environnemental, qui ne peuvent pas être quantifiées et qui ne sont donc pas prises en compte dans la plupart des évaluations d'impact.

TABLEAU 2. Prévisions relatives à l'impact sur l'emploi des technologies basées sur la bioénergie et sur d'autres sources d'énergie renouvelables, Union européenne (nombre net de nouveaux emplois à plein temps, par rapport à 1995, année de référence)

| Type d'énergie | 2005 | 2010 | 2020 |
|---------------------------------|---------|---------|---------|
| Chauffage thermique solaire | 4 590 | 7 390 | 14 311 |
| Photovoltaïque | 479 | -1 769 | 10 231 |
| Thermohélioélectricité | 593 | 649 | 621 |
| Vent d'afflux | 8 690 | 20 822 | 35 211 |
| Vent de reflux | 530 | -7 968 | -6 584 |
| Petite centrale hydroélectrique | -11 391 | -995 | 7 977 |
| Bioénergie | 449 928 | 642 683 | 838 780 |

Source: Direction générale de l'énergie de la Commission européenne, 1999.

Bibliographie

- Carpentieri, A.E., Larson, E.D. et Woods, J.** 1993. Future biomass-based electricity supply in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 4(3): 149-179.
- de Carvalho Macedo, I.** 2002. Biomass energy in Brazil: a general overview. Présenté à l'atelier international «Sustainable Bioenergy Production Systems: Environmental, Operational and Social Implications», Belo Horizonte, Brésil, 28 octobre – 1^{er} novembre.
- Direction générale de l'énergie de la Commission européenne.** 1999. *The*

impact of renewables on employment and economic growth. Disponible sur Internet: www.eufores.org/FinalRep.pdf

Faaij, A.P.C. 1997. *Energy from biomass and waste.* Université d'Utrecht, Utrecht, Pays-Bas.

Hector, B. 2000. *Forest fuels – rural employment and earnings.* SE-750 07. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Management and Products, Uppsala, Suède.

Sims, R.E.H. 2002. *The brilliance of bioenergy – in business and in practice.* James & James Ltd., Londres.

Energie produite par la biomasse, pollution de l'air au foyer et santé

A. Koopmans

Les ménages utilisant l'énergie produite par la biomasse ont besoin de fourneaux efficaces capables de réduire la fumée, les particules et les gaz qui nuisent à la santé des femmes et des enfants.

La biomasse (bois, charbon de bois, résidus agricoles, fumier, etc.) est une source d'énergie très répandue dans les pays en développement. D'après des estimations sommaires, un tiers de la population mondiale, soit environ deux milliards d'individus, est tributaire de ces sources d'énergie (PNUD/UNDESA/CME, 2000). L'énergie produite par la biomasse sert en premier lieu à la cuisson des aliments, qui se fait principalement à l'aide de fourneaux traditionnels ou améliorés (mais aussi de feux ouverts). Cependant, les fourneaux à bois servent également pour le chauffage et l'éclairage, pour éloigner les insectes, pour préserver les toits de chaume, pour sécher les produits de la récolte et le poisson ainsi que pour d'autres objectifs. Le simple fourneau à bois fait partie intégrante du foyer ce qui est rarement vrai pour les fourneaux modernes. Cela pourrait être l'une des raisons pour lesquelles l'introduction de fourneaux améliorés ou la modification du milieu où a lieu la cuisson se sont souvent heurtées à des difficultés. Cependant, des améliorations sont nécessaires comme le démontrent les témoignages réunis au cours des deux dernières décennies, à savoir que les fourneaux à multiples fonctions alimentés au bois ou à l'aide d'autres formes de biomasse ne sont pas très efficaces et qu'ils dégagent souvent des quantités considérables de fumée, de suie, de particules et de toutes sortes de gaz nocifs, qui sont les produits potentiellement dangereux d'une combustion incomplète. De ce fait, la per-

sonne chargée de la cuisson – généralement une femme – et les petits enfants du ménage sont exposés à des niveaux élevés de pollution de l'air dans leurs foyers.

