



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.

Gestion des forêts : rentabilité et durabilité sont-elles opposables ?

Jean-Philippe TERREAUX

Forest management and the opposition between sustainability and rentability

Key-words:
economics, forest, management, sustainability, forest planning, assessment

Summary – The sustainable forestry management, which has been for a long time a reality in most French forests, has some direct impacts on the parameters of sylviculture, and therefore on the results of the management. But instead of calculating, as a consequence, the cost of sustainability, and of using this cost to criticize this concept, or in the contrary, instead of using the arguments set out to define sustainability in order to criticize the economic profitability, we show that both objectives originated in thoroughly logical deductions, but built on different economic hypothesis.

For this purpose, we use a so-called "paradox" as an illustration, which consists to compare the management rules followed by two forest owners, intending to draw regular incomes, and yet proceeding in two different ways.

Gestion des forêts: rentabilité et durabilité sont-elles opposables?

Résumé – La gestion durable des forêts, mise en œuvre de longue date sur une bonne partie des espaces boisés français, et préconisée actuellement par différentes instances internationales, a des impacts directs au niveau des différents paramètres de la sylviculture, par exemple sur l'âge de coupe des arbres, et en conséquence sur les résultats de la gestion.

Contrairement à de nombreux articles sur le sujet, au lieu d'opposer « durabilité » et « efficacité économique », en utilisant les arguments de l'un pour critiquer l'autre, nous montrons, en commentant un soi-disant « paradoxe » utilisé comme illustration, que les deux objectifs procèdent de démarches parfaitement logiques, mais fondées sur des hypothèses différentes. Cela permet d'éclairer le débat actuel, et d'expliquer les différences de gestion constatées d'une forêt à l'autre.

Mots-clés:
économique, forêt, gestion, aménagement forestier, durabilité

* IGREF, INRA, ESR Toulouse, Université des sciences sociales, La Manufacture, Place Anatole France, 31042 Toulouse cedex.

L'auteur remercie vivement Michel Moreaux de l'Université de Toulouse I, ainsi que deux lecteurs anonymes, pour leurs remarques qui ont permis d'améliorer le fond et la forme de ce document.

LA gestion des forêts est sur le plan macro-économique une opération particulièrement complexe puisqu'elles doivent à la fois fournir le bois, qui alimentera toute une filière de transformations et d'utilisations, mais aussi un ensemble d'autres biens et de services fondamentaux pour le bien-être de la société. La tâche est d'autant plus difficile que la lenteur de la croissance des arbres entraîne des spécificités des programmes de gestion : la forêt n'est en effet à proprement parler ni une ressource renouvelable (à court terme), ni bien sûr non renouvelable (ce serait ignorer les investissements que constituent en particulier les opérations de boisement ou de valorisation de la ressource).

Le discours économique tentant de décrire ce qu'est ou pourrait être une «bonne» gestion des forêts a alors logiquement oscillé entre, d'une part, la mise au point de critères de «pure efficacité économique» (sous certaines hypothèses, il s'agit de maximiser la valeur actualisée du bénéfice net issu de l'exploitation et du renouvellement de la ressource, sous différentes contraintes), ce qui, dans certains cas, n'exclut pas l'épuisement de la ressource, et, d'autre part, la mise en œuvre de schémas de gestion permettant d'obtenir une «durabilité» ou «soutenabilité» (ou encore un «développement durable») de la valeur de la production, des aménités et externalités, ce qui n'implique pas nécessairement une bonne rentabilisation des investissements en forêt. Cette dualité n'est d'ailleurs pas spécifique aux forêts ; mais c'est peut-être dans le domaine forestier qu'elle a les conséquences les plus grandes, à cause de l'incidence que le choix d'un objectif de gestion peut avoir sur l'âge de coupe des arbres, la sylviculture, le choix des essences, et finalement les résultats économiques. Naturellement il y eut de nombreuses tentatives visant à concilier ces deux approches. C'est le cas du critère de Duerr, que nous présenterons ultérieurement, mais nous verrons les limites de telles tentatives.

