



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from AgEcon Search may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Les services d'environnement fournis par la forêt : évaluation et régulation

*Alain DESPRÈS
Dominique NORMANDIN*

Environmental amenities provided by forests: evaluation and regulation

Summary – Considering the growing demand for environmental quality, forest management practices are now discussed at various institutional levels (regional, national and international). The dramatic situation of tropical countries involves to protect forested areas. Nevertheless, in Europe and especially in France, the problem emerges in a different context. The main questions concern the choice between an efficient timber production and non-market benefits. As the importance of timber as raw material is recognised, society seems to be more and more involved in protecting ecological and landscape quality of forests. This paper examines the various problems induced by this new demand.

The first section gives indications on the definition of non-market benefits of forest and precises some useful concepts for forest management. The role of timber industry is mentioned because environmental quality in forest should not be studied without considering the economic importance of timber.

The second section examines and discusses the traditional microeconomics analysis of forest harvesting facing constraints of environmental protection. The basis of the analysis is the so-called Faustman model able to calculate the optimal forest rotation when only concerning timber value. The hypothesis are discussed: objectives of the forest owners refer to a world without uncertainty, but the very long term of timber returns restricts the relevance of such a viewpoint.

Finally, the third section gives some examples of regulation as applied in France. For a long time, French government has been intervening to protect forests, by imposing legal restrictions to limit harvesting and to control forest management. Nevertheless, this intervention does not proceed by a regulation of non-market benefits, but only consists in protecting a traditional use of rural territory. Some examples of practices which are applied in Germany are presented.

Key-words:
forest, environment,
non-wood benefits,
multiple uses

Les services
d'environnement
fournis par la forêt:
évaluation et
régulation

Mots-clés:
forêt, environnement,
bénéfices non marchands,
usages multiples

Résumé – Face à une demande croissante de qualité de l'environnement, les pratiques de gestion des ressources forestières font aujourd'hui l'objet de débats importants. Ceux-ci posent essentiellement la question des arbitrages à réaliser entre la production efficace de bois et la protection des qualités écologiques et paysagères des forêts. Cet article examine les différents problèmes soulevés par cette alternative. Pour cela on établit une typologie des services environnementaux procurés par les forêts que l'on replace ensuite dans le contexte économique et social de la gestion et des différents usages actuels des ressources forestières françaises. Puis on examine et discute une formalisation micro-économique de la production forestière soumise à des contraintes de protection de l'environnement. Des exemples d'évaluation de divers services environnementaux des forêts et les modes de régulation actuellement utilisés, essentiellement dans le cas de la France, sont enfin présentés.

* INRA ESR Nancy, Unité économie et politique agricole et forestière, 14, rue Girardet, 54042 Nancy cedex.

Les auteurs remercient les deux lecteurs anonymes pour leurs observations qui ont largement amélioré la qualité de ce texte sur le fond et dans la forme.

La principale question qui se pose aujourd'hui en matière forestière est de déterminer les modes de gestion des ressources qui permettent de fournir durablement l'ensemble des biens et services que la société peut en attendre. C'est notamment le cas dans les pays densément peuplés, à forte consommation de bois et produits dérivés et aux ressources forestières peu étendues d'Europe occidentale. D'un côté, la forêt approvisionne une filière bois engendrant de la valeur ajoutée et procurant des emplois. Les activités de production, d'exploitation et de transformation du bois représentent ainsi un enjeu important d'aménagement de l'espace rural et constituent la principale source de revenu des gestionnaires forestiers, leur permettant de réaliser les investissements nécessaires à l'entretien et au renouvellement des ressources boisées. Ces activités sont cependant soumises à une très vive concurrence internationale. L'approvisionnement compétitif des industries de transformation du bois nécessite donc une intensification et une rationalisation de la production ligneuse. D'un autre côté, on assiste à un fort développement des préoccupations de préservation et d'amélioration de la qualité de l'environnement. Elles se traduisent en matière forestière par le désir d'une gestion des ressources boisées la plus proche possible des processus naturels et s'insèrent dans un contexte international (conférences de Rio, d'Helsinki) où les stratégies commerciales des grands pays producteurs de bois et produits dérivés, confrontés eux-mêmes à des exigences environnementales, ne sont pas absentes. Ce souci conduit souvent à accroître les contraintes de l'approvisionnement en bois des industries et à réduire ainsi les revenus marchands des gestionnaires et la capacité des ressources forestières à satisfaire les besoins en bois de la société.

L'exemple de la forêt française est à cet égard intéressant, compte tenu de son évolution et de son importance économique. La surface forestière française est en effet en augmentation depuis près de 150 ans. En liaison avec la déprise agricole, elle a connu, en particulier dans les années 1950-1970, une forte croissance (80 000 ha/an), qui se poursuit aujourd'hui au rythme d'environ 20 000 ha/an. C'est en outre une forêt cultivée depuis longtemps. L'enjeu principal est donc bien de déterminer les pratiques de gestion des forêts qui correspondent aux diverses attentes de la société et non, comme c'est le cas pour les forêts d'autres régions ou pour d'autres écosystèmes, d'en limiter la réduction ou d'en conserver le caractère naturel. On sait par ailleurs que les activités de production, d'exploitation et de transformation des bois représentent environ 360 000 emplois, l'exploitation de 1 million de m³ de bois brut engendrant ainsi près de 11 000 emplois. Cette estimation permet d'apprécier les conséquences sociales qu'aurait une éventuelle réduction de la récolte résultant d'une protection accrue des services non-marchands. D'autant plus que la France, comme en atteste le déficit structurel de sa balance commerciale en bois et produits dérivés, est confrontée à une

forte concurrence sur le marché mondial de la part de pays aux ressources plus abondantes et aux meilleures conditions d'approvisionnement des industries. Toute contrainte supplémentaire sur la gestion et l'exploitation des ressources aurait donc des conséquences immédiates sur les volumes prélevés.

Il est donc nécessaire que la société effectue des arbitrages entre la production économiquement compétitive d'une matière première indispensable dont la mise en œuvre s'avère souvent moins dégradante pour l'environnement que celle de matériaux (plastiques, métaux ...) ou de sources d'énergie (énergies fossiles) concurrents et une gestion des forêts préservant au mieux leurs caractéristiques naturelles. Pour éclairer les termes de cet arbitrage, on établira d'abord une typologie physique et économique des différents services environnementaux procurés par la forêt. Dans une deuxième section, on présentera et on discutera la formalisation micro-économique du problème de la production forestière sous contraintes environnementales. Enfin, une troisième section examinera quelques éléments d'évaluation et les modes actuels de régulation des services non marchands des forêts. En raison de la très grande variabilité des conditions écologiques ainsi que de celle des systèmes économiques, sociaux et juridiques, la caractérisation du contexte et la présentation des modes de régulation seront faites essentiellement en référence à la situation de la forêt française. Toutefois, quelques éléments de comparaison avec les situations existantes ou les méthodes mises en œuvre dans d'autres pays de la zone tempérée seront envisagés.

LES SERVICES D'ENVIRONNEMENT PROCURÉS PAR LES FORÊTS

La détermination des modes de gestion des ressources forestières permettant de satisfaire au mieux l'ensemble des demandes sociales suppose d'abord que l'on identifie les différents services qu'elles procurent, en particulier les services non marchands. Il s'agit notamment de préciser leurs caractéristiques physiques, leurs conditions de variation selon les modes de gestion forestière et de déterminer l'échelle spatiale des effets afin de repérer les populations concernées.

On distingue habituellement deux catégories principales de services environnementaux procurés par les forêts, selon qu'il s'agit d'effets sur certains éléments de la biosphère, ou d'effets sur le cadre et le mode de vie des populations. Les premiers seront qualifiés de «services écologiques», les seconds seront appelés «services socio-culturels».

Services écologiques des forêts

Bien qu'elle soit, dans nos régions, très largement cultivée, la forêt reste un écosystème complexe dont le fonctionnement est encore imperfectement connu. En conséquence, cette partie ne prétend pas donner une description précise et quantifiée de l'ensemble de l'écologie forestière, mais elle vise surtout à établir une grille de lecture des principaux types de services afin d'en préciser les caractéristiques économiques. Selon que l'on considère les influences sur le milieu physique ou celles sur le milieu vivant, les services écologiques procurés par les forêts peuvent être répartis en deux grands types: les services physico-chimiques et les services biologiques.

Les services physico-chimiques

Sur le plan physique, les forêts jouent d'abord un rôle important de **maintien des sols** en fixant ceux-ci grâce au système racinaire des arbres et en atténuant les effets du vent et de l'eau. Constituant des écrans qui réduisent la force du vent en le détournant verticalement, les formations boisées protègent les sols situés à l'opposé des vents dominants (effet brise-vent). L'érosion éolienne est par ailleurs fortement réduite sous le couvert forestier même. Celui-ci protège également les sols de l'action de l'eau en interceptant une partie importante des précipitations et en réduisant le ruissellement superficiel par la capacité de rétention et de redistribution progressive de l'humus et par l'infiltration que permet le système racinaire (Waring, Schlesinger, 1985). Cette action sur l'eau permet aussi de réduire sensiblement les effets de lessivage des sols. Associée aux capacités d'absorption et d'évapotranspiration des peuplements forestiers, elle confère à ceux-ci un rôle notable de **régulation du cycle de l'eau et de l'hydrologie locale**. Ces effets de stabilisation des sols et de régulation du régime des eaux par les forêts sont utilisés depuis longtemps. C'est le cas des travaux de Restauration des terrains en montagne (RTM) instaurés en France dans les années 1860 et 1880 à la suite de crues torrentielles dévastatrices. Associant travaux de génie civil et reforestation, ils ont permis ainsi le boisement de plusieurs centaines de milliers d'hectares de sols ravinés essentiellement dans les zones montagneuses du Sud (Alpes du Sud, est des Pyrénées...). Les services de protection physique procurés par la forêt sont, en effet, particulièrement importants lorsque les conditions naturelles sont difficiles (sols en pente, sols fragiles et pauvres...). Ces services peuvent en général être assez bien localisés (zones d'érosion, bassins versants par exemple) et leurs principaux bénéficiaires sont identifiables. Ils correspondent à un usage indirect des ressources forestières : les effets induits par la présence de forêts sont immédiatement utilisables par les populations concernées. Ces ser-

vices sont d'autant mieux assurés que la gestion pratiquée assure une plus grande permanence du couvert forestier (coupes d'ampleur limitée).

