

Carte globale intégrée de l'offre et de la demande de bois de feu – WISDOM: une représentation géographique des zones déficitaires en bois de feu

R. Drigo, O.R. Masera et M.A. Trossero

Un nouvel instrument de planification associe les informations géographiques sur la production et la consommation de bois de feu en vue d'identifier les «points chauds» où la durabilité de l'utilisation de ce combustible impose une action urgente.

Rudi Drigo est consultant auprès de la Composante de la planification et des politiques en matière de bois énergie auprès du Programme de partenariat FAO-CE, Rome.

Omar R. Masera est professeur d'Energie et environnement auprès de l'Institut d'écologie de l'Université nationale du Mexique (UNAM).

Miguel A. Trossero est forestier principal, Division des produits forestiers, Département des forêts de la FAO, Rome.

Les modèles de production et de consommation de bois de feu et les impacts sociaux, économiques et environnementaux connexes sont complexes et propres au site. De grandes généralisations concernant l'utilisation et la disponibilité de bois de feu aux niveaux régional, national, voire sous-national, mènent encore souvent à la formulation d'hypothèses partielles et, par conséquent, à une planification et des actions inefficaces. Des études approfondies sur les mouvements de combustible au niveau local ont parfois été réalisées mais elles sont coûteuses et longues, et ne suffisent pas à brosser le tableau national nécessaire à la formulation de politiques nationales efficaces.

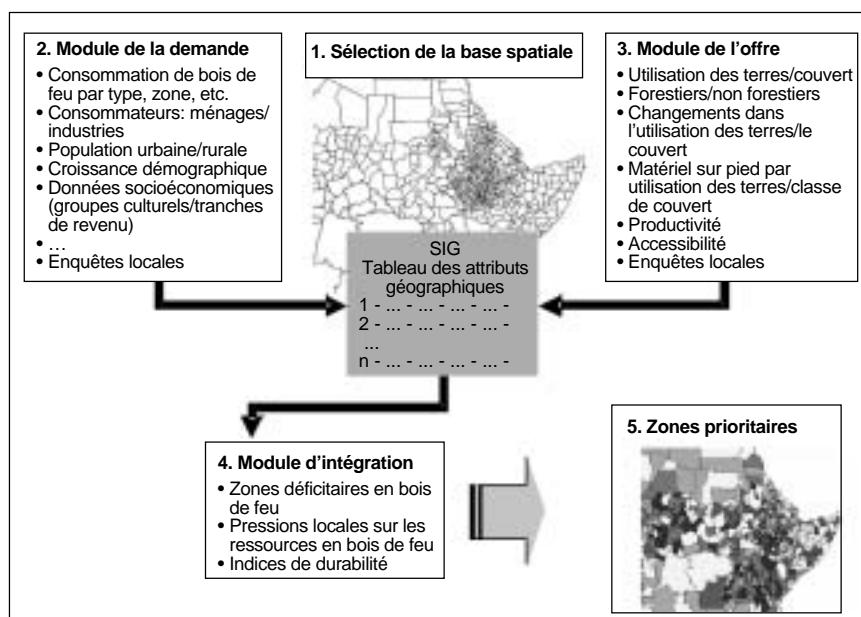
Il est donc indispensable de mettre au point des méthodologies et des instruments qui fournissent une vision synoptique à l'échelle du pays des modèles locaux d'offre et de demande de bois-énergie, fondée sur l'intégration cohérente des données et de l'information. C'est ainsi que la FAO, en collaboration avec l'Institut d'écologie de l'Université nationale du Mexique (UNAM), prépare à l'heure actuelle une carte globale

intégrée de l'offre et de la demande de bois de feu (WISDOM), une méthode de représentation géographique permettant de visualiser les zones déficitaires en bois de feu ou «points chauds». Bien que le projet en soit encore au stade de la formulation, WISDOM a été appliqué dans une étude de cas au Mexique et sera bientôt testé dans d'autres pays. Il se fonde sur les techniques du système d'information géographique (SIG) qui offrent de nouvelles possibilités de combinaison ou d'intégration des informations statistiques et spatiales sur la production (offre) et la consommation (demande) de combustibles (bois de feu, charbon de bois et autres biocombustibles). Cette technique accessible et d'utilisation facile permet de présenter les résultats de l'analyse spatiale de manière aisément compréhensible aux fonctionnaires administratifs et au grand public, ainsi qu'à la communauté scientifique (Marble, 1998). Des analyses à échelles multiples aident à illustrer des situations locales sur l'ensemble du territoire d'un pays ou d'une région.