D'après des études menées dans des pays en développement, les concentrations de particules provenant des fourneaux traditionnels alimentés à la biomasse sont souvent 10 fois plus élevées ou davantage que celles prévues par les normes de l'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis (Albalak *et al.*, 1999). L'exposition à ces hauts niveaux de pollution a été estimée, sans exception, responsable de graves infections de l'appareil respiratoire, l'une des principales causes de morbidité et de mortalité dans le monde (Smith *et al.*, 2000). Les témoignages mettent l'exposition à la combustion de la biomasse en relation avec la bronchopneumopathie obstructive chronique, la tuberculose, la cataracte et la mortalité (Albalak, Frisncho et Keeler, 1999; Perez-Padilla *et al.*, 1996; Mishra, Retherford et Smith, 1999; Mohan *et al.*, 1989; Mavlankar, Trivedi et Gray, 1991). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a estimé que, dans les pays en développement, 2 millions de personnes, dont la plupart ont moins de cinq ans, meurent prématurément chaque année du fait de l'exposition aux produits du brûlage des combustibles solides ménagers (Albalak *et al.*, 2001). La morbidité causée par la pollution de l'air dans les foyers suit de près celle causée par l'eau et le manque d'assainissement (voir la figure).

Les produits d'une combustion incomplète sont non seulement nocifs pour la santé humaine mais représentent aussi des gaz à effet de serre, si bien qu'en réduisant leurs niveaux on ne se limite pas à protéger la santé, mais on diminue aussi la production de ces gaz.

Une mesure très simple pour réduire la pollution de l'air au foyer, et qui est largement appliquée dans certains pays asiatiques, est l'installation d'une cheminée ou d'une hotte au-dessus du fourneau. Une telle mesure réduira la pollution de l'air à la maison mais elle ne diminuera ni la pollution atmosphérique générale ni la production de gaz à effet de serre. Les installations de ce type présentent certains inconvénients dont



Les fourneaux améliorés assurent une combustion plus complète du bois, réduisant ainsi la pollution de l'air dans les habitations, mais ils devront être faciles à utiliser, bon marché et durables: ci-dessus, un fourneau à bois traditionnel au Sénégal; ci-dessous, un fourneau à bois amélioré en métal au Sénégal

Auke Koopmans, ancien conseiller technique principal du Programme régional de développement de la dendroénergie en Asie de la FAO, est consultant indépendant à Chiangmai, Thaïlande.

La charge de morbidité due aux principaux facteurs de risques environnementaux (pourcentage de la valeur totale de DALY dans un pays ou une région)

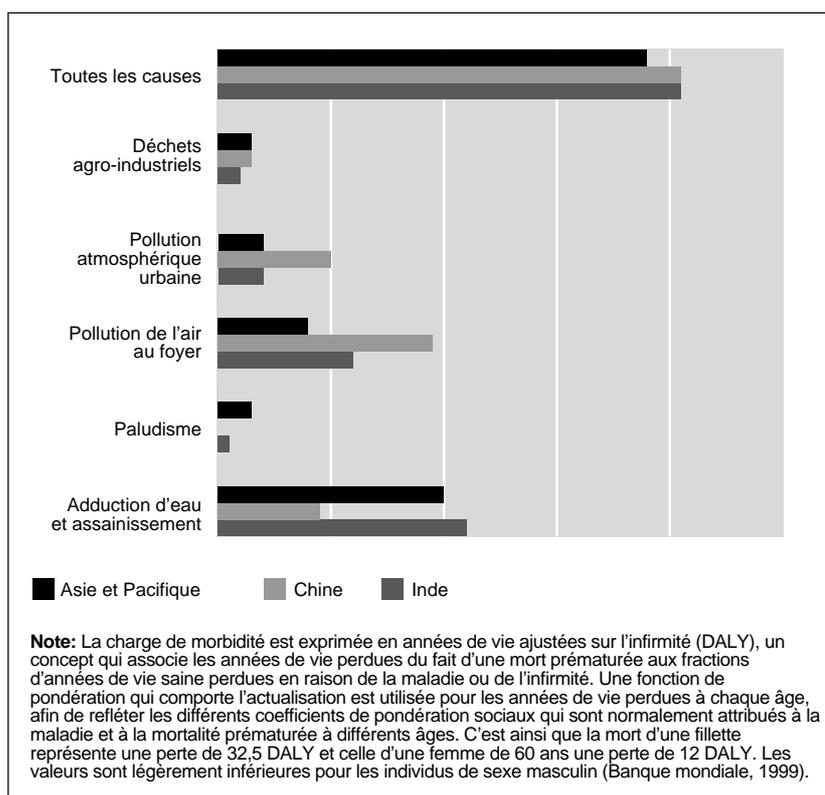
le coût, la possibilité de fuites d'eau à l'endroit où la cheminée ou la hotte traverse le toit, et le risque d'incendie si le toit est fabriqué à l'aide de matériaux combustibles comme les feuilles ou le chaume, si bien que leur adoption n'est pas généralisée.