Sur le plan chimique, les forêts ont un effet important de préservation ou de restauration de la qualité de l'eau et de l'air. L'action sur la qualité de l'eau provient d'abord, et peut-être surtout, du fait que les pratiques de gestion forestière sont généralement, même dans les cas de gestion intensive, beaucoup moins polluantes que celles associées à d'autres modes d'usage du sol. Elle s'explique ensuite par l'effet épurateur qu'exercent les forêts par absorption d'éléments minéraux du sol (notamment l'azote). On a ainsi pu estimer qu'une *ripiphyte*⁽¹⁾ pouvait réduire très notablement la charge en nitrates dans la nappe superficielle et dans les eaux de ruissellement (Balent, Deconchat, 1994). A une époque où les pollutions diffuses des eaux sont importantes, le rôle de protection de la qualité de l'eau par des formations boisées insérées dans l'espace agricole revêt un intérêt accru. Comme dans le cas précédent, ce service peut être assez bien localisé (bassins d'écoulement et d'alimentation) et correspond à un usage indirect des ressources forestières par les populations concernées.

Les forêts semblent aussi avoir une influence sur les pollutions atmosphériques de nature chimique ou microbienne. Certaines essences produisent ainsi des substances antimicrobiennes contribuant à l'assainissement de l'atmosphère (Michel, 1979). Le plus souvent éloignées des sources d'émissions, les forêts présentent de ce fait une bonne qualité bactériologique. Elles ont également une capacité de rétention des poussières, surtout des grosses particules (supérieure à 5 µm). Enfin, bien que les données soient encore fragiles, on considère que les forêts peuvent absorber, à doses relativement faibles, certains polluants atmosphériques (fluor, plomb, anhydride sulfureux). Ces effets sur la qualité de l'air ne semblent guère s'exercer bien au-delà des espaces forestiers eux-mêmes et correspondent donc principalement à un usage direct par les populations qui les fréquentent.

En matière de qualité de l'air, la capacité des forêts à lutter contre l'effet de serre en **absorbant du gaz carbonique** est l'effet le plus important, ou du moins le plus souvent mentionné. Le bilan des échanges gazeux de photosynthèse et de respiration se traduit en effet par une production d'oxygène et une fixation de gaz carbonique. C'est l'écosystème terrestre qui présente de ce point de vue le potentiel le plus important. Annuellement, un hectare de forêt peut ainsi absorber une dizaine de tonnes de CO₂ et produire une dizaine de tonnes d'O₂ (Duvigneaud, 1984). Cet effet, très réel, reste cependant assez modeste par rapport aux émissions de gaz à effet de serre. On estime, par exemple, que le stockage annuel dû à l'accroissement net des peuplements forestiers français

⁽¹⁾ Zone boisée en bordure de rivière.

équivaut à environ 7 % des rejets (ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 1994). Par ailleurs, le bilan net des échanges gazeux issus d'un espace forestier résulte d'une absorption de CO₂ et d'une production d'O₂ par la végétation et du processus inverse par la litière (chaîne de décomposition). Il est d'autant plus faible que la décomposition de la matière organique est importante comme c'est le cas dans les forêts non exploitées (particulièrement en zone chaude) en raison de la mortalité naturelle. Contrairement à une idée très répandue, le bilan global entre les puits (rétenzione) et les sources (émission) de carbone vers l'atmosphère y est alors presque nul. C'est au contraire les forêts cultivées, notamment les plus productives, qui présentent les bilans gazeux nets les plus favorables. Toutefois, l'efficacité du stockage ainsi réalisé dépend étroitement de l'usage ultérieur de la matière ligneuse (usage non destructif). L'action des forêts dans la fixation de gaz carbonique atmosphérique est évidemment peu localisable: s'agissant d'un problème planétaire, il concerne l'ensemble de la société; et ses conséquences engagent essentiellement l'état du climat à long terme. Ce service correspond donc pour la société actuelle à un souci de préservation de l'avenir, c'est-à-dire à un usage différent, principalement par les générations futures, ce qui complique son évaluation. L'action des forêts sur l'effet de serre reste en outre très incertaine du point de vue de la nature des enjeux et de leur impact réel sur le réchauffement atmosphérique. Elle présente par ailleurs des difficultés particulières de régulation dans la mesure où la gestion de ces problèmes planétaires suppose une coordination internationale qui peut paraître délicate à réaliser.

Les services biologiques

Les forêts constituent l'un des écosystèmes terrestres les plus variés et les plus riches en espèces animales et végétales, dont beaucoup leur sont spécifiques. Parmi les espèces animales, les mammifères et les oiseaux sont celles qui retiennent le plus souvent l'attention en raison de la médiatisation dont elles font l'objet. Il est vrai que dans les zones fortement peuplées et artificialisées, la forêt reste l'un des derniers espaces naturels servant de refuge à la faune sauvage. C'est surtout au niveau de l'entomofaune et de la pédofaune que l'écosystème forestier présente une très grande richesse (Grison, Geri, 1974). La situation est analogue en ce qui concerne les espèces végétales. Les écosystèmes forestiers abritent en effet, outre les arbres, de très nombreuses espèces arbustives et herbacées ainsi qu'une très importante pédoflore. Par l'exercice de la chasse, certaines des espèces animales entrent dans le cadre de l'économie marchande. De même, certaines espèces végétales donnent lieu à des pratiques de cueillette plus ou moins commerciales. Mais pour l'essentiel les forêts représentent d'abord un important **réservoir de biodiversité**. Celle-ci dépend des conditions naturelles (notamment climatiques), mais aussi des pratiques de gestion de la forêt. Pour s'en tenir aux espèces li-

gneuses, la forêt tropicale présente, par exemple, une variété beaucoup plus importante que la forêt tempérée qui est elle-même nettement plus diversifiée que la forêt boréale. La diversité biologique est par ailleurs d'autant plus réduite que la gestion pratiquée est productiviste. La sélection des essences les plus intéressantes du point de vue commercial, et de leurs races les plus productives, tend à diminuer la diversité inter et intraspécifique (cas extrême de peuplements monospécifiques clonés). Des pratiques culturelles intensives ont également pour effet de réduire la diversité des espèces et des écosystèmes notamment par élimination de la végétation concurrente et par modification des habitats de nombreuses espèces animales et végétales. Le maintien de la plus importante diversité biologique possible répond principalement au souci de conserver un patrimoine dont la dégradation serait irréversible et dont les composantes pourraient s'avérer ultérieurement utiles à l'humanité. Il concerne donc l'ensemble de la société, bien que résultant souvent d'actions localisées du fait de la grande variété des biotopes. Comme pour la fixation de CO₂, le service rendu correspond à un usage différé des ressources forestières: il s'agit pour la société actuelle de préserver les possibilités d'usage des générations futures. Dans le cas de la biodiversité, les bénéfices procurés semblent cependant plus incertains et surtout plus difficilement quantifiables.

Services socio-culturels des forêts

Ils constituent l'autre grand aspect des services environnementaux offerts par les forêts. Face à une demande croissante de nature de la part d'une société urbanisée, les forêts jouent en effet un rôle de plus en plus important dans l'amélioration du cadre de vie des populations pour lesquelles elles représentent l'un des derniers espaces peu artificialisés. Elles interviennent à cet égard, d'une part, comme espaces propices à des activités de détente et de loisir, d'autre part, comme éléments du paysage rural et périurbain. Ce sont alors soit les caractéristiques internes (paysage interne) des peuplements forestiers, soit leur répartition dans le territoire au sein des autres usages du sol (paysage externe = étendue, morcellement, localisation, formes et composition en essences, aspect des lisières ...) qui déterminent le service procuré. Celui-ci est en effet très lié à la perception visuelle des usagers de la forêt même si les motifs de fréquentation, et les valeurs qui y sont attachées, peuvent être très divers. Un sondage réalisé en 1995 auprès d'un échantillon représentatif de la population française de plus de 18 ans permet ainsi de distinguer cinq grands types d'attitudes du public par rapport à la forêt: la forêt romantique (espace du rêve), la forêt du dimanche (espace de promenade), la forêt perdue (espace de nature menacée), la forêt ressource (espace de gestion), la forêt oxygène (espace écologique) (TMO Ouest, 1995). Ces services socio-culturels correspondent à un usage direct des ressources forestières. Leurs bénéficiaires peuvent être assez facilement identifiés et des modes de rémunération envisagés. La

qualité des services récréatifs et paysagers offerts par la forêt dépend évidemment des modes de gestion pratiqués. Devant la diversité des attitudes du public dans ce domaine, il est difficile de définir précisément les caractéristiques souhaitables des peuplements : certains usagers préfèrent en effet une nature peu transformée, d'autres, au contraire, une nature plus aménagée. Dans tous les cas cependant ils paraissent très sensibles aux transformations brutales des paysages (notamment coupes rases de grandes surfaces) ou à la création de formes à l'impact visuel négatif (lisières rectilignes, arbres alignés ...). Pour améliorer l'offre de services socio-culturels, les gestionnaires sont alors conduits à infléchir leurs techniques de production (Breman, 1993).

Comme la plupart des biens d'environnement, les services écologiques et socio-culturels procurés par les forêts sont des externalités et des biens publics. Leur qualité résulte en effet de l'activité de production de certains agents (propriétaires, gestionnaires et exploitants forestiers) et ils bénéficient, sans échange monétaire, à d'autres agents. Ils sont en outre consommables simultanément par de nombreux individus. A cet égard, les divers services environnementaux procurés par la forêt donnent lieu à trois principaux modes d'usage : usage direct, usage indirect et usage différé (tableau 1). Dans les deux premiers cas les bénéficiaires tiennent immédiatement avantage du service considéré. Celui-ci peut provenir d'une consommation des ressources forestières sur site (usage direct ; cas des activités récréatives et des aménités paysagères). Il peut aussi résulter des effets que les forêts ont sur certains actifs naturels et ainsi sur les conditions de vie des populations situées dans leur zone d'influence (consommation hors site ou usage indirect ; cas de la protection des sols et des eaux). Les services environnementaux de cette nature sont, en général, localisés et leurs bénéficiaires sont identifiables et en nombre relativement limité. Le consentement à payer des agents correspond dans ces cas à une valeur d'usage.