Dans ce débat, les instances internationales semblent avoir tranché. Un des principes de la Déclaration de Rio sur l'environnement (Nations Unies, 1992, principe n° 3) précise : «*Le droit au développement doit être réalisé de façon à satisfaire équitablement les besoins relatifs au développement et à l'environnement des générations présentes et futures*». Un an après, en juin 1993, la Conférence européenne d'Helsinki prend une résolution sur les principes généraux de la gestion durable des forêts (voir Guérin, 1994, et Barthod, 1995). Cette dernière est alors définie comme «*la gérance et l'utilisation des forêts et des terrains boisés, d'une manière et à une intensité telles qu'elles maintiennent leur productivité (...) et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour le futur, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes, aux niveau local, national et mondial (...)*».

Au niveau national, ces principes étaient déjà appliqués de longue date dans les forêts publiques françaises, qui sont actuellement gérées par l'Office national des forêts. Le Manuel d'Aménagement de l'ONF

(cf. 3^e édition, 1989) préconise ainsi d'atteindre « l'état idéal » en déterminant la surface à régénérer à chaque période comme proportionnelle à la durée de la période divisée par l'âge optimal d'exploitabilité de l'*« essence principale objectif »*. Or la définition donnée dans le même ouvrage de cet âge est que « *l'âge optimum d'exploitabilité d'une essence, dans des conditions stationnelles définies, est l'âge auquel on devrait exploiter les bois les plus âgés pour remplir au mieux les objectifs assignés par l'aménagement* ». Nous montrerons ainsi, dans ce qui suit, que cette définition est exclusive de toute autre, et, en particulier, des objectifs de rentabilité financière.

Il ne s'agit pas ici de déterminer quel est le meilleur critère, ni de verser dans une critique de l'un ou de l'autre, mais simplement de montrer que chacun procède d'une démarche qui lui est propre. Prenons par exemple l'article de Hirshleifer (1974) critiquant violemment la recherche de récoltes soutenables, ou les papiers plus récents de Oderwald et Duerr (1990) et de Hultkrantz (1991), comparant les âges auxquels doivent être coupés les arbres dans le cas d'une gestion selon le critère de Faustmann, et dans le cas de la recherche de récoltes constantes. Ces auteurs ont en fait comparé des règles de coupe dans le cadre d'hypothèses qui ne leur sont pas communes. A chaque jeu d'hypothèses correspond un optimum, et il ne nous semble pas opportun de juger de la solution obtenue dans un jeu d'hypothèses, avec des critères faisant appel à un autre jeu. Sinon on aboutit rapidement soit à des incompréhensions entre gestionnaires de forêts, soit à des « paradoxes » tels que celui que nous présentons dans les sections suivantes.

LES PRINCIPAUX CRITÈRES DE GESTION FORESTIÈRE

Nous n'avons pas la prétention ici de présenter exhaustivement et dans tous leurs détails les critères de gestion qui ont pu être proposés aux gestionnaires de forêt. Le lecteur intéressé pourra se référer par exemple à Peyron *et al.* (1995), qui donnent également de nombreux éclairages historiques. Nous excluons ainsi les critères consistant à maximiser un taux interne de rentabilité, ou ses dérivés, que tout gestionnaire sait inutiles et dangereux, au sens où ils peuvent conduire (et conduisent généralement) à de mauvaises décisions.

L'essentiel de la littérature est en fait fondé sur deux critères : celui de Faustmann (rentabilité), et celui de Hartig (durabilité)⁽¹⁾. Le critère de Duerr, qui recherche l'optimum d'un rendement soutenu, tout en tenant compte des capitaux immobilisés, a pu sembler être un bon intermédiaire entre ces deux derniers. Nous montrons dans ce qui suit qu'il conduit aux mêmes décisions que le critère de Faustmann.

⁽¹⁾ Selon certains auteurs, le critère présenté par Hartig avait été antérieurement mis en évidence par Duhamel du Monceau, en 1764.

Pour simplifier l'exposé, nous ne présentons pas non plus les outils de gestion qui sont un prolongement de ces trois derniers critères, comme celui proposé par Hartman (1976) qui introduit les aménités dans le critère de Faustmann. Cela ne préjuge en rien de leur valeur.