L'utilisation d'autres combustibles moins polluants, comme les sources d'énergie commerciales (gaz de pétrole liquéfié, kérosène, électricité, etc.), représente une autre solution. Cependant, le coût des fourneaux nécessaires, de même que celui de l'énergie elle-même, est normalement considéré comme un obstacle à l'adoption et l'utilisation de ces autres sources d'énergie par un pourcentage élevé de la population des pays en développement.

Une troisième solution consiste à améliorer les fourneaux existants. Au début, ces améliorations étaient uniquement d'ordre technique et les fourneaux améliorés n'ont pas été adoptés à grande échelle (PNUD/UNDESA/CME, 2000). Les fourneaux doivent être non seulement techniquement performants mais aussi faciles à utiliser, bon marché et durables, éventuellement à multiples fonctions, et utilisables avec différents combustibles – en bref, les aspects non techniques de leur fonctionnement sont tout aussi importants sinon davantage.

Bibliographie

- Albalak, R., Bruce, N., McCracken, J., Smith, K.R. et Gallardo, T.** 2001. Indoor respirable particulate matter concentrations from an open fire, improved cookstove, and LPG/open fire combination in a rural Guatemalan community. *Environmental Science and Technology*, 35: 2650-2655.
- Albalak, R., Frisanchi, A.R. et Keeler, G.J.** 1999. Domestic biomass fuel combustion and



chronic bronchitis in two rural Bolivian villages. *Thorax*, 54(11): 1104-1108.

- Albalak, R., Keeler, G.J., Frisanchi, A.R. et Haber, M.J.** 1999. Assessment of PM10 concentrations from domestic biomass fuel combustion in two rural Bolivian Highland villages. *Environmental Science and Technology*, 33: 2505-2509.
- Banque mondiale.** 1999. *Environment matters – annual review*. Washington.
- Mavlankar, D.V., Trivedi, C.R. et Gray, R.H.** 1991. Levels and risk factors for peri-natal mortality in Ahmedabad, India. *Bulletin OMS*, 69: 435-442.
- Mishra, V.K., Retherford, R.D. et Smith K.R.** 1999. Biomass cooking fuels and prevalence of TB in India. *International Journal of Infectious Diseases*, 3(3): 119-129.
- Mohan, M., Sperduto, R.D., Angra, S.K., Milton, R.C., Mathur, R.L., Underwood, B.A., Jaffrey, N., Pandya, C.B.,**

Chhabra, V.K., Vajpayee, R.B., Kalra, V.K. et Sharma, Y.R. 1989. The India-U.S. case-control study group. India-U.S. case-control study of age related cataracts. *Archives of Ophthalmology*, 107: 670-676.

- Perez-Padilla, J.R., Regalado, J., Vedal, S., Pare, P., Chapala, R. et Selman, M.** 1996. Exposure to biomass smoke and chronic airway disease in Mexican women. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 154: 701-706.
- PNUD/UNDESA/CME.** 2000. *World Energy Assessment*. Programme des Nations Unies pour le développement/Département des affaires économiques et sociales de l'ONU/Conférence mondiale de l'énergie, New York, Etats-Unis.
- Smith, K.R., Samet, J.M., Romieu, I. et Bruce, N.** 2000. Indoor air pollution in developing countries and ALRI in children. *Thorax*, 6: 518-532.

L'énergie ligneuse, les puits à carbone et les changements climatiques mondiaux¹

Les preuves des changements climatiques mondiaux s'accumulent, et aujourd'hui on s'accorde de plus en plus pour dire que la principale cause est l'activité humaine qui perturbe le cycle naturel des gaz à effet de serre, en particulier le dioxyde de carbone (CO₂). Depuis le début du XX^e siècle, la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre a augmenté, passant d'environ 300 à 360 parts par million, et les principales causes ont été identifiées comme suit:

- le brûlage de combustibles fossiles tels que pétrole, charbon et gaz naturel; et
- les changements d'affectation des terres, en particulier la déforestation.

Une utilisation accrue de la bioénergie peut contribuer à réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles et les émissions qui en découlent. En outre, la plantation d'arbres et de forêts gérées de manière durable, notamment pour la production de bois de feu, peut éviter ou enrayer la déforestation et compenser les émissions de carbone, en le fixant (fonction de «puits de carbone»).

