



**HAL**  
open science

## Évaluation économique de pratiques favorables à la biodiversité saproxylique : intérêts et limites

H. Chevalier, Marion Gosselin, Sandrine Costa, Yoan Paillet, M. Bruciamacchie

### ► To cite this version:

H. Chevalier, Marion Gosselin, Sandrine Costa, Yoan Paillet, M. Bruciamacchie. Évaluation économique de pratiques favorables à la biodiversité saproxylique : intérêts et limites. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2009, 25-26, pp.38- 44. hal-00478473

**HAL Id: hal-00478473**

**<https://hal.science/hal-00478473>**

Submitted on 30 Apr 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Évaluation économique de pratiques favorables à la biodiversité saproxylique : intérêts et limites

**D**ans les réflexions entre propriétaires, gestionnaires, naturalistes, scientifiques et décideurs politiques, la mise en œuvre de pratiques en faveur de la biodiversité (PFB) se heurte à plusieurs interrogations récurrentes :

- d'ordre pratique : que faire, où et comment le faire ? Et comment s'adapter à l'évolution des connaissances, qui peut remettre en cause des pratiques passées ou inciter à tester plusieurs pratiques différentes pour un même objectif ?
- d'ordre économique : pourquoi le faire (c'est la question de l'utilité, au sens économique du terme) et comment évaluer les répercussions économiques des PFB sur le bilan financier d'un itinéraire sylvicole ? Autrement dit, quels en sont les coûts – répercussions, positives ou négatives, sur le bilan financier – et sont-ils acceptables par rapport aux avantages que l'on retire de ces pratiques ?
- d'ordre social : la mise en œuvre des PFB dépend des motivations, des freins ou des incompréhensions qui résultent des représentations que chacun se fait de la biodiversité.

Le présent article traite uniquement des aspects économiques. Il faut cependant garder à l'esprit que la prise en compte effective de la biodiversité dans la gestion forestière nécessite de considérer aussi les questions pratiques et sociales. Le calcul économique classique, par la méthode coûts-avantages, permet de répondre en partie aux questions d'ordre économique formulées ci-dessus. Il consiste à comparer, sur la totalité d'un cycle sylvicole, le bilan des coûts et bénéfices de deux itinéraires, l'un intégrant une pratique en faveur de la biodiversité et l'autre non (itinéraire de référence).

Après avoir présenté les fondements du calcul économique, la méthode coûts-avantages et les principales méthodes qui en découlent, nous détaillerons des exemples de pratiques en faveur de la diversité des organismes saproxyliques : le maintien d'îlots de vieux bois et le maintien de rémanents d'exploitation, en chênaie sessiliflore de plaine (Chevalier, 2008).

## Les fondements du calcul économique et de la méthode coûts-avantages

Par comparaison avec l'itinéraire sylvicole de référence, les itinéraires qui intègrent des PFB sont susceptibles de différer ou d'avancer certaines recettes et dépenses, de ne pas réaliser certaines recettes ou dépenses, ou d'engendrer des recettes ou des dépenses supplémentaires. Pour estimer le coût d'une PFB, il faut donc connaître l'ensemble des dépenses et recettes sur le cycle sylvicole, ainsi que les conséquences attendues de cette pratique sur les dépenses et les recettes futures.

Par exemple, la pratique des îlots de vieillissement en chênaie de plaine conduira vraisemblablement à des volumes accrus de très gros bois, avec des conséquences positives sur les prix de vente. De même, si l'on évalue la pratique de maintien de rémanents d'exploitation en la comparant à une exportation des rémanents pour valorisation en bois-énergie, il faut prendre en compte la baisse de fertilité des sols liée à l'exportation des éléments minéraux, avec ses conséquences à moyen ou long terme :

## résumé

### Quelles sont les répercussions des pratiques en faveur de la biodiversité sur le bilan financier du propriétaire ?

Le calcul économique classique, par la méthode coûts-avantages, permet de répondre en partie à ces questions. Cette méthode consiste à comparer, sur la totalité d'un cycle sylvicole, le bilan des coûts et

avantages d'un itinéraire intégrant une pratique en faveur de la biodiversité à celui d'un itinéraire de référence, dépourvu de cette pratique. Nous appliquerons la méthode à deux cas d'étude liés au bois mort : les îlots de vieillissement et le maintien de rémanents d'exploitation dans les parcelles.