Le critère de Faustmann (1849)

Ce critère repose sur les hypothèses suivantes :

- absence de risques (tout au moins, on n'en tient pas compte),
- marché financier parfait (on peut emprunter ou placer des sommes en quantités illimitées à un même taux),
- le gestionnaire cherche à retirer le revenu maximum de son investissement.

On montre alors (Frayssé *et al.*, 1990) que dans ce cadre, le critère à utiliser est la maximisation du revenu actualisé sur un horizon infini. Le critère de Faustmann a une propriété fondamentale, qui est d'être temporellement «consistant». C'est-à-dire que la sylviculture optimale (au sens de ce critère) peut être recalculée à n'importe quel instant : elle reste la même (par exemple, on obtient le même âge de coupe des arbres, qu'on le calcule à leur plantation ou quelques années avant leur récolte, toutes choses égales par ailleurs). En particulier, la gestion et la sylviculture est indépendante de l'histoire de la parcelle, et n'est définie qu'en fonction de l'état présent de cette dernière. Cette propriété est due à ce que le critère de Faustmann est en fait la solution d'un problème d'optimisation dynamique implicite, et le principe de Pontriaguine (1974) assure que chaque segment de la trajectoire optimale est lui-même optimal.

Commentaire sur les hypothèses. L'absence de risques n'est certes pas justifiée dans le cas d'investissements forestiers ; ces derniers sont soumis, d'une part, à des risques de nature économique (fluctuation du prix des travaux forestiers, des cours des bois, de la fiscalité ...) et, d'autre part, à des risques sylvicoles, comme les tempêtes qui peuvent annihiler en un instant des investissements de plusieurs décennies, ou les pathologies qui peuvent diminuer la croissance des peuplements pendant une ou plusieurs années. Cette hypothèse est donc plus une simplification pour un premier calcul, les risques pouvant être judicieusement introduits par la suite, sans changer fondamentalement la nature des concepts introduits. Il en est de même du fait que le gestionnaire cherche à retirer le maximum de revenu de son investissement : il serait possible d'introduire les différentes aménités ou externalités, si ces dernières étaient quantifiées.

Seule est plus discutable l'hypothèse d'un marché financier parfait. Car les marchés n'ont pas cette qualité dans la réalité. Toutefois on remarquera qu'une grande part des propriétaires forestiers ont un solde an-

nuel de trésorerie soit en permanence positif (par exemple de nombreux propriétaires privés), soit en permanence négatif (en particulier certaines communes). Le projet considéré dans les calculs d'investissement se fera donc à un coût marginal du capital relativement constant. On notera que ce coût du capital doit être considéré hors inflation. Les fluctuations résiduelles des taux réels, constatées d'une année à l'autre, peuvent faire partie des risques généraux encourus par l'investissement. Sauf dans le cas exceptionnel où l'on serait capable de les anticiper, on se ramène donc en fait à la première des hypothèses qui conduit à ne pas prendre en compte ces fluctuations aléatoires. Sur cette hypothèse de perfection du marché financier, on se reportera pour plus de précision, à Morel et Terreaux (1995), et pour le choix du taux d'actualisation à Terreaux (1995).

Le critère de Hartig (1796)

Il s'agit de maximiser le volume de bois, ou éventuellement le revenu, retiré chaque année de la forêt, et que l'on suppose constant d'une année à l'autre (la formulation mathématique est donnée dans la section suivante). Ce critère suppose donc que l'on ait atteint un régime stationnaire (le problème qui consiste à déterminer comment atteindre ce régime de manière « optimale » reste donc entier), et que l'on y reste. Ce dernier point est lui aussi problématique. D'abord, il suppose implicitement qu'il n'y ait pas d'aléa venant perturber l'aménagement. On retrouve donc ici une des hypothèses du critère de Faustmann, mais avec une différence essentielle.