De nombreux services écologiques procurés par les forêts ne donnent cependant pas lieu à une utilisation concrète présente. C'est le cas notamment de leur capacité à fixer du dioxyde de carbone et de leur rôle comme réservoir de diversité biologique. Les services de ce type, qui occupent aujourd'hui une place de plus en plus importante dans les débats sur la gestion forestière, s'adressent à une population très large et aux contours mal définis (ensemble de la société). Leurs bénéficiaires n'en tiennent pas directement des flux d'utilité et leur demande repose essentiellement sur le désir de préserver des possibilités futures d'usage ou d'améliorer les conditions ultérieures de vie. Le consentement à payer des agents pour bénéficier de tels services correspond alors à des valeurs de non-usage (valeurs d'option ou de quasi-option, valeur de legs, valeur d'existence).

Cette grille de lecture des services environnementaux procurés par les forêts reste évidemment schématique dans la mesure où, en général, un

même espace forestier procure simultanément plusieurs services environnementaux. Ainsi, les services récréatifs et paysagers revêtent une importance particulière dans les zones fortement peuplées, mais, le plus souvent, les forêts concernées remplissent aussi des rôles écologiques. De même, les forêts où le rôle de protection des sols et des eaux est prépondérant présentent fréquemment un intérêt pour la protection de la faune et de la flore. En outre, dans la très grande majorité des cas, une fonction de production de bois est associée à la production de services environnementaux. Il en résulte, au sein d'un même espace forestier, une superposition d'usages et donc de valeurs qui rend délicate l'évaluation globale de cet espace ainsi que les arbitrages entre ces différents usages, d'autant plus que ceux-ci s'avèrent parfois incompatibles (fréquentation de loisir et préservation de la faune et de la flore par exemple).

Tableau 1. Types de services environnementaux procurés par la forêt

Nature des services	Modes de consommation	Etendue des effets	Population concernée	Valeur économique et méthodes d'évaluation
Ecologiques				
a) Physico-chimiques (maintien des sols régulation cycle de l'eau qualité de l'eau fixation de CO ₂)	usage indirect (effets sur d'autres biens d'environnement)	localisés (sols, eaux)	résidents ^(a)	valeur d'usage; méthodes indirectes et directes; coûts d'opportunité.
	usage différé (pour soi ou pour les générations futures)	non localisés (air)	toute la société	valeur d'option, de legs, méthodes directes; coûts d'opportunité.
b) Biologiques (biodiversité: faune, flore)				
	usage différé (pour soi ou pour les générations futures)	non localisés	toute la société	valeur d'option, de legs, d'existence; méthodes directes; coûts d'opportunité.
Socio-culturels (loisirs, paysage)				
	usage direct	localisés	résidents ^(a)	valeur d'usage; méthodes indirectes et directes; coûts d'opportunité.

^(a) Par résidents, on entend tous les individus qui, régulièrement (habitants) ou occasionnellement (touristes, passagers), bénéficient des services environnementaux de la forêt.

Selon leur nature, les divers services environnementaux procurés par la forêt autorisent différentes méthodes d'évaluation (Amigues *et al.*, 1995). Lorsqu'un service correspond à une valeur d'usage (cas des services socio-culturels et de protection des sols et des eaux), la plupart des méthodes sont utilisables. On peut notamment appliquer des méthodes indirectes où il s'agit de déduire la valeur accordée par les consommateurs à un service environnemental de l'observation de leur comportement sur des marchés réels. C'est le cas de la *méthode des coûts de déplacement*, l'estimation des frais liés au déplacement et de leur variation

renseigne sur l'intérêt et donc la valeur que les agents accordent au service considéré. Elle est bien adaptée, et a été largement utilisée, pour apprécier la valeur des services récréatifs procurés par les forêts. C'est le cas aussi de *la méthode des prix hédonistes* qui vise à déduire la valeur d'un service non marchand des variations de prix d'un bien marchand en fonction de la qualité de son environnement. Généralement appliquée au cas des logements, cette méthode paraît utilisable pour estimer la valeur des services de protection des sols ou des eaux ou des services paysagers procurés par les forêts mais semble avoir été peu mise en œuvre. Il est vrai qu'il est souvent délicat d'apprécier l'influence exacte de la présence de forêts en la matière. C'est aussi le cas pour les activités récréatives où les motifs de fréquentation peuvent tenir autant, sinon plus, à des particularités naturelles (eaux, rochers ...) ou artificielles (bâtiments historiques, aménagements spécifiques ...) du site et de son voisinage qu'à la forêt elle-même.

Lorsque les services offerts ne correspondent pas à des valeurs d'usage (cas de *la fixation de gaz carbonique* et de la préservation de la biodiversité), force est de recourir à des méthodes d'évaluation directe. Le comportement des agents n'étant pas observable, on procède par enquêtes directes afin de déterminer leur consentement à payer pour bénéficier du service environnemental. C'est l'objet de *la méthode d'évaluation contingente* où l'on propose aux personnes interrogées de se situer dans le cadre d'un marché hypothétique du service environnemental considéré. En matière forestière, elle a été surtout utilisée pour estimer la valeur de préservation d'espèces animales ou végétales ou d'écosystèmes remarquables, mais aussi dans le cas des services récréatifs. Son application nécessite cependant une grande prudence. Au-delà de la question de la détermination d'un échantillon pertinent de personnes à enquêter, les résultats sont en effet très sensibles à la précision de la présentation du bien environnemental et du scénario proposé, à l'information des enquêtés sur le sujet et au mode de paiement envisagé. Ces trois contraintes semblent fortes dans le cas de la forêt en raison :

- du grand nombre et de l'interdépendance des usages et de la diversité des écosystèmes et de leurs composantes qui rendent malaisée l'identification d'un bien précis,
- du déficit d'informations tant en ce qui concerne les données scientifiques sur les mécanismes biologiques en cause (difficulté de préciser toutes les conséquences d'un scénario) que du point de vue de la perception qu'ont beaucoup d'usagers de la situation objective des forêts et de leur gestion. Une enquête récente (TMO-Ouest, 1995) montre, par exemple, que 2/3 des Français pensent que la surface forestière française a diminué depuis 30 ans,
- de la forte appropriation culturelle des espaces forestiers qui induit des comportements stratégiques et probablement un refus d'envisager de nombreux modes de paiement : le bien-fondé d'une contribution pour ce qui est considéré comme un droit peut être contesté. On est en effet en

présence d'un bien pour lequel la définition des droits de propriété est très imparfaite. Cette limite est d'autant plus forte que les exigences de la production forestière sont sans doute souvent mal perçues par une forte proportion de la population (ressource « naturelle » faisant simplement l'objet d'une exploitation et non d'une production).

Dans tous les cas, une estimation de la valeur des services environnementaux peut enfin être réalisée par l'analyse des coûts qu'entraîne leur protection ou leur amélioration. Il peut s'agir des coûts directs liés à certains aménagements spécifiques tels que des équipements récréatifs ou des investissements visant à favoriser certaines espèces animales ou végétales. Mais on est le plus souvent conduit en matière forestière à raisonner en termes de coûts d'opportunité. Il s'agit d'estimer les pertes de recettes nettes que les producteurs forestiers subissent lorsqu'ils sont confrontés à des contraintes de protection de l'environnement. L'évaluation se heurte cependant aux problèmes posés par les caractéristiques de la production ligneuse. Ils tiennent d'une part au manque de références sur les itinéraires techniques. Face à la diversité des conditions naturelles et des structures forestières existantes, il est souvent difficile d'apprécier les conséquences exactes d'une modification de la gestion sur les quantités et les qualités de bois produites et donc sur les revenus des gestionnaires. Ils tiennent d'autre part, et surtout, à l'importance de l'horizon économique qui marque toutes les activités de production forestière. Le très long délai qui sépare les décisions de production des récoltes (en général plus d'une génération) rend délicat l'établissement de bilans coûts-bénéfices. Il entraîne, notamment, une grande incertitude sur les résultats économiques d'une production confrontée à de nombreux risques (souvent peu « probabilisables »). La mesure des effets d'une augmentation des services environnementaux sur la production marchande en est rendue assez imprécise. D'autant plus que, parfois, l'amélioration de la qualité de l'environnement peut entraîner une amélioration des bénéfices marchands. C'est, par exemple, le cas d'une augmentation de la diversité des essences et des structures dont on peut penser, a priori, qu'elle limite les risques biologiques, climatiques et même économiques encourus par la production ligneuse tout en contribuant à améliorer la biodiversité.

ANALYSE MICROÉCONOMIQUE DE LA GESTION FORESTIÈRE EN PRÉSENCE DE SERVICES ENVIRONNEMENTAUX

L'émergence des préoccupations de protection de l'environnement conduit à préconiser une modification des pratiques de gestion et d'exploitation des ressources forestières. Le problème est généralement posé comme relevant d'un arbitrage entre des systèmes plus ou moins intensifs de production de bois. Il donne actuellement lieu à de nombreux dé-

bats (Dubourdieu, 1990; Guerin, 1995; Carbiener, 1995). Pour éclairer les termes du choix on doit donc se demander dans quelle mesure la production marchande aboutit à des situations sous-optimales sur le plan de la prestation de services environnementaux. Pour cela, on examine le programme des producteurs forestiers, confrontés à la gestion d'une ressource aux caractéristiques particulières et pour qui l'exploitation des bois constitue la principale, sinon la seule, source de rémunération des investissements consentis. On précise ensuite les paramètres de la demande sociale en services non-marchands afin d'étudier les conditions d'obtention d'un éventuel optimum social.