WISDOM se veut un instrument stratégique de planification plutôt qu'un outil pratique. Son but est d'intégrer les informations existantes, actuellement dispersées, afin d'éviter les coûts élevés de la collecte de nouvelles données. Le système doit s'adapter cas par cas aux informations disponibles, qu'elles soient directes (consommation de bois de feu et tendances; productivité durable du bois de feu) ou indirectes (variables substitutives relatives à la demande et à l'offre de combustibles).

STRUCTURE

L'emploi de WISDOM comporte cinq étapes principales (figure 1).



Choix de la base spatiale

WISDOM est un système souple pouvant être utilisé pour les études aux niveaux national, régional et sous-régional. En ce qui concerne les études nationales, qui sont les plus indiquées pour promouvoir la formulation des politiques, l'analyse devra se réaliser au niveau administratif le plus bas pour lequel sont disponibles des paramètres démographiques, sociaux et économiques, à savoir la municipalité. Le niveau d'analyse sous-national est un aspect essentiel de WISDOM car il permet d'éviter les agrégations et les généralisations qui nuisent si fortement aux études sur le bois énergie.

De nombreux pays disposent de jeux de données numériques pour leurs unités administratives, ce qui facilite l'analyse. Les informations provenant de recensements et autres sources socioéconomiques sont fournies de manière croissante sous forme numérique.

Pour les études régionales ou sous-régionales, l'information démographique peut être tirée de la base de données LandScan Global Population Database de l'Oak Ridge National Laboratory des Etats-Unis qui fournit, au niveau mondial, des cartes de la densité de la population à 30" x 30" (seconde sexagésimale) de résolution.

Dans cette étape, les données spatiales et statistiques sont reliées par un tableau des informations concernant la zone en jeu qui a la structure d'une base de données et contient les caractéristiques et identificateurs géographiques fondamentaux de tous les différents éléments de la carte numérique (codes d'identité et noms, superficie, périmètre, coordonnées, etc.). Le tableau peut être enrichi, si besoin est, par l'introduction d'attributs thématiques se rapportant au même jeu d'éléments cartographiques. Un trait saillant de la méthodologie WISDOM est l'expansion progressive du tableau qui peut inclure directement ou indirectement toutes les

informations disponibles concernant la demande et l'offre de bois feu.

Module de la demande

Le module de la demande décrit la distribution spatiale de la consommation de bois-énergie, ventilée, si possible, par type de combustible (bois de feu, charbon de bois, autres), par secteur d'usagers (ménages, industries, autres) et par zone (rurale, urbaine). Il sert aussi à identifier les zones où apparaît une dynamique distinctive de la consommation (besoins croissants en combustibles, par exemple). Les principales sources d'informations servant à préparer ce module sont les statistiques sur la démographie et d'autres paramètres socioéconomiques collectés et maintenus par les services statistiques nationaux, et les études et enquêtes qui contiennent des informations sur la consommation unitaire par type d'usager, par exemple.

Plusieurs critères peuvent être établis pour déterminer les zones prioritaires sous l'angle de la demande de bois de feu. Il pourrait être intéressant de considérer, par exemple, celles où sont apparents:

- une forte consommation de bois de feu;
- une densité élevée de consommateurs de bois de feu;
- des taux de croissance élevés de la consommation, soit par les ménages, soit par les utilisateurs industriels;
- une demande robuste de bois de feu.

Les critères précis, et la priorité correspondante donnée aux zones, dépendront de l'objectif spécifique de l'étude. Elle pourrait avoir pour but, par exemple, d'identifier les endroits ayant d'importants débouchés pour les nouvelles technologies ou des lieux où l'impact sur la santé est particulièrement prononcé.

Le tableau 1 montre les variables pouvant être utilisées dans l'analyse. Un certain nombre d'entre elles peuvent servir pour différents critères.

Dans la mesure du possible, il convient d'évaluer la demande par type de combustible (bois de feu, charbon de bois, liquide noir, huile pyrolytique, etc.) puisque chacun a un impact différent sur les sources et la durabilité de l'offre, et exige des lignes d'analyse distinctes.

