
LE RÔLE JOUÉ PAR L'ÉCONOMIE DANS LA GESTION FORESTIÈRE : DE FAUSTMANN À LA COURBE ENVIRONNEMENTALE DE KUZNETS

R. RAUNIKAR – J. BUONGIORNO

*« Qu'est-ce qu'un cynique ?
Quelqu'un qui sait le prix de tout et la valeur de rien »
Oscar Wilde (1891)*

Qu'ils soient en poste ou encore étudiants, les forestiers acceptent sans enthousiasme que l'économie joue un rôle dans leur activité. Ils ont choisi ce métier pour l'amour des bois. Compter en argent leur semble étranger, sinon contraire, à la puissante attraction romantique de la forêt sauvage. Cependant, la situation forestière actuelle d'un pays dépend largement des forces économiques passées. À présent, le développement économique de l'Amérique du Sud et de l'Afrique décide dans une large mesure de la surface forestière qui subsistera, s'il en reste, dans les bassins du Congo et de l'Amazonie. De plus, la théorie économique, comme Samuelson l'a montré, s'occupe de bien plus que de l'argent et, au contraire de l'opinion couramment admise, a quelque chose à dire de la valeur. L'objet de cet article est de passer succinctement en revue quelques contributions majeures de la pensée économique à l'usage des forêts, puis de considérer comment les concepts économiques modernes peuvent faciliter une sage gestion des ressources forestières.

PRODUCTION DE BOIS ET NAISSANCE DE L'ÉCONOMIE FORESTIÈRE

Parce que le bois a été, tout au long de l'histoire humaine, un facteur essentiel de la civilisation, pour le chauffage, la construction, le transport et la défense (Winters, 1970), l'aménagement des forêts a, pendant longtemps, été organisé selon un ensemble de principes généraux fondés sur la méthode scientifique. Au cours du temps, cette caractéristique a conduit à élaborer des techniques d'optimisation des interventions sylvicoles tout en assurant un rendement soutenu. Dans ce processus, quelques forestiers réalisèrent très tôt que les théories économiques étaient plus importantes en aménagement forestier que peut-être pour n'importe quelle autre activité de production. Peu d'entreprises réclament une durée aussi longue entre la mise en production et la commercialisation du produit. À l'inverse, la plupart du reste de l'économie se déroule dans un processus progressif au cours duquel disparaissent les entreprises les moins efficaces pour ne laisser subsister

que les entreprises les plus performantes. À relativement court terme, les entreprises savent si elles ont une capacité d'autofinancement positive compte tenu du prix que les consommateurs sont prêts à payer. Ou bien les entreprises apprennent à agir avec suffisamment d'efficacité pour rester en scène, ou bien elles disparaissent rapidement. Elles apprennent en développant des analyses internes ou en prenant exemple sur la réussite des autres. Bien que les entreprises forestières soient également parties prenantes dans ce processus de sélection économique, leurs résultats sont généralement plus lents et il n'est pas sûr que pour elles les autres gestionnaires constituent un exemple à suivre. C'est ainsi qu'il est primordial pour les gestionnaires forestiers de considérer la théorie économique avec la meilleure attention.

Cette importance a été reconnue depuis si longtemps que la solution de certains problèmes économiques forestiers a été trouvée avant la découverte de résultats similaires en économie générale. Le plus célèbre exemple nous est sans doute fourni par Martin Faustmann avec son approche rigoureuse de la valeur des forêts et celle des peuplements non encore arrivés à maturité, ainsi que son calcul concomitant du meilleur âge d'exploitabilité (Faustmann, 1849). Les économistes généraux passèrent allègrement à côté de l'analyse de Faustmann et ce n'est pas avant 1930 que, étendant les travaux d'Irving Fisher et d'autres, la théorie générale des investissements fut formulée aussi clairement que la formule de Faustmann. Mieux, bien que Fisher ait pu être « *le plus grand économiste ayant écrit seul sur l'intérêt et le capital* », il donna une solution erronée au problème de Faustmann (Samuelson, 1976).

En cherchant à estimer la valeur d'un terrain forestier, Faustmann trouva qu'elle devait être égale à celle des revenus nets que l'on pouvait attendre de ce fonds si celui-ci était affecté à la forêt. Cependant, la plus grande partie de ces revenus n'intervient que dans un futur lointain, de telle sorte que leur valeur aujourd'hui s'en trouve diminuée, c'est-à-dire qu'ils doivent être actualisés à un taux adéquat. C'est pourquoi la valeur d'un terrain devait être égale à la valeur actuelle nette relative à l'ensemble des coûts occasionnés et des avantages procurés par la forêt. Ce résultat peut sembler commun aujourd'hui, alors que l'analyse coûts-avantages est d'usage courant pour évaluer les projets et les politiques, mais il était remarquable à l'époque. Il définit sans ambiguïté le principe général à suivre pour choisir entre plusieurs scénarios de gestion forestière et plusieurs usages du terrain : maximiser la valeur d'avenir du fonds.

En ramenant le problème de l'aménagement forestier à la seule valeur du bois récolté d'un peuplement équienne, Faustmann montra que l'âge optimal d'exploitabilité, conforme à la théorie économique, est généralement moindre que celui qui assure la plus grande production annuelle moyenne en volume (sauf en cas d'augmentation considérable du prix unitaire avec l'âge). En effet, à côté de l'ampleur des récoltes tout au long de la révolution, leur échéance compte aussi.

Couper et vendre rapidement procure un revenu qui peut ensuite être soit consommé, soit réinvesti en forêt ou dans d'autres projets concurrents. Le taux d'actualisation reflète le coût d'opportunité qui résulte d'un retard de la récolte. Une caractéristique subtile de la théorie de Faustmann est qu'elle considère l'avantage qu'il peut y avoir à constituer un nouveau peuplement plus tôt quand l'âge d'exploitabilité est réduit. Autrement, on pourrait maximiser la valeur présente nette d'un seul cycle en incluant la valeur du fonds mis à nu à la fin de la révolution. Cependant, l'estimation d'une valeur vénale du fonds qui soit appropriée est parsemée d'embûches. C'est là l'un des avantages notables de l'approche de Faustmann que de pouvoir se passer de la valeur vénale du fonds et, au contraire, de la déduire de la formule. Ce résultat peut ensuite être comparé avec la valeur d'avenir du fonds pour d'autres usages possibles (obtenue à nouveau avec une formule similaire à celle de Faustmann).

Faustmann étendit son approche à l'estimation de la valeur des peuplements en cours de croissance. Sa théorie a également été généralisée au cas de la futaie irrégulière ou jardinée en remarquant que, dans ce cas, la valeur du fonds est égale à la valeur actualisée des bénéfices futurs,

diminuée de la valeur actuelle du seul peuplement. L'aménagement conduisant à la valeur du fonds la plus élevée est optimal. Pour un peuplement donné, maximiser la valeur du fonds est naturellement équivalent à maximiser la valeur de la forêt en bloc (fonds plus peuplement). Il est ainsi possible de calculer l'âge optimal d'exploitabilité en accord avec la théorie économique. En dépit de certaines controverses (Oderwald et Duerr, 1990), l'âge d'exploitabilité déterminé par la formule de Faustmann s'avère valable pour une forêt équilibrée, c'est-à-dire en état de fournir une production annuelle constante (Chang, 1990) et ce résultat semble même indépendant de l'état initial s'il n'y a pas d'autre contrainte (Buongiorno, 1999). La formule de Faustmann peut aussi être généralisée de manière à intégrer d'autres bénéfices que ceux qui proviennent de l'exploitation du bois. La difficulté, bien sûr, consiste à déterminer cette valeur "non-bois" des forêts, question à laquelle nous reviendrons plus loin. Un autre écueil, non décrit ici, réside dans le choix du taux idoine d'actualisation (pour en savoir plus, voir par exemple Fisher et Krutilla, 1975 ; Harou, 1985 ; Leslie, 1987).