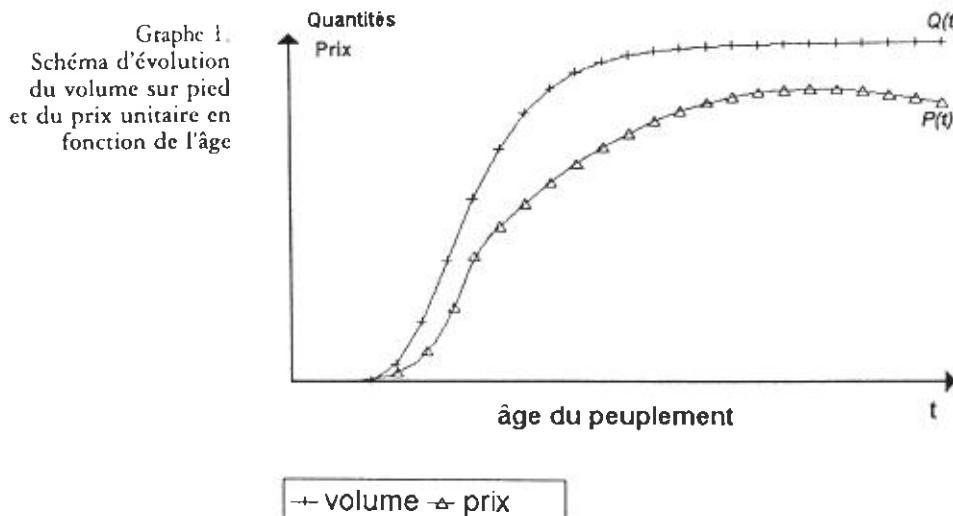
Le programme du producteur forestier

Spécification de la production forestière marchande

L'analyse du programme du producteur suppose d'abord que l'on caractérise les paramètres physiques et économiques de l'évolution des ressources forestières. Il s'agit essentiellement de spécifier les variations des quantités de bois produites et du prix des bois en fonction du temps. On admet le plus souvent que la croissance en volume des ressources forestières est bien représentée par la courbe sigmoïde $Q(t)$ (graphe 1) tendant asymptotiquement vers un maximum jusqu'à l'âge limite de longévité (très lointain pour la plupart des essences forestières). Cette loi caractérise la croissance d'un arbre ou d'un peuplement équienne, c'est-à-dire composé de tiges ayant sensiblement le même âge. Les valeurs qu'elle prend sont évidemment très variables, en particulier selon les conditions naturelles de croissance, les essences concernées et, dans une moindre mesure, les pratiques culturales. Une telle forme fonctionnelle est cependant suffisamment générale pour servir de point de départ à une analyse théorique de la gestion optimale des ressources forestières.

Au cours du cycle de production ainsi défini, l'augmentation des quantités produites s'accompagne d'une variation des caractéristiques technologiques et donc des prix des bois. On a supposé ici que l'évolution des prix, constants pour chaque produit au cours des époques, pouvait être assez bien représentée en fonction de l'âge des arbres par une courbe sigmoïde du même type que celle de la croissance en volume, avec cependant une légère décroissance lorsque les arbres deviennent assez âgés. Cette hypothèse de décroissance du prix unitaire à partir d'un certain âge (que l'on peut empiriquement observer) se justifie à la fois par des raisons sanitaires (les arbres âgés peuvent être soumis à des attaques parasitaires qui en diminuent la qualité technologique) et des raisons commerciales (les acheteurs sont peu intéressés par des arbres de très fort diamètre, notamment dans le cas des résineux). Des deux courbes de quantités et de prix on déduit une fonction de variation de la

valeur du peuplement forestier au cours du temps. Soit $V(t) = Q(t) P(t)$ qui représente le revenu brut que peut obtenir le producteur forestier s'il exploite ses peuplements à l'année t .



Détermination de l'optimum privé de gestion

On admet que l'objectif du producteur forestier est de maximiser son profit. Compte tenu du très long terme de la production forestière, celui-ci est estimé en actualisant l'ensemble des dépenses de production et des recettes brutes intervenant au cours de la période de production. L'année de référence choisie étant le plus souvent l'année initiale de croissance de la forêt, on calcule donc la valeur actuelle nette (VAN) de celle-ci. On suppose par ailleurs que la seule variable de commande du producteur est l'âge des interventions sylvicoles, et notamment l'âge des coupes. L'estimation peut d'abord être conduite sur une seule période de production. On note c l'ensemble des coûts liés à la production et à l'exploitation de la forêt que l'on estime indépendants de t . On considère un itinéraire technique consistant en une seule coupe rase intervenant au bout de T années, date à laquelle se situe également le coût de production-exploitation. On peut certes envisager des modèles plus complexes (et plus conformes aux pratiques sylvicoles) en prenant en compte des coupes intermédiaires (éclaircies). Les quantités prélevées et les valeurs unitaires étant généralement faibles pour ces opérations, la simplification retenue ne modifie pas fondamentalement la logique du raisonnement. Dans le cas simple retenu, le programme du producteur forestier s'écrit :

$$\text{Max}_t \left\{ e^{-\delta t} [V(t) - c] \right\}$$

A l'optimum:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = 0 \Rightarrow \delta = \frac{V'(T^*)}{V(T^*) - c}$$

L'âge optimal de coupe T^* est atteint lorsque l'accroissement marginal de la valeur marchande du peuplement est équivalent à la rente que procurerait la recette nette de la coupe placée au taux d'actualisation δ , supposé égal au taux d'intérêt du marché.

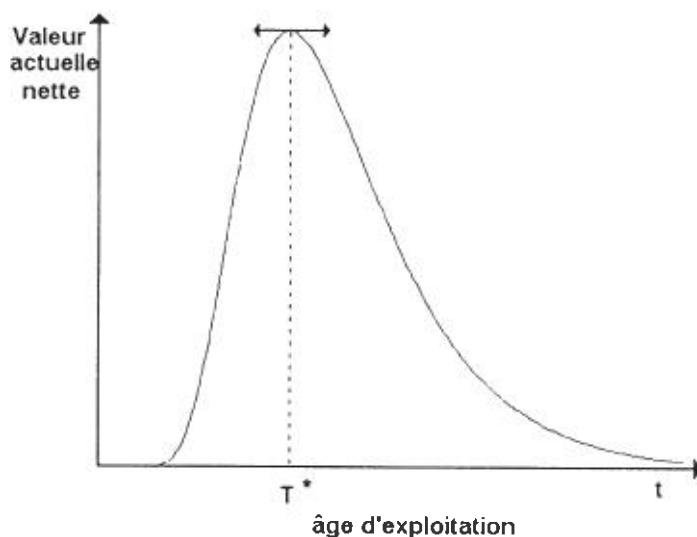
Cependant, le modèle le plus couramment utilisé pour simuler le comportement du producteur forestier consiste à envisager un horizon économique infini. Par rapport au précédent, il permet, d'une part, d'intégrer une optique de renouvellement pérenne des ressources forestières, d'autre part, de comparer des options sylvicoles ayant des termes de production très différents. Dans ce modèle l'objectif du producteur consiste alors à maximiser la valeur actuelle nette d'une succession illimitée de cycles de production forestière. Dans le même cas technique simple que précédemment, cet objectif s'écrit (Clark, 1976):

$$\max_T \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\delta k T} [V(T) - c] \right\} = \max_T \left\{ \frac{V(T) - c}{e^{\delta T} - 1} \right\}$$

où T représente la durée constante des cycles de production et k la succession régulière de ces cycles ($k = 1, 2, \dots$). La maximisation de la VAN est obtenue lorsque:

$$\frac{V'(T^*)}{V(T^*) - c} = \frac{\delta}{1 - e^{-\delta T^*}}$$

Graphique 2.
Forme de la variation
de la valeur actuelle
nette d'une
succession infinie de
cycles de production
selon l'âge
d'exploitation



L'âge optimal T^* de la succession infinie de coupes est donc atteint lorsque l'accroissement marginal de la valeur marchande du peuplement est équivalent à la rente que procurerait la recette nette de la coupe placée à un taux supérieur à celui du modèle précédent. Cela conduit à choisir un âge optimal de coupe inférieur à celui obtenu en ne considérant qu'un seul cycle de production. Avec les spécifications des fonctions de quantités et de prix précédemment mentionnées, la variation de la VAN avec l'âge d'exploitation est très généralement de la forme présentée dans le graphe 2. Le montant du bénéfice net actualisé dégagé par le producteur forestier est en outre très dépendant des itinéraires techniques et du taux d'actualisation choisis.

Une telle représentation du comportement des gestionnaires des ressources forestières reste évidemment schématique. D'abord parce que ceux-ci, pour de multiples raisons, peuvent se fixer des objectifs sylvicoles de long terme à partir d'autres critères que celui la maximisation de la VAN. On a ainsi pu envisager des critères d'accumulation (maximisation du produit total physique ou en valeur) ou de productivité (maximisation des flux annuels moyens d'un produit) (Peyron *et al.*, 1994). Ils conduisent en général à choisir des âges d'exploitation nettement plus élevés que ceux découlant de la maximisation de la VAN. Ensuite parce que le modèle utilisé ne traite pas du problème de la répartition des arbres dans l'espace et donc des choix des modes de traitement sylvicoles. Enfin, parce que, supposant un raisonnement de très long terme appliquée à des peuplements homogènes et équilibrés, il ne permet pas de rendre compte des nécessaires adaptations de court ou moyen terme que doivent réaliser les gestionnaires forestiers face à la diversité des situations initiales. Or celles-ci pèsent sans doute d'un poids déterminant dans la prise de décision, notamment en forêt privée. La formalisation présentée constitue néanmoins un support utile pour discuter d'un point de vue théorique des arbitrages entre production marchande et protection de l'environnement en matière forestière.