Le critère de Hartig est en fait la solution d'un problème d'optimisation statique: il y a une seule valeur pour la variable de commande (par exemple la surface récoltée annuellement). Ce qui signifie que cette valeur devra être en principe maintenue, quelles que soient les conditions rencontrées dans le futur (et en particulier, même si les travaux programmés et la réalisation de risques ont conduit à une modification de l'état de la forêt). La solution de Hartig est donc temporellement consistante, uniquement si elle est maintenue dans le futur quel qu'en soit le coût. Elle ne l'est plus si l'on modifie l'objectif ou si l'on introduit des contraintes qui soient en contradiction avec les hypothèses sous-jacentes à l'emploi de ce critère. Ainsi, McQuillan (1986) a mis en évidence expérimentalement que l'on ne pouvait chercher à récolter chaque année une surface de forêt identique, sous contrainte de revenus non décroissants.

Le critère de Duerr (1960)

L'idée de ce critère est assez simple dans son principe. Supposons que l'on cherche à tirer de la gestion forestière des revenus réguliers. La forêt

va constituer alors un certain capital, qui sera immobilisé; ce capital aura un coût d'opportunité. L'idée est alors de maximiser ces revenus, moins le coût d'opportunité du capital immobilisé.

Ce critère, proposé par Duerr en 1960, peut conduire à une solution différente du critère de Faustmann (voir Oderwald et Duerr, 1990, qui concluent à une différence sensible de l'âge de coupe optimal), mais uniquement lorsque ce coût d'opportunité est mal estimé. Si la définition du revenu annuel en fonction de la sylviculture choisie (en l'occurrence l'âge de coupe des arbres) ne pose pas problème, il n'en est pas de même de l'évaluation du capital immobilisé. Ce dernier se divise en deux parts: celle correspondant à la valeur du seul terrain forestier, et celle correspondant aux arbres.

Ainsi, dans leur article de 1990, Oderwald et Duerr ne tiennent compte, dans le calcul de cette dernière part, que de la seule valeur commerciale des arbres ayant atteint un diamètre suffisant pour avoir une valeur sur le marché des bois. Et comme le remarque Chang (1990), il faut calculer en fait la valeur de tous les arbres, même celle de ceux qui viennent juste d'être plantés ou semés. Comment le faire? La valeur de marché de ces arbres, qui ne sont donc pas arrivés à maturité, est déterminée par l'anticipation des revenus qu'ils seront capables de produire lorsqu'ils auront atteint l'âge de coupe. C'est donc leur valeur de récolte, actualisée au moment où est fait le calcul (on suppose ici qu'il n'y aura pas d'autres frais de sylviculture ou de gestion, pour simplifier l'exposé). C'est à ce prix que l'on pourrait trouver un acheteur sur un (hypothétique) marché à terme. Ces arbres, dès la première année de plantation, auront donc une valeur non nulle, même s'ils représentent un volume de bois nul. De plus, si l'on évalue correctement, c'est-à-dire à sa vraie valeur de marché, le prix des terres forestières, l'optimum de Duerr correspond à celui de Faustmann, comme l'a d'ailleurs retrouvé numériquement Chang (1990), et comme on peut aisément le montrer analytiquement. Il n'y a donc pas lieu de distinguer ici un nouveau critère.

LE « PARADOXE » DE LA RECHERCHE DE RÉCOLTES CONSTANTES

Revenons alors aux deux critères, dits de rentabilité et de durabilité. Supposons que deux personnes A et B héritent chacune d'un domaine non boisé de surface S suffisamment grande, et pour des raisons de simplification, supposée rester la même à l'avenir. Ils décident de le boisier et de se consacrer à la sylviculture de manière à ce que les ventes de bois leur procurent un revenu régulier, identique d'une année à l'autre, mais le plus grand possible, une fois le régime permanent atteint. Cette

contrainte de régularité, courante dans la définition des plans d'aménagement forestier, correspond bien à la notion de récolte durable que nous avons exposée précédemment.

Nous ne tenons compte ici que des régimes permanents obtenus (nous reviendrons par la suite sur les modalités d'atteinte d'un tel régime). Le terme « paradoxe » est à prendre au sens où l'on met en évidence une apparente contradiction entre les objectifs poursuivis et les situations atteintes.

Convenons des notations suivantes :

t est le temps (continu),

r_t est le produit de la récolte d'une unité de surface portant des arbres d'âge t (on suppose que pour la partie de la courbe qui nous intéresse $r'_t > 0$ et $r''_t < 0$),

i est le taux d'actualisation,

S est la surface du domaine.