Les risques et autres incertitudes sont ignorés dans les hypothèses simplificatrices de l'approche de Faustmann, mais leur prise en compte est importante pour la recherche économique moderne (Perry et Maghembe, 1989). Le modèle de Markov permet de généraliser celui de Faustmann et de prendre en compte les risques encourus. Il décrit un peuplement forestier et d'autres variables (essentiellement les prix) à l'aide d'une matrice dont chaque coefficient correspond à la probabilité d'un état futur compte tenu de l'état actuel. Hool (1966) suggéra en premier un tel modèle pour les futaies régulières mais la première application opérationnelle fut réalisée par Lembersky et Johnson (1975) sur des plantations de Douglas. Le modèle de Markov est très général ; il peut en particulier prendre en compte des changements de prix autocorrélés (Taylor, 1984). La théorie correspondante démontre en particulier la stationnarité des règles optimales de décision (celles-ci dépendent seulement de l'état courant du système). Malgré le faible nombre de ses applications forestières, cette théorie a été adaptée tant aux futaies irrégulières ou jardinées qu'aux futaies régulières (Kaya et Buongiorno, 1987). Des solutions numériques puissantes sont disponibles, fondées sur la programmation linéaire ou sur une approche par approximations successives. En définitive, il est possible de rechercher, dans un environnement réellement stochastique, des stratégies de gestion ayant une dimension à la fois économique et écologique (Lin et Buongiorno, 1998).

La clé de ces optimisations fondées sur la théorie de Faustmann est la fixation correcte du taux d'actualisation, des prix et des coûts. En particulier, les prix futurs dépendent naturellement de l'offre et de la demande sur le marché des produits forestiers. À nouveau, l'économie fournit aux forestiers des outils utiles pour mieux comprendre ce qui fait changer les prix et aider à prédire le sens de leur évolution future, sinon leur niveau exact. Les modèles économétriques représentant les marchés des produits forestiers ont une longue histoire en économie forestière (Buongiorno, 1990). Le modèle le plus simple comprend deux équations dont la première explique la demande en fonction des prix et autres variables (population, revenu...) et la seconde exprime l'offre en fonction des prix et de variables d'offre (niveau de la ressource, coût de l'énergie, offre de monnaie...). Ces équations sont estimées à l'aide de méthodes statistiques à partir de données régionales, nationales ou internationales, selon le contexte. Une fois calibré, le modèle peut être utilisé pour des prédictions et analyses politiques. Par exemple, étant donné la nécessaire égalité entre l'offre et la demande, le système des deux équations d'offre et demande peut être résolu de manière à exprimer le prix en fonction des variables d'offre et de demande (aussi appelées variables exogènes). À partir de cette équation, il devient possible de prédire le prix à condition de donner une valeur future aux variables exogènes telles que le revenu et la population. En général, ces dernières sont elles-mêmes prédites par les macro-économistes et les démographes et, de cette manière, un lien est établi entre le secteur forestier et le reste de l'économie. Finalement, le modèle fournit une projection du prix qui est essentielle pour l'analyse coûts-avantages, y compris les calculs mettant en œuvre la formule de Faustmann.

La modélisation économique du secteur forestier a fait d'énormes progrès au cours des trente dernières années. Les modèles sont utilisés extensivement pour aider à fixer la politique forestière nationale (Adams *et al.*, 1996). De plus, au niveau international, les modèles forestiers de production, consommation, commerce entre pays et prix des produits forestiers aident aujourd'hui à répondre aux questions de politique (Zhu *et al.*, 1998). Ces modèles sont typiquement fondés sur la théorie de l'équilibre partiel, selon laquelle il existe à chaque moment un ensemble optimal unique de prix qui fait fonctionner les marchés de tous les produits dans tous les pays. Leur mise en œuvre suppose souvent la combinaison de techniques : l'économétrie pour estimer les relations clés, la programmation mathématique pour calculer l'équilibre et la dynamique des systèmes pour simuler les changements de capacité et autres contraintes au cours du temps (Buongiorno, 1996). Les modèles de secteur forestier représentent une avancée significative vis-à-vis de la manière selon laquelle la politique forestière est élaborée et les décisions forestières sont prises. En principe, les méthodes et hypothèses sont transparentes, facilitant grandement la diffusion des idées, leur critique et finalement le progrès. Cependant, comme tous les modèles économiques, ceux-ci manquent encore de précision. Au mieux procurent-ils une indication sur le sens possible des changements, compte tenu d'un ensemble cohérent d'hypothèses, mais il se peut que le futur soit tout à fait différent des prédictions issues des modèles. C'est pourquoi, aussi loin qu'on puisse prévoir, les prix du bois que les forestiers doivent utiliser dans la plus simple formule de Faustmann seront toujours affectés d'une grande incertitude. En outre, les forestiers ont à traiter l'importance croissante des valeurs "non-bois" de la forêt.

Valeurs "non-bois"

Puisque la valeur écologique des surfaces boisées est de plus en plus reconnue et admise par les forestiers et par le public, la valeur "non-bois" des forêts, qui tient de la diversité biologique qu'on y trouve et des fonctions qui y sont remplies, suscite un intérêt croissant. La théorie économique peut aider à exprimer cette valeur en termes monétaires et les techniques économétriques peuvent être utilisées pour les mesurer. Hartman (1976) a repris l'analyse de l'âge optimal d'exploitabilité selon Faustmann en y incluant les valeurs "non-bois" d'une forêt adulte telles que la régulation des eaux, l'accueil du public et la vie sauvage. Il a montré que, si les services de la forêt adulte ont une valeur plus élevée que les services d'un jeune peuplement, alors il est préférable d'augmenter l'âge d'exploitation au-delà de la solution de Faustmann calculée sur la seule base des prix du bois. Strang (1983) a, de son côté, affirmé qu'il existe des situations dans lesquelles l'optimum global peut être très différent de la révolution optimale calculée classiquement. En particulier, il a montré qu'il peut être préférable de ne jamais récolter un peuplement de forêt ancienne alors qu'il apparaît par ailleurs optimal de récolter au même endroit un peuplement considéré depuis sa constitution initiale. Il faut en rechercher la raison dans le poids considérable des valeurs "non-bois" qui caractérisent les forêts anciennes.

Très souvent, les valeurs provenant de la présence d'un couvert forestier, telles que la prévention des crues et de l'érosion, profitent à d'autres qu'au propriétaire forestier si bien que ce dernier n'est pas enclin à les prendre en compte dans sa stratégie. Elles sont ainsi des "externalités" pour le décideur économique. Puisque, par définition, les externalités ne profitent pas à l'entreprise privée, elles ne jouent aucun rôle dans la décision. Lorsqu'elles sont positives, comme la protection des sols, alors la société souhaiterait avoir plus que ce que lui offrira spontanément l'entreprise privée. Cette dernière peut se protéger d'une érosion excessive au moment de la récolte jusqu'à un certain point pour préserver la fertilité du sol, mais une régie municipale de traitement des eaux située en aval souhaitera une protection encore plus efficace de manière à limiter les quantités de vase à enlever.