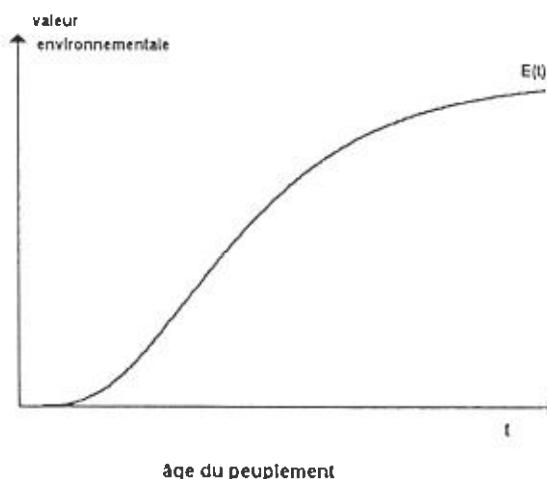
Gestion forestière optimale en présence d'externalités

Spécification de la demande sociale en services environnementaux procurés par la forêt

On a vu que les services non marchands procurés par les forêts sont de natures très diverses (physico-chimique, biologique, socio-culturelle) et que leurs effets s'exercent à des échelles géographiques variées. Les incidences sur leur qualité des pratiques de gestion forestière, qu'il s'agisse d'investissements directs ou de choix de types de traitement sylvicole (mode de régénération, surface des coupes rases, âges d'exploitation, ré-

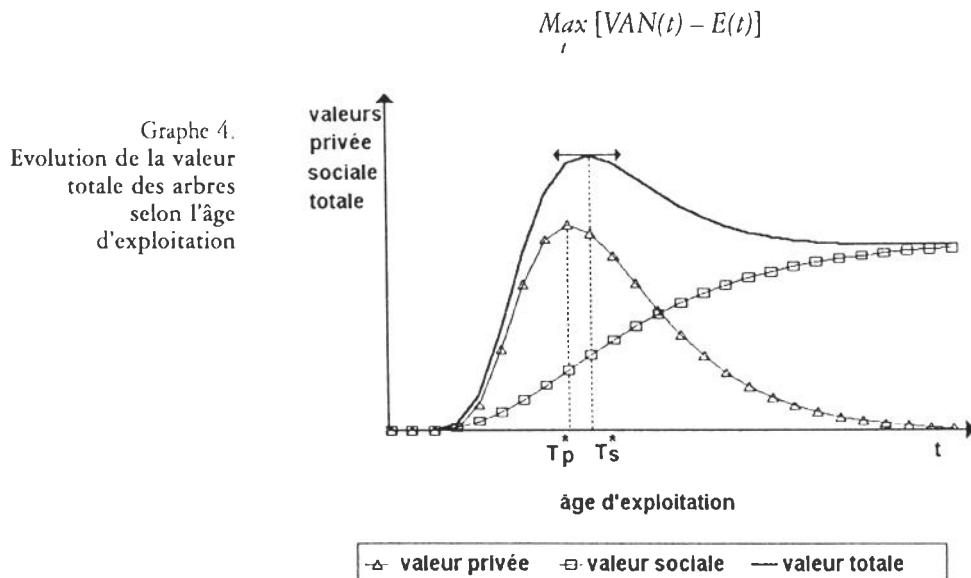
partition spatiale des tiges ...) sont en outre peu précisément quantifiables. Enfin, ces services correspondent à des usages multiples dont on connaît encore très peu la valeur globale en raison, notamment, des difficultés de caractérisation du bien complexe considéré et du déficit d'information dont il est l'objet. La spécification, même schématique, d'une fonction d'utilité sociale des services environnementaux procurés par la forêt est délicate. Elle est pourtant indispensable si l'on veut analyser plus précisément les modalités des arbitrages de gestion forestière à réaliser entre production marchande et prestations de services hors marché. On considère ici que les préférences de la société pour l'ensemble des services environnementaux de la forêt peuvent s'écrire comme une fonction de l'âge des peuplements forestiers. La plupart des auteurs retiennent une formulation de ce type (voir par exemple Johansson *et al.*, 1989). Elle présente d'abord l'intérêt de pouvoir facilement mettre en relation la demande de services non marchands et la production marchande (essentiellement fonction du temps). En outre, elle reflète sans doute assez bien l'une des principales attitudes de la population vis-à-vis de la qualité environnementale des forêts. Faute, en effet, de pouvoir cerner les multiples dimensions des services en cause, la société est conduite à raisonner sur quelques critères simples. Celui de l'âge des peuplements (ou du diamètre des arbres) semble alors pertinent si l'on admet qu'il synthétise les différents types de services. Il pourrait être complété par quelques autres paramètres assez facilement identifiables tels que, par exemple, la surface unitaire des coupes. La forme fonctionnelle choisie est celle d'une sigmoïde (graphe 3). Il s'agit évidemment d'un exemple purement intuitif qui n'a d'autre objet que d'illustrer le propos. Il indique la valeur que la société accorde à l'existence d'arbres sur pied selon leur âge. Cette valeur est faible mais non nulle lorsque les peuplements sont jeunes (on se place implicitement en situation d'externalités toujours positives). Elle est supposée croître plus rapidement par la suite puis continuer à augmenter mais à un rythme de plus en plus faible pour les âges élevés (hypothèse de saturation des préférences).

Graphe 3.
Hypothèse de
variation de valeur
attribuée par la
société à la forêt
selon son âge



L'optimum social

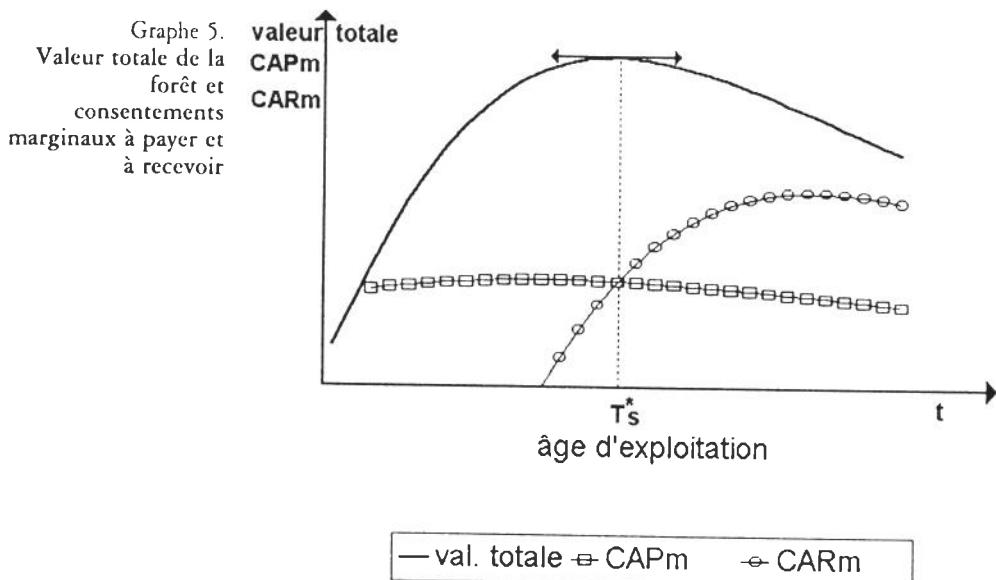
A chaque âge du peuplement correspond, d'une part, la valeur marchande des arbres qu'en retirerait le producteur en les récoltant, et d'autre part, la valeur que la société confère à l'arbre laissé sur pied. Au niveau global, tenant compte à la fois des récepteurs de l'externalité et du gestionnaire forestier, le plan de gestion optimal consiste à chercher la valeur totale maximale de la forêt. Dans l'exemple choisi, on a supposé que le niveau maximal de $E(t)$ était équivalent au maximum de la VAN, ce qui est évidemment une troisième hypothèse forte sur la spécification de la demande sociale en services environnementaux des forêts. Il s'agit donc de résoudre (graphe 4):



La solution du programme revient à l'égalisation des fonctions dérivées de la valeur actuelle nette obtenue par le producteur forestier et de la valeur environnementale de la forêt. Elle peut s'interpréter comme l'égalisation des consentements marginaux à payer et à recevoir. Le consentement marginal à recevoir (CARm) du producteur est défini comme la différence entre la VAN à chaque âge et la VAN maximale. Le consentement marginal à payer (CAPm) de la société se déduit directement de la fonction $E(t)$ ($CAPm = E'(t)$). Le comportement économiquement rationnel du gestionnaire forestier consiste à accroître l'âge d'exploitation du peuplement d'une année supplémentaire tant que la perte marginale de recette est rétribuée par la somme que la société est prête à verser pour cette augmentation. L'équilibre se situe donc lorsque ces grandeurs sont égalisées (graphe 5).

Avec les hypothèses choisies dans l'exemple, la prise en compte des services non marchands des forêts se traduit par une augmentation de

l'âge d'exploitation des peuplements (T_s^* au lieu de T_p^*). Connaissant la fonction de production forestière, on peut alors apprécier l'incidence d'une amélioration des services environnementaux sur les quantités et les qualités de bois produites et donc sur l'approvisionnement en bois de la société.



Modèle d'optimisation et internalisation

L'intérêt d'une telle modélisation tient surtout à l'interprétation et à la mise en perspective de ses fondements économiques. Conformément à la théorie du bien-être, l'environnement est envisagé ici à travers les préférences individuelles. En raison de la complexité de l'écosystème forestier, rien n'assure que cela aboutisse à des choix efficaces de gestion des services non-marchands. Par ailleurs, une analyse en terme d'optimisation à plusieurs objectifs ne tient pas compte des mécanismes institutionnels de prise de décision qui revêtent une grande importance en situation d'incertitude, particulièrement forte en forêt. Ce type d'approche risque alors de ne pas fonder de décision, par impraticabilité, voire refus par les acteurs des conclusions des modèles. Elle présente cependant un double intérêt.

D'abord, la formalisation du comportement des producteurs forestiers constitue une première étape de la représentation de leur décision. Dans la réalité, la gestion forestière relève certainement d'une logique plus complexe. Les gestionnaires étant confrontés à un cycle de production extrêmement long, l'incertitude qui pèse sur l'évolution des paramètres, l'acquisition d'informations au cours du processus ou encore leurs

propres attitudes conduisent à des pratiques différentes de ce que peut prévoir la théorie. De nombreuses discussions ont d'ailleurs porté sur les principes économiques de l'optimisation de la gestion forestière (voir, entre autres, Samuelson, 1976). Néanmoins, la comparaison des conclusions du modèle et des réalisations effectives peut permettre une évaluation *ex post* de variables non précisées initialement dans l'utilité du propriétaire et révélées par une enquête directe. Elle constitue ainsi un moyen d'affiner la représentation de son comportement.