Pour que deux itinéraires soient comparables, leurs coûts et avantages doivent être comparés sur une durée et dans des unités

communes. Le principe de l'actualisation et le calcul en séquence infinie permettent de ramener dans une même unité et à une même année de référence toutes les dépenses et recettes, quelle que soit leur date d'échéance. En revanche, il n'est pas possible de traduire tous les coûts et avantages en valeurs monétaires : c'est là l'une des limites du calcul, qui s'ajoute au fait que le choix du taux d'actualisation n'est pas toujours simple.

- une production plus faible et un allongement de l'itinéraire sylvicole suscitent des recettes moindres pour une immobilisation du fonds plus longue ;
  - des apports compensatoires d'éléments minéraux entraînent des dépenses supplémentaires.
- L'évaluation intègre l'ensemble du capital : à la fois la valeur du peuplement final sur pied et la valeur du fonds (sol nu et capacités de régénération).

Concrètement, les modalités de calcul diffèrent selon les pratiques envisagées. Pour certaines pratiques, on renonce à la fois au fonds forestier et à toute recette sur le peuplement. C'est le cas des réserves biologiques intégrales. Pour d'autres, comme les îlots de vieillissement de chêne, des recettes sont simplement différées dans le temps (en hêtre ou résineux, il y aura souvent perte de valeur). Ces deux cas ont en commun les principes de l'actualisation et de la comparaison des coûts et avantages sur une même durée. Pour faciliter la lecture, toutes les formules de calcul ont été regroupées dans l'encadré 1.

### Principe de l'actualisation : un « tiens » vaut mieux que deux « tu l'auras »

L'évaluation par la méthode coûts-avantages prend en compte toutes les dépenses et recettes, immédiates et futures. **Pour comparer des coûts et recettes qui interviennent à des échéances différentes, il faut les actualiser** (formule 1), c'est-à-dire **les ramener à leur valeur monétaire d'une année de référence**.

L'actualisation repose sur le principe de préférence pour le présent, selon lequel les gens accordent plus de valeur à un euro perçu aujourd'hui qu'à un euro perçu dans une ou plusieurs années. Ainsi, pour qu'il soit économiquement intéressant de différer une recette, le bénéfice futur doit être plus grand que le bénéfice actuel. De même, si l'on place une somme d'argent à la banque au lieu de la dépenser, il faut que l'on récupère dans le futur un peu plus que cette somme. Sinon, le placement n'est pas inté-

ressant. Cela traduit le fait que l'on préfère disposer d'une somme (ou d'un bien) le plus tôt possible.

- Le taux d'actualisation dépend
- du propriétaire : celui qui conçoit sa forêt avant tout comme un patrimoine familial à transmettre peut avoir une préférence pour le présent moins élevée qu'un autre dont la forêt est source principale de revenus (encadré 2) ;
  - du marché financier : il peut inciter le propriétaire à avancer ou différer une récolte en fonction du cours du bois ;
  - de l'échéance du projet et de l'incertitude sur l'avenir : à croissance économique constante, plus l'horizon considéré est lointain, moins on consent d'effort à renoncer aux revenus présents : c'est l'effet richesse. À l'inverse, plus l'avenir est incertain, plus on consent à faire des efforts dans le présent : c'est l'effet précaution, qui nous incite par exemple à préserver la diversité génétique des peuplements ou les mélanges d'essences face à l'incertitude quant aux réactions des écosystèmes forestiers aux changements climatiques en cours. Dans les projets de long terme, l'effet précaution vient contrebalancer l'effet richesse et conduit à faire décroître le taux d'actualisation dans le temps.

### Le bénéfice actualisé : critère de base des méthodes coûts-avantages

Le principe de la méthode coûts-avantages est de comparer des projets à l'aide de leur bénéfice actualisé (BA). Il s'agit de la somme des dépenses et des recettes actualisées par rapport à une année de référence (généralement l'année 0) sur toute la durée du projet (formule 2).

Le BA permet d'évaluer un projet seul, ou de comparer deux projets de même durée. Lorsque l'on choisit de réaliser un projet moins rentable, au lieu d'un autre plus rentable, on subit un coût égal à la différence des BA des deux projets.