Une approche possible pour atteindre le niveau d'érosion considéré comme étant socialement optimal est la réglementation directe qui consiste simplement à édicter et faire appliquer des normes

pour limiter l'érosion. Une autre approche repose sur l'institution de taxes, comme l'a suggéré Pigou. Le propriétaire forestier serait alors taxé proportionnellement à la quantité de vase retirée en aval, phénomène dont le coût se trouverait ainsi pris en compte ("internalisé"). La taxe sera fixée à un bon niveau si elle conduit le propriétaire forestier à adopter les mesures qui conduisent au degré socialement optimal d'érosion. Déterminer le taux adéquat d'une taxe "à la Pigou" est la principale difficulté de cette approche.

La rouille du Thuya fournit un autre exemple. Il s'agit d'une maladie qui est portée par le "red cedar" et attaque les feuilles et les fruits des pommiers. En 1914, une loi de l'État de Virginie donna le droit aux arboriculteurs de supprimer tous les thuyas dans un rayon de 2 miles (environ 3 km) autour de leur verger (Samuels, 1989). Bien que cette loi puisse être jugée draconienne, elle tentait de forcer les propriétaires de thuyas à prendre à leur compte l'externalité qu'ils infligeaient aux vergers.

Une troisième approche consiste à établir clairement des droits de propriété. Si l'usine de traitement des eaux possède le droit de recevoir une eau sans vase, alors les propriétaires forestiers doivent payer à l'usine une compensation pour l'addition de vase. De cette manière, l'externalité résultant d'un engorgement de l'eau est "internalisée" par les propriétaires forestiers : subissant une dépense additionnelle pour chaque tonne de vase constatée dans l'eau, ils sont amenés à prendre ce coût en considération dans leur aménagement. Lorsque les externalités sont faibles, le coût d'établissement de droits de propriété peut rendre cette approche irréaliste. Assurer un suivi de l'érosion sur tous les bassins versants et estimer de combien s'accroît le coût du traitement des eaux pour chaque mouvement d'érosion peut être beaucoup plus onéreux que d'ignorer le droit. C'est Coase (1960) qui a décrit les conditions auxquelles le niveau optimal d'une externalité est atteint lorsque des droits de propriété sont définis.

Dans certains cas, il est impossible d'établir des droits de propriété. La beauté d'un site et la protection d'espèces menacées sont des biens publics dont chacun peut jouir gratuitement sans empêcher autrui d'en faire autant. Un tel bien public forestier peut avoir une valeur aux yeux des propriétaires, mais celle-ci est insuffisante pour justifier un effort à la hauteur de ce qu'exigerait l'optimum social. La valeur cumulée d'un bien public pour tous les citoyens est plus grande que la valeur pour chacun, de telle sorte qu'en recherchant l'optimum pour eux-mêmes, les propriétaires forestiers ne peuvent que procurer moins d'aménités que ce que les citoyens désireraient (Bergstrom *et al.*, 1986).

Alors que les externalités sont communes pour les forêts privées, rien ne devrait être externe pour une forêt publique vraiment gérée pour le bien-être général. Ainsi, les gestionnaires des forêts publiques ont à considérer de nombreux aspects en se fixant une stratégie. L'analyse coûts-avantages constitue une aide réelle dans ce processus en prenant en compte tous les coûts et avantages connus induits par un projet ou un changement de stratégie.

Aux États-Unis, les réflexions relatives à une approche quantitative de la formation des politiques commencèrent à émerger vers les années 1930. En particulier, la loi sur la maîtrise des inondations de 1936 exigeait une analyse coûts-avantages pour tous les projets dans ce domaine. L'introduction des méthodes quantitatives dans la gestion fut accélérée par les besoins logistiques ressentis durant la Seconde Guerre mondiale. L'analyse coûts-avantages fut d'abord limitée aux projets gouvernementaux puis de plus en plus utilisée pour évaluer les politiques et mesures d'ordre réglementaire. Elle possède de nombreux partisans. Pearce (1997) pense qu'il s'agit d'une approche des plus rigoureuses qui mérite d'être mondialement adoptée. Ray (1997) fait remarquer que la transparence dont elle a besoin laisse moins de place à la corruption dans les pays les moins avancés où les institutions démocratiques sont les plus faibles.

Aux États-Unis, l'analyse coûts-avantages est obligatoire dans les propriétés fédérales. La Direction de la gestion des territoires, à travers la loi de 1976 sur la gestion et la politique des terrains

Le concept d'aménagement forestier

fédéraux, d'une part, et, d'autre part, le Service forestier à travers la loi de 1976 sur la gestion des forêts nationales doivent tous deux utiliser l'analyse coûts-avantages pour établir leur stratégie. L'une des procédures mises au point par le Service forestier requiert que les terrains soient gérés de manière à optimiser les avantages nets sociaux (Swanson et Loomis, 1996).

Cette analyse publique coûts-avantages n'inclut pas seulement les flux financiers mais aussi tout avantage ou coût concernant chaque citoyen américain. Ainsi appliquée à la foresterie, elle correspond véritablement à une généralisation de la pensée de Fautsmann, incluant tous les biens et services qui découlent du terrain et des arbres qu'il porte. Néanmoins, une nouvelle école de pensée s'interroge sur son utilisation dans la promotion des politiques. Par exemple, Vatn et Bromley (1993) pensent que, plutôt que de tenter de maximiser un indicateur donné, la stratégie devrait s'intéresser à la façon de parvenir à l'état objectif souhaité. Dans cette optique, l'analyse coûts-avantages sert seulement à déterminer si cet état objectif peut être atteint.

Surtout, la principale difficulté de l'analyse coûts-avantages est d'estimer la valeur des différentes productions. Si nous mettons en place un mécanisme pour lequel l'objectif correspond à l'état futur dont la valeur est la plus grande, alors l'un des principaux buts de l'analyse coûts-avantages sera atteint, par définition. Déterminer l'état futur socialement le plus efficace n'est ni simple ni exempt d'incertitude, mais devrait au moins être plus transparent que les méthodes sophistiquées d'évaluation associées à l'analyse coûts-avantages.

En aménagement forestier, les vraies limites de l'analyse coûts-avantages, révélées par les nombreuses plaintes déposées par le public pour arrêter l'exécution des plans de gestion dans les forêts nationales, ont conduit à préconiser plutôt des méthodes de décision multicritères. Par exemple, Niemi et Whitelaw (1997) répartissent les usagers des forêts en quatre groupes d'intérêt. Ils répertorient tous les effets, sur chaque groupe, d'un changement donné, sans chercher à les exprimer en termes monétaires. Ils formalisent ainsi un mécanisme selon lequel des décisions équilibrées pourraient être prises et en donnent une illustration dans les Appalaches méridionales. Mais de telles méthodes restent expérimentales et sont bien loin d'être institutionnalisées comme c'est le cas pour l'analyse coûts-avantages. L'intérêt de cette dernière réside dans sa considération des aspects monétaires, unité dont tout décideur aimerait disposer et que les juristes convoitent.