Pour simplifier au maximum les notations et notre exposé, on ne tient pas compte des différents risques encourus par les investissements en forêt. Il n'y a pas de coût de plantation, de sylviculture ni d'entretien, ni d'autres recettes que celles issues de la récolte de régénération de la parcelle. La fonction r_t est supposée ne pas évoluer dans le futur.

Afin de donner le maximum de valeur à son domaine, A va chercher en régime permanent à maximiser la valeur du sol, qui est le facteur limitant. Il utilise donc le critère de Faustmann pour calculer l'âge auquel il va couper les arbres. Il maximise la chronique de recettes obtenues à partir de chaque unité de surface :

$$\max_t [r_t (e^{-it} + e^{-2it} + \dots)] = \max_t [r_t \cdot \frac{1}{e^{it} - 1}]$$

de solution t_A^* .

En régime stationnaire, il aura donc divisé la surface S en t_A^* parties égales et récoltera $\frac{S}{t_A^*} \cdot r_{t_A^*}$ chaque unité de temps (en général égale à une année, valeur conservée dans la suite de cet article). La valeur de son domaine peut alors être calculée comme la somme actualisée de cette chronique constante de recettes, soit :

$$\frac{S}{t_A^*} \cdot r_{t_A^*} \cdot \int_0^\infty e^{-it} dt = \frac{S \cdot r_{t_A^*}}{i \cdot t_A^*}$$

B va procéder autrement : il sait que la surface S dont il dispose sera divisée en t_B^* (son âge de coupe optimal) parties égales et ainsi qu'à chaque année il va récolter :

$$\frac{S \cdot r_{t_B^*}}{t_B^*}$$

De manière à obtenir chaque année le revenu le plus grand possible, t_B^* est alors solution de :

$$\text{Max}_t \left[\frac{S \cdot r_t}{i \cdot t} \right] \quad \text{ou de} \quad \text{Max}_t \left[\frac{r_t}{t} \right] \quad (1)$$

Les deux solutions t_B^* et t_A^* sont manifestement différentes, et on peut même montrer que $t_B^* > t_A^*$ (voir en annexe).

Or A aura donné le maximum de valeur à sa forêt tout en ayant un revenu régulier d'année en année. La solution de B paraît donc (et c'est ici que réside le « paradoxe ») dominée par celle de A, puisqu'elle ne présente pas d'avantage au niveau de la régularité des recettes (dans les deux cas les revenus sont constants d'une année à l'autre) et qu'en plus A maximise la valeur procurée par chaque m^2 de son domaine. Pourtant B semble poser correctement le problème auquel il fait face.

COMMENTAIRES SUR CE « PARADOXE »

Evaluation des deux forêts

Pour A, la forêt procure chaque année un revenu identique et elle a pour valeur :

$$\frac{S \cdot r_{t_A^*}}{i \cdot t_A^*}$$

Pour B elle se calcule de même :

$$\frac{S \cdot r_{t_B^*}}{i \cdot t_B^*}$$

Or, $t_B^* > t_A^*$ entraîne que $r_{t_B^*} > r_{t_A^*}$, car $r'_t > 0$; mais on a aussi $\frac{r_{t_B^*}}{t_B^*} > \frac{r_{t_A^*}}{t_A^*}$, d'après la définition de t_B^* (voir équation 1).

Cela signifie que le revenu par unité de surface (par m^2) récoltée est plus grand pour B que pour A (d'après la définition de r_t et puisque $r_{t_B^*} > r_{t_A^*}$). En revanche la surface récoltée chaque année est plus grande

pour A que pour B (car $S/t_A^* > S/t_B^*$). Mais au total, B aura un revenu annuel plus important.

Remarquons que le critère de Faustmann suppose que le marché financier soit parfait, que l'on ne tienne compte que des revenus financiers et pas des aménités ou des externalités. Dans ce cadre, la solution de A est optimale. Mais sous cette hypothèse, il est inutile de rechercher une stationnarité des récoltes, puisqu'en agissant sur le marché financier, à partir de recettes irrégulières, il est possible d'obtenir un revenu constant (et plus grand que celui obtenu en gérant la forêt de sorte qu'elle même fournit des recettes régulières). La recherche de revenus, issus de la seule gestion forestière (c'est-à-dire sans tenir compte des actions possibles sur le marché financier), qui soient constants n'a donc pas d'intérêt ici. La différence de revenus obtenus entre B et A correspond au poids de la contrainte régularité qui vient entraver la production forestière, contrainte mesurée en considérant le marché financier parfait.