Les végétaux captent le CO₂ de l'atmosphère et libèrent de l'oxygène par le biais de la photosynthèse. Une partie du CO₂ est perdue par la respiration, mais la majeure partie est fixée dans la matière organique vivante et morte, par exemple dans le bois, les produits ligneux et les sols. Alors qu'en brûlant, les combustibles fossiles libèrent du CO₂ qui était resté emmagasiné pendant des millions d'années, la combustion de la biomasse ne fait que restituer à l'atmosphère le CO₂ absorbé par les plantes au fur et à mesure de leur croissance. Dans les systèmes d'aménagement durable, ce CO₂ est à nouveau capté par la forêt en phase de croissance et il n'y a pas de libération nette de CO₂.

Si une zone non boisée est convertie en forêt, une quantité supplémentaire de CO₂ est retirée de l'atmosphère et stockée dans la biomasse des arbres. Les réserves de carbone stockées dans cette terre augmentent. Toutefois, la nouvelle forêt plantée ne fait office de puits à carbone que si le stock de carbone continue à augmenter. Ce stock finira par atteindre une limite supérieure où les pertes par respiration, mortalité et perturbations dues au feu, aux tempêtes, aux ravageurs, aux maladies ou à la récolte seront à peu près égales aux gains en carbone provenant de la photosynthèse.

Le bois récolté dans ces forêts est converti en produits ligneux, qui font eux aussi office de puits jusqu'au moment où le dépérissement et la destruction des vieux produits et l'adjonction des nouveaux produits se compensent mutuellement. Etant donné que l'exploitation ne peut pas être augmentée au-delà d'un seuil durable, la forêt et ses produits ont une capacité finie de stocker le CO₂ de l'atmosphère; pour qu'ils deviennent des puits de carbone permanents, ils doivent être gérés de manière durable, sinon ils libèrent le carbone préalablement fixé.

Si en revanche, la biomasse, notamment le bois, est remplacée par des combustibles fossiles, les terres utilisées pour la production durable de biomasse et de bioénergie peuvent con-

tinuer indéfiniment à réduire les émissions. Il existe souvent des possibilités de synergie entre la production de bois et de bioénergie et la gestion des forêts comme puits de carbone, en particulier à l'échelle régionale. C'est par exemple le cas avec la gestion intégrée pour la production de bois, la fixation du carbone et la bioénergie, dans laquelle le peuplement est éclairci pour maximiser la valeur combinée de la production de bois et de la fixation de carbone, et dans laquelle les coupes de dégagement, les coupes précommerciales et les résidus d'exploitation sont utilisés pour la production de bioénergie.

De l'énergie fossile est ordinairement consommée lors de la production de bioénergie, par exemple durant la coupe des arbres en forêt ou le débardage du bois, mais les recherches montrent que, généralement, seule une fraction infime de l'énergie produite est utilisée – la proportion étant en gros d'une unité d'énergie fossile consommée pour 25 à 50 unités de bioénergie produites. Les émissions nettes de carbone dérivant d'une unité d'électricité produite à partir de la bioénergie sont de 10 à 20 fois inférieures à celles dérivant de l'électricité produite à partir de combustibles fossiles.

Le potentiel mondial de réduction biologique des changements climatiques a été estimé à 100 gigatonnes de carbone d'ici 2050, soit entre 10 et 20 pour cent des émissions totales estimées de combustibles fossiles durant cette période. Environ les deux tiers du stockage de carbone pourraient se faire dans les forêts.

Enfin, le carbone stocké dans la végétation atteindra un stade de saturation écologique ou pratique. Ce potentiel pourrait être atteint au moment où l'accroissement de la production de bioénergie deviendra effectif, et les approvisionnements futurs proviendront probablement de quelques nouvelles forêts ou de quelques systèmes agricoles adaptés. D'après les estimations, la bioénergie devrait permettre de réduire, d'ici 2050, les émissions mondiales de CO₂ de 25 pour cent au maximum des émissions projetées de combustibles fossiles, avec une possibilité de nouvelles augmentations par la suite.

¹ Adapté de Matthews, R. et Robertson, K. 2001. *Answers to ten frequently asked questions about bioenergy, carbon sinks and their role in global climate change*, préparé par l'Equipe 38 sur la bioénergie de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), «Greenhouse Gas Balances of Biomass and Bioenergy Systems». Joanneum Research, Graz, Autriche. Disponible sur Internet: www.joanneum.at/iea-bioenergy-task38/publication/task38faq.pdf. Pour de plus amples informations, prière de contacter: bernhard.schlamadinger@joanneum.at ou dieter.schoene@fao.org