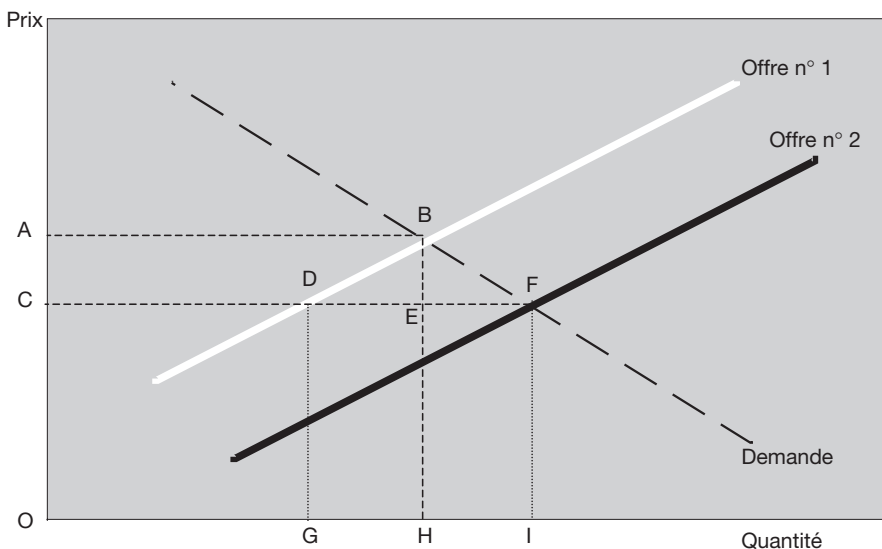
Le point crucial de l'analyse coûts-avantages est celui de l'assignation d'une valeur monétaire à l'ensemble des coûts et des avantages. Pour mettre un peu d'ordre dans cette question délicate, les analystes classent la valeur des multiples biens ou services forestiers en valeur d'usage, valeur d'option, valeur de legs et valeur d'existence. La valeur d'usage dérive d'une utilisation particulière de la forêt ou de ses produits. Par exemple, le bois possède une valeur d'usage, de même que la chasse, le pâturage et des activités immatérielles telles que la récréation et la prévention des crues. Les valeurs d'option caractérisent les ressources forestières qui pourraient avoir une valeur dans le futur. Il se peut qu'on soit un jour amené à produire un dérivé pharmaceutique à partir d'un composant biochimique issu d'une espèce du sous-étage. La possibilité de capter cette valeur est maintenue aussi longtemps que l'état de la forêt permet à l'espèce de survivre. La valeur de legs est celle qui résulte de l'aptitude d'une ressource à être transmise aux générations futures. Elle s'explique par la satisfaction que nous ressentons à l'idée d'une telle transmission. Enfin, la valeur que les individus et la société assignent à la forêt simplement pour le fait qu'elle soit là aujourd'hui est sa valeur d'existence. Cette dernière n'est pas nécessairement liée à un usage. Un individu qui donne une grande valeur esthétique à la forêt utilise cette dernière en l'admirant, bien que la plus grande partie de cette valeur d'observation ne fasse que confirmer l'existence de la forêt. D'autres pourraient évaluer l'existence d'espèces animales rares hébergées par la forêt, même s'ils n'ont aucun espoir de les voir jamais, ni de les utiliser de quelque manière que ce soit. Comme cela est suggéré par la subtilité de leur définition, estimer de telles valeurs n'est pas une tâche facile.

Estimation de la valeur

Les économistes ont développé de nombreuses techniques pour réaliser des analyses coûts-avantages. Les valeurs d'usage les plus simples à estimer en termes monétaires sont celles qui résultent d'un achat ou d'une vente au "prix de marché". Supposons que le bien considéré soit du bois vendu au sein d'un système concurrentiel, dans une région où l'on trouve de nombreux petits propriétaires privés et une grande forêt publique. Initialement, la forêt publique est supposée ne rien produire, de telle sorte que la courbe croissante d'offre n° 1 sur la figure 1 (ci-dessous) représente l'offre (totalement privée), tandis que la courbe décroissante représente la demande totale. Les deux courbes se coupent en B, point pour lequel la quantité de bois vendu et acheté est OH m^3 par an et le prix d'équilibre est OA F/m^3 . Supposons que les gestionnaires de la forêt publique décident alors d'exploiter du bois indépendamment du niveau de prix. GI est alors la quantité supplémentaire publique de bois mise en marché, indépendamment du prix. Cette stratégie a pour conséquence de faire varier l'offre régionale totale de l'offre 1 à l'offre 2. Le nouvel équilibre est atteint pour un prix inférieur OC et une plus grande quantité vendue et achetée OI . Cependant, la quantité vendue en forêt privée décroîtrait de GH . Il en résulterait alors une augmentation du bien-être des acheteurs de bois, mesurée par l'aire du polygone $ABFC$, mais une décroissance du bien-être des vendeurs privés, égale à l'aire $ABDC$. Il y aurait ainsi une augmentation du bien-être total des producteurs et des consommateurs, égale à l'aire DBF . Il s'agit là d'un exemple de comptabilité directe et complète du bien-être, avec une totale évaluation des coûts et avantages, de même que des gagnants et des perdants. Mais il nécessite un certain travail pour estimer les équations d'offre et de demande et cela n'est possible que dans le cas où existe un marché.

Il en résulte que même l'estimation monétaire de la seule valeur d'usage des biens publics, comme le paysage forestier, est difficile. Si nous connaissons l'expression de la demande pour le bien, nous calculerions par exemple la valeur d'une variation de l'offre, comme nous l'avons vu ci-dessus ; mais il n'y a généralement aucune donnée de marché permettant d'exprimer la demande. Il est possible de dénombrer les visiteurs et de noter le temps dont ils profitent du paysage ; en

Figure 1 **CHANGEMENT DE BIEN-ÊTRE CONSÉCUTIF À UNE OFFRE SUPPLÉMENTAIRE DE PRODUIT**



revanche, comme nous ne pouvons ni masquer la forêt par un mur, ni installer une guérite de péage, il est exclu aussi bien de limiter le nombre de visiteurs que de faire payer un droit à ces derniers. La plupart des visiteurs consommeront donc gratuitement le paysage. On peut observer la fréquentation d'un bien public lorsque celui-ci est gratuit, mais la construction d'une courbe de demande nécessite d'autres méthodes dont nous parlerons plus loin. De la même manière, en fixant la pollution atmosphérique, la forêt procure un air épuré que tout un chacun peut respirer sans bourse délier. En l'absence d'un quelconque moyen de faire payer cette utilisation, il n'est pas possible d'étudier comment varie le prix avec l'intensité de consommation. La valeur de l'air épuré par sa forêt ne peut être totalement prise en compte par le propriétaire particulier.