#### 1 - Formules de calcul

**Formule 1 : Principe de l'actualisation de la valeur monétaire :**  $V_{actuelle} = \frac{V_{future}}{(1+r)^a}$

$a$  est l'année à laquelle intervient la dépense ou la recette et  $r$  est le taux d'actualisation

**Formule 2 : Bénéfice actualisé :**  $BA = \sum_{i=0}^n \frac{R_i - D_i}{(1+r)^i}$

$R_i$  désigne les recettes de l'année  $i$ , et  $D_i$  les coûts de l'année  $i$

**Formule 3 : Bénéfice actualisé en séquence infinie (ou critère de Faustmann)**

$$BASI = \sum_{i=0}^n \underbrace{\frac{R_i - D_i}{(1+r)^i}}_{BA} \times \underbrace{\frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}}_{\text{Facteur de répétition à l'infini}}$$

**Formule 4 : Annuité constante équivalente :**  $ACE = r \times BASI$

**Formule 5 : Coût de la mise en réserve (renoncement à l'exploitation)** d'un peuplement d'âge  $a$

$$\text{Coût}_{sénescence} = \text{Valeur en bloc}_a + \frac{c}{r}$$

$c$  représente la somme des frais qui continuent à être payés après la création de l'îlot (impôts fonciers par exemple)

**Formule 6 : Valeur en bloc à l'âge  $a$**

$$\text{Valeur en bloc}_a = \frac{\sum_{i=a}^n (R_i - D_i) \times (1+r)^{n+a-i} + \sum_{i=0}^{a-1} (R_i - D_i) \times (1+r)^{a-i}}{(1+r)^n - 1}$$

## 2 - Comment choisir le taux d'actualisation ?

Il n'est pas toujours facile pour un propriétaire forestier de dire quel est le taux d'actualisation qui lui convient. Trois solutions sont possibles :

- on peut chercher à ce que le taux reflète les valeurs de fonds pratiquées sur le marché actuel des ventes de biens forestiers. On applique alors le principe selon lequel la valeur d'un bien est égale à la totalité des bénéfices nets que l'on peut retirer de ce bien. Dans notre cas, le fonds (sol nu et capacités de régénération) est donc égal à la différence des recettes et des dépenses réalisées. Cela permet de **poser l'égalité entre la valeur du fonds forestier et le BASI (ou critère de Faustmann, formule 3, qui est la somme des bénéfices nets actualisés)**. Dès lors, les différents paramètres en jeu sont les dépenses et recettes, le taux d'actualisation utilisé et la valeur du fonds. Les recettes et dépenses étant données, le taux d'actualisation est lié au fonds : on peut fixer l'un pour en déduire l'autre. En l'occurrence, connaissant la valeur du fonds sur le marché, à partir des indications des SAFER par exemple, on peut en déduire la valeur du taux d'actualisation ;

- on peut aussi fixer le taux d'actualisation comme une donnée, en fonction d'un niveau de préférence pour le présent, du plus ou moins long terme considéré et du niveau d'incertitude sur l'avenir. En pratique, dans le secteur forestier, les valeurs de taux ainsi fixées varient selon les sensibilités entre 1 et 4 % ;

- on peut enfin appliquer la formule du Commissariat Général du Plan (2005) pour les projets publics : taux de 4 % pendant 30 ans, puis décroissant de 4 à 2 % au-delà.

Pour comparer des projets de durée différente, il faut se placer en séquence infinie, en supposant que le même projet se répète indéfiniment. La somme des dépenses et des recettes actualisées est alors multipliée par un facteur traduisant la répétition infinie du calcul. Deux méthodes de calcul intégrant ce principe seront utilisées par la suite : le bénéfice actualisé en séquence infinie (BASI, formule 3) et la valeur en bloc (formule 6).

### Premier cas d'étude : les pratiques envisagées modifient l'âge d'exploitation de la forêt

Quand la pratique à évaluer conduit à modifier l'âge d'exploitation, elle modifie aussi la durée d'immobilisation du sol (fonds). L'âge d'exploitation a évidemment une influence sur le nombre de cycles d'exploitation, et donc sur la rentabilité de la gestion forestière. Dans ce cas, les deux cycles à comparer ont des durées différentes : on utilise comme critère de comparaison le bénéfice actualisé en séquence infinie (BASI, formule 3) pour se ramener à une même durée (la durée infinie). On

calcule alors le coût global d'une pratique de ce type par différence entre le BASI d'un itinéraire sylvicole **sans** et celui d'un itinéraire **avec** cette pratique, à taux d'actualisation constant. Si cette différence est positive, l'adoption de la pratique représente un bénéfice.

Le coût global peut être ramené à un coût annuel : c'est l'annuité constante équivalente (ACE, formule 4), calculée comme le produit du BASI par le taux d'actualisation.