Ensuite, les résultats des modèles déterminant un optimum social peuvent aussi fonder une décision *ex ante*, prise par le gestionnaire lui-même ou résultant de procédures d'internalisation. On peut d'abord supposer que l'optimum social est atteint de manière décentralisée. Le producteur est alors effectivement rémunéré par la société pour l'ensemble des services qu'il rend, ce qui le conduit à modifier ses pratiques de gestion. La coordination entre les préférences individuelles des consommateurs et celles du propriétaire est marchande. Il n'y a donc pas d'externalité, ou plus exactement évaluation et internalisation sont simultanément résolues. On serait ici dans un cas conforme à l'esprit de la négociation bilatérale du théorème de Coase. Mais l'absence de coûts de transaction est très rare.

On peut ensuite supposer que les résultats du modèle conduisent à l'élaboration d'une correction pigovienne de l'externalité. Dans ce cas, la question de l'évaluation et celle de l'internalisation sont supposées indépendantes. On considère en outre que les structures sociales agissent conformément aux préférences individuelles en disposant d'une information parfaite sur l'état de ces préférences au regard de l'ensemble des externalités. De telles hypothèses sur la rationalité des agents et l'efficacité des procédures sont particulièrement fortes dans le cas de la forêt. Compte tenu des difficultés d'acquisition d'informations tant économiques qu'écologiques, la définition même des objectifs semble résulter d'abord d'un processus entre acteurs économiques, sociaux et politiques. L'analyse économique doit donc, dans ce cas, surtout considérer comment sont mobilisés les arguments cherchant à redéfinir les modes de gestion des forêts et mettre en évidence les schémas de prise de décision et de rationalité des agents.

ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION ET MODES ACTUELS DE RÉGULATION DES SERVICES NON MARCHANDS

L'augmentation de la demande sociale et institutionnelle pour l'amélioration des services environnementaux procurés par la forêt implique de disposer d'indicateurs de la valeur que leur accorde la société afin de guider les arbitrages à réaliser dans la gestion des ressources forestières.

Celle-ci fait d'autre part l'objet, souvent depuis longtemps, de mesures de régulation et d'encadrement qu'il convient d'analyser afin d'apprécier dans quelle mesure le dispositif existant participe à la protection des qualités environnementales des forêts et quels sont les principaux modes d'intervention utilisés.

Exemples d'évaluation de services environnementaux procurés par les forêts

Coûts de protection

L'évaluation des services environnementaux des forêts peut d'abord résulter de la mesure des coûts liés à leur amélioration. Malgré le développement au cours des dernières années de nombreuses études écologiques et l'augmentation de la pression exercée sur les gestionnaires pour qu'ils prennent en compte plus nettement la protection de l'environnement, il n'existe que peu de travaux permettant d'apprécier les coûts induits par ces modifications de gestion. Pour illustrer le propos, deux exemples, pris dans le cadre d'opérations conduites par l'Office national des forêts (ONF), peuvent être cités.

Il s'agit, d'une part, des mesures de protection du grand tétras (coq de bruyère) dans le massif vosgien. Les effectifs de cet oiseau, espèce rare, ont été fortement réduits en quelques années. Cette diminution résulte d'une incompatibilité avec la sylviculture, la présence d'infrastructures routières et touristiques, les perturbations causées par la chasse, mais aussi avec la production d'aménités récréatives et touristiques. Différentes mesures de protection ont donc été prises, qui s'articulent essentiellement autour de deux axes: une modification des pratiques sylvicoles, avec la définition de façons culturales précises (installation de trouées, mélanges d'essences, absence de dégagement chimique, maintien d'arbres sur pied, contraintes de calendrier des travaux et des coupes ...) et une réglementation de la fréquentation touristique et de la chasse (classement en zones de protection de biotope, arrêt des investissements touristiques). Une estimation (Maire, 1990) des coûts directs et indirects (sacrifices d'exploitation) réalisée dans un massif pilote de 830 hectares aboutit à un coût de 264 F/ha/an sur la base d'un plan de gestion de 15 ans.

Le deuxième exemple concerne la réalisation d'un réseau de desserte d'exploitation dans un massif pilote des Pyrénées. Le développement économique que connaît la région justifie la mise en place d'une exploitation rationnelle des peuplements, qui constituent par ailleurs des biotopes propices à l'ours notamment, mais aussi à l'isard ou à une race locale de grand tétras. Il convient dès lors de concilier les objectifs de

protection des biotopes et d'exploitation des peuplements forestiers, essentiellement en arbitrant entre différents systèmes d'exploitation et de réseaux de desserte. Une méthodologie d'aide à la décision reposant sur une cotation, par unités de surface préalablement définies, des différentes contraintes économiques et écologiques a été mise au point (De Meilleer, 1995). Elle revient à affecter, a priori, une valeur économique à la préservation de la faune. Elle aboutit à un arbre de « choix de desserte » pour l'ensemble du massif. La comparaison entre le solde financier résultant de ces choix et celui résultant d'un réseau traditionnel de routes et pistes (solution économiquement « optimale ») montre que le manque à gagner des propriétaires est d'environ 6,2 millions de francs pour une période de 20 ans. Cela représente une perte de revenu net de près de 45 F/ha/an imputable aux difficultés d'exploitation et à la protection des biotopes.

Ces deux exemples confirment que l'estimation des coûts de gestion des services environnementaux des forêts est encore très parcellaire et incomplète. Ils illustrent aussi clairement que les pratiques actuelles de gestion de ces services procèdent beaucoup plus de la mise en application d'un compromis ou d'une norme posée a priori que d'une analyse coûts-avantages.

Bénéfices de protection

Comme pour l'estimation des coûts, les travaux sur l'évaluation des bénéfices de protection des services environnementaux des forêts restent très fragmentaires en France. Aussi, on s'appuiera essentiellement ici sur la littérature internationale. On peut cependant mentionner une enquête réalisée en 1991 à la demande du ministère de l'Agriculture sur la fréquentation des forêts périurbaines (Lafitte, 1993). Cette enquête ne visait pas à fournir une évaluation monétaire de la demande de services récréatifs. Elle avait pour objet de mieux caractériser la population concernée, ses activités, ses motivations. Elle révèle cependant que, parmi les personnes interrogées, la majorité n'est pas disposée à payer pour assurer une meilleure qualité des forêts proches de leur domicile: 53 % des personnes interrogées n'acceptent pas une augmentation d'impôt, 68 % sont opposées au paiement d'un droit d'entrée, 59 % refusent de voir financer les services récréatifs par de la publicité en forêt.

Un recensement et une analyse d'un grand nombre d'études d'évaluation des bénéfices non marchands des forêts conduites essentiellement en Amérique du Nord et en Scandinavie ont été effectués par Wibe (Wibe, 1995). Ce bilan montre que deux méthodes de valorisation de la demande ont été principalement utilisées pour estimer la valeur monétaire attribuée à certains services environnementaux des forêts : la méthode des coûts de déplacement et la méthode d'évaluation contingente.

Les évaluations concernent principalement les loisirs (pique-nique, promenade, camping, observation de la nature), le paysage en vision interne, et la protection d'habitats d'espèces animales (on évalue dans ces cas la valeur attachée à la protection de l'espèce). Ces études portent en majorité sur des valeurs d'usages (services récréatifs ou paysagers). Quelques études néanmoins s'attachent à évaluer la valeur d'existence d'espèces animales.

C'est la valeur d'usage attachée aux loisirs qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études. La valeur moyenne obtenue en 1990, à partir de 83 d'entre elles, conduites aux Etats-Unis, en Angleterre et en Scandinavie par la méthode des coûts de déplacement et l'analyse contingente, est d'environ 135 F par journée de fréquentation et par personne ⁽²⁾. Les résultats obtenus sont cependant assez dispersés entre un consentement à payer minimum de 27 F (cas d'une vaste zone naturelle aux Etats-Unis), et un consentement maximum de 280 F (zone particulièrement touristique en Suède).

La gestion du paysage à l'intérieur d'une forêt a aussi fait l'objet d'évaluations. La valeur accordée par le public à des caractéristiques particulières du paysage forestier en Angleterre a été estimée par la méthode d'évaluation contingente où les enquêtés ont eu à se prononcer sur des photographies présentant l'absence ou la présence de certaines caractéristiques dans la forêt (Hanley, Ruffel, 1993). L'étude montre qu'une forêt mixte est préférée à une forêt pure de résineux et que le consentement à payer moyen pour l'obtenir est d'environ 4 F par personne et par visite. Par ailleurs, une diversité des hauteurs des arbres est souhaitée par une majorité, mais les résultats sont plus partagés et le consentement à payer plus faible: environ 3 F par personne et par visite. Les individus semblent donc dans le cas de cette forêt plus sensibles aux choix des essences qu'au traitement sylvicole appliqué.

Les estimations des valeurs accordées à la protection des espèces animales font apparaître une grande hétérogénéité de consentements à payer selon les espèces (Wibe, 1995). Ainsi, la valeur obtenue pour la chouette tachetée est de 216 F de 1990 par an et par ménage, alors qu'elle n'est que de 27 F pour la préservation du coyote. De telles évaluations peuvent inclure simultanément des valeurs de non-usage (biodiversité) et des valeurs d'usage (observation de la nature). Leur interprétation est donc délicate. Il apparaît en outre difficile de totaliser des évaluations ponctuelles par espèce pour obtenir une valeur d'existence de l'ensemble de la faune inféodée à la forêt. Une étude sur les forêts anglaises utilisant l'évaluation contingente estime néanmoins que les aspects relatifs à la vie sauvage représentent environ un tiers de la valeur de récréation (Benson, 1992). La valeur de loisir des forêts publiques en Grande-Bretagne,

⁽²⁾ Toutes les valeurs, exprimées en monnaies étrangères, ont été converties en Francs aux parités moyennes de l'année considérée.

pays au taux de boisement faible, serait alors de 560 millions de francs au prix de 1988 ce qui représente une moyenne de 494 F/ha. Dans ce total, 163 millions de francs seraient imputables à la préservation des espèces sauvages. Le souci de préserver la biodiversité joue un rôle croissant dans les politiques de gestion de l'environnement. L'évolution chronologique des valeurs d'existence qui y sont rattachées est cependant très peu connue. Une analyse des travaux réalisés sur la question semble montrer leur relative stabilité au cours du temps (Stevens, More, Glass, 1994). Elle révèle aussi que beaucoup d'individus valorisent autant le fait de « participer à une bonne cause » que la sauvegarde de la ressource elle-même.