En ce qui concerne les ressources possédant une valeur d'option, comme la flore dont nombre de vertus médicinales restent inconnues à ce jour, nous devrions observer une valeur sur un marché d'options. Puisque la valeur d'option est réelle en raison de l'existence potentielle future d'un bien marchand, des droits d'utilisation de cette ressource pourraient être commercialisés et une valeur de marché observée. Par exemple, l'entreprise pharmaceutique Marck a acheté le droit de prospection biologique au Costa Rica pour plus d'un million de dollars (FT Asia Intelligence Wire, 1998). Pour le même objet et les sources chaudes de Yellowstone, l'entreprise Diversa, spécialisée dans les biotechnologies, a versé au service des Parcs nationaux 175 000 dollars auxquels s'ajoute un pourcentage sur les profits réalisés (Kupper, 1999). Dans l'hypothèse où ces tractations sont conformes aux lois de la concurrence, elles devraient représenter la valeur attendue de découvertes biologiques brevetables, diminuées des coûts supportés par les entreprises pour les mettre au point. Cependant, dans ces deux cas, c'est une valorisation à court terme du matériel génétique qui est recherchée. Les incertitudes auxquelles Marck et Diversa font face avec ces matériels biologiques précieux sont faibles en comparaison des difficultés auxquelles il faut faire face pour estimer des valeurs d'option à long terme. Il est difficile d'envisager des marchés effectifs pour ces dernières alors que la poursuite de profits à court terme est traditionnellement la règle dans les affaires. La valeur d'option de biens futurs non consommables n'est par ailleurs pas sujette à une évaluation de marché. Dans le centre Ouest des États-Unis, la valeur de loisir et d'existence des écosystèmes prairiaux à graminées a été découverte au cours des dernières décennies alors qu'il n'en restait plus que de rares vestiges. La possibilité de reconstituer les prairies était préservée grâce à la végétation restant sur ces îlots. Puisqu'autrefois bien peu de personnes auraient imaginé que ces prairies prendraient un jour une valeur indépendante de leur utilisation, qui aurait pu en estimer la valeur d'option ?

Les valeurs de legs et d'existence des forêts sont partiellement révélées lorsque ces dernières sont achetées et vendues. Même indépendantes de tout usage, elles constituent une partie du prix payé. Mais les distinguer dans le prix total de l'ensemble complexe de biens qu'est une forêt ne constitue pas une tâche facile. De plus, si les données de prix proviennent de transactions privées, il est nécessaire d'ajouter à cette composante privée l'avantage qu'y trouve le reste de la société pour obtenir la valeur totale de la forêt.

Les économistes utilisent trois sortes de méthodes pour estimer la valeur des biens forestiers qui ne sont pas commercialisés directement et sans ambiguïté (Braden *et al.*, 1991).

L'approche fondée sur la fonction de production des ménages utilise les arbitrages observés entre les caractéristiques forestières et les marchés de biens pour en déduire la valeur des caractéristiques forestières. La **méthode des coûts de déplacement** en constitue un bon exemple. Les dépenses consenties pour aller en forêt sont utilisées pour estimer la valeur d'une visite en forêt par un individu, et plus généralement la valeur des différentes caractéristiques forestières pour de multiples personnes. Hanley et Ruffell (1992) ont utilisé cette méthode pour déterminer la valeur des caractéristiques physiques de forêts du Canada. Fix et Loomis (1998) ont trouvé qu'une randonnée en vélo tout terrain à Moab, dans l'Utah, valait 205 dollars.

Une autre approche est la **méthode dite “des prix hédonistes”**, qui considère un bien marchand comme un ensemble de caractéristiques. On déduit la valeur d'une caractéristique donnée à partir des différences de prix que l'on constate pour le bien et des niveaux variés des caractéristiques. Par exemple, le prix des maisons peut être utilisé pour déterminer la valeur d'agrément d'une forêt voisine. À côté des vraies caractéristiques habitationnelles telles que la superficie, le nombre de chambres... se trouve l'accessibilité à la forêt, mesurée par exemple par la distance entre cette dernière et la maison. Avec un nombre suffisant de maisons achetées et vendues, on estime par régression la meilleure équation expliquant le prix de la maison en fonction de ses caractéristiques. Il est alors possible d'en déduire combien vaudrait une maison équivalente si elle était située à proximité immédiate de la forêt. À l'aide de cette méthode des prix hédonistes, on a ainsi estimé la valeur d'agrément d'une forêt par le montant qu'un ménage accepte de payer pour vivre au voisinage de cette dernière. À l'aide de cette technique, Li et Brown (1980) ont trouvé qu'une maison vaut 250 dollars de plus lorsqu'elle jouxte un espace protégé et 2 800 dollars à proximité d'une aire de loisirs. Probablement trop modestes, ces valeurs reflètent en réalité la grande difficulté d'obtenir une mesure juste de l'effet désiré, toutes choses égales par ailleurs. Bien que ces aménités soient exprimées en valeur de capital, elles peuvent être transformées en valeur de rente annuelle. Les exemples d'application de la méthode des prix hédonistes en foresterie comprennent ceux de Turner *et al.* (1991) et de Roos (1995) qui ont exprimé la valeur de caractéristiques particulières de forêts, comme leur situation. Scarpa et Buongiorno (1999) ont estimé quant à eux la valeur d'agrément d'un peuplement d'arbres comme la différence entre ce que les propriétaires obtiendraient en maximisant leur profit (selon la théorie de Faustmann) et ce qu'ils coupent réellement. En effectuant ensuite la régression de cette valeur “non-bois” avec les données des peuplements, ils en ont déduit la valeur d'agrément des arbres de différentes espèces et dimensions. Ils ont trouvé que, pour la plupart des propriétaires, la valeur d'agrément des arbres est bien plus grande que la valeur du bois.

Les deux méthodes précédentes utilisent une information sur les prix de marché, par exemple le coût de déplacement ou celui d'une maison, pour en déduire une valeur d'usage non marchand. Il s'agit de méthodes “des préférences révélées”, fondées sur l'observation des choix effectifs des gens. La **méthode d'évaluation contingente**, au contraire, se fonde directement sur ce que les individus accepteraient de payer. Un de ses avantages est qu'elle peut traiter des valeurs non liées à un usage, comme celle de l'existence d'une forêt saine, aussi bien que de valeurs d'usage, comme celle découlant de la contemplation d'une telle forêt (Pease et Holmes, 1993). C'est pourquoi la méthode d'évaluation contingente est largement utilisée en analyse coûts-avantages. Par exemple, Crocker (1985) a demandé à des visiteurs en forêt leur consentement à payer pour une visite si les arbres du site montraient des dégâts légers, modérés, ou sévères attribuables à la pollution atmosphérique. Avec ces données, il a estimé le coût pour les visiteurs des dégâts causés aux arbres par la pollution atmosphérique. Mattson et Li (1993) ont utilisé la méthode d'évaluation contingente pour quantifier la valeur d'un usage avec consommation directe sur le site (ramassage de bois et champignons), d'un usage sans consommation (promenade, camping) et d'une observation externe du site. La théorie et la technique de la méthode d'évaluation contingente restent très controversées, en ce qui concerne par exemple la définition de l'enquête d'opinion et l'ampleur des biais commis pour estimer le consentement à payer ou à recevoir pour jouir d'un bien non marchand (Carson, 1991).

Une courbe environnementale de Kuznets pour les forêts?

Une nouvelle possibilité vient s'ajouter aux trois méthodes précédentes pour estimer les valeurs forestières ; elle se fonde sur la théorie de la croissance macro-économique. L'idée consiste à estimer tout d'abord la valeur totale d'un agrément particulier de la forêt à partir de la disponibilité passée de cet agrément, puis d'en prédire la disponibilité future à partir d'équations de récurrence suggérées par la théorie. Cette dernière indique que le mouvement économique s'effectue d'une

année sur l'autre d'une manière qui peut se représenter à l'aide d'équations de récurrence. Une fois ces équations calibrées à l'aide des données macro-économiques passées, elles sont appliquées par récurrence de façon à projeter l'état de l'économie dans le futur à partir de l'état présent. Il est clair que l'incertitude augmente avec l'horizon des projections, mais les équations peuvent être ré-estimées chaque année pour améliorer leur pouvoir prédictif.