Nous abordons ici deux exemples :

- le cas d'îlots de vieillissement, c'est-à-dire une augmentation de l'âge d'exploitation ;

- le cas du maintien de rémanents, qui peut aussi jouer sur l'âge d'exploitabilité : les âges d'exploitabilité sont en général augmentés lorsque la fertilité diminue, ce qui peut advenir en cas de récoltes répétées de rémanents. Plusieurs itinéraires sylvicoles peuvent alors se succéder, avec des échéanciers de dépenses et de recettes différents, correspondant à des classes de fertilité différentes. Le principe reste le même : on calcule le bénéfice actualisé de chaque itinéraire.

Chacune des applications présentées dans la suite se place dans un contexte de futaie régulière de chêne sessile de fertilité moyenne, pour un âge d'exploitabilité de 189 ans. Les itinéraires pris comme références sont les sylvicultures préconisées dans le guide des sylvicultures des chênaies atlantiques (Jarret, 2004). Les valeurs des autres paramètres utilisés dans les applications suivantes figurent dans le tableau 1.

### Application 1 : îlots de vieillissement en futaie régulière de chêne sessile

Nous avons modélisé sous le module « Fagacées » de Capsis (Dhôte, 1995 ; Dhôte, 1997) l'itinéraire de référence, ainsi qu'un itinéraire d'allongement de 1,5 fois l'âge d'exploitabilité de référence. Nous présentons trois séries de résultats correspondant aux trois manières, décrites en encadré 2, de déterminer le taux d'actualisation à appliquer.

- **Si le taux d'actualisation est déduit de la valeur du fonds par le critère de Faustmann** : les taux d'actualisation obtenus varient de 0,81 % à 2,26 % et les annuités constantes équivalentes de - 39 à + 6 €/ha/an, en fonction du triplet « fertilité/valeur de fonds/gamme de prix » choisi. Les résultats varient aussi selon les valeurs choisies pour les paramètres, en particulier la gamme de prix des bois, les frais de gestion ou de location de chasse. D'une manière générale, les itinéraires allongés ont tendance à devenir d'autant plus coûteux que la fertilité est bonne et les gammes de prix optimistes.

- **Si le taux d'actualisation est fixé comme donnée** : la gamme des valeurs prises par l'annuité constante équivalente varie entre - 25 et + 105 €/ha/an. Les valeurs théoriques de fonds (BASI de l'itinéraire de référence) reflètent les valeurs du marché actuel pour l'intervalle de taux compris entre 1,5 et 1,6 %. Mais elles deviennent négatives au-delà d'un taux de 1,9 % ; or

Catégorie de données	Données nécessaires	Sources de données	Valeur choisie dans notre exemple															
Valeur du fonds	Fonds par classe de fertilité	SAFER	1250 €/ha en fertilité 2															
Dépenses	Frais de gestion Travaux sylvicoles Impôts	ONF, experts forestiers Jarret, 2004 MAP, Experts, ONF	60 €/ha/an Chênaie acidiline 15 €/ha/an															
Recettes	Volumes récoltés	Simulations Capsis	Fertilité moyenne (F2). Les volumes fournis par Capsis sont des volumes tige + branches à la découpe 7 cm pour des peuplements pleins. Nous les avons répartis en un volume tige (auquel sont appliqués les prix par catégorie de diamètre) et un volume branches (vendu au prix unique de 5 €/m <sup>3</sup> ), selon le coefficient de conversion suivant : un volume bois fort tige total de 1,5 m <sup>3</sup> se répartit en 1 m <sup>3</sup> de tige, 0,35 m <sup>3</sup> de branches et 0,15 m <sup>3</sup> de rémanents. Nous avons enfin appliqué un coefficient de réfaction de 10 % pour tenir compte des trouées dans le peuplement.															
	Prix de vente par catégorie de diamètre (éventuellement selon qualité)	ONF, LEF, Experts forestiers	<table border="0"> <tr> <td><b>Gamme basse</b></td> <td><b>Gamme moyenne</b></td> <td><b>Gamme haute</b></td> </tr> <tr> <td>PB : 5 €/m<sup>3</sup></td> <td>PB : 5 €/m<sup>3</sup></td> <td>PB : 7 €/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>BM : 23 €/m<sup>3</sup></td> <td>BM : 44 €/m<sup>3</sup></td> <td>BM : 56 €/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>GB : 42 €/m<sup>3</sup></td> <td>GB : 84 €/m<sup>3</sup></td> <td>GB : 120 €/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>TGB : 74 €/m<sup>3</sup></td> <td>TGB : 132 €/m<sup>3</sup></td> <td>TGB : 200 €/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Gamme basse</b>	<b>Gamme moyenne</b>	<b>Gamme haute</b>	PB : 5 €/m <sup>3</sup>	PB : 5 €/m <sup>3</sup>	PB : 7 €/m <sup>3</sup>	BM : 23 €/m <sup>3</sup>	BM : 44 €/m <sup>3</sup>	BM : 56 €/m <sup>3</sup>	GB : 42 €/m <sup>3</sup>	GB : 84 €/m <sup>3</sup>	GB : 120 €/m <sup>3</sup>	TGB : 74 €/m <sup>3</sup>	TGB : 132 €/m <sup>3</sup>	TGB : 200 €/m <sup>3</sup>
	<b>Gamme basse</b>	<b>Gamme moyenne</b>	<b>Gamme haute</b>															
	PB : 5 €/m <sup>3</sup>	PB : 5 €/m <sup>3</sup>	PB : 7 €/m <sup>3</sup>															
	BM : 23 €/m <sup>3</sup>	BM : 44 €/m <sup>3</sup>	BM : 56 €/m <sup>3</sup>															
GB : 42 €/m <sup>3</sup>	GB : 84 €/m <sup>3</sup>	GB : 120 €/m <sup>3</sup>																
TGB : 74 €/m <sup>3</sup>	TGB : 132 €/m <sup>3</sup>	TGB : 200 €/m <sup>3</sup>																
Proportion de qualité par catégorie de diamètre	ONF, LEF, Experts forestiers	Prises en compte indirectement, dans la construction des gammes de prix ci-dessus																
Location de la chasse	ONF, experts forestiers, fédérations de chasse	40 €/ha/an																
Aides publiques	MAP	Non prises en compte																