Enfin, supposons que B soit réellement gestionnaire d'une forêt équilibrée. Alors, par exemple au moment de la détermination de l'essence de reboisement, il ne peut recalculer avec le critère de Faustmann, en fonction des hypothèses sur les essences, l'âge auquel il devra récolter ses arbres, sinon il trouverait un âge égal à t_A^* et non pas t_B^* ⁽¹⁾. Cela signifie que B ne peut considérer la forêt qu'il gère comme étant la somme de parcelles, chacune gérée à l'optimum. L'aménagement de la forêt de B rend étroitement dépendants les paramètres de la sylviculture d'une parcelle aux décisions prises pour les autres parcelles. L'ensemble des contraintes que l'on s'impose doit être précisément et correctement spécifié.

La contrainte de régularité ne peut donc être levée sans modifier les paramètres de la sylviculture. Si cette forêt est gérée successivement par des agents B1, B2, ... suite par exemple à des héritages, ou à des changements de gestionnaire pour les forêts publiques, alors cette contrainte de régularité doit être conservée lors de la réactualisation des plans d'aménagement.

⁽¹⁾ En effet, la surface dont il dispose, au moment de la régénération d'une parcelle, est fixe et égale à S/t_B . Alors il s'agit de résoudre non pas :

$$\max_t \left(\frac{S \cdot r_t}{i \cdot t} \right), \text{ de solution } t_B^*,$$

mais :

$$\max_t \left(\frac{S \cdot r_t}{i \cdot t_B} \cdot \frac{1}{e^{i \cdot t} - 1} \right) \equiv \max_t \left(\frac{r_t}{e^{i \cdot t} - 1} \right) \text{ de solution } t_A^*.$$

Coût de constitution d'une forêt équilibrée

Coût de constitution d'une forêt équilibrée à l'âge t_B^*

Supposons qu'une entreprise achète des terrains nus et y plante des arbres de manière à revendre à terme une forêt équilibrée à un acheteur qui souhaite ce type de forêt, c'est-à-dire à un investisseur du type B.

Le coût de construction de cette forêt est le coût d'opportunité des terres et des capitaux, c'est-à-dire qu'il doit être calculé avec la méthode de Faustmann. En revanche, la forêt équilibrée sera évaluée par B avec ses propres critères.

Le coût de construction est par conséquent calculé ainsi, au moment de la revente à B :

$$\begin{aligned} & r_{t_A^*} \cdot \left(\frac{1}{e^{i \cdot t_A^*} - 1} \right) \cdot (1 + e^i + \dots + e^{i \cdot (t_B^* - 1)}) \cdot \frac{S}{t_B^*} \\ &= r_{t_A^*} \cdot \left(\frac{1}{e^{i \cdot t_A^*} - 1} \right) \cdot \left(\frac{e^{i \cdot t_B^*} - 1}{e^i - 1} \right) \cdot \frac{S}{t_B^*} \end{aligned}$$

que l'on nommera P_E (prix de l'entreprise).

Le prix P_B auquel B est prêt à acheter cette forêt est :

$$P_B = \frac{S}{t_B^*} \cdot \frac{r_{t_B^*}}{i}$$

Comparons alors P_E et P_B :

$$\frac{P_E}{P_B} = \frac{r_{t_A^*} \cdot \left(\frac{1}{e^{i \cdot t_A^*} - 1} \right) \cdot \left(\frac{e^{i \cdot t_B^*} - 1}{e^i - 1} \right) \frac{S}{t_B^*}}{\frac{S}{t_B^*} \cdot \frac{r_{t_B^*}}{i}} = \left[\frac{\frac{r_{t_A^*}}{e^{i \cdot t_A^*} - 1}}{\frac{r_{t_B^*}}{e^{i \cdot t_B^*} - 1}} \right] \frac{i}{e^i - 1}$$

Or l'expression entre crochets est supérieure à 1, par définition de t_A^* . Le terme de droite qui multiplie le crochet est plus petit que 1, mais numériquement il en est très voisin ; pour i petit, une approximation de cette expression au premier ordre est $1 - i/2$, i étant le taux d'actualisation, de l'ordre de quelques unités pour cent.