L'offre d'aménité environnementale est sujette à un intérêt renouvelé en économie en raison d'un nouveau corpus d'observations empiriques dénommées collectivement "courbe environnementale de Kuznets". De telles idées sont pertinentes pour les forestiers parce que les questions environnementales, comme la fixation du carbone et l'évolution du climat, occupent de plus en plus une position centrale dans les politiques forestières nationales et internationales (FAO, 1999). Une large gamme d'aménités environnementales semble conforme aux hypothèses sous-jacentes à cette nouvelle méthode. Il apparaît par exemple que l'émission de polluants suit un développement assez simple en fonction de la croissance économique : elle s'accroît avec une économie en développement et, après avoir atteint un sommet, elle se met à décroître pour une économie développée encore en croissance. C'est l'analogie avec la relation de Kuznets (1955) entre l'inégalité des revenus et le niveau moyen des revenus qui a donné son nom à cette approche.

La raison de ce phénomène fait l'objet de nombreuses recherches théoriques (Andreoni et Levinson, 1998 ; Antweiler *et al.*, 1998 ; John et Pecchenino, 1994 ; Jones et Manuelli, 1997 ; Stokey, 1998). Plusieurs théories de la courbe environnementale de Kuznets utilisent un modèle de l'individu qui donne une grande valeur à la consommation de biens et rejette les dégradations de l'environnement. Les pauvres gens sont plus concernés par l'amélioration de leur sort grâce à de meilleures alimentation, habitation et santé que par une réduction de la pollution. Quant aux gens aisés, au contraire, un supplément de bien de luxe ne leur semble pas aussi nécessaire qu'une diminution de la pollution. Les économistes disent que la consommation se caractérise par des rendements décroissants avec son augmentation tandis que la dégradation de l'environnement fait l'objet de rendements de plus en plus négatifs avec son aggravation. En plus de cette forme des préférences individuelles, la théorie repose aussi sur une différence entre pollution et production de biens de consommation. Stokey (1998) présente, au niveau d'un pays, un modèle simple d'un tel phénomène décrit par la courbe environnementale de Kuznets. Elle prédit la croissance de l'économie et de la pollution au cours du temps en maximisant la valeur nette actuelle du flux futur de biens consommés, déduction faite de la pollution. En interprétant la déforestation comme une sorte de pollution, le modèle de Stokey prédit que le taux annuel de déforestation d'un pays croît jusqu'à un sommet, puis décroît progressivement comme sur la figure 2 (ci-contre).

Bien que le phénomène décrit par la courbe environnementale de Kuznets ait souvent été appliqué aux émissions polluantes, la forêt est caractérisée par de nombreuses aménités environnementales qui sont susceptibles de suivre un tel schéma. Ces caractéristiques sont celles dont les gens veulent le moins être privés lorsque leurs besoins fondamentaux sont le plus assurés. Une disponibilité plus grande d'aménités environnementales peut aussi occasionner un coût consécutif à une baisse de la

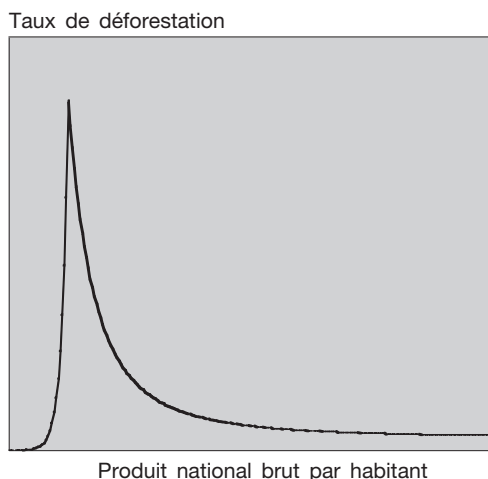


Figure 2
**COURBE ENVIRONNEMENTALE DE KUZNETS
POUR LA DÉFORESTATION**

production d'autres biens et services. Quelles aménités forestières sont conformes aux hypothèses de la courbe environnementale de Kuznets ou à un autre modèle est une question empirique qui reste ouverte, dont les réponses possibles englobent le paysage et la diversité écologique, bien qu'il ne soit pas certain que cette dernière soit une condition nécessaire à la survie à long terme.

Au moins trois études de la couverture forestière ont utilisé l'idée de la courbe environnementale de Kuznets. Le taux de boisement est considéré comme un indicateur grossier, foncièrement imparfait, des aménités procurées par les forêts d'une région. Shafik et Bandyopadhyay (1992) trouvèrent que la déforestation n'était pas significativement reliée au revenu de 149 pays entre 1961 et 1986. Mais Panayotou (1993), à partir de données internationales présentées strictement en coupe transversale (pour la même année), mit en évidence un changement du taux de déforestation pour un revenu par tête de 823 dollars aux prix de 1985. Ce résultat est en accord avec la théorie de la courbe environnementale de Kuznets. Les données de Patel *et al.* (1995) relatives aux villageois du Kenya sont aussi en cohérence avec celle-ci.

Des applications à venir du modèle de Stokey à la foresterie exigeront des données plus précises sur les aménités forestières que le simple couvert forestier. Parmi celles-ci, la diversité forestière, mesurée par exemple par l'indicateur de Shannon (Magurran, 1988), qui a largement été utilisé pour réaliser un arbitrage entre rentabilité économique et diversité des espèces d'arbres, de leur dimension et du paysage (Lin et Buongiorno, 1998). Les données de diversité forestière caractérisant plusieurs lieux et différents moments, complétées par des données de consommation totale, permettraient d'estimer les coefficients du modèle de Stokey et de tester l'hypothèse correspondante. Si le test était positif, la valeur de la diversité forestière pourrait être obtenue comme un prix implicite, issu du modèle et exprimé en fonction du niveau général de la consommation.

Cette valeur de la diversité est suggérée par l'histoire des choix de politique, c'est-à-dire par la manière dont on s'est positionné dans le passé entre la diversité forestière et la croissance économique. Elle agrège les préférences de tous les membres de la société en une préférence sociale conforme à leur capacité d'influencer les décisions politiques. Elle pourrait ensuite être utilisée dans une analyse coûts-avantages. Elle réunit toutes les valeurs de la diversité forestière, incluant l'usage, l'option, le legs et l'existence, agrégées au niveau de la société toute entière.

Une retombée encore plus utile de cette analyse pour les forestiers consisterait en une méthode de prédiction de la demande future de diversité forestière. Une telle prévision aiderait à mettre en œuvre des changements à long terme de la politique forestière. En appréhendant mieux la place que devraient occuper les forêts anciennes au cours des prochaines décennies, les aménagements pourraient être ajustés pour promouvoir un développement de celles-ci en conformité avec nos attentes. En utilisant ces projections comme un guide, nous reconnaitrions la tendance sous-jacente qui résulte d'innombrables détails caractérisant les choix des consommateurs et des producteurs, dans les secteurs public et privé. Plutôt que d'essayer d'estimer la valeur de tous les biens et services séparément, l'analyse de la courbe environnementale de Kuznets conduit à une relation globale. Elle reconnaît que les valeurs résultent du choix de multiples intérêts concurrents dans l'économie, dont certains émanent du processus politique.