La mise au point du module de la demande comporte normalement l'intégra-

TABLEAU 1. Variables pouvant être utilisées dans le module de la demande

Variable	Ventilation souhaitée
Consommation de combustibles par ménage Utilisation de combustibles par habitant Nombre d'utilisateurs au moment <i>t</i>	Type de combustible (bois de feu, charbon de bois, etc.) Population urbaine/rurale Combinaison de combustibles Unité administrative minimale objet de l'analyse
Consommation de combustibles par utilisateur industriel Utilisation de combustibles par unité de produit Nombre d'utilisateurs au moment <i>t</i>	Types et taille des industries Unité administrative minimale objet de l'analyse
Densité des utilisateurs Saturation (% d'utilisateurs) Utilisateurs par km ²	Urbaine/rurale Familiale/industrielle Consommateurs exclusifs de bois de feu/consommateurs de multiples combustibles
Croissance annuelle moyenne de la consommation/utilisateurs	Urbaine/rurale Familiale/industrielle Consommateurs exclusifs de bois de feu/consommateurs de combustibles multiples
Dynamisme de la consommation Groupes culturels intéressés Niveaux de revenu	Ethnies Tranches de revenu dans la population urbaine/rurale

TABLEAU 2. Variables pouvant être utilisées dans le module de l'offre

Variable	Ventilation souhaitée	Sources possibles d'information
Classe d'utilisation des terres/du couvert	Toutes les classes d'utilisation des terres et de couvert sont à considérer	Etudes nationales comme la carte AFRICOVER utilisant le système de classification du couvert végétal de la FAO (FAO, 2000)
Changement dans l'utilisation des terres/du couvert	Les taux bruts de déboisement sont à éviter; les transitions du couvert (à l'aide de matrices de transition de l'utilisation des terres) s'adaptent bien à ce type d'analyse.	Etudes de surveillance nationales; études à grande échelle comme l'enquête par télédétection de l'Evaluation des ressources forestières mondiales de la FAO (FAO 1996, FAO 2002); TREES II high-resolution survey (Achard <i>et al.</i> , 2002)
Biomasse ligneuse sur pied par utilisation des terres/classe de couvert.	Biomasse sur pied pour toutes les classes d'utilisation des terres et de couvert, y compris les terres agricoles, les formations arbustives, etc.	Données tirées des inventaires forestiers (volume étendu à la biomasse totale); déduction et extrapolation à partir d'études détaillées
Production moyenne de biomasse par utilisation des terres/ classe de couvert.	Indices de productivité pour toutes les classes d'utilisation des terres et de couvert.	Données tirées des inventaires forestiers (rendement étendu à la biomasse totale); déduction et extrapolation à partir d'études détaillées; zonage agroécologique
Accessibilité	Zones inaccessibles pour des raisons légales (aires protégées) et physiques (pente, distance)	Cartes nationales ou internationales des aires protégées comme celles de l'Union mondiale pour la nature (UICN); les modèles de terrain (physiques) (tels que les produits provenant de la Carte numérique du monde [ESRI, 1993]).

tion des données sur la consommation provenant d'enquêtes – ne couvrant en général qu'une partie du pays – avec les variables sociodémographiques obtenues moyennant les recensements. Le principal enjeu dans ce module consiste à trouver des variables directes ou substitutives, disponibles au niveau de l'unité sous-national minimale, qui puissent être utilisées pour estimer les niveaux de consommation et leur répartition dans l'espace.

Module de l'offre

Dans la mesure permise par les informations existantes, le module de l'offre fournit une représentation spatiale de toutes les sources naturelles ou artificielles de bois de feu (comprenant non seulement les forêts naturelles mais aussi les plantations, les arbres hors forêt, les terres boisées, les formations arbustives et toute autre source importante de combustibles), leurs volumes sur pied, leur évolution au

fil du temps et leurs capacités productives. En pratique, les principales, voire les seules, sources pouvant contribuer au module de l'offre sont les inventaires forestiers nationaux, puisque les enquêtes approfondies sur la biomasse sur pied et la productivité qui tiennent compte des utilisations des terres autres que forestières sont encore rares. Dans la plupart des cas, les données sur les volumes sur pied et la productivité pour les sources non forestières de combustible (formations arbustives, plantations agricoles, agroforesterie, etc.) seront déduites ou présumées. Etant donné la rareté des données sur les classes non forestières, la préparation de ce module tirera parti des études locales, quand bien même la couverture serait limitée, et des opinions d'experts.

Comme pour le module de la demande, il est essentiel d'utiliser des statistiques désagrégées se rapportant à de petites unités plutôt que des moyennes agrégées.