Tab. 1 : données nécessaires au calcul et valeurs prises dans nos exemples (chêne)

l'obtention d'une valeur de fonds négative traduit une non-rentabilité de la sylviculture, ce qui suppose que le propriétaire forestier gère sa forêt à perte. Le choix du taux d'actualisation est donc limité par le seuil au-delà duquel les valeurs de fonds obtenues ne reflètent plus l'état du marché.

■ **Si le taux d'actualisation est décroissant dans le temps, selon la formule du commissariat général du plan** : le taux diminue progressivement de 4 à 2 % à partir de la 30<sup>ème</sup> année. L'allongement correspond dans ce cas à un manque à gagner de 43 €/ha/an.

L'utilisation de taux fixés arbitrairement conduit l'annuité à tendre progressivement vers zéro au-delà de 4 % : lorsque les taux sont éle-

vés, l'effet de l'actualisation est tel que les dépenses ou recettes très tardives n'ont pratiquement aucune influence sur le bilan. Seuls les flux financiers de début d'itinéraire pèsent dans le calcul. Or les différences entre les deux itinéraires comparés ici interviennent essentiellement en fin d'itinéraire, elles pèsent donc très peu dans le calcul et la différence de BASI tend vers zéro. Comme vu précédemment, la sylviculture n'est plus rentable au-delà d'un certain taux. Ce phénomène étant valable pour la sylviculture de référence, il l'est a fortiori pour la sylviculture d'allongement.

Ces résultats donnent un aperçu des répercussions économiques de l'adoption de PFB. Toutefois, ils ne sont que partiels pour deux raisons. Tout d'abord, ils n'intègrent pas tous

les effets possibles de la PFB évaluée sur les produits sylvicoles : la possible hausse de volume de qualité A sur les gros et très gros bois des itinéraires allongés n'a pas été prise en compte (hausse constatée empiriquement, pour le chêne seulement ; Jarret, comm. pers.) ; il en va de même pour la probabilité accrue de chablis en itinéraire allongé. Ensuite, ils intègrent les coûts et avantages traduisibles en dépenses et recettes, mais omettent de compter tous les avantages non marchands, qui entrent pourtant en jeu dans la décision (cf. encadré 3).

**Application 2 : maintien de rémanents en futaie régulière de chêne**

La pratique évaluée est celle du maintien de rémanents d'exploitation sur la parcelle (en faveur de la

biodiversité saproxylique) par comparaison à leur exportation commerciale vers la filière bois-énergie. Dans cet exemple, nous nous sommes efforcés de simuler les avantages sylvicoles attendus de la pratique évaluée, en faisant l'hypothèse que le maintien de rémanents assure celui de la fertilité des sols.