CONCLUSIONS

Depuis l'estimation forestière classique de Faustmann jusqu'aux choix complexes et multidimensionnels de la politique forestière moderne, les principes et méthodes économiques ont beaucoup contribué à l'aménagement forestier. L'économie permet aux forestiers de saisir le concept fondamental de coût d'opportunité s'appliquant aussi bien dans le temps qu'aux usages concurrents du terrain. Elle nous donne le cadre et les outils pour gérer le risque objectivement. Appliquée à la

Le concept d'aménagement forestier

filière-bois, elle est essentielle pour prédire la demande, l'offre et le prix des produits forestiers. Dans le domaine plus délicat des aménités, les méthodes de l'analyse coûts-avantages sont adaptées de manière à constamment mesurer la valeur sociale totale des forêts.

Comme la théorie et les méthodes économiques continuent à se développer, de nouvelles occasions se présentent de les appliquer à l'aménagement des forêts. La théorie moderne de la croissance macro-économique, alliée à la courbe environnementale de Kuznets, suggère un cadre permettant de surmonter certaines difficultés de l'analyse coûts-avantages et de trouver plus directement la valeur des aménités forestières pour l'ensemble de la société, de même que leur demande future. Mais son application n'est pas évidente et doit encore être affinée.

Il est probable que la valeur des aménités forestières croîtra en importance et prendra place au sein des préoccupations quotidiennes des gestionnaires forestiers. L'économie aide à estimer ces valeurs. Néanmoins, elle possède d'incontestables limites. Certaines questions de politique forestière, telles que la préservation des espèces, dépassent largement la dimension purement économique et atteignent le domaine de l'éthique. On peut alors s'interroger sur le fait de savoir si la méthodologie économique réussit vraiment à donner en toutes circonstances une mesure utile de la valeur. Il est très probable que des objectifs de conservation seront imposés en plus d'endroits que les pures considérations économiques. Néanmoins, les moyens qui seront mis au service de la conservation auront certainement une importante dimension économique. Ils comprennent les budgets, les changements d'allocation des ressources et les sacrifices de consommation courante. En somme, il existe un coût d'opportunité bien réel pour n'importe quelle décision forestière. C'est le rôle de l'économie, et son pouvoir, que de déterminer complètement et précisément ce coût.

R. RAUNIKAR – J. BUONGIORNO
Département d'Écologie et Gestion forestière
UNIVERSITÉ DU WISCONSIN
1630 Linden Drive
MADISON WI 53706 (ÉTATS-UNIS)

Remerciements

La réalisation de cet article a été financée conjointement par une convention de collaboration avec le Service forestier américain (SRS 331A99636), la Station forestière expérimentale du Sud, le Research Triangle Park et l'École des ressources naturelles de l'Université du Wisconsin à Madison. La traduction en français en a été effectuée par Jean-Luc Peyron (ENGREF/INRA Nancy).

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS (D.M.), ALIG (R.J.), MCCARL (B.A.), CALLAWAY (J.M.), WINNETT (S.M.). — An analysis of the impacts of public timber harvest policies on private forest management in the United States. — *Forest Science*, vol. 19, 1996, pp. 343-358.
- ANDREONI (J.), LEVINSON (A.). — The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve. — University of Wisconsin working paper, 1998.
- ANTWEILER (W.), COPELAND (B.R.), TAYLOR (M.S.). — Is Free Trade Good for the Environment? — *NBER Working Paper*, n° 6707, 1998.
- BERGSTROM (T.), BLUME (L.), VARIAN (H.). — On the private provision of public goods. — *Journal of Public Economics*, vol. 29, n° 1, 1986, pp. 25-49.
- BRADEN (J.B.), KOLSTAD (C.D.), MILTZ (D.). — Introduction. Chapter I of Measuring the Demand for Environmental Quality / J.B. Braden, C.D. Kolstad editors. — New York : North-Holland, 1991. — 370 p.
- BUONGIORNO (J.). — Analyse économétrique du secteur forestier : un bilan de l'expérience américaine. — *Cahiers d'Economie et Sociologie rurales*, n° 15-16, 1990, pp. 146-166.
- BUONGIORNO (J.). — Forest sector modeling : a synthesis of econometrics, mathematical programming, and system dynamics methods. — *International Journal of Forecasting*, vol. 12, 1996, pp. 329-343.
- BUONGIORNO (J.). — Generalization of Faustmann's formula for stochastic forest growth and prices with Markov chain decision process models. — Madison : Department of Forest Ecology and Management, University of Wisconsin, 1999 (Unpublished paper).
- CARSON (R.T.). — Constructed markets. Chapter V of Measuring the Demand for Environmental Quality / J.B. Braden, C.D. Kolstad editors. — New York : North-Holland, 1991. — 370 p.
- CHANG (S.J.). — Comment on Oderwald and Duerr (1990). — *Forest Science*, vol. 36, n° 1, 1990, pp. 177-179.
- COASE (R.H.). — The Problem of Social Cost. — *The Journal of Law and Economics*, vol. 3, 1960, pp. 1-44.
- CROCKER (T.D.). — On the value of the condition of a forest stock. — *Land Economics*, vol. 61, n° 3, 1985, pp. 244-254.
- FAUSTMANN (M.). — Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. — *Allgemeine Forst- und Jagd-zeitung*, vol. 15, 1849, pp. 441-455.
- FAO. — The State of the World's Forests 1999. — Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1999. — 154 p.
- FISHER (A.C.), KRUTILLA (J.V.). — Resource conservation, environmental preservation and the rate of discount. — *Quarterly Journal of Economics*, August 1975, pp. 358-370.
- FIX (P.), LOOMIS (J.). — Comparing the Economic Value of Mountain Biking Estimated Using Revealed and Stated Preference. — *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 41, n° 2, 1998, pp. 227-236.
- FT ASIA INTELLIGENCE WIRE. — Basmati – biodiversity and germ plasm issues. — *The Hindu*, May 6, 1998.
- HANLEY (N.), RUFFELL (R.). — The Valuation of Forest Characteristics. — Queen's Institute for Economic Research Discussion Paper, 849, 1992, 45 p.
- HAROU (P.A.). — On a social discount rate for forestry. — *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 15, 1985, pp. 927-934.
- HARTMAN (R.). — The Harvesting Decision When a Standing Forest Has Value. — *Economic Inquiry*, vol. 14, 1976, pp. 52-58.
- HOOL (J.N.). — A dynamic programming-Markov chain approach to forest production control. — *Forest Science Monograph*, vol. 12, 1966, pp. 1-26.
- JOHN (A.), PECCHENINO (R.). — An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment. — *The Economic Journal*, vol. 104, 1994, pp. 1391-1410.
- JONES (L.), MANUELLI (R.). — A Positive Model of Growth and Pollution Controls. — *SSRI Working Paper* 9513R, 1997.
- KAYA (I.), BUONGIORNO (J.). — Economic harvesting of uneven-aged northern hardwood stands under risk : A markovian decision model. — *Forest Science*, vol. 33, n° 4, 1987, pp. 889-907.
- KUPPER (T.). — Diversa's studies in national park are halted. — *San Diego Union-Tribune*, March 27, 1999, p. C-1.
- KUZNETS (S.). — Economic growth and income inequality. — *American Economic Review*, 45, 1955, pp. 1-28.
- LEMBERSKY (M.R.), JOHNSON (K.N.). — Optimal policies for managed stands : An infinite horizon markov decision process approach. — *Forest Science*, vol. 21, n° 2, 1975, pp. 109-122.
- LESLIE (A.). — A second look at the economics of natural management systems in tropical mixed forests. — *Unasylva*, vol. 39, n° 1, 1987, pp. 46-58.
- LI (M.M.), BROWN (H.J.). — Micro-neighborhood externalities and hedonic housing prices. — *Land Economics*, vol. 56, n° 2, 1980, pp. 125-140.
- LIN (C.R.), BUONGIORNO (J.). — Tree diversity, landscape diversity, and economics of maple-birch forests : implications of Markovian models. — *Management Science*, vol. 44, n° 10, 1998, pp. 1351-1366.