Le tableau 2 montre les variables pou-

vant être utilisées pour l'élaboration du module de l'offre. D'une manière générale, on peut supposer que la capacité d'offre de combustible (COC) est une fonction de plusieurs facteurs comprenant, entre autres, l'utilisation des terres/le couvert végétal et leurs changements relatifs, la biomasse sur pied, sa productivité et son accessibilité.

Ici aussi, différents critères pourront être utilisés pour analyser l'offre de bois de feu et identifier les zones prioritaires. Si l'objectif est d'identifier les zones sujettes à pénuries de bois de feu, par exemple, l'étude pourrait rechercher celles où sont observables:

- la disparition rapide des forêts et des terres boisées en raison de changements dans l'utilisation des terres ou d'une pression élevée;
- la faible productivité de la biomasse;
- des difficultés d'accès.

Par ailleurs, les zones à haut potentiel de production durable de bois de feu seront celles ayant une végétation ligneuse accessible, un matériel sur pied abondant et une bonne productivité.

La valeur quantitative de la COC est extrêmement difficile à déterminer avec précision, non seulement en raison du manque d'informations fiables, mais aussi du fait que la capacité des systèmes d'exploitation agricole de produire du combustible dépend aussi du niveau de la demande et de l'accessibilité d'autres sources.

Cependant, comme mentionné ci-dessus, WISDOM n'a pas pour objectif la planification opérationnelle, pour laquelle la précision quantitative est essentielle. Ainsi, pour identifier des zones prioritaires où est plausible un déséquilibre de l'offre et de la demande, le module de l'offre peut tenir compte principalement de l'utilisation des terres et de ses changements, et utiliser des indices indicatifs de productivité de la biomasse sur la base de caractéristiques écologiques.

Module d'intégration

Après la mise au point des modules de la demande et de l'offre dans le cadre du SIG, l'étape suivante consiste à créer des variables qui intègrent les informations tirées des deux modules. Cette intégration se fait en combinant les variables relatives à la consommation et celles concernant l'offre qui ont été définies pour chaque unité administrative minimale, objet de l'analyse. Plusieurs variables ou indicateurs peuvent être conçus pour analyser l'impact combiné de l'offre et de la demande de combustible. La sélection des indicateurs se fait cas par cas, en fonction de la disponibilité et de l'exactitude des données. Les indicateurs potentiels comprennent les suivants:

- déficit de combustible = [offre de combustible – demande de combustible] <0;
- pression potentielle sur les sources de combustibles = [demande de combustible ÷ total des sources de combustible accessibles].

Au sens strict, les zones déficitaires sont celles montrant des valeurs négatives. Cependant, du moment qu'il est difficile d'obtenir des informations précises tant sur l'offre que sur la demande, différents seuils pourraient être définis afin que les zones déficitaires puissent inclure celles dont la gamme de valeurs est proche de zéro.

La pression potentielle sur les sources de bois de feu (naturelles ou artificielles) est exprimée en tonnes (ou mètres cubes) par hectare et par an, et donne ainsi une idée du niveau moyen de productivité locale nécessaire pour satisfaire la demande existante. Si la demande dépasse la gamme habituelle de variation de la productivité dans la zone, il faudra supposer que les sources de bois sont soumises à une forte pression.

Identification de points chauds de l'offre et de la demande de bois de feu

L'étape finale est l'identification des zones où une intervention urgente s'impose aux plans de la demande, de l'offre ou des deux («points chauds»). Contrairement aux approches précédentes fondées entièrement sur la mesure quantitative des déficits en bois de feu (écart entre l'offre et la demande), WISDOM vise à identifier les zones montrant une situation et une dynamique distinctives. Pour ce faire, on pourrait recourir aux procédures statistiques à plusieurs variables

employées couramment – techniques de groupement des données, analyse factuelle, analyse typologique, indexation et autres. Par ailleurs, sous l'angle de la priorité, le groupement final des zones sous-nationalles pourrait se faire en utilisant un indice global de priorité (Masera, Drigo et Trossero, en préparation) qui reflète les principaux aspects des zones objet de l'analyse aux plans tant de la demande que de l'offre.