Au total, on peut donc s'attendre à ce que $P_E > P_B$: le prix de vente de cette forêt équilibrée sera supérieur à son prix d'usage. Une telle forêt revient plus cher à constituer que la valeur d'usage qu'en retire un gestionnaire du type B. En effet les terres sont achetées à une valeur représentant le revenu maximal qu'elles peuvent produire, alors qu'ensuite

elles ne sont pas exploitées à cet optimum, puisqu'elles sont gérées sous contrainte de régularité des revenus.

*Coût de constitution d'une forêt équilibrée à l'âge t_A^**

On remarque aussi qu'acheter t_A^* parcelles forestières d'âges tous différents sur un marché que l'on suppose exister pour construire une forêt équilibrée, avec des arbres récoltés à l'âge t_A^* , permettrait de ne pas avoir à consentir ce type de perte, mais inversement ne résoudrait pas le problème de maximisation de la recette annuelle, car en récoltant plus tard les arbres (à l'âge t_B^*) et sur des surfaces plus petites (t_B^*/t_A^* fois plus petites) on aurait un revenu annuel plus élevé.

CONCLUSION

Les problèmes de A et B reposent sur des hypothèses différentes et/ou correspondent à des objectifs différents. Pour A le marché financier est parfait, et on ne tient compte que des aspects économiques. Donc, ce qui va être important c'est de donner le maximum de valeur à chaque m^2 de la forêt. Si A a des besoins de consommation réguliers, et des revenus irréguliers, alors il lissera ces derniers à partir du marché financier. En revanche B ne suppose pas que le marché financier soit parfait, et cherche à obtenir directement de sa forêt des revenus constants et maximaux. Cela peut correspondre aussi à la prise en compte d'aménités ou d'externalités à cette production de bois. Alors, pour B, la gestion de A ne sera pas optimale, et réciproquement.

Une forêt équilibrée ne sera pas constituée de la même façon pour A que pour B. Les échanges entre A et B ne se feront que dans un sens. La constitution par une entreprise travaillant sous les hypothèses de A, d'une forêt équilibrée selon B, pour la vendre à B n'est pas possible, car le coût de constitution de cette forêt serait plus élevé que les revenus qu'en tireraient B. Mais inversement la vente par B de sa forêt équilibrée à un agent A est réalisable, car A évalue la forêt de B au prix P_E . Cela tient au fait que A retirera de chaque m^2 de la forêt de B un revenu plus grand que celui qu'en retirait B.