Le concept d'aménagement forestier

- MATTSON (L.), LI (C.). — The non-timber value of Northern Swedish forests. — *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 8, 1993, pp. 426-434.
- MAGURRAN (A.E.). — Ecological Diversity and Its Measurement. — Princeton : Princeton University Press, 1988. — 179 p.
- NIEMI (E.), WHITELAW (E.). — Assessing Economic Tradeoffs in Forest Management. — *USDA Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-403*, 1997.
- ODERWALD (R.G.), DUERR (W.A.). — Koning – Faustmann : A Critique. — *Forest Science*, vol. 36, n° 1, 1990, pp. 169-174.
- PANAYOTOU (T.). — Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. Working Paper WP238, Technology and Employment Programme. — Geneva : International Labor Office, 1993.
- PATEL (S.H.), PINCKNEY (T.C.), JAEGER (W.K.). — Smallholder wood production and population pressure in East Africa : Evidence of an environmental Kuznets curve ? — *Land Economics*, vol. 71, n° 4, 1995, pp. 516-530.
- PEARCE (D.W.). — Benefit-Cost Analysis, Environment, and Health in the Developed and Developing World. — *Environmental and Development Economics*, vol. 2, 1997, pp. 210-214.
- PEASE (P.H.), HOLMES (T.P.). — Accounting for nonmarket benefits in southern forest management. — *Southern Journal of Applied Forestry*, vol. 17, n° 2, 1993, pp. 84-89.
- PERRY (D.A.), MAGHEMBE (J.). — Ecosystem concepts and current trends in forest management : time for reappraisal. — *Forest Ecology and Management*, vol. 26, 1989, pp. 123-140.
- RAY (A.). — Cost-Benefit Analysis and the Environment. — *Environmental and Development Economics*, vol. 2, 1997, pp. 215-217.
- ROOS (A.). — The price for forest land on combined forest estates. — *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 10, 1995, pp. 204-208.
- SAMUELS (W.J.). — Legal-Economic Nexus. — *The George Washington Law Review*, vol. 57, 1989, pp. 1556-1578.
- SAMUELSON (P.A.). — Economics of forestry in an evolving society. — *Economic Inquiry*, vol. 14, 1976, pp. 466-491.
- SCARPA (R.), BUONGIORNO (J.). — Assessing the non-timber value of forests : A revealed-preference, hedonic model. — Madison : Department of Forest Ecology and Management, University of Wisconsin, 1999 (Unpublished paper).
- SHAFIK (N.), BANDYOPADHYAY (S.). — Economic Growth and Environmental Quality : Time Series and Cross-country Evidence. Background Paper for the World Development Report 1992. — Washington DC : The World Bank, 1992.
- STOKEY (N.L.). — Are there limits to growth ? — *International Economic Review*, vol. 39, n° 1, 1998, pp. 1-31.
- STRANG (W.J.). — On the optimal forest harvesting decision. — *Economic Inquiry*, vol. 21, 1983, pp. 576-583.
- SWANSON (C.S.), LOOMIS (J.B.). — Role of Nonmarket Economic Values in Benefit-Cost Analysis of Public Forest Management. — *USDA Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-361*, 1996.
- TAYLOR (C.R.). — Stochastic dynamic duality : theory and empirical, applicability. — *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 66, n° 3, 1984, pp. 352-357.
- TURNER (R.), NEWTON (C.M.), DENNIS (D.F.). — Economic relationships between parcel characteristics and price in the market for Vermont forestland. — *Forest Science*, vol. 37, n° 4, 1991, pp. 1150-1162.
- VATN (A.), BROMLEY (D.W.). — Choices without prices without apologies. — *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 26, 1993, pp. 129-148.
- WILDE (O.). — Lady Windermere's Fan. First performed in London, St. James Theater, February 22, 1892. The Plays of Oscar Wilde, vol. 1. — Boston : John W. Luce and Co., 1905. — 78 p.
- WINTERS (R.K.). — The Forest and Man. — New York : Vantage Press, 1970. — 393 p.
- ZHU (S.), TOMBERLIN (D.), BUONGIORNO (J.). — Global forest products consumption, production, trade and prices : global forest products model projections to 2010. Working paper GFPOS/WP/01. — Rome : Forest Policy and Planning Division - FAO, 1998.

LE RÔLE JOUÉ PAR L'ÉCONOMIE DANS LA GESTION FORESTIÈRE : DE FAUSTMANN À LA COURBE ENVIRONNEMENTALE DE KUZNETS (Résumé)

Le modèle de Faustmann résume l'application des principes économiques fondamentaux au choix des modes de traitement sylvicole et des usages concurrents du fonds. Le prix des produits est un facteur clé pour l'application de ce modèle. En ce qui concerne les prix du bois, les modèles de secteur forestier établissent un lien entre la foresterie et le reste de l'économie et constituent ainsi un moyen de prédire les prix du bois en cohérence avec les projections démographiques et la croissance économique. Pour prendre en compte la valeur des autres fonctions de la forêt, la théorie de Faustmann doit être élargie à l'aide de l'analyse coûts-avantages. En l'absence de marché des aménités forestières, l'évaluation pose dans ce cas un défi conceptuel et nécessite la mise en œuvre de techniques analytiques particulières telles que l'évaluation contingente. Les nouvelles méthodes de prévision de la valeur et de la demande, fondées sur la théorie macro-économique de la croissance, essaient d'établir un lien entre la demande de biens environnementaux, tels que la diversité forestière, et la consommation totale agrégée. Les modèles, fondés sur l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets, pourraient procurer un moyen de calculer la valeur des aménités forestières et de prédire leur demande future.

THE ROLE OF ECONOMICS IN FOREST MANAGEMENT : FROM FAUSTMANN TO THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE (Abstract)

The Faustmann model embodies the application of fundamental economic principles to the choice of management methods and alternative land uses. The price of products is a key input in applications of this principle. For wood prices, forest sector models provide a link between forestry and the rest of the economy, and thus a means to predict wood prices consistent with expected demographic and economic growth. To include the price of non-wood forest outputs, Faustmann's principle needs to be expanded with modern benefit-cost analysis. Evaluation of forest amenities in the absence of markets poses conceptual challenges and requires special analytical techniques such as contingent valuation. New valuation and demand forecasting methods based on macro-economic growth theory attempt to link the demand for environmental goods, such as forest diversity, to total aggregate consumption. These models, founded on the environmental Kuznets curve hypothesis could provide a means to calculate the value of forest amenities and to predict their future demand.