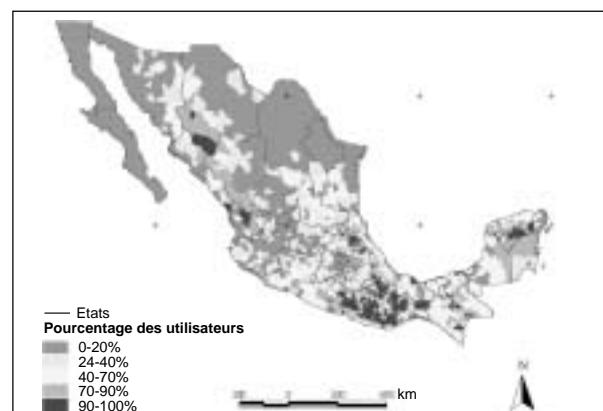
ÉTUDE DE CAS: IDENTIFIER

LES POINTS CHAUDS DE LA CONSOMMATION FAMILIALE DE BOIS DE FEU AU MEXIQUE

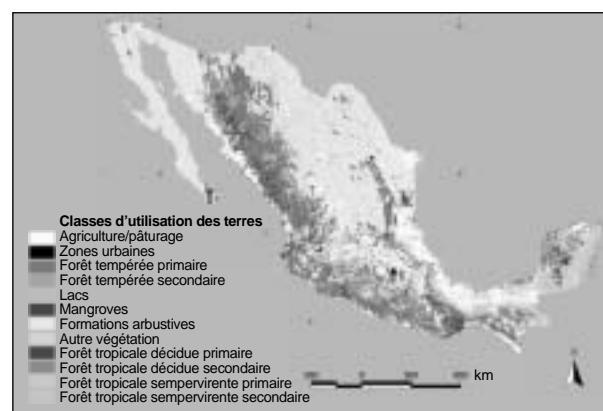
Une étude de cas approfondie réalisée au Mexique illustre l'approche WISDOM (Masera, Drigo et Trossero, en prépara-

tion). Les informations spatiales provenant d'enquêtes locales exhaustives sur la consommation de bois de feu (figure 2) ont été intégrées dans des séries sociodémographiques historiques et des statistiques de l'utilisation des terres/du couvert végétal (figure 3). L'analyse a permis d'identifier 273 municipalités où la durabilité de la consommation de bois de feu impose une action urgente (figure 4).

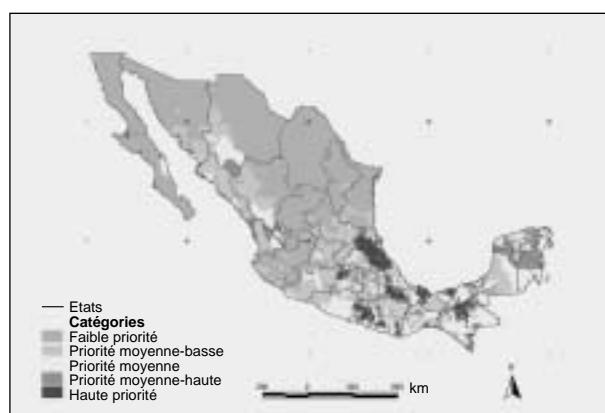
La demande de combustibles au Mexique se concentre sur le bois de feu et sur les zones rurales. La majorité du bois de feu est ramassée ou achetée sur les marchés locaux. Ce combustible provient, pour une large part, de zones forestières (une quantité limitée des zones agricoles). La majorité de la demande est le fait des ménages.



2
Saturation des consommateurs de bois de feu au niveau du municipio (municipalité), Mexique, 2000



3
Carte simplifiée de la végétation du Mexique, 2000



4
Municipios prioritaires exigeant des interventions liées à la consommation et à la disponibilité de ressources en bois de feu, Mexique, 2000

Dans l'analyse, les points chauds ont été définis comme étant les zones où la demande de bois de feu est élevée, la densité et la croissance des utilisateurs fortes, la consommation particulièrement robuste (du point de vue social et culturel) et les ressources maigres ou insuffisantes. L'analyse s'est concentrée sur le bois de feu et sur les ménages et les utilisateurs se servant exclusivement de ce combustible.

- **Base spatiale.** L'unité choisie était le *municipio* (municipalité) dont le pays en compte 2 460. La base spatiale était une base de données géo-référencées à l'échelle du pays, disponible auprès du Bureau national des statistiques du Mexique (INEGI).

- **Module de la demande.** Les deux principales sources servant à la mise au point du module étaient les recensements nationaux de la population de 1980, 1990 et 2000, et une série détaillée d'enquêtes locales, régionales et nationales sur l'utilisation d'énergie auprès des ménages.

- **Module de l'offre.** Les statistiques concernant l'utilisation des terres/le couvert végétal ont été tirées de l'Inventaire forestier national de 2000, dressé à l'échelle de 1/250 000 sur l'ensemble du pays. Les 69 classes d'utilisation des terres/de couvert végétal existantes ont été regroupées en sept grandes catégories (Palacio-Prieto *et al.*, 2000). Une productivité moyenne de la biomasse a été supposée pour chaque classe d'utilisation des terres/de couvert végétal.