L'itinéraire de référence est l'itinéraire **avec** la PFB (i.e. **sans** récolte de bois-énergie). Plusieurs scénarios de récoltes de rémanents sont envisagés comme alternatives. Ces scénarios s'appuient sur les travaux concernant l'impact du prélèvement des rémanents en chênaie pour distinguer trois sensibilités des sols à l'exportation minérale : sensible, moyennement sensible ou non sensible (Cacot *et al.*, 2005 ; Cacot *et al.*, 2007). Selon les cas, une ou plusieurs récoltes de rémanents au cours de la vie du peuplement peuvent être envisagées, avec simulation d'une baisse consécutive de classe de fertilité et, éventuellement, d'apports minéraux compensatoires (cf. tableau 2). En cas de baisse de fertilité, plusieurs cycles de durée différente se succèdent : les cycles sont d'autant plus longs que la fertilité est basse. On calcule donc le BASI correspondant à l'enchaînement de tous ces cycles, en supposant que lorsque la fertilité ne diminue plus, le dernier cycle se répète à l'infini.

D'après cet exercice, les coûts ou bénéfiques annuels suscités par le

### 3 - Une plus grande biodiversité favorise-t-elle un meilleur fonctionnement de l'écosystème ? État des connaissances et difficultés d'intégration aux analyses économiques.

Depuis quelques années, les recherches concernant le lien entre biodiversité et fonctionnement de l'écosystème se sont multipliées. L'hypothèse sous-jacente est qu'une forte diversité (en espèces, en groupes fonctionnels) favorise un meilleur fonctionnement de l'écosystème (Hooper *et al.* 2005). Les études concernant le milieu forestier sont peu nombreuses et souvent très prospectives (Scherer-Lorenzen *et al.* 2005), ce qui pose un problème pour l'évaluation économique : comment chiffrer les avantages pour le fonctionnement de l'écosystème liés à des mesures en faveur de la biodiversité ? Les études disponibles montrent un effet bénéfique de la biodiversité sur la résilience, la résistance et la fertilité de l'écosystème, mais ces avantages ne sont que rarement quantifiés dans les études écologiques ou chiffrés dans les études économiques.

Par exemple, la **relation entre productivité et diversité en essence** a été abordée par Pretzsch (2005) : il rapporte qu'au 19<sup>e</sup> siècle, des recherches ont montré que la productivité absolue des forêts mixtes est en moyenne de 10 à 20 % (et jusque 50 %) supérieure à celle de forêts monospécifiques. Ces résultats concernent principalement les sols riches alors que sur sols pauvres, la productivité peut parfois être moindre pour les peuplements mélangés (Körner, 2005). Cependant, ces résultats sont à relativiser pour les essences très productives comme le douglas, l'épicéa, certains pins, l'eucalyptus pour lesquelles le mélange réduit la productivité absolue en volume. Le mélange d'essences présente en outre des avantages en termes de résistance aux insectes ravageurs (e.g. Jactel, Brockerhoff et Piou, 2008) et de résilience suite à des aléas climatiques : une forêt diversifiée possède un large pool de graines (essences pionnières notamment) qui permet une reconstitution naturelle rapide et à moindre coût suite à une tempête. Ces facteurs sont difficiles à prendre en compte dans le calcul économique car les données écologiques disponibles sont la plupart du temps insuffisantes (par ex., à partir de quel taux de mélange le taux d'attaque par des pathogènes décroît-il ?).

Des travaux en cours au Laboratoire d'Économie Forestière de Nancy, en collaboration avec le Cemagref de Nogent sur Vernisson, cherchent à évaluer les avantages de pratiques en faveur de la biodiversité, en raisonnant sur leur rôle d'assurance face aux aléas économiques ou environnementaux, par exemple par une meilleure résilience face aux perturbations naturelles.

Enfin, d'autres valeurs attribuées à la biodiversité par la société ou par les forestiers rentrent en jeu dans le choix des pratiques sylvicoles : ce sont les valeurs récréatives, esthétiques ou spirituelles, qui traduisent des utilités « non sylvicoles » telles que la satisfaction de gérer une forêt belle et variée, la beauté des paysages ou la richesse des écosystèmes. Mais il reste difficile de donner à ces éléments des valeurs monétaires consensuelles et sans biais pour les inclure dans la méthode coûts-avantages.