Réglementation, contractualisation: état des lieux en France et éléments de comparaisons internationales

Parmi les instruments traditionnellement utilisés pour réguler la gestion des biens d'environnement, ce sont surtout les instruments réglementaires, moyens de définitions des droits de propriété, qui ont été appliqués dans le cas de la forêt française. Le recours à des instruments économiques reste limité du fait, sans doute en partie, des grandes difficultés d'évaluation monétaire des différents coûts et bénéfices marchands et non marchands.

Réglementation

Depuis longtemps les espaces boisés sont, en France, l'objet d'une protection réglementaire. C'est le cas de la soumission au régime forestier des forêts publiques (forêts de l'Etat, la plupart des forêts des collectivités locales) dont la mise en œuvre est confiée à l'ONF. Ce statut implique notamment que ces forêts fassent l'objet d'un aménagement (document prévisionnel fixant, pour une durée déterminée, les objectifs à poursuivre et les mesures à prendre pour les atteindre) et d'un contrôle des coupes de bois mais aussi de la chasse et des activités de cueillette et d'extraction de produits accessoires. Cette réglementation ne concerne cependant pas explicitement les services non marchands procurés par les espaces boisés, les orientations de gestion restant, dans le cadre des principes de la politique forestière, choisies au cas par cas par les propriétaires et les gestionnaires. Elle permet néanmoins une protection du patrimoine forestier public: la gestion pratiquée y est généralement assez conservatoire, les forêts soumises au régime forestier ne peuvent être que très exceptionnellement défrichées. Sauf loi spéciale, les forêts domaniales sont en outre inaliénables.

Les espaces boisés privés sont également protégés contre le défrichement. Ainsi, pour tout massif boisé isolé d'une surface supérieure à 4 ha

le déboisement est soumis à autorisation administrative. En cas d'acceptation, le demandeur doit payer une taxe de défrichement dont le montant s'élève actuellement à 13 000 F/ha s'il s'agit d'un défrichement à but agricole, et à 40 000 F/ha s'il s'agit d'un défrichement pour d'autres usages (urbanisme notamment). On peut souligner que les motifs de refus du déboisement font de plus en plus largement référence aux services non marchands de la forêt (protection des sols, des eaux, maintien des terres en pente, équilibre biologique, bien-être des populations ...). Par ailleurs, pour certaines forêts privées (surface boisée d'un seul tenant généralement supérieure à 25 ha) l'établissement d'un plan de gestion sylvicole à long terme est obligatoire. Comme dans le cas des forêts soumises cette obligation ne fait pas explicitement référence à la gestion de services environnementaux. Elle permet cependant de promouvoir une gestion durable des massifs concernés et ainsi, de coproduire une certaine quantité de biens d'environnement. Ces plans de gestion doivent d'ailleurs être conformes aux orientations nationales et régionales de gestion forestière qui préconisent, de plus en plus, des méthodes respectueuses de l'environnement.

Au-delà de ces mesures générales, un certain nombre de dispositions réglementaires intéressent explicitement la préservation des services écologiques des forêts. C'est le cas de la législation, ancienne, de la conservation et de la restauration des terrains en montagne (RTM) et de la législation des dunes. Ce dispositif permet la mise en défense et la restauration des terrains en montagne. Les travaux, résultant d'une déclaration d'utilité publique, peuvent être réalisés par la collectivité publique demandant la déclaration, ou par les propriétaires des terrains concernés. Il est possible de passer une convention entre les deux parties ou d'attribuer des subventions aux propriétaires. En pratique, ces dispositions se sont souvent traduites par des acquisitions des terrains par l'Etat (380 000 ha dont 260 000 ha boisés sont ainsi concernés) et la réalisation des travaux par l'Administration. Depuis 1980, la gestion de la RTM est confiée, par convention, à l'ONF. Un dispositif identique s'applique au cas de la protection des dunes littorales.

D'autres mesures législatives, souvent plus récentes, contribuent également à la protection des services environnementaux des forêts. C'est le cas du classement en forêts de protection. A l'initiative des instances administratives régionales ou départementales, et à la suite d'une enquête publique, des surfaces boisées, privées ou publiques, peuvent ainsi être soumises à une gestion forestière spéciale et à une réglementation des usages. Les motifs de classement en forêt de protection tiennent, traditionnellement, aux effets des forêts sur la protection des sols et, plus récemment, à divers autres aspects écologiques ou récréatifs (forêts périurbaines, bien-être des populations, intérêt écologique particulier). Après classement, il est prévu une acquisition par l'Etat des surfaces concernées ou une indemnisation du propriétaire sur la base de la diminution du revenu normal de la forêt. Cette procédure concerne aujourd'hui en France

une surface, limitée, de 80 000 ha. Dans le cadre de l'élaboration des plans d'occupation des sols (POS), il est possible de déterminer des «espaces boisés classés» dans lesquels doit s'appliquer une gestion forestière spéciale. Cette disposition, qui concerne essentiellement des surfaces boisées situées dans des zones de forte concentration humaine, ne prévoit pas de contrepartie pour les propriétaires. Si elles sont classées en «espaces naturels sensibles» afin de faciliter leur ouverture au public, leur propriétaire peut cependant bénéficier d'une indemnité. Enfin, dans le cadre de la législation sur la protection de l'environnement un ensemble de mesures concerne plus ou moins directement les espaces boisés. C'est le cas des forêts situées dans le périmètre d'un parc national pour lesquelles diverses servitudes sur la gestion, donnant lieu à indemnisation, sont possibles. C'est le cas aussi de la création de réserves naturelles (réserves biologiques dans les forêts soumises au régime forestier) ou encore des arrêtés préfectoraux de protection des biotopes. Les milieux boisés compris dans des réserves naturelles représentent en 1993 environ 14 700 ha. Les réserves biologiques domaniales sont au nombre de 122 pour 25 000 ha.

Instruments économiques: aides financières ou fiscales, contrats

Si le dispositif réglementaire concernant la protection des espaces boisés et, de façon moins nette, de leurs rôles écologiques et sociaux paraît assez développé, les instruments économiques de régulation des services environnementaux des forêts le sont beaucoup moins. Certes, la gestion sylvicole est aidée par un ensemble de subventions directes, d'exonérations ou d'exemptions fiscales. C'est le cas, par exemple, des aides du Fonds Forestier National (FFN) destinées aux propriétaires forestiers privés et aux collectivités locales. Elles ont permis, depuis 1947, le boisement ou l'amélioration de plusieurs millions d'hectares. En ce sens, elles ont sans doute largement contribué au maintien et au développement d'un état boisé, et donc aux effets écologiques et sociaux qui lui sont associés. Toutefois, ces mesures ne visent pas expressément la protection de services environnementaux. Au contraire, leur objectif explicite est de favoriser la production de bois. Aussi, se traduisent-elles par des boisements de types souvent assez productivistes qui ne correspondent sans doute pas à une gestion «optimale» de services environnementaux. Des réductions fiscales sont aussi accordées aux propriétaires forestiers privés. Il s'agit, par exemple, de la diminution des droits de mutation (Loi Sérot du 16 avril 1930, amendement Monichon du 23 décembre 1959; articles 703 et 793 du Code général des Impôts). Dans le cas des mutations à titre gratuit, la base d'imposition est ainsi réduite des 3/4. Cette mesure permet d'éviter que le paiement des droits de succession n'entraîne l'exploitation importante des peuplements que pourrait réaliser l'héritier pour s'acquitter de ses obligations. Elle constitue en ce sens une mesure de sauvegarde du patrimoine boisé. Elle ne fait ce-

pendant pas explicitement référence à une gestion préservant particulièrement les services d'environnement.

Quant aux formules contractuelles de gestion de services environnementaux des forêts, elles sont actuellement assez réduites. Il faut cependant souligner l'exception, notable, des conventions entre l'Etat ou les collectivités locales et l'ONF. Cet établissement public à caractère industriel et commercial se voit, en effet, chargé par la loi de missions de service public. Parmi celles-ci figurent la restauration des terrains en montagne, la gestion de la forêt méditerranéenne, la protection des dunes, la protection de la nature (réserves biologiques), les actions d'accueil et d'information du public. A ce titre l'ONF a perçu, en 1992, 721 millions de francs ce qui représente la moitié des recettes issues de la commercialisation des produits du domaine de l'Etat (ventes de bois, location de la chasse) et plus du tiers du chiffre d'affaires de l'établissement. Le volume de ces activités conventionnelles de l'ONF est, en outre, en très forte augmentation (+ 46% entre 1988 et 1992 pour une progression du chiffre d'affaires de 10% seulement). Compte tenu des acteurs en présence il s'agit cependant là d'un « contrat » assez particulier. Dans le cas de la forêt privée, exception faite de quelques tentatives d'ouverture au public qui restent très marginales, il n'existe par contre aucune mesure spécifique envisageant l'établissement de contrats de gestion des services écologiques et sociaux des forêts. A une époque où ces types de contrats se développent fortement dans d'autres secteurs (agriculture notamment) et où les services environnementaux des forêts font l'objet d'une demande croissante, il conviendrait d'en examiner les possibilités de mise en œuvre.