- **Module d'intégration.** La base de données du SIG contenait des informations sur la demande et l'offre de bois de feu pour chacune des 2 460 municipalités. Les variables établies pour intégrer l'offre et la demande comprenaient la pression sur les ressources, leur déficit potentiel et d'autres.

- **Identification des zones prioritaires.** Les municipalités ont été groupées en cinq grandes catégories (niveau élevé, moyen-haut, moyen, moyen-bas et bas) pour chaque jeu de variables non corrélées (consommation, par exemple). Une simple indexation de toutes les variables et un regroupement ultérieur ont été réalisés pour ranger les municipalités en cinq catégories de priorité.

CONCLUSIONS

WISDOM est un instrument itératif servant à la planification et la formulation des politiques relatives au bois-énergie. Il permet de réaliser des analyses spatiales de l'offre et de la demande de bois de feu, afin de mettre en évidence des situations locales sur l'ensemble du territoire d'un pays ou d'une région. L'identification de points chauds peut aider les décideurs et les gouvernements à établir des priorités. Des études supplémentaires leur indiqueront ensuite comment surmonter les principaux problèmes et organiser les interventions.

WISDOM est un outil modulaire, ouvert, adaptable aux informations hétérogènes collectées par les nombreux secteurs concernés par le bois-énergie – foresterie, énergie, agriculture, affaires sociales, etc. Loin de réduire les besoins de collecte de données locales, WISDOM les renforce au contraire puisque sa fiabilité se fonde sur la quantité et la qualité des données disponibles. Les données locales permettent aussi de définir les lacunes de l'information, propres à fausser l'analyse. Des applications répétées de WISDOM au fil des ans permettraient d'améliorer progressivement la cohérence de l'analyse du bois-énergie.

Les principaux avantages de l'utilisation de WISDOM pourraient être résumés comme suit:

- Il permet une vision globale du secteur du bois-énergie dans l'ensemble d'un pays ou d'une région, et contribue à déterminer les zones d'intervention prioritaire et les nouvelles initiatives dans ce domaine.
- Il fournit des données essentielles à la promotion de la gestion durable des forêts, des autres terres boisées et des arbres hors forêt.
- Il peut être utilisé pour promouvoir le développement du bois-énergie comme source d'énergie disponible localement et respectueuse de l'environnement.
- Il permet d'élucider le vrai rôle des secteurs forestier et agricole dans la fourniture de combustibles. Il est souhaité que, ce faisant, il favorisera une définition plus claire des responsabilités et promouvrà les synergies.
- Il permet l'identification de graves lacunes dans les informations.
- Il combat la fragmentation de l'information et des responsabilités qui limite si lourdement le développement du secteur.

- Il permet de concentrer l'action sur des objectifs précis, optimisant, par là même, l'utilisation des ressources humaines, institutionnelles et financières disponibles. ♦



Bibliographie

Achard, F., Eva, H., Stibig, H.J., Mayaoux, P., Gallego, J., Richards, T. et Malingreau, J.-P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, 297: 999.

FAO. 1996. *Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Document FAO: Forêts n° 130. Rome.

FAO. 2000. *Land Cover Classification System (LCCS): classification concepts and user manual*, par A. Di Gregorio et L.J.M. Jansen. Rome.

FAO. 2002. *Pan-tropical survey of forest cover changes 1980-2000*. Evaluation des ressources forestières mondiales (ERF). Document de travail n° 49. Rome.

Institut de recherche pour l'environnement (ESRI). 1993. *Digital Chart of the World*. Redlands, Californie, Etats-Unis .

Marble, D.F. 1998. Geographic information system technology and decision support systems. Dans *Actes de la trente-deuxième conférence annuelle de Hawaii sur les systèmes scientifiques*, Maui, Hawaii, Etats-Unis, 5-8 janvier 1999. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Los Alamitos, Californie, Etats-Unis.

Palacio-Prieto, J.L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J.F., Takaki-Takaki, F., Victoria, A., Luna-González, L., Gómez-Rodríguez, G., López-García, J., Palma, M., Trejo-Vázquez, I., Peralta, A., Prado-Molina, J., Rodríguez-Aguilar, A., Mayorga-Saucedo, R. et González, F. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 43: 183-203. ♦