On retiendra donc qu'il faut être particulièrement prudent dans l'emploi d'un critère de gestion, et qu'il est nécessaire, en préalable à tout calcul, de bien spécifier le cadre dans lequel on travaille. L'exemple donné a permis en particulier de montrer l'incidence très concrète de directives générales de gestion («gestion durable») sur les paramètres de la sylviculture, en l'occurrence l'âge de coupe des arbres. On comprend mieux ainsi les différences constatées d'une forêt à l'autre.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOD (C.), 1995 — Le nouveau contexte des politiques forestières : le débat international sur la gestion durable, *Cahiers de la DERF*, ministère de l'Agriculture, 16 p.
- CHANG (S. J.), 1990 — Comment II on König-Faustmannism : a critique, *Forest Science*, 36, 1, pp. 177-179.
- CHARLES (A. T.), 1994 — Towards sustainability: the fishery experience, *Ecological Economics*, 11, pp. 201-211.
- FAUSTMANN (M.), 1849 — Berechnung des Wertes Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen, *Allgemeine Forst und Jagd-Zeitung*, 25, pp. 441-455.
- FRAYSSE (J.), MOREAUX (M.), TERRAUX (J.-P.), 1990 — Actualisation et gestion forestière, *Cahiers d'Économie et Sociologie Rurales*, n° 15/16, pp. 112-125.
- GUERIN (J.-C.), 1994 — Perspectives d'évolution de la sylviculture et de l'aménagement forestier dans les forêts françaises, *Bulletin du Conseil Général du GREF*, 38, pp. 33-50.
- HARMAN (R.), 1976 — The harvesting decision when a standing forest has value, *Economic Inquiry*, 14, pp. 52-58.
- HARTIG (G. L.), 1796 — *Anweisung zur Holzzucht für Förster*, Margburg (traduction française: BAUDRILLART, 1805, *Instruction sur la culture des bois à l'usage des forestiers*, Paris, 172 p.).
- HIRSHLEIFER (J.), DOWNS (A.), et al., 1974 — Sustained yield versus capital theory, in: *The Economics of Sustained Yield Forestry*, University of Washington, Seattle, 10 p.
- HULTKRANTZ (L.), 1991 — A note on the optimal rotation period in a synchronized normal forest, *Forest Science*, 37-4, pp. 1201-1206.
- McQUILLAN (A. G.), 1986 — The declining even-flow effect - non sequitur of national forest planning, *Forest Science*, 32-4, pp. 960-972.
- MOREL (M.), TERREAUX (J.-P.), 1995 — L'estimation de la valeur des forêts à travers un exemple: entre simplification abusive et complexité du réel, *Revue Forestière Française*, 47, 2, pp. 151-161.
- NATIONS UNIES, 1992 — *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement*. Déclaration de principes relatifs aux forêts, Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, 256 p.

- ODERWALD (R.G.), DUERR (W.A.), 1990 — König-Faustmannism : a critique, *Forest Science*, 36,1, pp. 169-174.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 1989 — *Manuel d'aménagement*, 3^e édition, Paris, ONF, 151 p.
- PEYRON (J.-L.), TERREAUX (J.-P.), CALVET (P.), GUO (B.), LEPINE (F.), 1995 — Les principaux critères de gestion des peuplements forestiers: analyse critique et comparative, WP, ENGREF - Nancy, 31 p.
- PONTRIAGUINE (L.), BOLTANSKI, (V.), GAMKRELIDZE (R.), MITCHENKO (E.), 1974 — *Théorie mathématique des processus optimaux*, Moscou, Ed. MIR, 317 p.
- TERREAUX (J.-P.), 1995 — Gestion et évaluation des forêts : éléments pour le choix d'un taux d'actualisation, séminaire du groupe de recherche en Economie des Produits Forestiers, « Monnaie, finance et filière forêt-bois-papier », Bordeaux, 29 Juin 1995, pp. 27-49.

ANNEXE

 Comparaison de t_B^* et de t_A^*

Soit la fonction f de \mathfrak{N} dans \mathfrak{N} , définie par $f(x) = 1 - e^{-x} - x$.

Alors $f'(x) = e^{-x} - 1$, et $f'(x) > 0 \Leftrightarrow x < 0$; de plus $f(0) = 0$; d'où $f(x) \leq 0$, $\forall x \in \mathbb{R}$.

On en déduit que $\forall t \in \mathfrak{N}^*$, $1 - e^{-it} < it$, d'où

$$\frac{1}{t} < \frac{ie^{it}}{e^{it} - 1}$$

Or la condition du premier ordre pour déterminer t_A^* se calcule ainsi: t_A^* est solution de:

$$\underset{t}{\operatorname{Max}} \, r_t \left(\frac{1}{e^{it} - 1} \right) \text{ d'où } \frac{r'_t}{r_t} = \frac{ie^{it}}{e^{it} - 1}$$

De plus t_B^* est solution de $\underset{t}{\operatorname{Max}} \left(\frac{r_t}{ti} \right)$, d'où la condition du premier ordre déterminant t_B^* :

$$\frac{r'_t}{r_t} = \frac{1}{t};$$

or $r_t'' < 0$ et $r'_t > 0$ d'où $\frac{r'_t}{r_t}$ décroissante en t ,

donc $\frac{1}{t} < \frac{ie^{it}}{e^{it} - 1}$ entraîne que $t_B^* > t_A^*$.