Eléments de comparaisons internationales

Le cas de l'Allemagne est assez exemplaire d'une politique contractuelle de gestion des services environnementaux des forêts plus poussée qu'en France. Il existe dans ce pays, comme en France, un système d'aides aux propriétaires financé en partie au niveau fédéral (60%) et en partie par les Etats. L'objectif poursuivi n'est pas explicitement environnemental mais il contribue au maintien des espaces boisés et ainsi à la pérennité de la ressource. Toutefois, il existe aussi des contrats spécifiques de préservation des services environnementaux des forêts. Ainsi, l'Etat de Bade-Wurtemberg mène une politique d'incitation à une gestion écologique qui s'appuie sur un guide de compensation des coûts liés à des pratiques soucieuses de l'environnement (Mantau, 1995). Ce guide définit les actions (protection d'espèces animales, préservation des paysages, gestion des lisières, conservation des biotopes) qui peuvent faire l'objet d'aide, ainsi que leurs montants. Il garantit, en règle générale, une rétribution à hauteur de 80% des coûts (jusqu'à 20000 F/ha pour la restauration de biotopes rares, par exemple). De plus, des contrats peu-

vent être souscrits au cas par cas pour compenser les coûts induits par des restrictions de production ligneuse visant la protection d'espèces menacées ou au maintien de biotopes rares. Les montants sont calculés sur la base des pertes moyennes annuelles de revenus que subissent les gestionnaires du fait de modifications des itinéraires techniques. Ils peuvent varier entre 175 et 2100 F/ha/an. Appliqué à la gestion des ressources forestières, ce système est assez comparable à celui des mesures agri-environnementales. Ces contrats fournissent un exemple des moyens qui peuvent être mis en place afin d'obtenir une gestion plus intégrée des espaces forestiers, tenant compte de l'amélioration de la prestation de services environnementaux, mais aussi des contraintes de production ou de coût pesant sur les propriétaires.

On remarquera, cependant, que les montants de ces indemnités sont fixés a priori par les guides d'actions et ne sont pas librement négociés sur un marché. Aussi, des réflexions sur les possibilités d'instaurer des marchés de droits négociables de protection des services environnementaux des forêts se développent-elles actuellement, notamment aux Etats-Unis (Kennedy *et al.*, 1996). Elles se situent dans le cadre de l'application au domaine forestier de l'ESA (*Endangered Species Act*, loi sur la protection des espèces menacées) et visent à mettre en place des systèmes de «certificats transférables d'espèces menacées». Ces droits, semblables à des droits à polluer, déterminent les actions permises ainsi que celles qui sont prohibées dans la conduite des peuplements. Le prix résultant de leur libre-échange est alors censé refléter au mieux les coûts et les bénéfices des actions de préservation de l'environnement. Néanmoins, qu'elles soient théoriques ou déjà effectives, la diversité des procédures institutionnelles de gestion des services non marchands des forêts témoigne de la complexité et des hésitations dans les choix des politiques d'internalisation.

CONCLUSIONS

Bien que majoritairement cultivées, les forêts restent en France l'un des modes d'occupation du sol qui procure le plus de services écologiques et socio-culturels. Elles sont d'ailleurs perçues dans les sociétés industrialisées comme un des derniers espaces naturels. Face à une demande croissante de services environnementaux, les pratiques de gestion des ressources forestières font aujourd'hui l'objet de débats importants qui soulèvent, en particulier, le problème de l'arbitrage entre une production de bois conforme aux besoins de la société et aux exigences de la concurrence internationale et une préservation, voire une amélioration, des qualités environnementales des forêts. Les termes de ce choix sont encore très incertains. Le très long terme des cycles de production et l'insuffisance des données sur les itinéraires techniques face à la grande diversité des situations naturelles rendent délicate l'appréciation de l'in-

fluence de modifications de la gestion sur la production de bois et les revenus des producteurs. L'information sur la mesure physique, et plus encore l'évaluation monétaire, des différents services écologiques et socio-culturels procurés par les forêts et leurs variations avec les modes de gestion sylvicole est incomplète. D'autant plus que certains de ces services peuvent s'avérer antagonistes et que l'on est en présence de biens pour lesquels les droits de propriété sont mal définis. Le bilan que l'on a tenté de faire ici ne constitue, en tout état de cause, qu'une première approche de la question. Des progrès sensibles peuvent certainement être réalisés en ce qui concerne, notamment, la formalisation des relations entre production ligneuse et qualité environnementale des forêts, ainsi que dans la mesure physique et économique de celle-ci. Il est toutefois peu probable que l'on puisse obtenir l'ensemble des éléments nécessaires à la définition d'un éventuel optimum social. A une époque où la pression sur les gestionnaires de forêts se fait de plus en plus forte (cas, par exemple, des discussions à propos de la directive communautaire «habitats» et du réseau «Natura 2000»), l'analyse des modes de gestion des services environnementaux des forêts semble devoir principalement passer par l'étude des modes d'organisation institutionnelle et des conséquences des compromis en terme de répartition des coûts entre les différents acteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- AMIGUES (J.-P.), BONNIEUX (F.), LE GOFFE (Ph.), POINT (P.), 1995 — *Valorisation des usages de l'eau*, Economica-INRA, Poche-Environnement, 112 p.
- BALENT (G.), DECONCHAT (M.), 1994 — Conception de zone de filtration des eaux effluentes de parcelles agricoles: approche bibliographique, in: *Agriculteurs, agriculture et forêt*, Actes du colloque du 12-13 décembre, CEMAGREF éditions, pp. 119-130.
- BENSON (J. F.), 1992 — Public values for environmental features in commercial forests, *Quarterly Journal of Forestry*, 86 (1), pp. 9-17.
- BREMAN (P.), 1993 — *Approche paysagère des actions forestières, guide à l'usage des personnels techniques de l'Office National des Forêts*, ONF, CEMAGREF, 75 p.
- BRUN-CHAIZE (M.-C.), 1976 — *Le Paysage Forestier: analyse des préférences du public*, INRA Orléans, Station de recherches sur la forêt et l'environnement, vol. 1, 86 p., vol. 2, 41 p.

- CARBIENER (D.), 1995 — *Les arbres qui cachent la forêt: la gestion forestière à l'épreuve de l'écologie*, EDISUD, 243 p.
- CLARK (C. W.), 1976 — *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*, Wiley & Sons (ed.), 352 p.
- DECOURT (N.), 1974 — Sur quelques rôles des arbres et forêts dans l'environnement urbain, in: *Ecologie forestière - La forêt: son climat, son sol, ses arbres, sa faune*, Paris, Gauthier-Villars, pp. 43-53.
- DE MEERLEER (P.), 1995 — Mobilisation des bois dans un massif de montagne, schéma de desserte intégrée du massif de Melles (Haute-Garonne), *Revue Forestière Française*, n° 5, pp. 531-545.
- DUBOURDIEU (J.), 1990 — Futaie régulière et futaie jardinée, *Revue Forestière Française*, n° 6, pp. 561-575.
- DUBOURDIEU (J.), MORTIER (F.), HERMELINE (M.), 1995 — Biodiversité et gestion des forêts publiques en France: du concept à la pratique, *Revue Forestière Française*, 47 (3), pp. 223-229.
- DUVIGNEAUD (P.), 1984 — *L'écosystème forêt*, ENGREF-Nancy, 160 p.
- FERRY (C.), FROCHOT (B.), 1974 — L'influence du traitement forestier sur les oiseaux, in: *Ecologie forestière - La forêt: son climat, son sol, ses arbres, sa faune*, Paris, Gauthier-Villars, pp. 309-326.
- GUERIN (J.-C.), 1995 — Libre propos sur les conceptions de demain en matière de sylviculture et d'aménagement forestier, *Revue Forestière Française*, 47 (3), pp. 209-220.
- HANLEY (N. D.), RUFFEL (R.), 1993 — The Valuation of Forest Characteristics, in: *Forestry and the Environment: Economic Perspectives*, ed. by ADAMOWICZ (W.L.), WHITE (W.), PHILLIPS (W. E.), pp. 171-197.
- JOHANSSON (P. O.), LOFRGREN (K. G.), MALER (K. G.), 1989 — Multiple use, pareto optimality and timber supply, *Scandinavian Forest Economics*, n° 30, pp. 106-125.
- KENNEDY (E. T.), COSTA (R.), SMATHERS (W. M.), 1996 — New directions for Red-Cockaded Woodpecker habitat conservation: economics incentives, *Journal of Forestry*, vol. 94, n° 4, avril, pp. 22-26.
- LAFITTE (J.-J.), 1993 — Sondage d'opinion sur les forêts périurbaines, *Revue Forestière Française*, n° 4, pp. 483-492.
- MAIRE (M.-H.), 1990 — Mesures de protection prises pour la sauvegarde de Grand Tétras dans le Massif Vosgien: essai de chiffrage des incidences économiques et financières directes et indirectes, mémoire de mastère de l'ENGREF, vol. 1, 81 p., ann.

- MANTAU (U.), 1995 — Forest policy and means to support forest outputs, *in: Forest policy analysis – methodological and empirical aspects*, SOLBERG (B.) and PELLI (P.) (eds), EFI Proceedings, n° 2, pp. 131-145.
- MICHEL (M.-F.), 1979 — Forêts, microbes et pollution: le problème épidémiologique, *in: La Forêt et la Ville*, INRA, Orléans, Station de recherches sur la forêt et l'environnement, chap. 4, pp. 79-100
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, 1994 — La gestion durable des forêts françaises, Direction de l'espace rural et de la forêt, avril, 76 p.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, 1995 — Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises, Direction de l'espace rural et de la forêt, avril, 49 p.
- PEYRON (J.-L.), TERREAUX (J.-Ph.), CALVET (PH.), GUO (B.), LE PINE (F.), 1994 — Les principaux critères de gestion des peuplements forestier: analyse critique et comparative, ENGREF, Nancy, document de travail, 27 p.
- SAMUELSON (P. A.), 1976 — Economics of forestry in an evolving society, *Economic Inquiry*, vol. 14, décembre, pp. 466-492.
- STEVENS (T. H.), MORE (T. A.), GLASS (R. J.), 1994 — Interpretation and temporal stability of CV bids for wildlife existence: A panel study, *Land Economics* 70 (3), pp. 355-363.
- TMO OUEST, 1995 — Les français et la forêt, *La forêt privée*, n° 224, pp. 68-76.
- WARING (R. H.), SCHLESINGER (W. H.), 1985 — *Forest Ecosystems*. Academic Press Inc., London Ltd, 340 p.
- WIBE (S.), 1995 — Non Wood Benefits in Forestry: A Survey of Valuation Studies. UN-ECE/FAO Timber and forest discussion papers, United Nations, 70 p.
- WILLIS (K. G.), BENSON (J. F.), 1989 — Recreational values of forests, *Forestry* 62 (2), pp. 93-110.