Récoltes par cycle	Fréquence des baisses de fertilité	Apports minéraux	Cycle 1	Cycle 2	BASI avec récolte BE	BASI sans récolte BE (référence)	Différence (sans - avec) (en euros)	Taux d'actualisation (fonds 1250 €/ha)	ACE (€/ha/an)
1	Aucune	1 fort	F2	F2	1198	1250	52	1,57 %	0,82
1	Baisse d'1 classe par révolution	aucun	F2	F3	1257	1250	-7	1,55 %	-0,11
		3 moyens			1192		58		0,90
		3 forts			1159		91		1,41

Tab. 2 : comparaison d'itinéraires avec ou sans récolte de rémanents, en chênaie et sur sol sensible à l'exportation des minéraux

F2 et F3 sont les classes de fertilité. Le cycle 2 (avec la fertilité correspondante) se répète à l'infini. Les apports minéraux moyens (respectivement, forts) correspondent à une dépense simulée de 100 €/ha (resp. 150 €/ha) pour un apport de 1,5 tonnes/ha (resp. 3,5 tonnes) d'éléments calco-magnésiens.

maintien des rémanents sont très faibles. Cela peut, par exemple, être lié à des hypothèses de baisse de fertilité trop timorées, ou encore à une sous-estimation des apports minéraux à fournir. Cependant, dans un contexte de chênaie de plaine, les sols sont rarement pauvres : il est probable que les coûts ou bénéfices seraient beaucoup plus marqués si les hypothèses envisageaient des sols pauvres, par exemple dans des peuplements de pin maritime ou douglas.

Ces scénarios hypothétiques ne sont pas forcément réalistes : nous ne disposons pas de données écologiques permettant de connaître précisément l'intensité et la fréquence des exportations de rémanents qui se traduiraient par une diminution d'une classe de fertilité. Cet exemple montre cependant que dès que des apports minéraux de compensation sont nécessaires, la récolte de rémanents devient coûteuse.

### Second cas d'étude : les pratiques envisagées conduisent à renoncer à l'exploitation de la forêt

Dans le cas de réserves intégrales ou d'îlots de sénescence, on renonce à tous les bénéfices nets futurs que l'on pourrait retirer du peuplement sur pied et des peuplements à venir. Non seulement on ne valorise pas le peuplement en place, mais on gèle également l'outil de production qu'est le fonds. **On renonce donc à la valeur en bloc de la forêt.** En outre, même si la propriété n'est plus exploitée, les frais tels que les impôts et assurances éventuelles devront toujours être payés.

Le coût de la pratique est calculé en actualisant les dépenses et recettes **par rapport à l'année à laquelle on décide de renoncer à l'exploitation.** Le manque à gagner lié aux îlots de sénescence mis en place dans un peuplement d'âge  $a$  est alors la somme de la valeur en bloc

de la forêt ( $Valeur\ en\ bloc_a$ , formule 6) et du coût total actualisé  $c/r$  des frais annuels qui continuent à être payés (formule 5). La valeur en bloc à l'âge  $a$  est la somme à l'infini des bénéfices actualisés à l'année  $a$ . Elle est équivalente à la somme de la valeur du fonds et de la valeur de la « superficie », laquelle dépasse la simple valeur de consommation du peuplement d'âge  $a$  puisqu'elle tient compte du manque à gagner qui résulterait d'une exploitation anticipée.

### Conclusion

Les cas d'étude présentés pour évaluer les répercussions économiques de pratiques en faveur du bois mort et de la diversité saproxylique donnent des éléments de discussion intéressants, mais soulèvent encore beaucoup de questions.

De nombreux paramètres entrent en compte, dont certains sont difficiles à chiffrer. Ils sont liés à la station forestière et au peuplement en place (fertilité, volumes exploitables, valeur du fonds), mais aussi aux marchés (des bois, des prestations d'exploitation) et au propriétaire (niveau de préférence pour le présent, choix sylvicoles). Le résultat de l'évaluation dépend de la valeur fixée pour chaque paramètre : chaque forêt est un cas particulier, ce qui rend particulièrement difficile une évaluation moyenne.

Ces résultats sont aussi partiels, car les effets attendus d'une pratique en faveur du bois mort ou de la biodiversité en général ne sont pas tous traduisibles en termes de recettes et de dépenses, soit parce qu'il s'agit d'utilités non sylvicoles, soit parce que les données écologiques quantifiées manquent (encadré 3). Or, le réel critère d'évaluation économique n'est pas le coût d'un itinéraire, mais le rapport coût/utilité. L'utilité peut être d'ordre sylvicole (garantir la productivité à long terme des peuplements), écologique (assurer le bon fonctionnement de la forêt), esthétique (avoir une forêt plus belle et va-

riée), économique (assurance face aux risques) ou d'ordre pratique (éviter des chantiers compliqués). L'évaluation monétaire de l'utilité reste difficile, parce que ses composantes sont en général non marchandes.

Enfin, nous nous sommes placés ici du seul point de vue du propriétaire. Mais la société tout entière bénéficie des pratiques en faveur de la biodiversité : le calcul économique peut alors intégrer des coûts individuels (qui portent sur une propriété) et des avantages collectifs. Il sera nécessaire de mobiliser des connaissances pluridisciplinaires pour évaluer, dans toutes leurs dimensions, les pratiques en faveur de la biodiversité et l'intérêt de leur mise en œuvre.

**Hélène CHEVALIER**

**Marion GOSSELIN**

équipe Biodiversité, UR

Ecosystèmes Forestiers

Cemagref – Nogent-sur-Vernisson

**Sandrine COSTA**

Laboratoire d'Economie Forestière

AgroParisTech – ENGREF

**Yoan PAILLET**

équipe Biodiversité, UR

Ecosystèmes Forestiers

Cemagref – Nogent-sur-Vernisson

**Max BRUCIAMACCHIE**

Laboratoire d'Economie Forestière

AgroParisTech – ENGREF

### Remerciements

Les travaux présentés ici ont été réalisés sur financement du ministère en charge de l'Agriculture, dans le cadre du plan d'actions « forêts » de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité. Les auteurs remercient Jean-Luc Peyron, du GIP-Ecofor, pour son aide précieuse dans la réflexion et l'interprétation des résultats.

## Bibliographie

CACOT E., EISNER N., CHARNET F., LÉON P., NICOLLEAU C., RANGER J., 2005. La récolte raisonnée des rémanents en forêt. Guide pratique. Ademe, AFOCEL, IDF, INRA, Union de la Coopération Forestière Française, 35 p.

CACOT E., CHARNET F., GRAFFIN A., PITOCCHI S., RANGER J., NICOLAS M., EISNER, F., 2007. Etude de l'impact du prélèvement des rémanents en forêt — volet 3. FCBA, IDF, ONF, UCFF, Ademe, INRA, 61 p.

CHEVALIER H., 2008. Évaluer le coût de pratiques sylvicoles en faveur de la biodiversité forestière. Mémoire de fin d'études, Nogent s/Vernisson : Cemagref, Nancy : AgroParisTech-Engref, Formation des Ingénieurs Forestiers, 121 p.

Commissariat Général du Plan, 2005. Révision du taux d'actualisation des investissements publics. Rapport du groupe d'experts présidé par Daniel Lebègue. Paris : Commissariat Général du Plan, 112 p.

DHÔTE J.-F., 1995. Définition de scénarios d'éclaircie pour le Hêtre et le Chêne. *Revue Forestière Française* vol. 47, pp. 106-110

DHÔTE J.-F., 1997. Effets des éclaircies sur le diamètre dominant dans des futaies régulières de Hêtre ou de Chêne sessile. *Revue Forestière Française* vol. 49, pp. 557-578

HOOPER D.U., CHAPIN F.S., EWEL J.J., HECTOR A., INCHAUSTI P., LAVOREL S., LAWTON J.H., LODGE D.M., LOREAU M., NAEEM, S., SCHMID B., SETALA H., SYMSTAD A.J., VANDERMEER J., WARDLE D.A., 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning : A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* n° 75, pp. 3-35



Îlot de sénescence

J.-M. BREZARD, ONF

JACTEL H., BROCKERHOFF E., PIOU D., 2008. Le risque sanitaire dans les forêts mélangées. *Revue Forestière Française* vol. 60 n°2, pp. 168-180

JARRET P., 2004. Guide des sylvicultures. Chênaie atlantique. Lavoisier - Office National des Forêts, 335 p.

KÖRNER, C., 2005. An introduction to the functional diversity of temperate forest trees. *In* : Forest diversity and function : temperate and boreal ecosystems. (eds M. SCHERER-LORENZEN, C. KÖRNER & E.-D. SCHULZE). Berlin : Springer-Verlag, Ecological studies vol. 176, pp. 13-37.

PRETZSCH H., 2005. Diversity and productivity in forests : evidence from long-term experimental plots. *In* : Forest diversity and function : temperate and boreal ecosystems. (eds M. Scherer-Lorenzen, C. Körner & E.-D. Schulze). Berlin : Springer-Verlag. Ecological studies, vol. 176, pp. 41-63.

SCHERER-LORENZEN M., KÖRNER C., SCHULZE, E.-D., 2005. Forest diversity and function : temperate and boreal systems. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag.