



Institut pour
le développement forestier
Service d'utilité forestière
du Centre national professionnel
de la propriété forestière
23, av. Bosquet, 75007 Paris
Tél. 01 40 62 22 80
foretentreprise@cnppf.fr

Directeur de la publication
Alain de Montgascon
Directeur de la rédaction
Thomas Formery

Rédactrice
Nathalie Maréchal
Conception graphique
Jean-Éric Ridonat (High'com)

Maquettiste
Sophie Saint-Jore

Responsable Édition-Diffusion
Samuel Six

Diffusion — abonnements
François Kuczynski

Publicité
Helium Régie
22, rue Drouot — 75009 Paris
Tél. 01 48 01 86 86
Fax. 01 48 01 86 82

Impression
Centre Impression
BP 218 — 87220 Feytiat
Tél. 05 55 71 39 29

Numéro d'imprimeur 00106
Tous droits de reproduction ou de
traduction réservés pour tous
pays, sauf autorisation de
l'éditeur.

Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2009
France : 47 € — étranger : 61 €
édité par le CNPPF

ISSN : 0752-5974
Siret : 180 092 355 00015

Les études présentées dans Forêt-entreprise ne donnent que des indications générales. Nous attirons l'attention du lecteur sur la nécessité d'un avis ou d'une étude émanant d'une personne ou d'un organisme compétent avant toute application à son cas particulier. En aucun cas l'IDF ne pourrait être tenu responsable des conséquences — quelles qu'elles soient — résultant de l'utilisation des méthodes ou matériels préconisés.

Cette publication peut être utilisée dans le cadre de la formation permanente.

Dépôt légal : Juillet 2009



sommaire

2

agenda

3

éditorial

4

actualité

5

parution

6

cetef

Prise en compte des changements globaux dans la gestion forestière : les Cetef de Nord-Pas-de-Calais-Picardie s'impliquent

T. Merrien

9

dossier

calculs économiques et gestion forestière



46

peuplier

Fiches stations peuplier

E. Paillassa

54

silviculture

Conduite des opérations de régénération dans les chênaies-charmaies du Centre de la France

J.-P. Nebout

60

biodiversité

On connaît mieux maintenant le chêne-liège et son voisin le chêne vert...

C. Gauberville, R. Lumaret

64

fruitier

Un exemple de valorisation des fruitiers forestiers en midi-pyrénées

P. Mathieu

Photo de couverture : Vitry-aux-Loges (45)

© Michel Chartier

InterCetef 2009

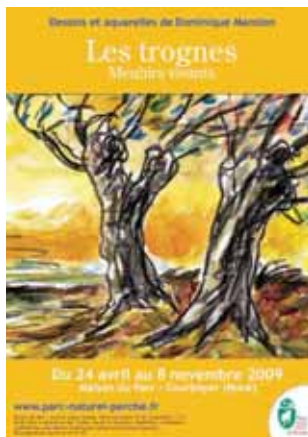
Les journées InterCetef, édition 2009, se dérouleront les jeudi et vendredi 1^{er} et 2 octobre prochains, en Auvergne (région des monts du Livradois au sud de Clermont-Ferrand), sous la conduite du Cetef du Puy-de-Dôme, sur le thème de « La gestion des peuplements à risques ». Seront notamment abordées les problématiques liées aux peuplements déperissants, aux peuplements en retard de sylviculture, aux peuplements à fort capital sur pied et à la reconstitution après tempête.

Pour tout renseignement, vous pouvez vous adresser à Alain Colinot :
CNPPF Orléans, tél. : 02 38 71 90 62 ou 06 09 41 60 89,
e-mail : alain.colinot@cnppf.fr

Le Festival des forêts

Aux amoureux de la musique classique, de la nature et du patrimoine, le 17^e Festival des forêts propose 17 rendez-vous du 19 juin au 19 juillet 2009 : parmi les concerts en forêt, des créations pour cors et trompes au crépuscule, un récital de violon aux chandelles, une séance d'observation des étoiles en musique...

Tous renseignements par courrier :
Festival des forêts, 6, promenade
Saint-Pierre-des-Minimes, 60200
Compiègne, par téléphone au
03 44 40 28 99 ou par courriel :
contact@festivaldesforets.fr
Le site internet :
www.festivaldesforets.fr



Les Trognes, menhirs vivants

Jusqu'au 8 novembre 2009, Dominique Mansion expose dessins et aquarelles de trognes à la maison du Parc naturel du Perche, à Nocé-dans-l'Orne. Artiste et naturaliste, illustrateur de la Flore forestière française (éditée par l'IDF), il dessine et photographie depuis des années les trognes ou arbres têtards (arbres dont on exploite périodiquement les branches).

Renseignements par téléphone
au 02 35 25 70 10 ou sur le site : www.parc-naturel-perche.fr

XIII^e Congrès forestier mondial « Développement forestier : équilibre vital »



Le Congrès forestier mondial, qui a lieu tous les 6 ans, aura lieu du 18 au 25 octobre 2009 à Buenos Aires en Argentine, organisé par le conseil de l'Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO).

Le thème « Développement forestier : équilibre vital » sera abordé sous l'angle des perspectives sociales et économiques. À la fin du congrès, de nombreux voyages techniques et touristiques seront proposés aux participants pour découvrir les paysages argentins et les diverses activités du secteur forestier.

Le site : www.wfc2009.org

La foire de Libramont du 24 au 27 juillet 2009

Le thème de la foire est forestier : « Forêt européenne, intelligence et productions ».

En complément des nombreuses tables rondes et conférences, des démonstrations forestières auront lieu les 28 et 29 juillet 2009 en forêt de Paliseul, à 15 km de Libramont (Belgique).

Sur un site verdoyant de 150 ha, plus de 150 exposants européens présenteront leurs matériels en conditions réelles de travail.

Renseignements complémentaires auprès de Caroline Willems par téléphone au +32 61 2304 04 ou par courriel : info@foiredelibramont.com, également sur le site : www.foiredelibramont.com

5^e université d'été de Bourgogne

Le 25 août à La Machine dans la Nièvre, l'université d'été de Bourgogne aura pour thème « Le bois que nous produisons induit emplois et valeur ajoutée pour nos territoires », organisé par Forestiers privés de Bourgogne, ABCF avec la participation du CRPF. Une visite de l'usine de sciage résineux à Sougy-sur-Loire présentera les nouvelles installations de classement mécanique de bois, d'aboutage et de lamellé-collé.

Inscription auprès Forestiers privés de Bourgogne par téléphone au 03 80 36 21 ou sur le site : foret-de-bourgogne.com, rubrique « réunions forestières ».

éditorial

Les calculs économiques en forêt... N'est-ce pas une gageure de proposer un tel sujet en pleine crise économique ?

Tout projet part d'une idée instinctive ou raisonnée. Toutefois si l'idée initiale peut s'avérer bonne, le risque existe. En la confrontant et en l'enrichissant à une multitude d'informations (techniques, etc.), le risque s'amoindrit.

Planter un arbre qui sera récolté dans 20, 40 ou plus de 100 ans peut sembler, avec les raisonnements économiques qui prévalent aujourd'hui, une aberration, une utopie ou bien d'un autre temps.

Plusieurs possibilités s'ouvrent à nous : ne rien faire, suivre ce que font les autres ou bien être actif et créatif. On peut soit :

- *considérer que la sylviculture, les aléas climatiques, les technologies d'utilisation du matériau bois, les fluctuations de prix en fonction de modèles économiques ou de nouvelles tendances, sont totalement inconnus ou imprévisibles à moyen et long terme et qu'il serait donc d'un grand risque de s'investir dans de tels domaines.*
- *démontrer par l'absurde que si personne n'espère, ne cherche à connaître l'avenir, (en le simulant par exemple), alors, la seule*

solution qui s'offre à nous est de rester frileux à vie, sans jamais s'investir. Ou encore pourquoi construire une maison alors qu'on risque de déménager... Ou encore pourquoi faire de la sylviculture si les risques de tempête, d'incendie, de maladie, de changement climatique peuvent tout détruire en un rien de temps.

- *Être créatif et actif, c'est choisir de ne pas rester végétatif dans une forêt primaire...*

Le dossier de « Forêt-entreprise » aborde des méthodes de calculs économiques : on y adhère ou pas, on les triture, on les modifie, on les conteste... Peu importe ! En vous prenant à ce jeu, vous amplifiez votre réflexion, vous concevez d'autres scénarii et ainsi contribuez à la pertinence de l'économie forestière d'aujourd'hui et à celle de demain.

Vaste sujet car, si on y intègre la recherche, les nouvelles techniques sylvicoles, les innovations technologiques du matériau bois, et également la politique, la finance... d'innombrables hypothèses s'offrent alors, et comme toujours en forêt, de beaux paysages se font jour pour l'avenir.

A. de Montgascon

Plan de relance de la filière bois

En Alsace, lors de la visite de la scierie familiale Siat Braun, le Président de la République a annoncé différentes mesures pour mieux valoriser la filière forestière française :

- multiplier par 10 le seuil minimum d'utilisation du bois dans la construction,
- exempter de dépôt de permis de construire l'isolation extérieure des habitations par le bois,
- privilégier l'emploi de bois certifié dans les constructions publiques,
- développer l'utilisation du bois pour la production d'énergie, avec l'augmentation du tarif du rachat d'électricité pour les unités moyennes de production,
- mettre en place un marché financier visant à valoriser le stockage de carbone dans les produits bois.

La création d'un fonds stratégique d'aide à l'investissement, doté à terme de 100 millions d'euros, participera au développement et à la consolidation des entreprises de la filière, notamment pour la 2^{ème} transformation du bois.

Dans les forêts privées non encore exploitées, un mandat de gestion pourra être proposé par les techniciens forestiers ou l'Office national des forêts, dans le respect du droit de la concurrence, comme actuellement par les coopératives forestières ou les experts forestiers. L'ensemble des aides publiques et des allègements fiscaux pour les propriétaires forestiers seraient conditionnés à l'exploitation effective de la forêt, dès 2010.

La mobilisation de l'ensemble de la filière est souhaitée pour produire plus tout en préservant mieux la biodiversité.



PEFC France fête ses 10 ans

Ensemble depuis 10 ans pour promouvoir la gestion durable de la forêt

PEFC France fête ses 10 ans en déclinant un nouveau panneau de communication au graphisme simplifié et épuré, ce qui lui donne plus de clarté et de cohérence, disponible pour tous les adhérents : producteurs, exploitants forestiers, scieurs, transformateurs. L'installer aux accès des massifs forestiers ou dans les entreprises contribue à la connaissance de la certification par le consommateur. La création d'un blog PEFC permettra aux consommateurs de poser leurs questions, aux professionnels, acteurs de la certification, d'échanger leurs informations et de commenter l'actualité PEFC.

Vous pouvez le consulter à l'adresse suivante : www.nos-forets.org



100 000 traverses supplémentaires

Réseau ferré de France et SNCF Infrastructure ont augmenté leur commande de 100 000 traverses en bois supplémentaires en 2009, soit 300 000 au lieu des 200 000 prévues, par solidarité avec la filière bois. Conformément à la politique de développement durable du secteur ferroviaire, ces traverses supplémentaires serviront à la rénovation du réseau régional et de fret.

Aires de stockage par aspersion en Aquitaine

Afin de stocker les bois sinistrés suite à la tempête Klaus, une cinquantaine de sites sont pressentis en Aquitaine. Ces projets sont portés soit par les industriels, soit par les producteurs ou les organismes les représentant (Coopératives, ONF, Société Forestière...).

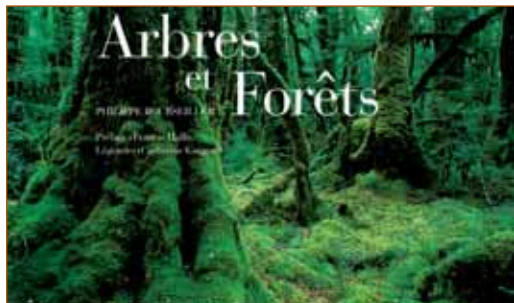
Le premier site ouvert est celui de Mimizan. Depuis les producteurs regroupés au sein de GPBS-CAFSA (Groupement des producteurs des bois du Sud - Coopérative agricole et forestière Sud-Atlantique) ont commencé les chargements de deux aires dans les Landes. À terme, tous les projets réunis, industriels, producteurs, devraient représenter un stockage de près de 11 millions de tonnes, soit plus de 25 % des bois sinistrés.

Une opération marketing pour replanter la forêt des Landes

Acteur majeur de la filière bois-papier en Aquitaine, le groupe Gascogne a lancé l'opération « Ensemble, replantons la forêt » pour associer les consommateurs français à la reconstitution de la forêt des Landes, gravement touchée pendant la tempête du 24 janvier dernier. La première action de cette opération a été mise en place en partenariat avec les distributeurs et enseignes de bricolage : Castorama, Point.P, Gedimat, Panofrance, Réseau Pro et Weldom. Pour chaque achat d'un produit de la gamme de Gascogne Wood Products (parquets, lambris, bardages, moulures et tasseaux) chez un partenaire de l'opération, le groupe Gascogne s'engage à faire replanter un arbre. Cette opération fédératrice et universelle se déclinera dans toutes les activités du groupe.



Arbres et Forêts



Ayant parcouru les cinq continents, le photographe Philippe Bourseiller offre, à travers 240 photographies, une promenade au milieu des poumons de notre planète. La diversité de la forêt dans sa structure, dans les formes des arbres, dans leurs couleurs est mise en valeur par le graphisme, la maîtrise de la

lumière et de la composition. Cet album est une invitation à la contemplation de la beauté de la terre, dans un format sobre et élégant.

Format 36 x 24 cm, 256 pages, 2008, relié avec couverture cartonnée au prix de 49 €, Éditions de La Martinière, www.editionsdelamartiniere.fr



Éclaircie des peuplements

Pourquoi et comment réaliser les éclaircies de peuplement ? Une brochure éditée par le CRPF Nord-Pas-de-Calais-Picardie conseille avec de nombreux schémas et exemples, quand et comment intervenir dans les peuplements afin de maintenir un bon accroissement.

Format 21 x 29,7 cm, 32 pages, disponible auprès du CRPF Nord-Pas-de-Calais-Picardie, 96 rue Jean Moulin 80000 Amiens.



Les espèces forestières vulnérables de Champagne-Ardenne

L'Association champardennaise de certification forestière (ACCF) édite une brochure pour conserver la biodiversité des forêts. Une liste des principales espèces jugées vulnérables en Champagne-Ardenne présentes en forêt, est complétée par des propositions d'actions de gestion favorables à la préservation de l'espèce et du milieu dans lequel elle vit.

Format 21 x 15 cm, 44 pages disponible auprès l'Association champardennaise de certification forestière, c/o DRAF-SFB, Complexe agricole du Mont Bernard, 51037 Châlons-en-Champagne cedex.

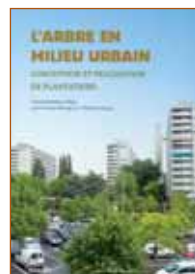


Le sol

Support fragile, mais essentiel aux écosystèmes naturels ou anthropisés, le sol joue un rôle déterminant pour produire les aliments, réguler le cycle de l'eau et la qualité de l'eau, recycler les matières organiques, entretenir la biodiversité, participer à la valeur esthétique des paysages... Synthèse des connaissances actuelles, cet ouvrage collectif aborde la nature et la constitution des sols, leurs fonctionnements écologiques et leur gestion.

Format 21 x 29,7 cm, 180 pages, 27 € + 5 € frais d'envoi, éditions Quae, c/o Inra, RD 10, 78026 Versailles cedex.

L'arbre en milieu urbain, plantations, conception et mise en œuvre



En rassemblant le travail d'un architecte-paysagiste, d'une ingénieure agronome et urbaniste, d'un biologiste et pédologues, ce livre présente les enjeux

de la présence du végétal en ville. Cet ouvrage s'adresse à tous les professionnels du paysage et des espaces urbains, en présentant la conception, la réalisation de la plantation d'arbre en agglomérations, complétées de nombreuses illustrations et photos.

Format 17 x 23 cm, 216 pages, au prix de 30 € à Infolio, 7 rue des canettes, 75006 Paris.



Des forêts, des bois

Les forêts tropicales d'Afrique, d'Amérique et d'Asie, forêts tempérées, forêts d'Océanie, de Chine, les mécanismes de l'exploitation, de la transformation, du transport et de la mise en œuvre, la connaissance du matériau bois, jusqu'au produit fini, les métiers spécifiques, la certification sont présentés par Richard Hays, expert international en bois. « Une bible à l'attention des professionnels, tous les amateurs de la nature, ce livre est un condensé impressionnant d'informations sur les forêts et les bois ».



Format 30 x 22 cm, 1024 pages, en vente à la librairie de l'IDF au prix de 150 € + frais d'envoi de 7 € en France (autres pays nous consulter), 23 avenue Bosquet, 75007, Paris, tél. : 01 40 62 22 81, fax : 01 40 62 22 87, courriel : idf-librairie@cnppf.fr, www.foretriveefrancaise.com.

Prise en compte des changements globaux dans la gestion forestière : les Cetef de Nord-Pas-de-Calais-Picardie s'impliquent

Tristan Merrien, CRPF

Les Cetef de Nord-Pas-de-Calais-Picardie constituent un relais d'information auprès des propriétaires et mettent en place des expérimentations pour prendre en compte les changements globaux dans la gestion forestière, en lien avec l'Observatoire régional des écosystèmes forestiers (OREF) mis en place depuis 2006 par le CRPF.

L'OREF, un outil de surveillance des peuplements tourné vers l'adaptation des modes de gestion

Mis en place depuis 2006, l'Observatoire régional des écosystèmes forestiers (OREF) a pour objectif de **suivre durablement l'évolution des forêts régionales** vis-à-vis des changements globaux (aléas climatiques, sanitaires, action de l'homme...) et de **définir des orientations et conseils de gestion forestière** adaptés pour les propriétaires.

Cofinancé par les conseils régionaux du Nord-Pas-de-Calais et de Picardie, et par un programme européen transfrontalier, l'Oref a été élaboré par le CRPF **en partenariat ou en coordination avec des organismes de recherche nationaux** (Inra, IDF, DSF, INF...), **des professionnels forestiers et environnementaux** (ONE, IFN, Draf, Conservatoires des sites, Diren ...), ainsi que des **naturalistes locaux**. Ce fonctionnement insère l'observatoire au sein de dispositifs d'observation nationaux avec les mêmes protocoles, et permet de créer des synergies régionales entre les organismes.

Afin de disposer de **synthèses annuelles** pertinentes et couvrant

différents domaines d'observation, deux axes de travail complémentaires ont été définis :

- **un réseau de placettes permanentes**, créé à partir de réseaux d'observation déjà existants, notamment le Réseau d'expérimentation et de démonstration du CRPF, ainsi que le Réseau européen de surveillance phytosanitaire mesuré par le DSF ;
- **des synthèses régionales concernant 6 grands types d'indicateurs** appartenant à des disciplines variées : botanique, dendrologie, phénologie, météo, ornithologie, phytosanitaire.

Le suivi des placettes de l'Oref et la réalisation des synthèses doivent se poursuivre dans le cadre d'un nouveau projet Interreg avec des partenaires anglais, et nommé Multifor (2008-2012) ou « Comment renforcer le rôle multifonctionnel de la forêt alors que cet écosystème, dont la gestion s'inscrit sur le long terme, se situe dans un contexte en pleine mutation ? ».

Les informations issues de ce suivi sont communiquées aux propriétaires forestiers (parution d'une brochure thématique en 2008), et notamment au niveau des **Cetef, qui constituent l'un**



Une réunion du Cetef du Pas-de-Calais.

© T. Merrien

des « fers de lance » pour transmettre l'information aux propriétaires et réaliser des expérimentations sur le thème.

Des Cetef concernés par les changements globaux

L'adaptation de la gestion forestière aux changements globaux fut l'un des thèmes abordés lors de la réunion de coordination InterCetef d'octobre 2007. Elle constitue **l'un des axes de travail défini par les Cetef régionaux pour les prochaines années**, en appui et en complémentarité avec l'Observatoire régional des écosystèmes forestiers.

L'objectif commun est de permettre le **développement d'une sylviculture durable et économe**, qui puisse produire du bois de qualité en quantité



© T. Merrien



© T. Merrien

La tornade d'Haumont (Nord) du 4/08/08, a détruit totalement une soixantaine d'hectares de forêts, soit 7000 m³ de bois abattus en quelques minutes lors de son passage. Les vents ont soufflé entre 270 et 320 km/h, soit la tornade la plus forte depuis 1982 en France.

suffisante, au moyen d'essences adaptées aux stations et aux futures conditions climatiques.

Plusieurs réunions sur cette thématique ont ainsi été organisées par les différents Cetef de Nord-Pas-de-Calais-Picardie depuis 2007. On peut notamment citer la réunion du Cetef du Nord en octobre dernier, sur les lieux de la tornade d'Haumont du 4 août 2008. La discussion avait principalement porté sur les techniques de reconstitution des peuplements après tempête, ainsi que sur les méthodes de gestion forestière minimisant les risques de chablis.

Les Cetef commencent à expérimenter

Dans le cadre de l'Oref, plusieurs expérimentations sont prévues pour étudier les adaptations possibles des peuplements régionaux aux changements globaux, notamment : une étude dendrochronologique, et une étude génétique de populations marginales de hêtre picardes, en partenariat avec l'Inra de Bordeaux. Celle-ci comprendra une conservation *ex situ* de ces populations (plantations conservatoires) et une comparaison de leurs ressources génétiques par rapport aux populations situées sur stations classiques.

Les Cetef ont quant à eux prévu (et pour certain d'entre eux déjà commencé à réaliser) des expérimentations davantage liées à l'adaptation de la gestion forestière. Lors de la réunion InterCetef d'octobre 2007, chaque Cetef s'est ainsi proposé d'établir des essais ayant comme cible l'adaptation technico-économique aux changements globaux dans les années à venir :

– Cetef du Nord : plantations à densités variables, cloisonnement et éclaircies précoces, installation de lisières étagées pour limiter les risques de

chablis. Une plantation de chêne à densité définitive a déjà été installée, les principes d'éclaircies précoces et dynamiques sont déjà appliqués dans plusieurs peuplements, avec un chiffrage des gains financiers réalisés.

Le Cetef du Nord s'est engagé dans un vaste programme de recherche/développement dans le cadre du projet Eurowood Intereg IV en partenariat avec les forestiers belges, axoniens et ardennais. Au sein d'un large consensus (ONF, Société royale forestière, Parc, ...) des thèmes basés sur la gestion durable (itinéraires sylvicoles plus performants, exploitations forestières durables...) seront développés.

– Cetef de l'Aisne : avec l'arrivée de René Lempire, Président du groupe de travail châtaignier de l'IDF, à la présidence du Cetef de l'Aisne, l'étude de la potentialité du châtaignier en remplacement du hêtre ou des chênes sur certaines stations sera vraisemblablement maintenue. Pour le reste, le Cetef renouvelé bâtit un programme dont les détails ne sont pas encore connus, mais des essais de régénération naturelle seront très certainement mis en place sur diverses essences ;

– Cetef de l'Oise : la mise en place d'essais visant l'élaboration d'itinéraires technico-économiques vulgarisables permet quelques exemples de parcelles : renouvellement des chênaies par régénération naturelle, plantation d'essences à faible densité, voire à densité définitive, installation de parcelles d'expérimentation avec des essences plus méridionales ;

– Cetef du Pas-de-Calais : plantations comparatives (origine des plants et densités), études sur les chênes et le châtaignier dans les peuplements du Pas-de-Calais, et essai concernant l'impact du type d'exploitation sur les sols forestiers.

La compaction du sol, en gênant le développement racinaire, augmente en effet les risques de stress hydrique.

Exemples de pratiques sylvicoles liées à l'adaptation aux changements globaux
Et pouvant être expérimentées en Cetef

Problématique	Peuplements concernés	Objectifs	Pratiques proposées	Exemples d'essais à installer
Stress hydrique : Diminution de la réserve texturale des sols et de l'humidité atmosphérique	Hêtraies et chénaies pédonculées sur plateaux et pentes argilo-crayeuses exposées sud-ouest	Renouveler les peuplements par plantation, enrichissement progressif ou régénération naturelle d'essences diverses	<ul style="list-style-type: none"> - Essences traditionnelles en régénération naturelle (chêne sessile) ; - Essences locales diverses : érables plane et champêtre, pommier, noyer commun, alisiers torminal et blanc, cormier, tilleul à petites feuilles, chêne pubescent... - Autres essences : <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles essences : cèdre, pin laricio... • Nouvelles provenances (+ méridionales) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de plantations comparatives d'essences et/ou de provenances ; Conduite de régénérations naturelles d'essences locales (si adaptées à la station).
Diminuer les risques par rapports aux sécheresses, vents violents...	Tous les autres types de peuplements	Raccourcir les cycles de production et les frais de suivi sylvicole en concentrant les efforts sur peu d'arbres à l'hectare	<ul style="list-style-type: none"> Aménager des lisières étagées ; Pratiquer des éclaircies précoces puis régulières au profit de 60 à 100 arbres d'avenir à l'hectare ; Ouvrir des cloisonnements d'exploitation pour éviter le tassement des sols ; Irrégulariser à terme certains peuplements. 	<ul style="list-style-type: none"> Aménagement étagé de lisières ; Eclaircies précoces ; Adapter la densité en arbres d'avenir et d'accompagnement, en fonction de la réserve utile du sol ; Chantiers comparatifs avec ouverture de cloisonnements d'exploitations.

L'essai sera donc installé en 2009 avec un témoin d'une part, et une zone pourvue d'un cloisonnement d'exploitation d'autre part, lors d'une récolte sur un plateau limoneux : comparaison des coûts d'exploitation et de la croissance d'un jeune peuplement de chêne.

Une expérimentation est également menée depuis 2001 sur la régénération naturelle du hêtre, afin notamment de maintenir la ressource génétique locale.

- Cetef de la Somme : installation de lisières étagées, essai et comparaison d'essences en alternative au hêtre. Un essai de ce type a déjà été installé à Courcelles-sous-Moyencourt au printemps 2008. L'objectif est de tester le comportement d'essences forestières résistantes au stress hydrique pour connaître les alternatives possibles dans les stations à très faible réserve utile. Il consiste en une

plantation comparative sur une même parcelle de bosquets de différentes essences locales et exotiques. Sont installées les essences suivantes :

hêtre (provenance Nord), alisier torminal (provenance Somme), alisier blanc, érable plane, érables sycomore et champêtre, aulne de Corse, chêne pubescent, cèdre (provenance Mont Ventoux), tilleul à petites feuilles, noyer commun.

Bilan

Bien entendu, d'autres expérimentations (plantations, enrichissements, enclos, peupleraies...) sont menées dans le cadre du Réseau régional d'expérimentation et de démonstration du CRPF avec de nombreux propriétaires. Néanmoins, les Cetef constituent des groupes pilotes pour l'expérimentation, et des relais indispensables dans la formation et la vulgarisation des propriétaires forestiers aux techniques sylvicoles et au développement forestier.

Concernant l'adaptation de la gestion aux changements climatiques, il est important de disposer de bilans chiffrés sur ces expérimentations sylvicoles ; le réalisme économique est en effet essentiel pour rendre comparable et transposable au plus grand nombre les résultats des essais. C'est d'ailleurs l'un des plus que peuvent apporter les propriétaires « Cetef ».

L'exemple du Nord-Pas-de-Calais-Picardie montre que l'implication des Cetef concernant l'adaptation de la sylviculture vis-à-vis des changements globaux peut constituer un apport précieux pour transmettre l'information aux propriétaires, et expérimenter sur le terrain des problématiques directement liées aux préoccupations des gestionnaires : évaluation des coûts, gestion des risques... ■

(1) CRPF Nord-Pas-de-Calais Picardie
96 rue Jean Moulin
80 000 Amiens

dossier

calculs économiques et gestion forestière

Dossier coordonné
par A. Gauthier

10 Calculs économiques et gestion forestière

A. Gauthier

11 Quelques outils pour le calcul économique en forêt

A. Gauthier

22 L'évaluation des forêts, un outil de gestion

A. Gauthier, J.-B. Fiat

27 Le point de vue de propriétaires forestiers...

A. de Chatelperron, L. de Corcelles

29 La rentabilité en futaie irrégulière

M. Bruciamacchie, B. de Turckheim

35 Calculer les coûts ou bénéfices de pratiques sylvicoles favorables à la biodiversité : comment procéder ?

H. Chevalier, M. Gosselin,
S. Costa, Y. Paillet, M. Bruciamacchie

40 Une demande croissante d'évaluation économique des services rendus par la forêt : exemple de l'eau potable

J. Fiquepron, A. Gauthier

Calculs économiques et gestion forestière

Alice Gauthier (1)



De nombreux outils sont à la disposition du sylviculteur pour guider ses choix de gestion... : itinéraires sylvicoles, catalogues de station ... mais aussi des outils législatifs, fiscaux et financiers visant à mieux maîtriser la rentabilité de ses forêts.

Le calcul économique fait partie de cette dernière catégorie. Il aide le gestionnaire à valider, sur le plan financier, un projet préalablement validé au plan technique.

Bien sûr, la durée de l'investissement forestier, la multiplicité des flux financiers ou encore l'évolution de la rentabilité, du prix de la main d'œuvre ou des marchés du bois sont des intrants qui rendent les résultats variables. Il faut avoir recours à des hypothèses. Le calcul économique permet de com-

parer les projets entre eux, d'évaluer les investissements, de simuler des évolutions... ou d'éclairer l'échéancier des recettes et dépenses, permettant au sylviculteur de privilégier des revenus rapides ou au contraire plus éloignés dans le temps. Il constitue donc un élément essentiel de la prise de décision du gestionnaire en lui fournissant des éléments de réflexions sur les conséquences financières de ses choix techniques.

Le premier article de ce dossier explique le calcul économique en donnant les définitions des indicateurs de rentabilité et en expliquant leur méthode de calcul. La généralisation des tableaux informatiques a en effet considérablement simplifié son utilisation et le rend accessible à quiconque est à l'aise avec des notions simples de mathématiques. Quelques exercices aideront le lecteur à mieux comprendre comment se servir des formules présentées.

Les articles suivants permettent de comprendre comment peuvent être utilisés ces outils dans l'évaluation des forêts ou dans le calcul de rentabilité de futaies irrégulières.

Deux sylviculteurs témoignent de leurs utilisations des calculs pour éclairer leurs décisions.

L'importance des services non marchands de la forêt est de plus en plus mise en valeur : maintien de la biodiversité, puit de carbone, rôle en faveur

de l'eau... autant de fonctions qui engendrent des préconisations visant à optimiser ces services rendus à la collectivité et dont le coût (et l'éventuel surcoût de gestion) est souvent assumé de manière unilatérale par le propriétaire forestier. Le chiffrage de ces services fait partie des nouveaux calculs effectués mais reste encore théorique, peu exemples concrets d'application existent, même si récemment des initiatives émergent.

Les deux derniers articles de ce dossier présentent des exemples de méthodes d'évaluation du service rendu et des éventuels surcoûts liées à une gestion spécifique dans deux domaines d'application : maintien des îlots de vieillissement et des rémanents d'exploitation et protection des zones de captages d'eau.

Ce dossier propose des méthodes rigoureuses pour connaître les revenus attendus à l'échéance de plusieurs dizaines d'années. Mais il atteindra son objectif si les professionnels forestiers intègrent davantage l'utilisation de ces outils d'évaluation économique dans le choix de leur projet, et s'il permet des débats, à des échanges d'idées visant à mieux rentabiliser nos forêts, ce qui est d'ailleurs un des objectifs affichés du nouveau groupe de travail IDF de sylviculteurs, entrepreneurs, producteurs. ■

(1) *IDF - Institut pour le développement forestier - 13 avenue des droits de l'homme, 45921 Orléans cedex 9



© Damien Pujol

Quelques outils pour le calcul économique en forêt

Alice Gauthier, IDF

Le calcul économique en forêt permet d'éclairer les choix du sylviculteur en fixant différentes hypothèses. Le résultat recherché par le sylviculteur n'est pas tant la valeur calculée qui semble peu fiable tant les aléas forestiers sont importants mais plutôt la comparaison de modalités de sylvicultures (éclaircies, élagages, dépressages...) ou de différents projets d'investissement envisagés à hypothèses fixées. Néanmoins, pour pouvoir comparer des chiffres, il appartient au sylviculteur de connaître et de choisir judicieusement les outils de calcul qu'il va utiliser. Cet article présente les principaux indicateurs utilisés en économie forestière, à préciser leurs limites d'utilisation mais aussi à se familiariser avec les différentes formules. Aussi les néophytes pourront le lire « crayon en main » en s'attelant aux exercices proposés à la fin de l'article au fur et à mesure de leur lecture...

Les critères de rentabilité financière

Le calcul du bénéfice est le premier pas effectué lorsqu'on cherche à connaître l'intérêt économique d'un projet... : les dépenses supportées sont-elles supérieures aux recettes espérées... ? Dès lors que l'on répond par la négative, le projet a de fortes chances d'être abandonné. Au contraire, si un bénéfice existe, il faut poursuivre l'investigation...

Ainsi, on peut chercher également à savoir si l'effort supporté constitue un investissement intéressant eu égard à la durée du projet en calculant le **bénéfice moyen annuel** aussi appelé **rente annuelle**.

Bénéfice moyen annuel =

$$\text{Rente annuelle} = \frac{\sum (\text{Recettes} - \text{Dépenses})}{\text{durée du projet}}$$

Cependant, ces calculs n'intègrent pas deux paramètres importants en forêt :

- des dépenses et recettes très diverses et très fluctuantes qui ne permettent pas d'avoir une rente annuelle régulière hormis dans une forêt présentant un équilibre idéal, ce qui n'existe jamais...

- le facteur temps que l'on prend en compte grâce à un **taux d'actualisation**.

Tenir compte du temps en utilisant un taux d'actualisation

Les investissements en forêt se font à long terme et les recettes sont souvent attendues après plusieurs dizaines d'années. Aussi, l'investisseur aurait pu placer son « capital » à un certain taux et en tirer un bénéfice...

Ainsi, si l'on place une somme S_0 , l'année 0, à un taux bancaire a , on obtient après 1 an, une somme augmentée de son intérêt selon la formule : $S_1 = (1 + a) \times S_0$

Après 2 ans, une somme augmentée selon la formule : $S_2 = (1 + a) \times S_1 = (1 + a)^2 \times S_0$,... après n années, la

somme devient : $S_n = (1 + a)^n \times S_0$

De même, on peut ramener une somme placée depuis i années, à la somme initiale par la formule $S_0 = S_i / (1 + a)^i$

L'actualisation des recettes et dépenses en forêt repose sur le même principe : il s'agit de tenir compte du temps afin de pouvoir comparer les flux financiers intervenus à des années différentes, tout en ayant à l'esprit que l'on préfère gagner de l'argent le plus tôt possible...

Pour comparer des dépenses et des recettes qui interviennent à des moments différents dans la vie d'un peuplement, il faut ramener tous ces événements à la même année. On peut par exemple décider de ramener toutes les dépenses et toutes les recettes lors de la première année de végétation, soit l'année 0.

On ramène donc les recettes et les dépenses à l'année 0 en les divisant par $(1 + a)^i$ où a représente le taux d'actualisation choisi et i l'année où

interviendra le flux financier. Ainsi, par exemple, une dépense intervenue l'année 5 sera notée D_5 et ramenée à l'année 0 par $D = D_5 / (1+a)^5$

$$\text{Valeur actualisée} = \frac{\text{valeur à l'année } i}{(1+a)^i}$$

L'actualisation des flux financiers pour chaque année permet de calculer le **bénéfice actualisé simple à l'année 0** appelé **BAS₀** dont on peut déduire l'indice d'efficacité du capital investi.

Bénéfice actualisé à l'année 0:

$$\text{BAS}_0 = \frac{\sum_{i=0}^n (R_i - D_i)}{(1+a)^i}$$

avec n : durée du projet

$$\text{Indice d'efficacité} = \frac{\text{BAS}_0}{\sum_{i=0}^n D_i / (1+a)^i}$$


L'achat « virtuel » du fond à l'année 0 et sa revente à l'année n peuvent ou non être intégrés au calcul. Lorsqu'il est intégré, on peut le noter **BAS₀**.

Valeur du taux d'actualisation:

Pour des projets non forestiers, il est fréquent que le taux soit choisi au-dessus de 4 % pour des projets inférieurs à 30 ans, et plutôt en dessous de 3 % pour ceux de plus de 30 ans. Un taux élevé traduit une forte préférence pour le présent et privilégiera les investissements courts aux recettes rapides alors qu'un taux faible aboutit à privilégier des investissements longs.

En économie forestière, les taux varient généralement de 2 à 5 % voire 8 % pour des rotations courtes.

Fixer le taux d'actualisation reste difficile pour un néophyte et d'autres outils peuvent permettre de s'en affranchir.

 **Exercices 1 a, 2, et 3 (p. 17)**

On peut également choisir d'actualiser la valeur à une autre année que l'année 0, par exemple par rapport à l'année actuelle :

Valeur actualisée = valeur passée x (1 + a)ⁱ
Valeur actualisée = valeur future / (1 + a)ⁱ
 avec i : nombre d'années entre la date actuelle et la date considérée.

La comparaison des bénéfices actualisés n'est judicieuse que **pour des projets de durées équivalentes**. Il conviendra alors de choisir le projet présentant le **BAS₀** le plus élevé.

Si l'on travaille sur **des projets de durées différentes**, il faut réussir à les ramener à une durée commune afin de pouvoir établir une comparaison. On utilise alors un artifice de calcul qui permet de faire l'hypothèse que tous les *scenarii* ont la même durée à l'infini : on calcule alors le **bénéfice actualisé en séquence infinie (BAS_{I0})**, également appelé critère de Faustmann (nom du forestier allemand l'ayant introduit en 1849) et l'on peut en déduire **la rente actualisée et l'indice de profitabilité**.

$$\text{BAS}_{I0} = \frac{\text{BAS}_0 (1+a)^n}{((1+a)^n - 1)}$$

avec n : durée du projet

$$\text{Rente actualisée} = \text{BAS}_{I0} \times a$$

$$\text{Indice de profitabilité} = \frac{\text{BAS}_{I0}}{\text{Investissement initial}}$$

 **Exercice 1 b (page 17)**

Calculer le taux interne de rentabilité (TIR): un moyen de comparer les projets entre eux ou avec d'autres investissements

Lorsqu'on ne sait pas fixer un taux

d'actualisation, on peut calculer le taux pour lequel le bénéfice actualisé s'annule. Il est nommé **taux interne de rentabilité (TIR)**. Plus le TIR est élevé, plus le projet est considéré comme rentable. En effet, le TIR représente le taux de placement effectivement obtenu par le sylviculteur (assimilé à un banquier) au terme de l'exploitabilité après placement du montant investi. Il est comparable au taux d'intérêt d'un compte bancaire. Cette valeur peut servir à comparer des projets ou à voir si le taux déterminé est supérieur à un taux d'actualisation hypothétique correspondant à un autre investissement.

Si $\text{BAS}_0 = 0$ alors $\text{TIR} = a$

Pour le déterminer, on peut procéder par dichotomie (en calculant les **BAS₀** pour des taux d'actualisation différents et en cherchant à l'annuler), par graphique en traçant le **BAS₀** en fonction du taux d'actualisation ou grâce à l'utilisation de la fonction valeur cible d'un tableur (voir encadré).

Astuces informatiques

■ Le tableur Excel possède une fonction appelée 'valeur cible' qui permet de donner à une cellule désignée la valeur que l'on souhaite lui voir attribuer et de calculer, la valeur du paramètre modulable. Cette fonction informatique est très utilisée en économie forestière.

Par exemple, si l'on souhaite calculer le TIR, il faut annuler le **BAS₀**, ouvrir le menu :

Outils, valeur cible

Cellule à définir : celle comportant la formule du **BAS₀** en fonction du taux d'actualisation

Valeur à atteindre : 0

Cellule à modifier : celle contenant le taux d'actualisation

OK

Le logiciel nous donne alors la valeur de a annulant le **BAS₀**.

■ Autre outil dans Excel : la fonction **puissance** se note ^ (exemple 2³ est noté 2^3).

Exercices 1 c, et 4 (p. 17)

L'achat « virtuel » du fond à l'année 0 et sa revente à l'année n peuvent ou non être intégré au calcul. Lorsqu'il est intégré, on peut le noter **TIRF**

Privilégier un temps de retour sur investissement ou un profil de trésorerie

On peut également caractériser un investissement en calculant le **temps de retour sur investissement** qui correspond à la date T à laquelle les recettes compensent les dépenses. Un graphique ou un tableur calculant le bénéfice actualisé en fonction du temps écoulé permet de trouver cette date aisément.

Le temps de retour sur investissement (durée de récupération du capital) est donc la durée T pour laquelle $BAS_0 = 0$ (voir figure 1).

Ce critère permet de donner la dimension temporelle de l'investissement. Cette notion est importante pour les investisseurs qui présentent une aversion aux risques : plus le temps est long, plus le risque est élevé. De même, en visualisant année par année l'état des recettes et dépenses, le sylviculteur peut choisir de privilégier un projet ou un autre en fonction du profil de trésorerie souhaité (régularité des recettes, répartition des investissements dans le temps...).

Les critères d'accumulation et de productivité

Pour qualifier un peuplement, on

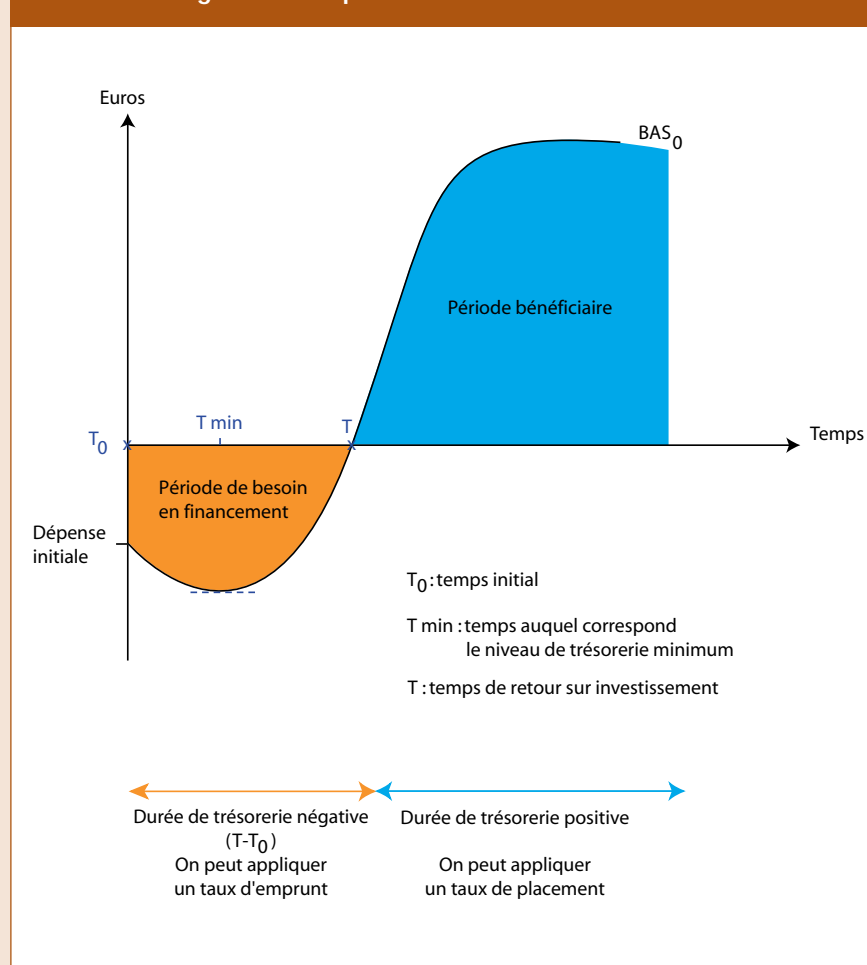
peut également chercher à maximiser un capital en volume ou en argent selon des **critères d'accumulation** (voir encadré) qui conduisent à maximiser un capital et induisent la conservation des peuplements sur pied le plus longtemps possible. Ils peuvent servir pour des usages récréatifs, de protection ou pour le stockage du carbone mais intéressent peu le producteur de bois...

En parallèle des critères d'accumulation, des indicateurs s'intéressent à la production annuelle en terme de volume ou de revenus et sont appelés **critères de productivité** (voir encadré).

Lorsque l'on privilégie le volume moyen annuel ou le revenu moyen annuel, cela conduit à couper le peuplement lorsque l'accroissement moyen est maximal, mais cela ne prend pas en compte le coût d'immobilisation des capitaux et rend équivalent deux dépenses de même montant intervenant à des dates différentes.

Aussi, le propriétaire privé utilisant les calculs économiques afin de rentabiliser sa forêt privilégiera l'utilisation des critères de rentabilité.

Figure 1 : Temps de retour sur investissement



Les critères d'accumulation et de productivité

$\left. \begin{array}{l} \text{Volume total} = \sum \text{volumes coupés} \\ \text{Revenus total} = \sum \text{revenus} \\ \text{Bénéfice total} = \sum (\text{recettes} - \text{dépenses}) \end{array} \right\} \text{critères d'accumulation}$

$\left. \begin{array}{l} \text{Volume moyen annuel} = \sum \text{volumes coupés}/n \\ \text{Revenu moyen annuel} = \sum \text{recettes}/n \\ \text{Bénéfice moyen annuel} = \sum (\text{recettes} - \text{dépenses})/n \end{array} \right\} \text{critères de productivité}$

Des valeurs à prendre avec mesure...

Pour simplifier le contexte économique, les calculs sont effectués avec différentes hypothèses : marché parfait, inflation inexistante, techniques et productivité actuelle, absence de risque, futur « programmé », prix futurs connus... Les hypothèses établies et fixées permettent donc simplement de faire des comparaisons entre investissements alternatifs mais il faut relativiser la valeur des chiffres.

Par ailleurs, le choix des indicateurs n'est pas neutre et il est fréquent d'observer des cas où les indicateurs sont contradictoires.

Il faut retenir que :

- **les critères d'accumulation** répondent à une stratégie de capitalisation,
- **les critères de productivité** maximisent la production annuelle moyenne mais ignorent le coût d'immobilisation des capitaux,
- **les critères de rentabilité** sont plus proches des attentes d'un propriétaire souhaitant rentabiliser financièrement sa propriété.

Le BAS_0 ne s'applique qu'à des projets de même durée.

Le TIR privilégie les projets permettant des recettes précoces.

Le BAS_0 dépend du choix effectué du taux d'actualisation...

Prendre en compte les risques

Les risques peuvent se définir par un **aléa**, un évènement biotique (attaque parasitaire) ou abiotique (extrême climatique, crise économique...) qui a une **probabilité** de se réaliser, avec un **impact** ou une certaine importance selon la **sensibilité** du peuplement forestier.

Avant de chiffrer l'importance des pertes économiques dues à ces aléas, il faut être capable de les décrire.

La sensibilité des peuplements à certains évènements, peut se traduire par de la vulnérabilité. Suite aux tempêtes, des facteurs de sensibilité au vent ont été décrits, comme le rapport H/D (hauteur/diamètre), ou bien encore une certaine hauteur (environ 15 m pour les résineux, et 23 m pour les feuillus) à partir de laquelle les peuplements deviennent fragiles.

Du fait de la durée d'investissement, les risques affectant le revenu peuvent être très divers : perte de la valeur d'avenir des bois par dégradation (attaques parasitaires, tempête), pertes de revenus annuels, perte sur la valeur des bois liées aux difficultés de mise sur le marché...

Différentes approches existent pour prendre en compte les risques dans les calculs : par analyse empirique (on peut, par exemple, incorporer une prime de risque au taux d'actualisation) ou par utilisation des probabilités.

Les risques peuvent intervenir sur les différents éléments des calculs d'investissement, par modification des prévisions sur :

- les recettes et les dépenses, en agissant sur les fluctuations du prix des bois, des matières premières, des intrants...

- la durée de vie de l'investissement.

Dans le cas de la forêt, le changement climatique peut remettre en cause la durée de vie initiale et entraîner un raccourcissement des révolutions du fait des dépérissements dus à des sécheresses consécutives par exemple. Dans les « chocs durs », la destruction brutale de tout ou partie d'un peuplement, comme une tempête ou un incendie interrompt directement la durée de vie du peuplement.

- le taux d'actualisation en rendant le financement de l'investissement plus difficile par exemple.

Quand le forestier dispose d'éléments statistiques sur les risques encourus par ses peuplements forestiers, il peut être capable de calculer une espérance de gain, c'est-à-dire un bénéfice moyen, compte tenu des risques.

Enfin, l'aversion aux risques de tout producteur, se traduit par la souscription de système de couverture financière des risques. L'assurance en forêt existe, mais elle n'est pas un produit répandu, facile d'accès, le système d'assurance a été fortement remis en cause après la tempête de 1999, de nouveaux produits ont été proposés depuis. Mais la tempête du 24 janvier a remis ce chantier sur le métier, de nouvelles conditions devraient être proposées prochainement afin d'offrir un produit qui soit efficace pour les sylviculteurs.

Quelles informations sont nécessaires ?

Les outils permettant de rechercher une rentabilité optimale selon les critères retenus par le propriétaire doivent être alimentés par différentes données traduisant l'évolution :

- du volume de bois par qualité,
- des recettes et dépenses,
- de la valeur du fonds.

■ Le volume de bois par qualité

La croissance et la sylviculture conditionnent le calendrier et l'intensité des coupes et des travaux sylvicoles ainsi que le terme d'exploitabilité. En effet, l'évolution du volume du peuplement dépend du milieu, des essences et de la sylviculture pratiquée. C'est la maîtrise de ces paramètres qui permet de simuler un **itinéraire technique** définissant les

travaux et récoltes en résultant.

Le choix de l'itinéraire technique s'appuiera sur le potentiel de la parcelle (essences, stations), sur les objectifs du propriétaire, sur ses moyens techniques, humains et financiers et sur le plan de gestion... On peut s'appuyer pour connaître les volumes escomptés par année et par qualité :

- sur des comparaisons avec des peuplements similaires,
- sur des **tables de production**.

Pour se servir de ces tables, il faut en général connaître un ou plusieurs des paramètres suivants : hauteur dominante, âge, surface terrière, composition en volume et qualité par essence. Ces paramètres sont connus grâce à un **inventaire** (piéd à piéd ou issu d'un échantillonnage du peuplement) et en s'appuyant sur un **taarif de cubage**.

■ Les recettes et dépenses

Le gestionnaire doit connaître ou pouvoir estimer :

- les recettes et dépenses fixes annuelles (recettes hors forêt, impôts, primes d'assurances, frais de gestion...)
- la valeur des recettes et dépenses variables (l'échéancier étant fixé par l'itinéraire technique) : pour les recettes escomptées lors des ventes de bois, on peut s'appuyer sur les moyennes des prix des bois par essence et par qualité ; pour les dépenses escomptées, il faut connaître les coûts des travaux (régénération, amélioration) en ha (dégagement, dépressage, plantation) ou en unité (élagage, plantation).

L'évolution de ces coûts unitaires est liée au coût de la main d'œuvre, aux coûts du matériel, mais aussi aux gains de productivité, c'est pourquoi, il est très utile de connaître également le temps passé aux différents travaux.



© J. Lemaire

■ La valeur du fonds

Le gestionnaire devra estimer la valeur du **fonds** (valeur initiale ou valeur résiduelle ou valeur de revente ou coût de remise en état initial...) de son peuplement. Le fonds est défini comme ce qui reste de la forêt après une coupe à blanc (sol, infrastructure, installations diverses, potentiel cynégétique, proximité des industries du bois, situation géographique...). Sa valeur peut être connue par comparaison mais il s'avère difficile de trouver un fonds présentant les mêmes caractéristiques que celui de sa forêt, ou par forfait. La fixation de la valeur du fonds imposera celle du taux d'actualisation. Au contraire, on peut choisir de fixer le taux d'actualisation et en déduire la valeur du fonds (*voir article, p. 22*). ■

Des outils à votre service !

Un programme informatique sous le logiciel Excel vous permet de mettre en application les principes établis dans cet article pour comparer différents scénarios sur votre forêt. Ce fichier est à télécharger sur le site www.foretpriveefrancaise.com en Dossiers thématiques > Economie gestion > Documents > Les calculs économiques en forêts, c'est possible !

Un article intitulé « des outils pour connaître la rentabilité de sa forêt » d'Olivier Picard dans le numéro 176 de Forêt -entreprise donne différents exemples d'utilisation de ce logiciel. <http://www.foretpriveefrancaise.com/les-calculs-economiques-en-forets-c-est-possible-213120.html>



Conserver les données forestières :

Pour faciliter la gestion de sa forêt et pouvoir, entre autres, procéder à des calculs économiques sur ses parcelles, il est impératif de conserver l'historique des données chiffrées : factures, temps passé, dépenses et recettes à l'hectare, volumes sortis par qualité, charges fixes de gestion... On pourra s'appuyer pour cela sur le plan comptable forestier proposé en annexe I.

Quelques outils pour le calcul économique en forêt :

Cahier d'exercices

N. B. : les chiffres utilisés dans ces exercices ne font qu'illustrer un principe de calcul et ne constituent en aucun cas des valeurs de référence.

Exercice n° 1

Monsieur Dubois présente un projet d'investissement dont les flux financiers se répartissent selon l'échéancier suivant :

Année	0	5	10	15	20	30	40
Flux	- 10 000	- 500	100	- 100	3 000	4 000	20 000

- Calculer le bénéfice sans tenir compte du temps.
- Actualiser les sommes en prenant comme taux d'actualisation $a = 2\%$ et en déduire le bénéfice actualisé à l'année 0.
- Calculer le **BASI₀** et la rente actualisée de Monsieur Dubois.
- Calculer le **TIR** du projet de Monsieur Dubois.

Exercice n° 2 : faut-il élaguer ?

Dans des peuplements plantés de résineux, on récolte au total 700 m³, avec une coupe finale vendue 60€/m³, 35 ans après le premier élagage effectué à 15 ans considéré comme l'année 0.

Surface : 1 ha.

Scénario 0 sans élagage

Année	0	5	10	35
Prix du bois €/m ³	7	12	23	60
Quantité totale m ³	50	100	100	450
Revenu total	350	1 200	2 300	27 000

Scénarii avec élagages - On élague 250 arbres/hectare

. Scénario 1 : avec 2 élagages permet de produire 100 m³ de bois sans noeud à la coupe finale.

Hauteur	Année	Coût
2 mètres	0	1,2 €/arbre
4 mètres	5	2,4 €/arbre

. Scénario 2 : avec 2 élagages permet de produire 160 m³ de bois sans noeud à la coupe finale.

Hauteur	Année	Coût
2 mètres	0	1,2 €/arbre
6 mètres	10	3,5 €/arbre

. Scénario 3 : avec 3 élagages permet de produire 200 m³ de bois sans noeud à la coupe finale.

Hauteur	Année	Coût
2 mètres	0	1,2 €/arbre
4 mètres	5	2,4 €/arbre
6 mètres	10	3 €/arbre

Taux d'actualisation = 2 %

Questions :

- Pour chacun des scénarii 1, 2 et 3, calculer le prix de vente du bois élagué pour que l'élagage commence à être rentable.
- Quel est le scénario le plus rentable si le prix du bois élagué est de 70 €/m³ ?
- Une incitation de l'Etat est mise en place, il s'agit d'une aide de 40 % du coût total de l'élagage, si celui-ci monte à 6 mètres et sur 300 tiges/ha. Quel est l'effet de l'aide ? Quel est le scénario le plus favorable ?

Exercice n°3 : Projet de desserte

Desserte d'un massif de 20 ha composé de 10 parcelles de plantations résineuses dont les éclaircies prévues sont les suivantes :
Question : Le projet de route est-il rentable compte tenu de l'échéancier des recettes et de son coût initial ?

Le dossier sera financé à 30 % si le temps de retour sur l'investissement est inférieur à 10 ans.

N° parcelle	Années prévues pour des éclaircies			Bénéfices €/ha			Surface de chaque parcelle/ha
	Eclaircie 1	Eclaircie 2	Eclaircie 3	Bénéfice éclaircie 1	Bénéfice éclaircie 2	Bénéfice éclaircie 3	
P1	0	4	9	1500	3000	6100	1
P2	1	6	11				3
P3	4	9	14				2
P4	3	8	13				3
P5	2	7	12				2
P6	5	10	15				2
P7	1	6	11				1
P8	5	10	15				4
P9	3	8	13				1
P10	0	5	10				1

- La route fait 3 km à 15 000 €/km = 45 000 €
- Il faut ajouter l'étude préalable et les contacts avec chaque propriétaire : 2 jours/parcelle à 350 €/jour : 7 000 €
- Taux d'actualisation = 2 %

Exercice n°4 : Améliorer ou reboiser?

Cas d'un taillis de châtaignier

À la suite de la coupe d'un taillis de châtaignier, le propriétaire hésite entre plusieurs solutions de gestion du taillis ou de reboiser en douglas.

Question : Comment pouvez-vous l'aider à se décider, sur quels critères insisterez-vous ?

Données :

- Achat du fond : 1100 €/ha
- Frais d'exploitation : 15 €/m³
- Fiscalité Châtaignier : 5 €/ha/an
- Taux d'actualisation : a = 2 %

Les prix sont exprimés « bord de route »

Cas 1 : taillis de 2000 tiges/ha avec coupe unique à 25 ans

	Volume	Prix
Bois d'oeuvre	180 m ³	35 €/m ³
Bois de trituration	140 m ³	15 €/m ³

Cas 2 : objectif « billes » à 35 ans (800 tiges/ha)

Coût dépressage à 10 ans : 1600 €

Coupe finale à 35 ans

Coupe finale	Volume	Prix moyen
billes + billons	300 m ³	50 €/m ³

Cas 3 : Objectif « grumes » (180 tiges/ha)

Coût dépressage à 10 ans : 1600 €

Éclaircie à 16 ans : bilan neutre

Éclaircie à 25 ans

Coupe finale à 45 ans

	Volume	Prix
Éclaircie à 25 ans	40 m ³	40 €/m ³
Coupe finale à 45 ans	220 m ³	140 €/m ³

Cas 4 : plantation de douglas

Année	Opération	Volume	Dépenses	Recettes
0	Traitement des souches		500 €/ha	
1	Plantation 900 plants/ha		900 €/ha	
2	Entretien		120 €/ha	
3	Entretien		250 €/ha	
5	Entretien		120 €/ha	
10	Eclaircie	60 m ³		0 €/m ³
17	Eclaircie	90 m ³		8 €/m ³
30	Eclaircie	110 m ³		23 €/m ³
50	Coupe finale	420 m ³		70 €/m ³

	Nombre	Coût	Total
Élagage à 10 ans	250	1 €/arbre	250 €
Élagage à 17 ans	250	2,50 €/arbre	625 €

Fiscalité : Douglas : 23 €/ha/an à partir de la 31^e année

Aide Plantation : 40 % du devis

Aide élagage : 40 % du devis

✎ Corrigés des exercices ✎

✎ Exercice n°1 :

a) Bénéfice = (- 10 000 - 500 + 100 - 100 + 3000 + 4 000 + 20 000) = 16500 € soit 412,5 € par an

Actualisation des sommes à l'année 0

Année	0	5	10	15	20	30	40
Flux	- 10 000	- 500	100	- 100	3 000	4 000	20 000
Sommes actualisées à 2%	- 10 000	- 453	82	- 74	2 019	2 208	9 058

Exemple : année 5 : $(-500) / (1+0,02)^5 = -453$

$$\text{BAS}_0 = 2\,840 \text{ €}$$

b) $\text{BAS}_0 = 2840 \times (1 + 0,02)^{40} / ((1 + 0,02)^{40} - 1) = 5191 \text{ €}$

Rente actualisée = $5191 \times 0,02 = 104 \text{ € par an}$

c) Le calcul du BAS_0 donne pour

$\alpha = 2\%$, $\text{BAS}_0 = 2840 \text{ €}$

$\alpha = 5\%$, $\text{BAS}_0 = -5481 \text{ €}$

Par approche successive, en cherchant à annuler le BAS_0 , on trouve $\text{TIR} = 2,706 \%$

Exercice n°2 : Faut-il élaguer ?

On remarque dans cet exercice que l'année d'actualisation utilisée (notée 0) n'est pas celle de la plantation mais celle du 1^{er} élagage effectué à 15 ans.

1) Pour déterminer le prix x à partir duquel le projet d'élagage sera rentable, il suffit de considérer que la valeur des dépenses et recettes actualisées concernées par la modification de scénario (le reste demeurant identique) est égale à celle du volume correspondant dans le scénario 0.

Comparaison scénario 0 et scénario 1 : volume concerné 100 m³

Scénario 0 : 100 m³ de bois vendus 60 € en année 35

Scénario 1 : 100 m³ de bois vendus au prix x en année 35 auxquelles s'ajoutent des dépenses supplémentaires d'élagage en année 0 et 5.

$$60 \times 100 / (1+0,02)^{35} = 100 x / (1+0,02)^{35} - 1.2 \times 250 - 2.4 \times 250 / (1+0,02)^5$$

Scénario 0

Scénario 1

Soit $x = 76.9$ €

Comparaison scénario 0 et scénario 2 : volume concerné 160 m³

$$60 \times 160 / (1+0,02)^{35} = 160 x / (1+0,02)^{35} - 1.2 \times 250 - 3.5 \times 250 / (1+0,02)^{10}$$

$x = 72.7$ €

Comparaison scénario 0 et scénario 3 : volume concerné 200 m³

$$60 \times 200 / (1+0,02)^{35} = 200 x / (1+0,02)^{35} - 0,6 \times 250 - 1,2 \times 250 / (1+0,02)^5 - 2 \times 250 / (1+0,02)^{10}$$

$x = 74.6$ €

2) avec un prix de 70 euros, les élagages ne sont pas rentables et l'unique scénario rentable est le scénario 0.

3) Aide de l'État : on refait le même calcul en intégrant l'aide sur 300 tiges élaguées

Scénario 2, $x = 69,16$ €

Scénario 3, $x = 70,50$ €

L'aide a pour effet de baisser le seuil de rentabilité, mais avec un prix de bois élagué à 70 € /m³, le scénario 3 n'est toujours pas rentable. Dans ce cas, le scénario 2 est le meilleur, cependant, la différence de BAS_0 entre les scénarios 0 et 2 reste faible (67 €/ha en plus pour scénario 2).

Exercice n°3 : projet de desserte

Coût initial de l'investissement : 52 000 € (soit 45 000 € + 7 000 €)

Année	Recettes										Dépenses	Bénéfices		Avec subvention			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		(R-D) actualisées	BASO en fonction de n	Dépenses avec subvention de 30%	(R-D) subventionnées et actualisées	BASO avec subvention	
0	1500										1500	52000	-49000,0	-49000,0	36400	-33400,0	-33400,0
1		4500						1500					5882,4	-43117,6	0	5882,4	-27517,6
2					3000								2883,5	-40234,1	0	2883,5	-24634,1
3				4500					1500				5653,9	-34580,2	0	5653,9	-18980,2
4	3000		3000										5543,1	-29037,1	0	5543,1	-13437,1
5						3000		6000		3000			10868,8	-18168,4	0	10868,8	-2568,4
6		9000					3000						10655,7	-7512,7	0	10655,7	8087,3
7					6000								5223,4	-2289,3	0	5223,4	13310,7
8				9000					3000				10241,9	7952,5	0	10241,9	23552,5
9	6100		6000										10124,7	18077,3	0	10124,7	33677,3
10						6000		12000		6100			19770,4	37847,7	0	19770,4	53447,7
11		18300						6100					19624,0	57471,7	0	19624,0	73071,7
12					12200								9619,6	67091,3	0	9619,6	82691,3
13				18300						6100			18862,0	85953,3	0	18862,0	101553,3
14			12200										9246,1	95199,4	0	9246,1	110799,4
15						12200					24400		27194,3	122393,7	0	27194,3	137993,7

L'investissement est rentable dès la 8^e année et pourra donc être subventionné.

Avec l'aide de la subvention, le projet sera rentable dès la 6^e année.

✎ Exercice n°4 : Améliorer ou reboiser ?

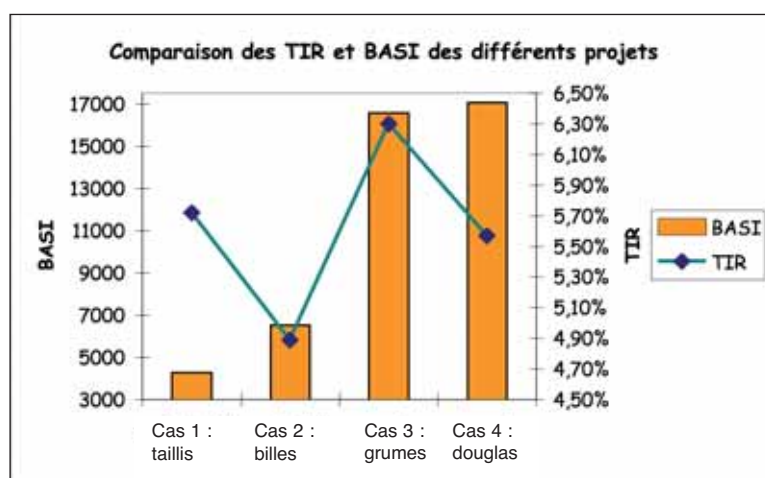
Les projets n'ont pas la même durée de vie, on s'intéresse donc au calcul du **BASI** et du **TIR**

Age	Recettes	Dépenses	(R - D) actualisé
0		1105	-1105,00
1		5	-4,90
...			
25	4700	5	2861,75
BASo			1662,18
BASI			4256,87
TIR			5,72%

Age	Recettes	Dépenses	(R - D) actualisé
0		1105	-1105,00
1		5	-4,90
10		1605	-1316,66
25	1000	5	606,48
45	28600	5	11729,58
BASo			9776,15
BASI			16575,28
TIR			6,30%

Age	Recettes	Dépenses	(R - D) actualisé
0		1105	-1105,00
1		5	-4,90
...			
10		1605	-1316,66
11		5	-4,02
12		5	-3,94
34		5	-2,55
35	11600	5	5797,82
BASo			3257,77
BASI			6515,90
TIR			4,89%

Age	Recettes	Dépenses	(R - D) actualisé
0		1600	-1600,00
1	360	900	-529,41
2		120	-115,34
3		250	-235,58
5		120	-108,69
10	100	250	-123,05
17	970	625	246,39
30	2530	0	1396,74
31		23	-12,45
50	30500	23	11323,06
BASo			10055,03
BASI			17048,11
TIR			5,57%



La comparaison des **BASI** nous montre un avantage pour le projet « douglas » suivi de près par le projet « grumes », tandis que le **TIR** avantage le projet « grumes » puis le projet « taillis ».

Dans cet exemple, on s'aperçoit que le choix de l'indicateur utilisé influence le choix du sylviculteur. Le **TIR** privilégie les projets courts à faible risque avec un retour rapide, tandis que le **BASI** est à privilégier pour un sylviculteur qui souhaite davantage investir pour les « générations futures ». Dans cet exemple, le projet « grumes » semble un bon compromis qui optimise à la fois le bénéfice et l'efficacité de capitaux investis, cependant, dans un contexte de changement climatique, le sylviculteur peut souhaiter diminuer la durée de révolution afin de diminuer ses risques et choisir le projet « taillis ». Le calcul économique est à prendre avec prudence et n'est donc là que pour éclairer le choix du sylviculteur en fonction des priorités qu'il se donne.

L'évaluation des forêts, un outil de gestion

Alice Gauthier, Jean-Bernard Fiat (1)

Savoir estimer voire connaître la valeur de ce que l'on possède ne sert pas, loin s'en faut, qu'au moment d'une vente... Dans le cas de successions, de déclarations fiscales, d'observations de préjudices ou surtout pour optimiser la gestion et rationaliser les dépenses en maîtrisant son prix de revient, un professionnel forestier doit être en mesure de réaliser différents chiffrages. L'utilisation des outils informatiques permet désormais de s'affranchir de calculs longs et fastidieux et de formules complexes en s'appuyant sur une approche de l'évaluation des forêts par relation de récurrence. Cet article se limitera au cas des futaies régulières et s'appuie sur les cours en ligne intitulés « Évaluation des peuplements forestiers - principes de l'estimation de la valeur des forêts » de Jean-Bernard Fiat et Jean-Luc Peyron⁽²⁾.

Comprendre la formation du prix des forêts

L'extrême variabilité des forêts (fertilité, structure du peuplement, âge, essence, surface...) et de l'environnement (demande en bois, activités de loisirs...) confèrent une très grande hétérogénéité au prix à l'hectare des forêts, aussi il est très rare que l'on puisse connaître le prix de sa propre forêt par comparaison des prix de vente des forêts voisines... Il faut donc s'atteler à une étude plus poussée du bien à évaluer.

Pour connaître la valeur vénale⁽³⁾ d'une forêt, on distingue deux éléments constitutifs de la forêt :

- Une valeur dite « technique » qui peut être évaluée par deux méthodes et un ensemble de données qui elles seules doivent porter à discussion et dont cet article est l'objet,
- Une valeur d'aménité, sociale et publique, ou personnelle qui ne peut être définie par des critères reconnus par le vendeur et l'acheteur.

Cette valeur technique revêt une valeur identifiable par tout expert fores-

tier ; cette valeur comprend deux éléments :

- la **valeur du sol** (ou fonds) qui dépend de la localisation, de la surface, des infrastructures, de l'aptitude à la production forestière (fertilité, qualité des sols...) ou encore de recettes générées par des activités autres que la production de bois (chasse, champignon...);

- la **valeur du peuplement forestier** aussi appelée **superficie** qui désigne la valeur des arbres en croissance.

Il arrive de considérer que, dans la valeur d'une forêt, 1/4 vient du fonds et 3/4 de la superficie. Cette approximation n'est qu'une hypothèse de calcul sur laquelle s'appuie le principe actuel de l'exonération des 3/4 de la valeur lors des successions.

Valeur de la forêt = Fonds + Superficie

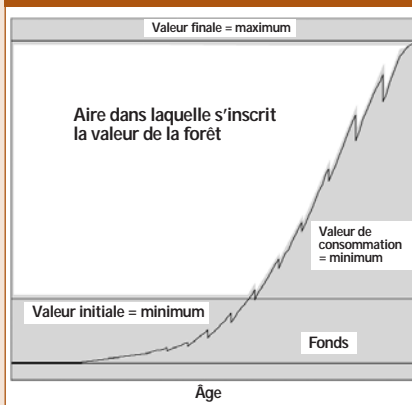
La valeur du fonds est indépendante du peuplement en place et pourra donc être fixée par forfait régional ou en attribuant un coefficient au prix de vente local des terres agricoles. Le fonds comprend le sol, la fertilité, la

capacité de régénération naturelle, le stock de graines, l'infrastructure (accès, routes, places de dépôt)...

La valeur de la superficie est la valeur du peuplement en état. Elle tient compte de l'investissement initial et des revenus futurs liés au potentiel des bois en croissance. Elle est composée de la valeur de consommation et de la perte de valeur d'avenir. La superficie vaut au moins la valeur des bois coupés aujourd'hui (valeur de consommation) et au plus celle des bois coupés à leur optimum économique (à l'âge d'exploitabilité).

La valeur de consommation est celle du peuplement telle qu'elle résulterait d'une vente des bois dans l'état dans lequel ils se trouvent, diminuée des frais de commercialisation (martelage, mise en vente et suivi d'exploitation...). C'est un élément intéressant pour approcher la valeur de la superficie. Elle constitue une valeur minimale certaine de la superficie mais n'intègre pas le potentiel futur de la parcelle.

Réprésentation de la valeur de la forêt par rapport aux valeurs de consommation, initiale, finale et du fonds



$$V_{\text{consommation}} < \text{Superficie} < V_{\text{maximale}}$$

(ou au début de la vie du peuplement, dépenses initiales)

$$\text{Superficie} = V_{\text{consommation}} + \text{Perte de valeur d'avenir}$$

De même, les dépenses initiales d'investissement réalisées par le propriétaire constituent une somme minimale qu'il souhaite récupérer lors de la vente même si les bois n'ont pas encore de valeur commerciale.

Au fur et à mesure que les arbres capitalisent du bois, la valeur de la superficie augmente jusqu'à atteindre la valeur maximale⁽⁴⁾ correspondant à l'âge optimum d'exploitabilité.

Au moment de la coupe finale, la valeur de la superficie est égale à la recette obtenue (frais de commercialisation déduits). La superficie se borne donc aisément entre la valeur de consommation et la valeur maximale. Entre la valeur de consommation et la superficie, il faut trouver « le manque à gagner qui résulterait d'une exploitation anticipée des bois » appelé **perte de valeur d'avenir (PA)**.

Lors d'un sinistre (chablis, incendie...), la forêt est dévalorisée de sa perte de valeur d'avenir.

Évaluer son bien

■ **Calcul de la valeur d'une forêt**
Ce paragraphe s'applique à une futaie régulière dont la plantation a été effec-

Le taux d'actualisation :

La notion de taux d'actualisation doit être envisagée selon 2 méthodes :

1- le propriétaire compte valoriser son terrain grâce à un peuplement forestier : il fixe la valeur du fonds à valoriser (voir J.-B. Fiat 1997, *Quelques apports d'un nouvel ouvrage de micro-économie forestière*) ; il en résulte un taux interne de rentabilité auquel son fonds fonctionne (absolument identique à un placement bancaire sûr).

2- le propriétaire attend un retour sur investissement, défini par un taux d'actualisation, qui, pour un placement initial, lui octroie un revenu final (sans compter les éventuelles recettes et dépenses d'éclaircies ou de travaux générées par le peuplement).

Ces 2 méthodes sont les résultantes d'une théorie définie par **Koenig** puis **Faustmann**, initiateurs en la matière, la théorie de Koenig (1813) reprise par Faustmann (1849) :

Une valeur V investie rapporte $V \times (1 + a)$ l'année suivante avec a : taux d'actualisation pouvant être le taux interne de rentabilité.

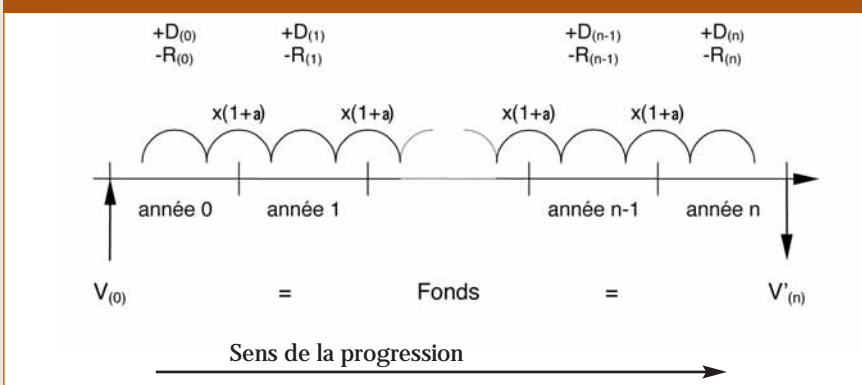
Ainsi, l'estimateur a affaire à 3 inconnues (valeur du fonds, taux d'actualisation et valeur en bloc) reliées par 2 les 2 équations que sont :

- La formule de la valeur en bloc : valeur à l'année n = fonction (taux d'actualisation)
- La formule de la valeur du fonds : valeur du fonds = fonction (taux d'actualisation)

Partant des investissements initiaux (fonds, plantation, entretiens), la valeur du bien croît tel un placement financier placé à un taux défini ou induit, augmenté des investissements (dépenses d'entretien, de nettoyage, d'élagages éventuels) et diminué des recettes ponctionnant le peuplement (coupes d'éclaircie).

Cette vue d'incrémentation de la valeur peut être faite dans une optique de placement (valeur de revient) ou d'attente d'un peuplement bientôt mûr (valeur d'attente). À un âge du peuplement, ces deux valeurs sont égales si l'estimateur a pris garde de respecter la théorie et ses 2 méthodes.

Prix de revient



tuée en l'année 0 et la coupe finale en année n . Valeur à l'année i sera notée $V_{(i)}$; recettes $R_{(i)}$ et dépenses $D_{(i)}$.

Avant la plantation, la valeur de la forêt est égale à la valeur du fonds. Par ailleurs, si l'on connaît la valeur d'une forêt l'année précédente, il est facile d'en déduire la valeur actuelle en y ajoutant les recettes et dépenses effectuées et en les actualisant.

On obtient alors la relation suivante :

Prix de revient

$$V_{(i)} = (V_{(i-1)} + D_{(i-1)} - R_{(i-1)}) \times (1 + a)$$

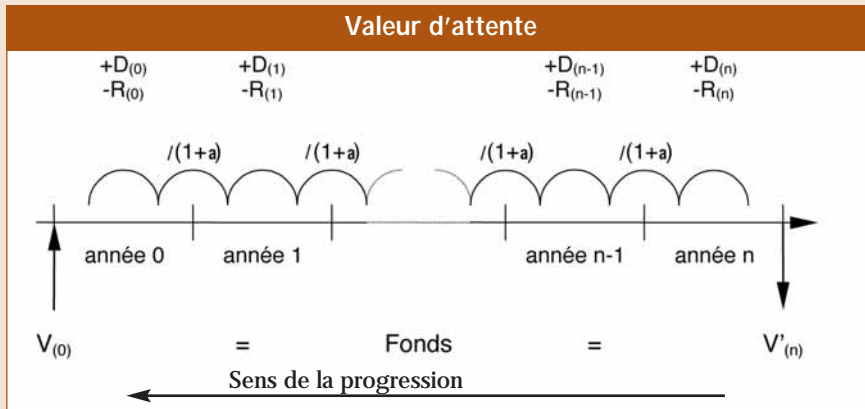
avec a : taux d'actualisation
avec, avant plantation, à $t = 0$, $V_{(0)} = F$

On peut donc obtenir à l'aide d'un tableur, la valeur_(i) de proche en proche en calculant d'abord valeur₍₁₎, puis valeur₍₂₎... jusqu'à valeur_(i), cela constitue une approche par **prix de revient**. On peut faire la même démarche à rebours, à partir de la valeur d'arrivée après coupe rase en fin d'année n : On établit alors la relation suivante :

Valeur d'attente

$$V_{(i)} = (V_{(i+1)} / (1 + a) - D_{(i)} + R_{(i)})$$

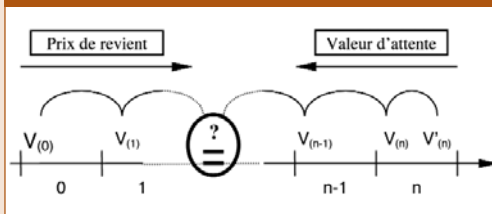
avec a : taux d'actualisation
Avec après coupe à $t = n$,
 $V'_{(n)} = F$ et $V_{(n)} = V'_{(n)} - D_{(n)} + R_{(n)}$



On peut ainsi obtenir aisément à l'aide d'un tableur, la valeur (i) de proche en proche en calculant d'abord valeur (n), puis valeur (n-1)... jusqu'à valeur (i), cela constitue une approche par **valeur d'attente**.

Pour être cohérent, il faut que la valeur d'attente et le prix de revient correspondent...

Égalité prix de revient valeur d'attente



Prix de revient = Valeur d'attente
à l'âge i à l'âge i

L'égalité du prix de revient et de la valeur d'attente pour la même année permet de déterminer une relation entre le fonds et le taux d'actualisation. Ces formules peuvent également permettre d'établir une relation entre F et a que l'on pourra tracer graphiquement et qui permettra de tester différentes hypothèses.

Fixer la valeur du fonds et celle du taux est très tentant pour un néophyte ne percevant qu'une partie de la théorie mais serait en contradiction totale avec sa réalité. Il faut se rappeler que l'on part de 2 équations (valeur en bloc, valeur du fonds) avec 3 inconnues (fonds, valeur à un instant t et taux d'actualisation). **On ne peut donc fixer qu'une et une seule inconnue pour connaître les 2 autres.**

La valeur de la forêt dépend donc de deux éléments que sont :

- la variable fixé : la valeur donnée au fonds ou au taux d'actualisation
- le scénario sylvicole induisant des dépenses (investissements) et des recettes (désinvestissements).

Choisir de fixer le taux d'actualisation revient souvent à établir une comparaison avec le présent en s'appuyant sur des taux proches de certains placements bancaires ou boursiers, alors que choisir de fixer le fonds revient à considérer la qualité intrinsèque de la parcelle (potentialités, infrastructure...) en utilisant un élément de comparaison que constitue la valeur de la terre agricole.

■ Adaptation à la futaie régulière en régénération naturelle

Nous nous sommes limités jusqu'à présent à une futaie régulière issue d'une régénération artificielle qui permettait de fixer un début et une fin au projet forestier.

Ce type de traitement n'est pas unique en forêt, de nombreuses futaies étant

issue d'une régénération naturelle.

Ce cas est abordé en considérant qu'il existe une période pendant laquelle deux générations se chevauchent et que le fonds n'est jamais nu... (Fig. 1) En raisonnant entre 2 régénérations successives, soit pendant n années, on peut appliquer les formules de récurrence précédemment établies. (Fig. 2) La valeur à l'année 0 est alors composée du fonds et de la recette des coupes de régénération de n à n + m.

$$V_{(0)} = F + \sum_{i=0}^{n+m} R_{(i)} \times (1+a)^{-i}$$

$$= F + \sum_{i=0}^m R_{(i)} \times (1+a)^{-i}$$

On peut maintenant appliquer la relation de récurrence pour déterminer le **prix de revient** :

$$V_{(i)} = (V_{(i-1)} + D_{(i-1)} - R_{(i-1)}) \times (1+a)$$

avec a : taux d'actualisation

mais également la relation de récurrence pour déterminer la valeur d'attente en utilisant :

$$V_{(0)} = V'_{(n)}$$

$$V_{(i)} = (V_{(i+1)}/(1+a) - D_{(i)} + R_{(i)})$$

avec a : taux d'actualisation

Des résultats limités

La valeur vénale des forêts est un indicateur souvent perturbé par de nombreux paramètres. Ainsi, la faible taille d'une parcelle (< 10 ha), ou des éléments fiscaux et géographique peuvent conférer un surcoût à la valeur du fond au détriment de la valeur de la superficie, de même, les fonds comportant à la fois de la forêt et du bâti

Figure 1 : Cas de la génération naturelle

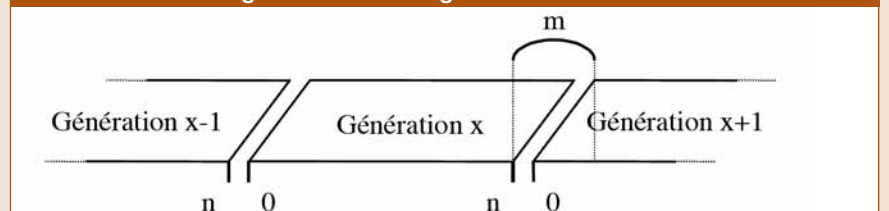
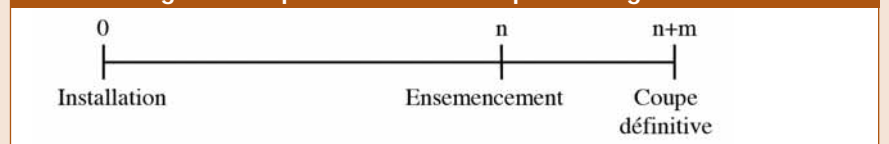


Figure 2 : Représentation des étapes d'une génération



sont en général plus chers de 40 à 50 % que la somme des deux. C'est pourquoi, lors des mutations, le recours à un homme de l'art reste essentiel. Cependant ces calculs constituent une bonne approche du prix de revient de sa forêt et leur maîtrise est un des moyens de connaître la rentabilité de la gestion forestière.

En conclusion

La valeur d'un bien peut quelquefois être évaluée au regard d'une transaction équivalente tel que le présente un argus. Cette disponibilité facile n'existe pas pour la forêt ; en effet les différents paramètres entrant dans l'état du bien forestier à vendre (essence, qualité, délai de disponibilité, accès à la ressource ...) sont d'une variété telle qu'une comparaison entre bien vendu et bien à vendre n'est que rarement possible. Le recours à une base pragmatique, mathématique, fondée sur une théorie et reconnue est la seule possibilité d'estimation admissible. Sa source demande à l'estimateur d'introduire un paramètre (le fonds ou le taux) et renvoie les experts sur le terrain technique et commercial des données nécessaires aux *scenarii* sylvicoles indispensables aux calculs. Si la théorie est simple, elle se décline en 2 méthodes. Les données, quant à elles, sont infinies et sont les seules à pouvoir être placées dans le débat des experts.

(1) Membre du réseau des estimateurs ONF - Responsable de l'UT Finistère-sud Morbihan - 11 rue Muret de Pagnac - 29000 Quimper

(2) Consultable à l'adresse

<http://www.agroparistech.fr/coursenligne/Economie/Economie.html>

(3) La valeur vénale d'une forêt « est le prix qu'une personne accepte de payer ou de recevoir en échange de la propriété de cette forêt en l'absence de considérations subjectives ou de caractères d'urgence de la transaction ; ce prix doit s'inscrire dans la fourchette de transactions observées dans la région. »

(4) La valeur maximale est le prix de la vente de bois au moment optimum de la vie du peuplement diminué des frais de commercialisation (martelage, mise en vente et suivi d'exploitation...).

Cahier d'exercice

Monsieur Dubois possède une futaie régulière feuillue issue d'une plantation et âgée de 40 ans de 10 ha.

Par hectare, chaque année, il dépense 40 euros de frais (impôts + frais de gestion et divers) et reçoit 60 euros pour une location de chasse.

Il estime le fonds de sa propriété à 1 000 €/ha. Les dépenses et recettes sont connues jusqu'à l'année 40, et estimées jusqu'à l'année 100, date souhaitée pour la coupe définitive.

a) Monsieur Dubois aimerait connaître la valeur de sa forêt par ha, comment l'aider ?

b) Quelques années plus tard, lorsque la futaie est âgée de 60 ans, la mairie souhaite réaliser 1 parking et exproprier Monsieur Dubois sur 1 ha. La valeur de la coupe de bois est estimée à 5 000 €. Pouvez-vous aider Monsieur Dubois à évaluer son préjudice ?

Récapitulatif des opérations réalisées et estimées par hectare

Âge		Recettes à l'année i	Dépenses à l'année i
0	Installation-plantation	0	1 500
1	Entretien-dégagement	0	200
2	Entretien- dégagement	0	200
4	Entretien-dégagement	0	400
7	Entretien-dégagement	0	400
12	Entretien-dégagement + taille formation	0	500
20	Eclaircie + élagage	0	500
30	Eclaircie	200	0
40	Année en cours	0	0
45	Éclaircie	300	0
55	Éclaircie	300	0
65	Éclaircie	500	0
75	Éclaircie	500	0
85	Coupe	5 000	0
100	Coupe finale	10 000	0

Corrigé

a) Voici le détail du calcul effectué pour aider Monsieur Dubois :

Calcul du prix de revient :

$$V_{(0)} = F$$

$$V_{(1)} = (V_{(0)} + 1\,500 + 40 - 0 - 60) \times (1,02) = F \times (1,02) + 1\,509,6$$

$$V_{(2)} = (V_{(1)} + 200 + 40 - 0 - 60) \times (1,02)$$

$$\vdots$$

$$V_{(40)} = (V_{(39)} + 40 - 0 - 60) \times (1,02)$$

Calcul de la valeur d'attente : $V'_{(100)} = F$,

$$V_{(100)} = V'_{(100)} - D_{(100)} + R_{(100)}$$

$$V_{(i)} = (V_{(i+1)} / (1+a) - D_{(i)} + R_{(i)}) \text{ avec } a: \text{taux d'actualisation}$$

$$V_{(100)} = F + 10\,000 + 60 - 40$$

$$V_{(99)} = V_{(100)} / (1,022) + 60 - 40$$

$$\vdots$$

$$V_{(40)} = V_{(41)} / (1,022) + 60 - 40$$

Par égalité de la valeur du prix de revient et de la valeur d'attente, on en déduit F et donc $V_{(40)}$.

Il est aisé pour cet exercice de se faire aider d'une feuille de tableur en rentrant les différentes données et en fixant le taux d'actualisation à 1,5 % (cette valeur est provisoire, le programme nous permettra de la calculer ultérieurement).

La feuille du tableur pourrait être programmée comme l'indique la copie d'écran ci-dessous (pour des raisons pratiques seule une partie des lignes est représentée et les deux dernières colonnes correspondent aux formules à incrémenter. Notre exemple

a été réalisé en utilisant le tableur Excel).

On s'aperçoit évidemment que la valeur du prix de revient et la valeur d'attente ne sont pas égales puisqu'on a utilisé une valeur estimée pour le taux d'actualisation. Il suffit alors de demander au tableur de trouver la valeur de a pour laquelle, les deux valeurs s'annulent.

Pour cela, on crée une case avec la différence que l'on souhaite voir annuler : ici, on souhaite que le prix de revient à 40 ans soit le même que la valeur d'attente au même âge.

Cellule valeur cible à 40 ans
2348,02 E47-D47

Puis on se sert de la fonction valeur cible du tableur Excel (outils, valeur cible) puis :

cellule à définir : B111, valeur à atteindre : 0, cellule à modifier : B3

Le logiciel nous calcule alors le taux d'actualisation compatible avec un fonds de 1000 € : $a = 1,85\%$ (on aurait pu faire de même à partir d'un taux a fixé, pour déterminer un fonds).

La valeur de la forêt de Monsieur Dubois à 40 ans est alors : 7660 €

b) On a $V_{(60)} = 9850$ € comprenant une valeur de fonds de 1000 € et la superficie :

$$S_{(60)} = 9850 - 1000 = 8850 \text{ €}$$

La valeur de consommation est estimée à 5000 €.

$S_{(60)} =$ Valeur de consommation + Perte de la valeur d'avenir

Soit Perte de la valeur d'avenir = $8850 - 5000 = 3350$ €

Le dommage est estimé à 3350 € auquel on ajoutera une indemnité pour le préjudice subi...

Copie d'écran d'une feuille de tableur avant l'utilisation de la fonction Valeur cible

	A	B	C	D	E	F	G
2	Dépenses fixes annuelles	40					
3	Taux d'actualisation	1,5%					
4	Fonds	1000					
6	Age	Recettes à l'année i	Dépenses à l'année i	Valeur V(i) par prix de revient	Valeur V(i) par valeur d'attente	Formule prix de revient	Formule valeur d'attente
7	0	0	1500	1000,00	2294,37	B4	$E8 / (1 + \$B\$3) + B7 - C7 + \$B\$1 - \$B\2
8	1	0	200	2517,20	3830,99	$(1 + \$B\$3) \times (D7 - B7 - \$B\$1 + C7 + \$B\$2)$	$E9 / (1 + \$B\$3) + B8 - C8 + \$B\$1 - \$B\2
9	2		200	2737,66	4071,15	$(1 + \$B\$3) \times (D8 - B8 - \$B\$1 + \$B\$2 + C8)$	
11	4		400	2985,54	4359,35		
14	7		400	3478,37	4914,93		
19	12		500	4073,52	5621,09		
27	20		500	4980,85	6724,18		
37	30	200		6143,48	8166,69		
47	40			6680,39	9028,41		
52	45	300		7092,08	9621,57		
62	55	300		7665,22	10600,79		
72	65	500		8330,38	11737,22		
82	75	500		8870,21	12823,99		
92	85	5000		9496,70	14085,23		
106	99			5225,20	10877,14	$(1 + \$B\$3) \times (D105 - B105 - \$B\$1 + \$B\$2 + C105)$	$E107 / (1 + \$B\$3) + B106 - C106 + \$B\$1 - \$B\2
107	100	10000		5283,28	11020,00	$(1 + \$B\$3) \times (D106 - B106 - \$B\$1 + \$B\$2 + C106)$	$E108 + B107 - C107 + \$B\$1 - \$B\2
108	V' à 100 ans (dépenses et recettes)			-4736,72	1000,00	$D107 + C107 + B2 - B1 - B107$	B4
111	Cellule valeur cible à 40 ans	2348,02	E47-D47				

Le point de vue de propriétaires forestiers...

Alain de Chatelperron (1), Louis de Corcelles (2)

Deux propriétaires témoignent de l'intérêt des calculs économiques en forêt. D'une part, Monsieur de Chatelperron, sylviculteur en région Centre, plaide pour que les propriétaires prennent l'habitude de calculer le prix de revient de leur bois et notamment des prix du petit bois, afin de tendre à ajuster les prix du marché à la réalité économique. D'autre part, Monsieur de Corcelles nous montre comment le calcul économique peut servir à choisir parmi différents scénarii sylvicoles.

Un commerce équitable

Le président R. Martin nous a dit « Nous avons appris à produire du bois de qualité. Il nous reste à apprendre à le vendre à un prix rémunérateur, sinon les bois resteront en forêt... »⁽¹⁾

On recense des millions de stères de petit bois qui pourraient sortir de nos forêts et y restent faute de débouchés jugés convenables par des producteurs entrepreneurs. Or d'une part la production de gros bois implique l'élimination progressive des petits bois, d'autre part le taillis n'est pas un régime hors la loi et devrait donc être rémunérateur. Sachant que le petit bois n'est pas un déchet mais un matériau utile, pourtant on ne parle guère de son **prix de revient**, notion taboue, habitués que nous sommes à penser que le coût de production est une notion inutile puisque « le prix d'achat est finalement résiduel ».

Paradoxe : la notion de **commerce équitable** est bien accueillie dans plusieurs cas. Il faut que les petits producteurs de café, de coton et autres trouvent des canaux de commercialisation autres que les puissants marchés. Les laitiers doivent gagner leur vie. Et cependant les producteurs de petits bois continuent à travailler à perte sans que cela n'émeuve personne...

La conjoncture favorable au bois-énergie révolutionne le marché des der-

nières décennies, mais on continue souvent à penser que puisque les forestiers travaillent à perte pour la trituration, ils seront contents de travailler à perte pour vendre leurs caloriques. Or les prix de la calorie livrée à la chaudière, privée ou collective, prix publiés récemment pour granulé, déchiqueté ou bois-bûche, montrent un avantage considérable sur les autres sources de chaleur, ce qui devrait permettre de rémunérer le producteur, à supposer qu'il en ait la volonté. C'est là que le bât blesse, les producteurs ne sont pas des commerciaux, fussent-ils avisés dans leur vie industrielle ou financière, et ne prennent guère part à l'organisation du marché.

Connaître son prix de revient

Il n'y aucune difficulté à établir les coûts de production de certains petits bois, par exemple pour un taillis de bouleau ou de châtaignier impropre au bois d'oeuvre.

Supposons qu'on achète une surface contenant uniquement du taillis de bouleau non-balivable, territoire suffisamment grand pour des récoltes fréquentes. Il faut :

1/déduire du prix d'achat les valeurs chasse et loisir,

2/ajouter un « capital d'administration » dont les revenus couvrent l'entretien des infrastructures et les impôts,

3/affecter à ce prix un taux d'intérêt convenable afin d'obtenir un revenu objectif annuel à l'hectare,

4/diviser le montant obtenu par la quantité de bois produite annuellement d'où le coût du bois sur pied,

5/ajouter les frais de vente. En raison du marché, le prix auquel il convient de vendre ses éclaircies ne sera pas directement calculable de cette façon, mais cette méthode doit permettre des comparaisons entre différentes parcelles et essences.

Un marché ne fonctionne sainement que si vendeurs aussi bien qu'acheteurs sont conscients de leurs conditions de rentabilité. Ajoutons qu'« aucun acheteur n'est à l'aise lorsqu'il sait que son vendeur travaille à perte ».

Il semble politiquement difficile de donner brutalement comme consigne aux forestiers de tendre rapidement vers des prix de vente sur pied au moins égaux au prix de revient calculé mais la publication d'articles proposant des calculs de prix de revient pour différents cas de figure, basés sur des prix du sol, des essences et des taux de fertilité variés ne soulèverait aucune objection et permettrait de lancer un débat fructueux. ■

Alain de Chatelperron

(1) Forêt-entreprise n° 183- Nov. 2008- p.8

Éclairer un choix sylvicole par les calculs économiques

Une peupleraie de 8,5 ha est en cours d'exploitation. Environ 800 arbres ont été enlevés, mais quelques arbres, jugés insuffisamment gros, sont restés en place pour être vendus d'ici à environ 5 ans. Que décider pour l'avenir de cette parcelle ?

L'**expert** évoque la possibilité de laisser le vent et les oiseaux apporter les semences de la forêt voisine, feuillue à dominante de chênes, et lui permettre de s'étendre ; comme on ne peut pas replanter des peupliers avant l'exploitation définitive, on dispose de quelques années pour s'assurer que le réensemencement fonctionne.

Le **propriétaire** choisira en comparant la rentabilité de trois hypothèses.

→ Location agricole : selon « La Propriété Agricole » de février 2009

les rendements nets avant impôt ressortent entre 2 et 2,2 %, dans le cas présent on peut retenir **2 %**.

→ Replanter des peupliers : dans ce cas tous les chiffres sont disponibles et permettent de faire un calcul complet : estimation de la prairie sur la base de transactions en cours et des statistiques nationales (3 200 €/ha), coût des plants et des opérations de plantation, de nettoyage, d'élagage, etc..., volumes récoltés et prix obtenus.

Le taux interne de rentabilité, sans subventions, ressort à **2,86 %** ; en comptant les subventions obtenues on atteint 3,57 %. La plantation précédente avait obtenu des subventions, mais dans le contexte actuel de racisme anti-peupliers, il est improbable d'en obtenir et le premier calcul semble plus réaliste.

→ Laisser progresser la forêt feuillue :

la forêt voisine produit des chênes « de pays » pas très hauts mais qui atteignent une respectable grosseur en 100 ans. Dans une situation de futaie irrégulière équilibrée, on considèrera que 20 % de la surface terrière est représentée par des « petits bois » âgés en moyenne de 30 ans, 35 % par des « bois moyens » âgés d'environ 50 ans, et 45 % par des « gros bois » âgés d'environ 70 ans, soit un stock de bois âgé en moyenne de 55 ans.

On suppose qu'on loue le sol, pendant 55 ans, non pas à un agriculteur, mais au dieu de la forêt qui paye son loyer sous forme de plus-value immobilière réinvestie ; le sol, estimé comme dans le paragraphe 2, à 3 200 €/ha, placés à intérêts composés de 2 % sur 55 ans, vaudra 9 500 €. (Il s'agit là du coût de construction de l'usine à bois, non du prix de marché de la forêt, nettement inférieur.)

Pour simplifier les calculs on considère que les éclaircies sont financées par la vente de leurs produits. L'élagage est le fait de la végétation d'accompagnement. À 55 ans, la parcelle comportera une majorité d'arbres moyens et son exploitation s'intégrera dans celle du canton voisin. La comptabilité de la forêt « mère » fait apparaître un revenu annuel moyen sur 10 ans (hors chasse) net avant impôts de 181 € constants hors taxes à l'hectare, soit **5,65 %** par rapport à la valeur initiale du sol, 1,9 % par rapport au prix de l'usine à bois.

Le propriétaire serait enclin à retenir la solution chénaie parce qu'elle apporte une plus value en capital et l'anticipation de revenus plus importants à terme. ■

Louis de Corcelles



© L. de Corcelles

Qui va prendre la place ?

(1) Sylviculteur en région Centre.

(2) Sylviculteur en région Pays de Loire.

La rentabilité en futaie irrégulière

Max Bruciamacchie, Brice de Turckheim

Le mode de traitement en futaie irrégulière, continue et proche de la nature (FICPN) s'inspire du fonctionnement de la forêt non influencée par l'homme, la forêt vierge, mais le modifie profondément par l'élimination des phases de vieillissement et d'effondrement du cycle naturel. Il recherche à maximiser la production de bois de qualité, à un niveau largement supérieur à ce que produit la nature non dirigée, dont la dynamique est basée sur la compétition entre individus et sur le hasard.

Les deux principes fondamentaux de la sylviculture proche de la nature sont les suivants :

■ garantir sur le long terme le fonctionnement de l'écosystème. Cela induit quelques contraintes (conservation de gros arbres, de bois mort, d'arbres à cavités, obtention d'un équilibre sylvo-cynégétique convenable,...) mais cela autorise quelques libertés par rapport au fonctionnement naturel en modifiant l'importance relative des différents stades de la sylvigénèse, en favorisant par exemple les essences pionnières ou post-pionnières, ou même en introduisant avec une grande prudence des essences étrangères à la station.

■ traiter les arbres de manière individuelle selon leur « fonctionnalité » qui caractérise leur capacité à répondre aux objectifs du propriétaire, de la société, de l'économie. Ce principe signifie la sélection continue en faveur des « meilleurs » arbres, leur récolte à leur exploitabilité optimale et l'élimination de leurs principaux concurrents.

Ces principes (Bruciamacchie et Turckheim, 2005) peuvent être retranscrits en termes économiques.

Sur une période donnée, le résultat économique d'une propriété ou d'un peuplement est constitué de trois parties : les recettes résultant du produit de prix unitaires par des volumes, les dépenses et l'évolution du capital.

En accord avec les objectifs fixés par le propriétaire, le gestionnaire va agir sur les recettes essentiellement en essayant d'augmenter les prix unitaires des arbres vendus ⁽¹⁾. Il va pour cela modifier la composition en essence, diminuer la part des arbres tordus, fourchus,... concentrer l'accroissement sur les arbres de meilleure qualité afin d'améliorer les recettes au cours du temps. Il va intégrer les risques de variation de marché ou de dépérissement en jouant la carte de la diversité des essences et le maintien d'un certain niveau de naturalité.

Parallèlement, le gestionnaire va essayer d'utiliser au mieux la dynamique naturelle afin de diminuer les dépenses.

Souvent non estimée, l'évolution du capital est pourtant une composante importante du bilan économique. Elle permet d'insister sur la différence essentielle entre revenu et capital.

La recherche d'une diversité d'essences, d'une structuration verticale et horizontale conduit à des peuplements relativement clairs, où il n'est nulle part urgent de couper du bois, mais où on peut en couper partout. Un certain équilibre est recherché entre volumes de gros, moyens et petits bois. Le volume de bois sur pied varie faiblement – de plus ou moins 10 ou 15 % – autour d'une moyenne. Celle-ci est recherchée par tâtonnement, comme compromis entre la production maximale, conditionnée par un volume de bois élevé, et un bon renouvellement, nécessitant plus de lumière, donc un niveau plus modeste.

Cet état idéal s'apparente à la notion d'état « normal » ou « étale » utilisée en jardinage. Il assure une souplesse de gestion et correspond également à un rendement financier intéressant. Lorsque cet état sera atteint, les coupes, fréquentes et prudentes, prélèveront approximativement l'accroissement, par le biais majoritairement de gros bois de qualité élevée. Le diamètre d'exploitabilité des arbres de récolte est fixé en fonction de la station, de l'essence, de la qualité technologique.

Rappels sur les indicateurs économiques

Le **bénéfice actualisé sur la séquence infinie**⁽²⁾ (**BASI**) est l'indicateur qui depuis quelques années est utilisé en **futaie régulière** pour rechercher la ou les sylvicultures optimales. Il remplace avantageusement le critère du taux interne de rentabilité⁽³⁾ (TIR), qui a comme inconvénient de ne pouvoir être utilisé pour comparer des projets de durée trop différente.

Le BASI nécessite de connaître l'ensemble des frais fixes ou variables ainsi que les recettes sur une période assez longue qui correspond à l'âge d'exploitabilité retenu. La prise en compte d'aléas qui viennent perturber le cycle de production conduit à introduire une notion assez proche qui est celle du bénéfice actualisé sur une grande durée⁽⁴⁾ (BAGD).

Ces calculs économiques basés sur l'utilisation des intérêts composés ont abouti à raccourcir les révolutions.

En **futaie continue et proche de la nature** (voir les principes au préambule ci-dessus), le processus de production et de renouvellement est continu, sans commencement ni fin. L'indicateur retenu correspond au revenu net auquel on ajoute l'évolution du capital en valeur potentielle⁽⁵⁾, il est appelé revenu **net en valeur potentielle (RNEVP)** et s'exprime en €/ha/an.

Les dépenses totalisent les frais fixes et variables.

$$\text{RNEVP} = \sum \text{VC} + \sum \text{VP} - \sum \text{Dépenses soit}$$

$$\text{RNEVP} = \sum \text{VC}_i + \sum \frac{\text{Gain}_j}{\theta} - \sum \text{Dépenses}$$

→ **La valeur de consommation** notée VC est égale au prix d'achat des bois.

Soit $\text{VC} = \text{PU} \times \text{V}$ où PU est le prix unitaire et V le volume obtenu à partir d'un tarif de cubage. Dans le cas d'arbres ayant plusieurs qualités, elle correspond à la somme des valeurs de chacun des billons.

→ **le gain annuel** traduit l'accroissement annuel en valeur de l'arbre. Il intègre son augmentation en volume (qui dépend de son accroissement sur le diamètre) et l'augmentation du prix unitaire qui en découle.

$$\text{Gain} = \frac{d\text{Prix}}{dt} \times V + \text{PU} \times \frac{dV}{dt}$$

En la développant cette formule devient $\text{Gain} = \text{Prix} \times \frac{dD}{dt} \times \left(\frac{d\text{PU}}{\text{PU}} + \frac{dV}{V} \right) / \frac{dD}{D}$

Dans cette formule, dD/dt correspond à l'accroissement en diamètre, $d\text{PU}/\text{PU}$ à la variation relative de prix unitaire, dV/V à la variation relative de volume.

→ **le taux de fonctionnement** est le rapport du gain annuel sur la valeur de consommation. $\text{Taux} = \text{Gain}/\text{Prix}$

→ **la valeur d'avenir (VA)** : cette notion a comme origine le fait qu'en général les jeunes arbres ont une valeur supérieure à leur valeur de consommation. Cette valeur d'avenir est traditionnellement calculée soit à partir d'un prix de revient, soit en escomptant une recette future pour la ramener à un instant donné. Dans le cas des structures irrégulières, seul l'escompte peut être mis en oeuvre. La valeur d'avenir est donc un capital obtenu en escomptant une recette future. La méthode que nous proposons pour estimer ce capital est légèrement différente. Afin d'éviter toute confusion avec la méthode traditionnelle, nous l'appellerons valeur potentielle.

→ **la valeur potentielle (VP)** est obtenue en divisant le gain par un taux d'actualisation préfixé θ soit $\text{VP} = \text{Gain}/\theta$

Elle correspond au capital qui, placé dans une banque au taux θ , fournit un revenu correspondant à l'accroissement en valeur (gain). Elle est également équivalente au capital obtenu en sommant une infinité de gains annuels identiques et actualisés.

Le RNEVP peut être calculé pour une année donnée ou comme moyenne d'une période dont la durée est, pour des peuplements proches de leur équilibre, du même ordre de grandeur que la rotation des coupes.

Cet indicateur peut être exprimé de manière relative en le divisant par la valeur de consommation pour obtenir un taux de placement. L'inverse de ce taux correspond au **temps de retour** de l'investissement en valeur.

Un autre indicateur moins performant peut également être utilisé pour comparer des choix de gestion : le revenu net en valeur de consommation (RNEVC). Il correspond à la somme des recettes issues des coupes auxquelles on enlève l'ensemble des dépenses et auxquelles on ajoute l'évolution de la valeur de consommation des arbres conservés.

Compte d'exploitation

Les recettes et les charges fixes des domaines forestiers sont plus ou moins indépendantes des modes de traitement sylvicole. Ce sont les loyers de chasse, les recettes de carrières, les locations de loisirs ; les impôts, cotisations, assurances, la gestion générale, l'entretien de la desserte, des bâtiments, du parcellaire et du périmètre,...

Les recettes variables proviennent essentiellement, sinon exclusivement, des ventes de bois. Si dans le volume produit, le sylviculteur réussit à augmenter la production de bois de valeur, ne serait-ce que de quelques pour cent, son effort est en mesure d'augmenter significativement le chiffre d'affaires.

Dans un peuplement comportant un matériel normal, où les sujets d'une sélection qualitative continue sont récoltés à la dimension optimale d'exploitabilité, la proportion de gros bois de haute qualité et de grande valeur, est la plus élevée possible. Nous connaissons des forêts feuillues où la proportion de bois d'œuvre est de l'ordre de 60 à 65 % de la récolte totale, soit 5 à 6 m³/ha/an sur une production de 9 m³/ha/an, houppiers et éclaircies de petits bois compris.

Au niveau des dépenses, l'utilisation des processus naturels (l'automation biologique) permet de limiter les interventions pour renouveler les peuplements et pour sélectionner la qualité. Une charge de travail sylvicole de 0.2 à 0.5 heure de travail par hectare et par an est tout à fait normale dans des peuplements feuillus. Elle est nettement inférieure à ces bases, voire inexistante, dans de bonnes futaies jardinées résineuses. C'est par la conjonction de ces deux facteurs -l'augmentation des recettes et la diminution des dépenses- que le compte d'exploitation est amélioré d'une manière durable. La mise en

place d'un plan comptable est indispensable au suivi des flux financiers, mais c'est aussi un outil d'amélioration important de la gestion grâce aux nombreux retours d'expérience qu'il permet.

Prise en compte des risques.

C'est un élément important de rentabilité sur le long terme.

Le risque le plus fréquent subi par le propriétaire est celui lié à la variation du marché du bois. La structure aérée des peuplements permet, hors catastrophes, d'adapter les recettes à des périodes de forte demande sur les marchés ou de besoins importants du propriétaire, et au contraire d'épargner dans les périodes de crise ou d'aisance financière.

Les autres risques sont ceux liés aux changements climatiques et/ou aux dépérissements. Selon le mode de traitement, les pertes financières liées aux chablis peuvent être fortement réduites.

Ainsi, la tempête de 1999 a montré que dans des peuplements irréguliers, les dégâts étaient plus sous forme de chablis que de volis, ce qui se traduit financièrement par une meilleure valeur de sauvetage.

L'absence de coupes rases dans un massif est un facteur de stabilité, alors que les cas où les chablis suivent les coupes à blanc sont bien connus. À conditions équivalentes de relief et de sol, la structure des peuplements, la forme des arbres, l'importance de leur couronne, les mélanges d'essences, sont des éléments de stabilité lors des tempêtes beaucoup plus importants que la hauteur des arbres ou le volume global sur pied, ou même que la régularité de la canopée. Les exemples ne sont pas rares qui démontrent cette réalité, alors que nous ne connaissons pas d'exemple où un peuplement irrégulier se serait effondré lors d'une

tempête à côté de peuplements voisins, équiennes et réguliers, qui auraient résisté.

La capacité des peuplements de se reconstituer par eux-mêmes après une catastrophe (résilience) améliore fortement la rentabilité grâce aux économies sur travaux qu'elle permet. En forêt domaniale de Pfalzgrafenweiler, en Forêt Noire, la tempête Lothaire a rasé environ 1 000 ha de sapinières/pessières d'origine régulière, mais en cours de conversion vers l'irrégulier. Une régénération omniprésente sous le couvert éclairci des futaies, sauvegardée grâce à une exploitation particulièrement soignée des chablis de valeur, et l'abandon sur le terrain des bois de valeur médiocre, a permis d'éviter les frais de plantation pour la reconstitution. Sur la base d'un coût proche de 3 000 € à l'hectare (y compris nettoyage avant plantation, plantation et entretien), l'économie pour l'État propriétaire s'est chiffrée à environ 3 millions d'euros. De même, la conservation d'un certain niveau de naturalité est une sorte d'assurance d'amélioration de la stabilité du cycle de production, même si les bénéfices de cette option ne sont pas faciles à quantifier.

En résumé

L'intérêt financier du traitement en futaie irrégulière continue et proche de la nature résulte :

- d'une augmentation du chiffre d'affaires, résultat d'une concentration année après année de l'accroissement sur les arbres de qualité.
- d'une diminution des frais de reconstitution et d'éducation des peuplements.
- de l'amélioration de la stabilité et de la résilience des peuplements.
- de la souplesse et de l'adaptabilité continue de la gestion aux

contraintes et aux opportunités des marchés ou des conditions administratives ; de la liberté responsable des gestionnaires.

Ces différents postes font l'objet de réflexions et d'améliorations continues dans le cadre de la conception générale sylvicole exposée précédemment.

L'amélioration de la rentabilité ou celle du taux de placement du capital immobilisé peut éventuellement être trouvée en réduisant le matériel sur pied, mais attention à ce que cette réduction n'entraîne pas une augmentation des frais sylvicoles par le fait d'une dégradation de l'automatisme biologique, ni une baisse significative de la valeur de la production : le beau gros bois ne pousse que sur du gros beau bois !

La rentabilité peut encore être augmentée par la constitution de réserves financières rapidement mobilisables en cas de crise. Cette mesure de prudence générale, n'est pas spécifique à la sylviculture proche de la nature, ni même à la forêt : elle

est commune à toutes les activités humaines.

Quelques exemples

Résultats issus du réseau AFI

La figure 1 suivante est extraite du bilan économique du réseau AFI⁽⁶⁾. Vingt-deux dispositifs à base essentiellement de feuillus sont présentés en abscisse. Le revenu net (Σ recettes - Σ dépenses) et l'évolution du capital sont présentés en ordonnée et exprimés en €/ha/an. Les rectangles en jaunes correspondent aux revenus nets, ceux en verts à l'évolution de la valeur de consommation (VC). Le trait vert correspond à la somme des deux (revenu net auquel on ajoute l'évolution de la valeur de consommation - RNEVC) tandis que le trait rouge symbolise les perspectives de recettes futures par l'intermédiaire du revenu net auquel on ajoute l'évolution du capital en valeur potentielle (RNEVP).

Pour les 7 premiers dispositifs, la valeur de consommation a baissé durant la période. Parmi eux, les 3 premiers voient leur perspective de

recette future inférieure au RNEVC passé (le trait rouge est en dessous du trait vert). Ces 3 dispositifs ont subi la tempête de 1999. Pour les 4 autres, la décapitalisation a été souhaitée par les gestionnaires. Les arbres ayant le meilleur potentiel d'accroissement en valeur ayant été aidés, les perspectives de recettes futures sont supérieures au bilan passé (le trait rouge est au-dessus du trait vert). À noter le dispositif de la Quiquengrogne, proche d'une situation idéale.

Pour les 15 derniers dispositifs, la valeur de consommation a augmenté durant la période. La figure montre que le revenu net peut ne représenter qu'une faible part du RNEVP. Parmi ces dispositifs, les 7 premiers souffrent d'un déficit historique d'éclaircie, en particulier dans du chêne, que le gestionnaire s'efforce de corriger. Les 8 autres ont des perspectives de recettes futures supérieures au bilan actuel.

Certains de ces dispositifs AFI ont fait l'objet en 2008 d'un quatrième passage en mesure.

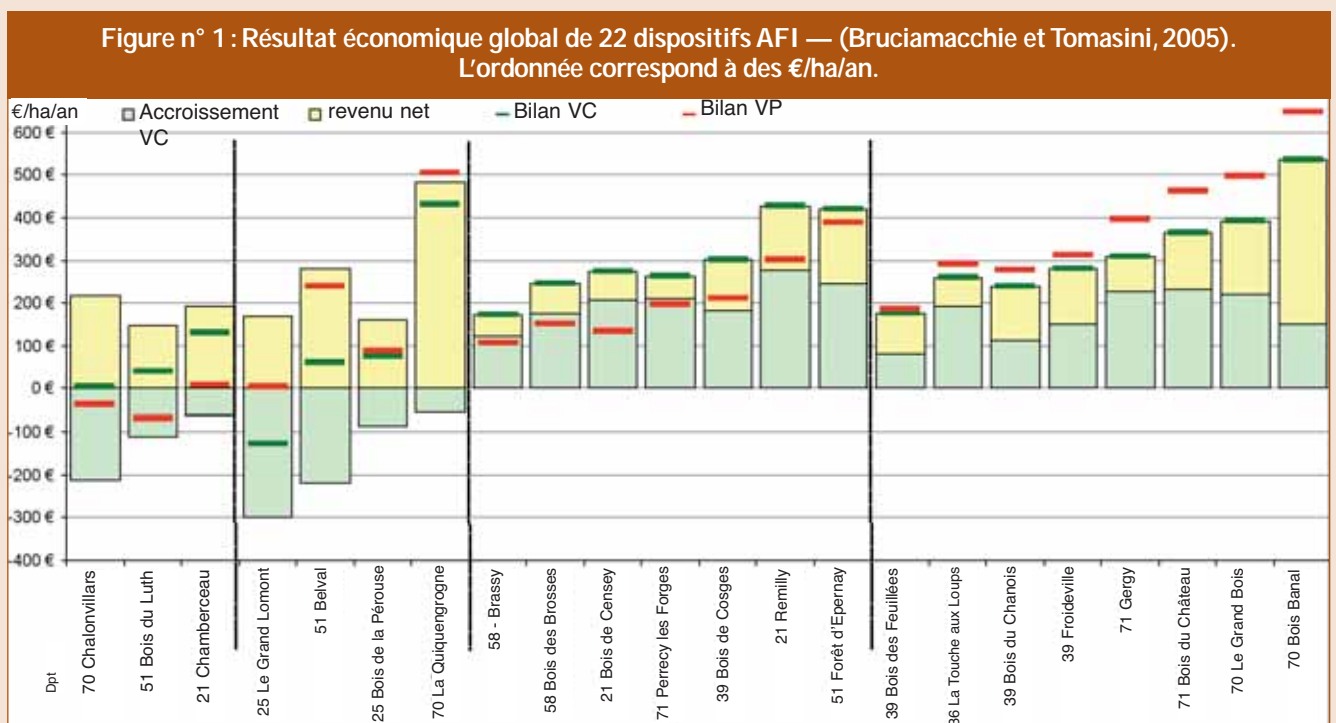
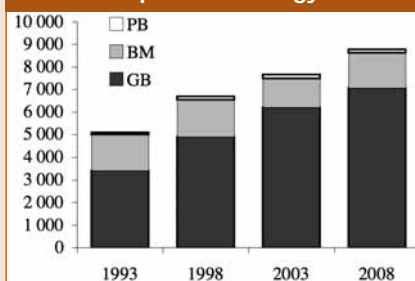


Figure n° 2 : Évolution de la valeur de consommation en €/ha pour le dispositif de Gergy



Ils se caractérisent tous par une évolution favorable de la valeur de consommation (cf. figure n° 2 exemple du dispositif de Gergy, p.34).

Sur 15 ans, l'accroissement du capital en euros auquel est ajouté l'ensemble des revenus nets est du même ordre de grandeur que la valeur de consommation initiale. Le temps de retour du capital est donc de l'ordre de 15 ans, certains dispositifs ayant même des temps de retour inférieurs⁽⁷⁾.

Face à la vitesse d'évolution du climat global, le temps de rotation du capital, qu'il soit calculé en volume ou en argent, permet de mesurer la vitesse de réaction possible de la forêt et ainsi relativiser le besoin de procéder à des transformations d'essences.

Le suivi du renouvellement et en particulier le suivi au cours du temps des différentes classes de semis, le suivi de l'accroissement en diamètre par essence et catégories de diamètre associés à l'analyse du capital en valeur de consommation ou potentielle permettent d'affiner le choix du niveau optimal de matériel à l'hectare.

Ainsi, pour le dispositif situé sur la commune de Froideville, la baisse de la valeur potentielle durant la période 2003-2008, la baisse du nombre de jeunes semis, la forme de la courbe d'accroissement sur le diamètre entre les grandes catégories de diamètre sont autant d'indications sur le fait que le niveau d'équilibre a été atteint

voire dépassé. Pour ce dispositif les autres variables suivies indiquent une spectaculaire évolution du dispositif: augmentation du capital argent et volume, mise en place d'une régénération et d'un flux de perches suffisants.

Futaies jardinées de l'Emmenthal en Suisse.

La rentabilité comparée d'une futaie régulière et d'une futaie jardinée a été étudiée par Ammon (1937) sur le modèle de deux forêts de 120 ha d'épicéa, ayant un accroissement moyen de 12 m³/ha/an.

Dans la futaie régulière, chaque année un hectare est récolté et régénéré, et des éclaircies sont pratiquées tous les 5 ans à partir de l'âge de 20 ans. Les densités de plants sont très élevées, et ne correspondent plus aux pratiques actuelles, mais la tendance n'est pas fondamentalement changée. La récolte annuelle se compose de 1 430 m³, 10 200 tiges, récoltées sur une surface de 21 hectares environ.

En forêt jardinée, le même volume est produit par 1 430 (ou même moins) tiges, sur 12 ha environ. L'économie de travail est évidente, et elle s'ajoute à celle nécessaire à la reconstitution, en partie artificielle en futaie régulière, totalement naturelle en futaie jardinée.

Hêtraies jardinées de Thuringe.

Étudiées par Schütz (1997, pages 129 et sq.), leur production globale en volume ne se différencie pas fondamentalement des hêtraies régulières.

Par contre, la répartition du diamètre des arbres récoltés n'est pas du tout la même. (voir tableau 1).

Erltal, petite forêt du Piémont-est des Vosges, sur excellente station.

Dans cette forêt, le volume mesuré par 8 inventaires en plein, est resté stable de 1939 à 2006 autour de 280 à 310 m³/ha. Les résineux représentent 50 % du volume (essentiellement sapin pectiné). Les feuillus sont constitués de chêne, hêtre, érable, frêne. Depuis 1939, l'évolution en volume des classes de grosseurs a été la suivante: petits bois de 24 à 12 %, bois moyens de 44 à 34 %, gros bois (DHP > 52 cm) 32 à 54 %. La dernière coupe de 2006, à la rotation de 7 ans, a prélevé 57 m³/ha, bois de feu compris, produisant 3 200 €/ha nets de frais, soit environ 460 €/ha/an. La valeur immobilière de conservation du peuplement est d'environ 10 000 €/ha, auquel il faut ajouter le fonds (2 000 €/ha). Le rendement net s'établit à environ 3.8 %.

Thiérache

Dans cette région naturelle, 2 500 hectares d'anciens taillis sous futaie situés sur d'excellentes stations mais totalement ruinés pendant la guerre 1914-18 ont fait l'objet d'une lente reconstitution, avec enrichissements résineux entre 1963 et 1983. Cette forêt est traitée en futaie irrégulière depuis cette date. (cf tableau 2 p.34).

L'accroissement se situe entre 9 et 10 m³/ha/an, soit, en volume

Tableau 1 : Hêtraies jardinées de Thuringe

		Hêtraies jardinées	Hêtraies régulières
Petits bois DHP	8 à 35 cm	22 %	41 %
Bois moyens	35 à 52 cm	27	45
Gros bois	53 à 90	51	14
Le résultat financier est de		283 CHF/ha/an	80 CHF/ha/an
Soit une plus-value de 250 %			

commercial, entre 7 et 8 m³, proche de 4.5 à 4.6 % en volume du matériel sur pied, avec une rotation du capital bois en volume de 22 ans environ. La rotation du capital en valeur est nettement inférieure à 20 ans, puisque les bois récoltés ont une valeur supérieure à celle des bois en croissance.

La valeur du mètre cube de bois récolté est en forte augmentation du fait de l'amélioration de la qualité des bois, résultat de la sélection continue. Bientôt les gros arbres ne seront plus que des arbres de haute qualité et de grande valeur.

Forêt de Zittersheim — Basses Vosges Gréseuses.

Cette forêt mélangée de 460 ha environ a été traitée plutôt en régulier jusque vers 1980, et plutôt en irrégulier depuis cette époque. Elle a été inventoriée trois fois de 1986 à 2002, par placettes permanentes.

Entre ces dates, et malgré un gros coup de chablis de Lothaire en 1999, le matériel sur pied a évolué de 299 m³/ha à 326 m³/ha. Le volume des arbres possédant de la qualité A et B a progressé -houppiers compris- de 224 à 279 m³/ha. Les coupes ont prélevé 7,25 m³/ha/an dont 5 m³ de coupes « normales » et 2,23 m³/ha de chablis. Le temps de retour du volume est proche de 32 ans, en argent il se situe autour de 25 ans. Cela revient à dire que pour produire

un mètre cube, il faut « immobiliser » 32 m³, mais pour produire un Euro il en faut 25 sur pied.

Il est également remarquable de voir que les chablis ont pris 11 % de petits bois, 50 % de bois moyens et 39 % de gros bois, par rapport au volume total sinistré, et que le « prélèvement » a été dans toutes les classes de grosseurs autour de 11 à 12 % de l'existant. Cette constatation infirme, une fois de plus, l'opinion répandue dans certains milieux que ce sont les gros et longs bois qui sont les plus sujets à chablis.

Conclusion

Les quelques exemples précédents sont tous issus de forêts ayant comme objectif principal la production de revenus durables pour le propriétaire. Ils sont obtenus en respectant les deux principes simples que sont l'utilisation au mieux de la dynamique naturelle et la concentration de l'accroissement sur les arbres de qualité. Le traitement en futaie irrégulière offre également une souplesse de gestion qui permet de tamponner les variations du marché mais aussi de répondre à d'éventuels besoins en trésorerie, aléas climatiques ou sanitaires. La recherche d'un certain niveau de naturalité en tant qu'assurance d'une plus grande stabilité de la production sur le long terme va également dans le sens de la demande sociale. ■

(1) La production en volume dans une station donnée, avec un matériel sur pied suffisant, est relativement fixe, et ne dépend que très peu du mode de traitement. Par contre, le prix du mètre cube de bois sur pied peut varier dans la proportion de 1 à 100 ou même plus.

(2) Dans cette formule ci-dessous, R_i et D_i correspondent aux flux financiers de l'année i , r au taux d'actualisation retenu, et n à la durée du projet.

$$BASI = \sum_{i=0}^n \frac{R_i - D_i}{(1+r)^i} \frac{(1+r)^n}{((1+r)^n - 1)}$$

(3) Le TIR correspond au taux qui, pour la durée du projet, rend égales les dépenses et les recettes actualisées.

(4) Par rapport à la formule du BASI, le paramètre k sera choisi de manière à ce que les flux financiers intervenants après kn années soient négligeables (voir formule).

$$BAGD = \sum_{i=0}^{kn} \frac{R_i - D_i}{(1+r)^i}$$

(5) La valeur potentielle est une notion équivalente à celle de valeur d'avenir (Bruciamacchie et al, 2008). Elle se calcule comme le rapport de l'accroissement en valeur par le taux d'actualisation. Elle peut être calculée pour un arbre ou pour un peuplement.

(6) Association Futaie Irrégulière, 24 Quai Vauban 25 000 Besançon. Elle a comme objectif la promotion du traitement en futaie irrégulière par le biais d'un réseau d'environ 80 dispositifs installés dans des conditions écologiques très variées.

(7) En comparant le matériel sur pied, stable en l'état normal, avec les récoltes, on constate que la rotation des peuplements se situe souvent aux environs de 30 à 35 ans en volume, et moins de 30 ans en valeur. À titre d'exemple, pour une forêt qui comporte un matériel sur pied de 5 000 m³, ce volume peut être exploité en 30 à 35 ans sur la base de 150 à 170 m³/an. La rotation en argent est nettement inférieure à cette base, puisque la valeur moyenne, au m³, des 150 m³ récoltés est très supérieure à celle des 5 000 m³ du matériel producteur.

Tableau 2 : taillis sous-futaie de Thiérache

Volume sur pied en m ³ /ha issus d'inventaires statistiques avec placettes permanentes			
Année	Total bois fort	Gros bois > 52 cm	dont gros bois de chêne
1983	129		
1993	163	45	27
2003	206	60	39

Prélèvements	m ³ /ha/an	% de bois d'oeuvre
1985/89	6.2	24
1990/94	5.7	28
1995/99	4.9	35
2000/04	4.5	45

Bibliographie

- Ammon, 1937 - (4^e édition en 1995) *Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft*. Paul Haupt, Bern et Leipzig.
- Bruciamacchie (M.), Bailly (M.), Schneider (I.-B.), 2008 - La valeur potentielle comme outil d'aide à la gestion des peuplements irréguliers. Forêt Wallonne n° 82, pp.35-43.
- Bruciamacchie (M.), Tomasini (J.), 2005 - Gestions des peuplements irréguliers : suivi économique, compte d'exploitation - Edité par AFL 29 p.
- Bruciamacchie (M.), Turckheim de (B.), 2005 - *La Futaie irrégulière*, Édisud, 288 p.
- Schutz (I.-P.), 1997 - *Sylviculture 2*. La gestion des forêts irrégulières et mélangées. Presses Universitaires romandes. 178 p.

Calculer les coûts ou bénéfices de pratiques sylvicoles favorables à la biodiversité : comment procéder ?

Hélène Chevalier*, Marion Gosselin*,
Sandrine Costa**, Yoan Paillet*,
Max Bruciamacchie** (1)

Si les aspects pratiques de la mise en œuvre des pratiques sylvicoles favorables à la biodiversité sont de mieux en mieux connus et documentés (Gosselin et Paillet, à paraître), il n'en va pas de même pour leurs répercussions économiques. Pourtant, les coûts ou les bénéfices qui en résultent sont un élément important de la décision du propriétaire.

Évaluer l'impact économique d'une pratique en faveur de la biodiversité repose sur une comparaison économique d'un itinéraire sylvicole incluant cette pratique avec un itinéraire sylvicole classique. Le critère de comparaison est le bénéfice actualisé simple (BAS) aussi appelé valeur actualisée nette (VAN) de chaque itinéraire, c'est à dire la somme actualisée de toutes les recettes et dépenses futures. Le calcul de ce bénéfice actualisé simple nécessite donc de connaître l'impact des pratiques en faveur de la biodiversité sur les dépenses et recettes à venir. La méthode et les éléments nécessaires au calcul seront détaillés dans le cas de deux pratiques sylvicoles conseillées pour la préservation de la biodiversité : les îlots de vieillissement et le maintien de rémanents d'exploitation sur coupe (Chevalier, 2008). Dans chacun des cas présentés, nous détaillons les conséquences de la pratique adoptée sur les recettes et dépenses futures, puis nous expliquons la méthode pour calculer le BAS de chaque itinéraire.

Cas des îlots de vieillissement

Les gros et vieux bois abritent une biodiversité saproxylique abondante et variée. Le maintien d'îlots de gros bois



Bois mort en forêt de Fontainebleau : le bois mort est un support important pour la biodiversité saproxylique. Réserve biologique intégrale de Fontainebleau (Seine et Marne).

© Y. Paillet, Cemagref

lors de la récolte d'un peuplement arrivé à maturité permet de conserver et de laisser vieillir de gros arbres, amenés à héberger de telles espèces.

Éléments de méthodologie

La mise en place d'îlots de vieillissement consiste concrètement à différer l'exploitation par un allongement de l'âge d'exploitabilité sur la surface de l'îlot. La principale conséquence de cette pratique est donc de vendre plus tard des volumes de bois plus importants.

D'un point de vue économique, l'estimation de l'impact économique de l'îlot revient à comparer deux sylvicultures avec des âges d'exploitation différents. Le critère utilisé est alors un BAS calculé en répétant l'itinéraire à l'infini, de manière à comparer les deux itinéraires sur un pas de temps équivalent : on parle alors de Bénéfice Actualisé en Séquence Infinie (BASI). Selon la formule dite de « Faustmann », le **BASI correspond à la valeur du fonds (sol nu)**. La mise en œuvre de la pratique influe sur la rentabilité de la forêt, donc sur sa valeur de fonds (valeur marchande). Ainsi, la valeur du fonds lorsque l'on suit une sylviculture classique diffère de la valeur du fonds de la propriété lorsque l'on met en place une pratique en faveur de la biodiversité.

Pour calculer la valeur du fonds dans le scénario de référence (sans îlot) et la valeur du fonds après adoption de la pratique, deux méthodes peuvent être envisagées :

- soit on fixe ce taux d'actualisation, et on déduit la valeur du fonds (sans îlot et avec îlot) grâce aux flux de recettes et dépenses dans chacune des sylvicultures étudiées.
- soit on fixe la valeur du fonds dans le scénario sans îlot. Grâce aux flux de recettes et dépenses et à la formule de

Faustmann, on déduit la valeur du taux d'actualisation. Puis, avec le taux d'actualisation et le flux de recettes et dépenses de la sylviculture avec îlot, on calcule la valeur du fonds avec îlot de vieillissement.

Le choix de l'une ou l'autre de ces méthodes dépend de ce qui est le plus facile à déterminer par le propriétaire : son taux d'actualisation ou la valeur du fonds.

Le calcul pas à pas

→ Les données nécessaires

Pour réaliser le calcul, il faut connaître l'échéancier des recettes et dépenses intervenant au cours de l'itinéraire sylvicole, ainsi que la valeur du fonds forestier. On peut se baser sur l'exemple de plan comptable présenté dans l'article « *Quelques outils pour le calcul économique en forêt* », sachant qu'il est nécessaire de connaître la date à laquelle intervient chaque dépense ou recette afin de l'actualiser. De plus, dans certains cas (zones Natura 2000 par exemple), les pratiques favorables à la biodiversité peuvent bénéficier d'aides publiques, il faut donc les inclure dans le bilan.

→ La conception d'un fichier de calcul
Le calcul peut être réalisé sous un classeur Excel ou tout autre tableur. Quelle que soit la complexité du calcul envisagé (calcul ponctuel dans le cas d'une propriété dont les recettes et dépenses sont toutes connues, ou simulations nécessitant un fichier dynamique), le principe est le même. On a besoin :

- des valeurs choisies pour les paramètres constants : frais ou recettes fixes annuelles ;
- du montant des frais ou recettes variables pour chaque année, et ce pour chaque type de frais ou recette ;
- de deux tableaux de calcul, structurés à l'identique, l'un pour l'itinéraire classique et l'autre pour l'itinéraire allongé. Le taux d'actualisation est saisi dans une case donnée (ici G2). Le taux doit être le même pour les deux itinéraires que l'on cherche à comparer.

Si l'on a choisi de fixer le taux d'actualisation plutôt que le fonds, on indique cette valeur dans la case correspondante. Si l'on envisage de déduire le taux du calcul, on indique une valeur de taux d'actualisation fictive (par exemple 2 %) et on ajustera ensuite cette valeur grâce à l'outil « solveur » d'Excel. On impose ainsi que la cellule de calcul du BASI soit égale à la valeur du fonds. La fonction solveur détermine la valeur de taux telle que l'égalité fonds = BASI soit vérifiée.

Ensuite, on crée autant de colonnes qu'il y a de types de dépense ou de recette, avec en plus la colonne des années et trois colonnes de calcul : l'une qui fait le total des recettes et dépenses annuelles (colonne total = recettes - dépenses), la seconde pour indiquer annuellement le bénéfice actualisé simple, c'est-à-dire la somme des dépenses et des recettes actualisées à la date 0, et la troisième pour le calcul du BASI (Figure 1 ci-dessous). Dans ces tableaux de calcul, on indique dans chaque colonne le montant

Figure 1 : Copie d'écran du Tableur

Calcul du BASI									
Valeur du taux d'actualisation							2,00%		
Année	Travaux	Fiscalité + assurance	Frais de gestion	Aides	Revenus bois	Revenus chasse	Total (non actualisé)	BAS	BASI
0	180	15	60	0	#N/A	40	-215	-215	
1	#N/A	15	60	0	#N/A	40	-35	=I4+H5/(1+taux)^A5	
2	#N/A	15	60	0	#N/A	40	-35	-283	

Figure 2 : Copie d'écran du Tableur

Calcul du BASI									
Valeur du taux d'actualisation							Fonction solveur		
Année	Travaux	Fiscalité + assurance	Frais de gestion	Aides	Revenus bois	Revenus chasse	Total (non actualisé)	BAS	BASI
183	179	#N/A	15	60	0	#N/A	40	-35	-108
184	180	#N/A	15	60	0	31713,6	40	31679	789

de la dépense ou recette concernée. Pour chaque année, le BAS de l'année en cours est calculé par itération :

Formule 3

$$BAS_n = BAS_{n-1} + \sum \frac{R_n - D_n}{(1+r)^n}$$

Le BAS de la dernière année de l'itinéraire (classique ou allongé) permet de calculer le BASI grâce à la formule :

Formule 4

$$BASI = \frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \times BAS_{(n)}$$

Si l'on a choisi de fixer le taux d'actualisation arbitrairement, on obtient immédiatement le BASI (Figure 2) de l'itinéraire de référence et celui de l'itinéraire allongé (le taux doit être le même pour les deux itinéraires).

Si l'on souhaite déduire le taux de l'égalité entre fonds et BASI, on saisit la formule du BASI de l'itinéraire de référence. Ensuite, grâce au solveur d'Excel, on impose que la cellule de calcul du BASI soit égale à la valeur fixée pour le fonds (ici 1 250€), en po-

sant comme cellule variable celle du taux d'actualisation (voir figure 3).

Le taux obtenu doit être utilisé pour le calcul du BASI de l'itinéraire avec pratique favorable à la biodiversité. On connaît alors le BASI de l'itinéraire de référence et celui de l'itinéraire avec pratique : la différence des deux correspond au coût (si $BASI_{référence} > BASI_{pratique}$) ou au bénéfice (si $BASI_{référence} < BASI_{pratique}$) résultant de la pratique. Pour ramener cette valeur totale à une valeur annuelle, on la multiplie par le taux d'actualisation (calcul de l'annuité constante équivalente ou rente annualisée, cf. « *Quelques outils pour le calcul économique en forêt* »).

Cas du maintien de rémanents après exploitation

Les rémanents d'exploitation (extrémités du houppier) sont les compartiments de l'arbre qui concentrent la plus grande partie des éléments minéraux extraits du sol par le végétal (Cacot *et al.*, 2005 ; Cacot *et al.*, 2007).

Aussi leur exportation au moment des coupes peut-elle être néfaste au maintien de la fertilité du sol forestier. De plus, ces menus bois et branches hébergent des cortèges d'espèces saproxyliques que l'on ne retrouve pas forcément dans le bois mort de plus gros diamètre : laisser les rémanents sur place constitue donc une pratique favorable à la biodiversité saproxyliques. Mais dans un contexte où le marché porteur du bois-énergie entraîne une pression importante sur cette ressource potentielle, la tendance consiste de plus en plus à exploiter les rémanents, d'où une menace à la fois pour la biodiversité et la fertilité des sols.

Éléments de méthodologie

La pratique en faveur de la biodiversité consiste ici à laisser les rémanents sur la parcelle plutôt que les vendre en bois énergie. La première conséquence de cette pratique est donc une réduction des recettes, due à l'absence de vente du bois énergie.

La vente des rémanents correspond à une exportation d'éléments minéraux. Sur des sols pauvres, cette exportation implique une baisse de fertilité, sauf si elle est compensée par des apports minéraux spécifiques. Une seconde conséquence de cette pratique est donc le maintien de la fertilité, avec une possible économie en engrais.

Si l'on suppose que les apports en engrais compensent la baisse de fertilité potentielle, le coût engendré par le maintien des rémanents est évalué par la comparaison des BASI des deux itinéraires suivants :

$$\text{Coût} = BASI_{\text{sans valorisation des rémanents}} - BASI_{\text{avec valorisation des rémanents}}$$

Si le coût en engrais nécessaires pour éviter une baisse de fertilité est supérieur aux recettes en bois énergie, le maintien des rémanents est économiquement bénéfique.

Figure 3 : Copie d'écran du Tableur



© Y. Pailliet, Cemagref

Chandelle de hêtre dans la réserve intégrale du Ventron (Vosges).

Ce cas se présente plutôt sur des sols chimiquement pauvres.

Si l'on suppose qu'une baisse de fertilité a lieu, la récolte des rémanents a un impact différent sur le long terme et sur le court terme. Sur le long terme il y a une baisse de fertilité de la parcelle, donc une modification des volumes récoltés et de l'âge d'exploitation. À court terme, l'impact est une augmentation des recettes dues à la vente du bois-énergie. La valeur du terrain, quand les rémanents sont vendus, est la somme de 2 termes : la valeur actualisée nette des premiers cycles (où la fertilité diminue), puis le BASI des cycles suivants (pour lesquels la fertilité est supposée constante, mais réduite par rapport au cas où il y a

maintien de rémanents sur la parcelle), actualisé puisque ces cycles commencent à la date N.

Le coût de la pratique est alors : (voir formule 1 ci-dessous)

Le calcul pas à pas

→ Les données nécessaires

En plus des données utilisées pour le calcul des îlots de vieillissement, il faut disposer des recettes issues de la récolte de rémanents, ainsi que les dépenses occasionnées par d'éventuels apports minéraux compensatoires.

Formule 1

$$\text{Coût} = \text{BASI}_{\text{sans valorisation des rémanents}} - \left(\text{BAS}_{\text{valorisation, 1}^{\text{ers}} \text{ cycles}} + \frac{\text{BASI}_{\text{valorisation, fertilité réduite}}}{(1+r)^n} \right)$$

Formule 2

$$\text{BASI}_{\text{avec valorisation des r., fertilité réduite}} = \text{BAS}_{\text{avec valorisation des r., fertilité réduite}} \times \frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

avec n' : âge d'exploitabilité

Deux cas de figure se présentent :

- *Premier cas* : on n'envisage pas de baisse de fertilité, raisonner sur un seul itinéraire sylvicole suffit ;

- *Second cas* : on envisage une baisse de fertilité consécutive au prélèvement des rémanents : la simulation repose donc sur l'enchaînement de plusieurs itinéraires (un par classe de fertilité), probablement de plus en plus longs à mesure que la fertilité diminue. Il est nécessaire de connaître ces différents itinéraires.

→ La conception d'un fichier de calcul

- *Premier cas* : le principe de calcul est presque le même que celui mis en œuvre pour les îlots de vieillissement, à ceci près qu'il est inutile de se placer en séquence infinie. Comparer les bénéfices actualisés suffit, puisque l'on compare un scénario avec récolte de rémanents à un scénario sans cette récolte, sans faire varier la durée de l'itinéraire sylvicole.

On saisit donc l'ensemble des paramètres nécessaires au calcul, puis l'on crée deux tableaux de calcul du BAS contenant une colonne « années » et autant de colonnes qu'il y a de dépenses et de recettes. Le BAS est calculé par itération pour chaque ligne. On compare le BAS de la dernière année de l'itinéraire avec récolte de rémanents à celui de l'itinéraire dépourvu de récolte, et la différence constitue le coût ou le bénéfice retiré de la pratique consistant à maintenir des rémanents en forêt.

- *Second cas* : lorsque l'on envisage une baisse de fertilité consécutive à l'exportation des rémanents, on simule un passage d'une classe de fertilité à une autre plus faible et, de fait, un passage d'un itinéraire sylvicole à un

autre, plus long. Cette succession d'itinéraires sylvicoles intervient dans le tableau de calcul du BAS : au lieu d'un nombre d'années limité à celui d'un seul itinéraire, on l'étend à l'ensemble des itinéraires mis bout-à-bout. Puis on calcule le BASI de l'itinéraire avec valorisation des rémanents et fertilité réduite. Celui-ci s'écrit : (voir formule 2, p.38), où $BAS_{avec\ valorisation\ des\ rémanents,\ fertilité\ réduite}$ est le BAS de l'itinéraire avec fertilité réduite auquel on aboutit suite à l'évolution de la fertilité, et n' est l'âge d'exploitabilité de cet itinéraire.

On renseigne donc l'ensemble des dépenses et recettes, à la fois sur l'itinéraire sans récolte des rémanents (un seul cycle sylvicole puisque la fertilité est maintenue) et sur l'enchaînement d'itinéraires intervenant lorsque l'on récolte les rémanents. Ensuite, on compare les sommes des dépenses et recettes des deux *scenarii*, actualisées à la date 0, et l'on connaît l'effet économique de l'adoption de la pratique.

Conclusion

Le calcul économique permet d'évaluer les répercussions des pratiques sylvicoles en faveur de la biodiversité. Si le principe de base du calcul est toujours le même (comparaison des BAS), la méthode à appliquer diffère toutefois selon la pratique à évaluer. La mise en œuvre du calcul se heurte souvent au manque de données sur les impacts des pratiques étudiées.

Les études en milieu forestier sur les conséquences écologiques des pratiques de gestion favorables à la biodi-

versité sont peu nombreuses et souvent très prospectives. Elles 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. Comment alors chiffrer les bénéfices pour le fonctionnement de l'écosystème liés aux mesures en faveur de la biodiversité ?

Des travaux en cours au Laboratoire d'économie forestière de Nancy, en collaboration avec le Cemagref de Nogent/Vernisson, cherchent à évaluer les bénéfices des mesures en faveur de la biodiversité, en raisonnant sur leur rôle d'assurance face aux aléas économiques ou environnementaux : meilleure résilience face aux perturbations naturelles, offre plus diversifiée de produits ligneux face aux variations des cours du bois par exemple.

Par ailleurs, le coût des pratiques en faveur de la biodiversité n'est pas non plus le seul élément à prendre en compte. D'autres valeurs attribuées à la biodiversité par la société ou par les forestiers entrent 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, bien que des méthodes économiques existent (Brahic & Terreaux, à paraître), il reste néanmoins difficile de donner à ces éléments des valeurs monétaires consen-

suelles et sans biais pour les inclure dans les analyses coûts-bénéfices. Plus largement, ces pratiques posent la question du partage du coût et des bénéfices entre le propriétaire et la société, le propriétaire supportant l'intégralité ou une partie du coût, pour un bénéfice collectif. ■

(1)* Cemagref, UR Écosystèmes Forestiers, Domaine des Barres, 45 290 Nogent-sur-Vernisson

** Laboratoire d'économie forestière, UMR AgroParisTéch ENGREF - INRA, 14 rue Girardet, 54 042 Nancy.

Bibliographie

- **Brahic, (E.) & Terreaux, (J.-P.) (à paraître)** *Évaluation économique de la valeur de la biodiversité en forêt - Guide méthodologique.*
- **Cacot (E.), Eisner (N.), Charnet (E.), 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 (E.), Graffin (A.), Pitocchi (S.), Ranger (J.), Nicolas (M.) & Eisner (E.) 2007.** *Étude de l'impact du prélèvement des rémanents en forêt - volet 3.* FCBA, IDF, ONF, UCFE, 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.
- **Gosselin, M. et Paillet, Y. (à paraître).** *Guide des pratiques sylvicoles en faveur de la diversité forestière.*

Résumé

Les pratiques sylvicoles en faveur de la biodiversité peuvent avoir un impact économique positif ou négatif sur la gestion d'une propriété forestière. L'analyse coûts-bénéfices permet d'évaluer cet impact, en comparant les dépenses et recettes réalisées au cours d'un itinéraire sylvicole classique avec celles d'une pratique pour la biodiversité.

Or, les bénéfices écologiques et sylvicoles retirés des pratiques sont encore mal connus, donc difficilement chiffrables. Par ailleurs, le résultat du calcul économique dépend de la sensibilité de chaque individu au long terme, traduite par le choix du taux d'actualisation. Deux pratiques en faveur de la biodiversité illustrent la méthode économique : il s'agit de la mise en place d'îlots de vieillissement et du maintien de rémanents d'exploitation sur coupe.

Mots-clés : évaluation économique, biodiversité, îlots de vieillissement, rémanents.

Une demande croissante d'évaluation économique des services rendus par la forêt : exemple de l'eau potable

Julien Fiquepron, Alice Gauthier

La forêt et les forestiers peuvent contribuer à produire de l'eau de qualité. Il est possible de sécuriser et d'optimiser ce service via des contrats. Cette perspective implique le développement d'évaluations économiques du service environnemental rendu. Cet article examine quelques méthodes pour y parvenir.

En France, la forêt est reconnue comme essentiellement favorable à la qualité de l'eau tant du point de vue de l'opinion que des politiques publiques (Ferry 2006). Les avis scientifiques appuient ce constat : relativement aux autres usages du sol (agricole et urbain), la forêt est considérée comme le moins polluant pour l'eau (Benoît et Papy, 1997). Il existe de nombreux travaux portant sur l'influence de la forêt sur l'eau, toutefois l'évaluation économique reste rarement abordée. Afin de combler cette lacune, l'Inra et l'IDF mènent une action conjointe intitulée « forêt et eau », dont l'objectif est précisément la valorisation des services de production d'eau propre rendus par la forêt, en vue de leur contractualisation. Notre travail se concentre sur la contribution de la forêt à la fourniture d'eau potable car celle-ci réunit les meilleures conditions pour contractualiser le service. En effet, la distribution d'eau potable est un service marchand (via l'incontournable facture d'eau) avec des acteurs identifiés, des exigences fortes en termes de qualité et de quantité : donc

une demande potentielle de service. D'ailleurs l'alimentation en eau potable induit déjà des contraintes pour les forestiers via les démarches de protection de captages, dont la mise en application n'est pas sans difficulté. Nous choisissons de nous situer dans un cadre de forêts multifonctionnelles, où le forestier ne renonce pas à sa production marchande de bois, mais doit inclure de nouvelles contraintes liées à la fourniture d'un service environnemental.

Cet article a donc pour objet de présenter différentes façons d'évaluer ce service, de donner un exemple d'outil de contractualisation et de présenter des exemples d'application des méthodes.

Grâce à la sélection de sites pilotes, l'action conjointe « forêt et eau » nous a permis de vérifier que des collectivités en charge de l'eau potable étaient prêtes à contractualiser le service rendu par les forestiers. Le contexte semble ainsi favorable ; l'État encourage ces mesures et il est possible de réunir des fournisseurs de services (forestiers) avec des acheteurs

potentiels (collectivités). En conséquence, nous relevons un besoin d'évaluation en terme de référence pour négocier des contrats et en terme d'aide à la décision pour les pouvoirs publics.

Qualifier le service rendu selon l'action du forestier

Avant de parler d'évaluation économique et de contractualisation, il faut d'abord s'entendre sur le type de service rendu. Ainsi, nous distinguons deux niveaux de service, selon le rôle actif ou passif du sylviculteur. Nous discernons le service rendu par la simple existence de forêt de celui lié à des actions sylvicoles spécifiques pour l'eau potable induisant des « services supplémentaires ».

Les services liés à l'existence d'un couvert forestier donneront plus difficilement lieu à une contractualisation, mais il n'est pas inutile de s'y intéresser. Leur évaluation permet de justifier la place de la forêt et de l'activité forestière relativement aux autres couverts et usages du territoire (cf. encadré, p. 42).

Des territoires plus boisés : une influence positive sur l'eau potable

Pour quantifier l'impact de la forêt sur le prix et la qualité de l'eau, nous avons mené une étude économétrique à l'échelle du territoire français. Au vu de la variabilité des liens entre la forêt et la qualité de l'eau, nous avons choisi de couvrir l'ensemble du territoire français en nous appuyant sur des données communes et observées dans chaque département. Ainsi, nous avons collecté des données relatives à la gestion de l'eau et des données sur les usages du territoire et l'occupation des sols, dont la proportion de surfaces boisées à l'échelle du département.

La méthode de traitement et d'exploitation des données est basée sur l'estimation d'un modèle à équations simultanées comprenant une équation du prix de l'eau, deux équations sur des indicateurs de qualité des eaux brutes (pesticides et nitrates) et une équation sur le mode de gestion du service d'alimentation en eau potable (régie ou délégation de service public). Les principaux résultats d'estimation montrent un effet positif de la forêt sur la qualité des eaux brutes relativement aux autres usages du sol, avec un effet indirect sur le prix de l'eau, meilleur marché pour les consommateurs.

Les résultats obtenus amènent à des discussions à l'échelle de notre territoire, relatives aux choix d'occupation des sols, mais aussi aux incitations potentiellement applicables auprès des propriétaires forestiers.



© J. Fiquetpron

Boisement de protection d'un captage alimentant la ville de Rennes.

Comment donner une valeur à un service non marchand

Un travail préalable d'enquête au niveau national nous a permis de confirmer qu'à l'heure actuelle, le service rendu par la forêt pour l'eau potable n'était pas marchand. Se pose alors la question de valoriser un service qui n'a pas de prix ou qui n'existe pas encore.

Les méthodes d'évaluation employées en économie de l'environnement sont classiquement séparées en deux catégories (Bontemps et Rotillon, 2003).

Les méthodes indirectes sont généralement basées sur l'observation des comportements : on parle également de préférences révélées. Elles concernent des biens non marchands implicitement échangés sur des marchés dits proches (exemple de l'évaluation du paysage via les transactions immobilières).

À l'opposé, les **méthodes directes**

permettent d'évaluer un bien pour lequel il n'existe pas de marché proche : on parle également de préférences établies ou déclarées. Elles consistent à interroger les individus sur leurs préférences, notamment sur leur consentement à payer pour une amélioration de l'environnement. Ces méthodes ne s'appuient pas sur des comportements observés, mais sur des réponses face à des *scenarii* hypothétiques. Elles sont bien adaptées à l'examen de mesures en projet. Afin d'évaluer les services rendus par la forêt pour l'eau, nous faisons appel à ces deux catégories de méthodes.

Les méthodes d'évaluation indirectes

Le type de données disponible oriente fortement le choix des méthodes. Notons que celles-ci peuvent être complémentaires. Leur combinaison permet de mieux intégrer les enjeux

selon les différents acteurs : forestiers, collectivités, ou ménages.

Les dépenses de protection

Le principe est assez intuitif : il s'agit de comptabiliser les dépenses effectuées pour prévenir ou réparer soit une dégradation de l'environnement, soit les impacts négatifs d'un environnement réellement dégradé (Nations Unies 1993).

Les dépenses de protection permettent d'estimer un consentement à payer minimal des acteurs. Minimal, car ces derniers peuvent attribuer au service rendu une valeur bien supérieure à la dépense engagée. En prolongement de cette méthode, il est fréquent d'estimer les coûts évités grâce aux dépenses de protection. Cette méthode peut être appliquée pour les boisements de protection de captages ⁽²⁾ d'eau potable, comme à Rennes par exemple.

Rennes : application de la méthode des dépenses de protection

→ Contexte à l'origine des boisements de protection de captages

L'approvisionnement en eau potable du bassin rennais provient de 4 secteurs et comprend deux retenues, deux prises en cours d'eau et une alimentation souterraine : les captages dits de Rennes I. Ces captages, localisés près de Fougères, assurent environ 15 % de la production d'eau potable. Le SMPBR (syndicat mixte de production d'eau potable du Bassin rennais), est responsable de la protection des ressources et de la coordination sur les bassins versants.

Les bassins d'alimentation des captages de Rennes I sont très agricoles (80 % de SAU), la forêt n'occupant que 9 % du territoire. De ce fait, les pollutions diffuses agricoles constituent la principale menace sur la qualité des eaux captées, notamment pour les nitrates dont les concentrations restent préoccupantes. La dégradation de la qualité des ressources en eau a conduit le SMPBR à s'investir dans un programme de reconquête de la qualité de l'eau. Les outils réglementaires (périmètre de protection des captages, Directive Nitrates) étant considérés comme insuffisants, le SMPBR a choisi de mener une double démarche, avec des actions de partenariat sur les pratiques des agriculteurs, et des actions d'acquisition foncière.

Sur les captages de Rennes I, ce sont près de 150 ha qui ont fait l'objet d'acquisition à l'amiable, dont 71,5 ha ont été boisés. Le boisement des terres est réalisé sur des territoires ciblés et constitue un moyen de sécuriser l'occupation de l'espace, en éloignant les usages néfastes (pâturages intensifs, cultures).

→ Les dépenses de protection des captages de Rennes I comprennent les postes suivants

Dépenses liées au boisement de 71,5 ha : 1 090 000 € HT

42 000 € pour la maîtrise d'œuvre ;

450 000 € pour les travaux et 3 ans d'entretien (6300 €/ha) ;

600 000 € pour les acquisitions foncières.

Dépenses liées aux actions d'animation sur le bassin versant (essentiellement envers les agriculteurs, sur la fertilisation et l'usage de produits phytosanitaires) : 1 780 000 € sur la période 1996-2006.

Montant des dépenses de protection sur 10 ans : **0,16 €/m³** d'eau produit, dont **0,04 €/m³** liés aux boisements.

→ Coûts évités

Le coût d'un projet de changement de ressource s'élevait à 41 150 000 € (travaux d'interconnexion avec une usine d'eau potable à l'estuaire de la Vilaine). Plus précisément, la protection de la ressource a permis de reporter la nécessité de créer à court ou moyen terme une nouvelle interconnexion, sans l'annuler définitivement. En rapportant cet investissement d'interconnexion aux volumes produits sur 10 ans par les captages de Rennes I, le coût s'élèverait à 1,50 €/m³. De plus, ce coût ne prend pas en compte les achats d'eau, pour un volume de 27,5 millions de m³ sur 10 ans.

Ainsi, pour le site des captages de Rennes I (ou drains de Rennes I), la démarche de protection préventive s'avère 10 fois moins onéreuse que la démarche curative.

Le suivi de l'évolution des teneurs en nitrates de l'eau des drains (figure 1) constitue un indicateur d'efficacité des actions de prévention. L'amorce de la baisse des teneurs coïncide avec la mise en place des boisements (plantation entre 2000 et 2003) et est consécutive à un changement important des pratiques agricoles amorcé depuis 1997. Nous ne sommes toutefois pas en mesure de discerner l'effet du boisement de celui du changement de pratiques agricoles.

Figure n° 1 : Évolution des teneurs en nitrate de l'eau de captage de Rennes I



source : SMPBR

Étude des dommages

L'étude des dommages se déroule en deux phases. La première étape consiste à établir un lien de causalité entre une modification de l'environnement et ses conséquences ; citons le cas d'une exploitation de coupe qui aurait provoqué un pic de turbidité dans les eaux captées. Dans la seconde étape, il s'agit d'associer une valeur monétaire au lien mis en évi-

dence précédemment (volumes d'eau perdus, travaux de nettoyage des captages, dépenses d'analyses d'eau supplémentaires...). L'étude des dommages peut justifier l'adoption de mesures préventives en forêt.

Études technico-économiques

Nous développons des études technico-économiques afin de tester l'opportunité d'établir des actions

forestières spécifiques pour l'eau potable. Cette approche est appliquée sur des captages plus ou moins dépendants des activités forestières, dits « plus ou moins forestiers ». Les captages « forestiers » répondent à deux critères :

- leur production est directement liée aux activités en surface, c'est-à-dire qu'ils n'exploitent pas de l'eau « fossile » ;

- les taux de boisement de leurs périmètres de protection, ou mieux, de leur bassin d'alimentation y sont importants.

Les études technico-économiques nécessitent également plusieurs étapes. En pratique, nous comparons dans un premier temps les dépenses de fonctionnement et le coût des infrastructures de captages « plus ou moins forestiers » au sein d'un service d'eau ⁽³⁾, comme dans l'exemple de Masevaux (voir encadré, p.45).

Dans les cas où des captages forestiers sont moins onéreux à exploiter, il est possible de dégager une marge de manœuvre financière pour développer des actions de prévention en forêt pour l'eau. Il peut néanmoins être justifié de le faire également pour des captages dits « coûteux », notamment en cas de ressource en eau limitante. En effet, le manque d'eau disponible incite à optimiser tous les points de prélèvement. Une étape parallèle consiste à définir des mesures sylvicoles optimales pour l'eau potable, en essayant de qualifier leur efficacité. Dans un second temps, nous évaluons les surcoûts pour les forestiers liés à l'adoption de ces mesures spécifiques; nous les qualifions de surcoûts techniques. Ensuite, nous estimons les coûts de transaction nécessaires à la mise en œuvre de ces mesures. Ils comprennent les coûts d'animation pour l'ap-

plication des mesures et les coûts de contrôle. Ces différentes étapes permettent d'argumenter économiquement une contractualisation d'actions forestières pour l'eau potable, notamment en établissant des références coût/efficacité de mesures forestières.

Évaluation directe : la méthode des choix multi-attributs

Alors que les méthodes d'évaluation indirectes précédemment évoquées sont basées sur des critères techniques, le service rendu par la forêt comporte également une autre dimension, « plus subjective ». Sa prise en compte requiert des méthodes particulières, comme celle des choix multi-attributs. Cette méthode consiste à interroger des individus sur leurs préférences face à des *scenarii* hypothétiques qualifiant le passage d'un état initial à un état final défini (Dachary-Bernard, 2007). Les *scenarii* sont caractérisés par des attributs de différentes valeurs. La construction d'un modèle économique permet de produire des prix implicites pour les différents *scenarii*.

Nous utiliserons cette méthode dans le but d'estimer le consentement à payer des ménages pour une eau « naturelle » d'origine forestière. Ce travail de recherche argumenterait l'intérêt de gérer préventivement l'eau en collaboration avec les forestiers afin d'obtenir une eau de qualité avec un

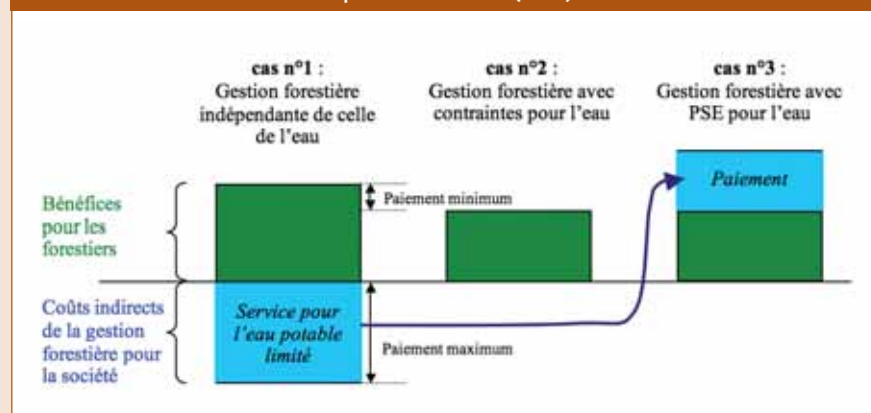
minimum de traitements. Le service considéré est la qualité de l'eau potable distribuée aux ménages. Cette qualité de l'eau distribuée est interprétée au sens large : elle est caractérisée par les paramètres physico-chimiques de l'eau distribuée mais également par l'origine de l'eau brute et par les mesures de prévention et de traitement de potabilisation prises pour garantir la qualité de la ressource. Nous cherchons à identifier un aspect « confiance des ménages » pour de l'eau forestière. Il semble pertinent de valoriser une image positive de l'eau venant de la forêt, alors que plus de la moitié des français croit en une idée fautive, à savoir que les eaux usées seraient retraitées directement en usine pour produire de l'eau potable (C.I.eau 2008).

Le paiement des services environnementaux : un exemple de support pour la contractualisation

Nous avons vu différents moyens d'évaluer un service environnemental, reste à présenter une finalité de ces évaluations : la contractualisation du service. Les outils de paiement du service environnemental (PSE) permettent de transformer des effets non marchands de l'environnement en incitations financières réelles pour les acteurs locaux à même de fournir ces services. Ils permettent d'internaliser la valeur du service qui jusque là était externe au marché et donc potentiellement sans valeur pour les acteurs. Selon Wunder (2005), les PSE se définissent comme :

- une transaction volontaire,
- où un service environnemental défini (ou un usage du sol favorable à la sécurisation de ce service)
- est acheté par (au moins) un acheteur de service
- à (au minimum) un producteur de service,

Fig. 2 : La logique du paiement des services environnementaux (PSE), d'après Wunder *et al.* (2008)





© J. Fiquetron

Débardage d'une coupe de chablis au câble en FC de Masevaux.



© J. Fiquetron

Captage d'eau potable en forêt (FC Masevaux).

Masevaux : étude technico-économique

Située dans le Haut-Rhin, sur la vallée de la Doller, la ville de Masevaux constitue un exemple de gestion de la forêt pour l'eau potable. Masevaux est une importante commune forestière (1253 ha), qui gère son alimentation en eau en régie communale complète, du captage au traitement des eaux usées, sans intervention de prestataire extérieur. La volonté de la commune et de ses services techniques est d'aboutir à une eau consommable avec le minimum de traitements chimiques intermédiaires, d'où l'importance de zones de captage très préservées. Les captages de sources en forêt étant situés à faible profondeur, ils sont vulnérables aux pollutions : d'où une attente forte envers les forestiers.

→ Présentation du service d'eau

Population desservie : 5000 personnes

Volume distribué moyen : 262 000 m³/an

2 types de ressources :- 2 forages en nappe alluviale,
- 10 captages de sources en forêt.

80 % du volume produit provient des captages en forêt, mais leur débit est limitant en été, période où les forages sont plus utilisés. Les précautions de gestion, sur les périmètres de protection de captage (PPC) concernent 180 ha de forêt communale.

Pour les coûts et les volumes d'eau distribuée, nous présentons des moyennes annuelles calculées sur les années de référence 2005, 2006 et 2007.

→ Surcoûts de gestion forestière liés aux captages

Surcoût de gestion forestière en PPC, à la charge de la commune : 5 900 €, soit 0,027 €/m³.

Surcoût d'encadrement, à la charge de l'ONF : 1 230 €, soit 0,006 €/m³.

Surcoût d'équipement d'un débardeur avec de l'huile hydraulique biodégradable, à la charge de l'entrepreneur : 170 €, soit 0,001 €/m³ (coût rapporté au volume exploité en PPC de Masevaux, le coût total est de 1 400 €/an).

→ Analyse des coûts opérationnels

- Le coût de la prévention pour les captages forestiers

Actuellement, le coût de la prévention en forêt pour la commune se chiffre à **8 900 €**. Les dépenses concernent la gestion forestière (nettoyage des rémanents à l'amont des captages, débardage par câble des coupes de chablis, huile de chaîne biodégradable, recours plus fréquent au câblage pour l'abattage et « kits bûcherons » contre les pollutions accidentelles), dans une moindre mesure, elles visent la remise en état des chemins forestiers et l'encadrement de la fréquentation du public.

- Le coût des dommages

Les précautions actuelles n'évitent pas tous les dommages liés aux exploitations forestières. Ils se chiffrent à 3 800 € (remise en état des chemins et nettoyage des installations de captage).

- Différentiel de coûts entre forages et captages

Actuellement, les coûts d'exploitation des forages (0,175 €/m³), sont deux fois plus élevés que ceux des captages (0,086 €/m³). Les forages sont plus onéreux à cause des dépenses liées à l'énergie et à la maintenance (pompes, filtres). Quant aux captages, le principal poste de dépenses (hors actions de prévention en forêt) est lié à la surveillance des installations.

- Généralisation du débardage par câble

Afin d'améliorer la protection des captages, la ville de Masevaux souhaite généraliser le débardage par câble dans les PPC. Cette option ferait passer les surcoûts de gestion forestière pour la commune de 5 900 € à 13 400 € : soit près de **75 €/ha**. Cette augmentation serait en partie compensée par la limitation des dommages. Les forages resteraient dans ce cas 70 % plus chers que les captages (0,103 €/m³).

Si l'intérêt de généraliser le débardage par câble aux PPC de Masevaux doit être testé grandeur nature, nous pouvons déjà dire que dans le cas où ce serait « un luxe », celui-ci resterait raisonnable.

– si et seulement si le producteur du service sécurise la fourniture du service (conditionnalité).

Le principe de PSE appliqué à la forêt et à l'eau potable est présenté en figure 2, p.45. Retenons la présentation de l'encadrement du paiement, entre une simple indemnisation des surcoûts des forestiers (paiement minimum), et une rémunération équivalente au montant du service rendu (paiement maximum).

La mise en œuvre de PSE forestiers pour l'eau est plus particulièrement développée en Amérique latine. La France peut sembler en retard sur cette question. Le contexte réglementaire est en partie responsable de ce décalage. En effet, les PSE d'Amérique latine concernent essentiellement la conservation de forêts existantes. En évitant le défrichement, ils sécurisent la fourniture d'un service de protection de la ressource en eau. En France, les défrichements sont efficacement contrôlés par la réglementation, d'autant plus sur des territoires sensibles pour l'eau potable. Notre réglementation prend donc, en partie, le rôle des PSE.

Pour conclure

Au final, les services rendus par la forêt pour l'eau potable ne sont pas actuellement marchands en France. *A fortiori*, il n'y existe pas de véritable paiement des services environnementaux forestiers pour l'eau. Il reste néanmoins des opportunités pour le développement de mesures de prévention pour l'eau potable en forêt : citons les modalités d'exploitation de coupes ou la réalisation de boisements. Ces mesures peuvent relever du domaine contractuel, où les méthodes d'évaluation économiques du service rendu trouveront toute leur place. Encore la moitié des démarches de protection de captages est à finaliser

d'ici 2010 (d'après le Plan national santé environnement). Il reste également à mettre en œuvre les plans d'action pour protéger les captages menacés par des pollutions diffuses (prévus dans la loi sur l'eau et les milieux aquatiques). Le champ de développement des services forestiers pour l'eau paraît considérable. ■

(1) Julien Fiquepron

Ingénieur forêt et eau

INRA, UMR 356 économie forestière, F-54000

Nancy.

IDF (Institut pour le Développement Forestier),

julien.fiquepron@cnppf.fr

(2) Un captage désigne tout ouvrage utilisé couramment pour l'exploitation d'eaux de surface ou souterraines.

(3) Un service d'eau regroupe l'ensemble des ouvrages qui permettent de capter l'eau, de la traiter et de la distribuer aux abonnés qui dépendent d'une collectivité locale en charge de l'eau.

L'action conjointe INRA & IDF « forêt et eau » est soutenue financièrement par le Ministère de l'agriculture et de la pêche. Nous remercions le SMPBR (Syndicat mixte de production d'eau potable du bassin rennais), la commune de Masevaux et l'ONF pour leur contribution aux études technico-économiques.

Article issu d'un dossier paru dans les RDV Techniques n° 22 d'automne 2008.

Bibliographie

- **Benoît (M.), Papy (E.), 1997.** *Pratiques agricoles sur le territoire et qualité de l'eau alimentant un captage*, In l'eau dans l'espace rural, INRA, pp 323-338
- **Bontemps (P.), Rotillon (G.), 2003.** *Economie de l'environnement*. Paris, La Découverte, 118 p.
- **C.I.eau 2008.** *Baromètre C.I.eau / TNS SOFRES, 2008*. 13^e édition «Les Français et l'eau», principaux résultats, 20 p.
- **FERRY (O.), 2006.** *Quels contrats pour une forêt au service de l'eau ? Quelques enseignements du projet LIFE Forests for Water*. Revue Forestière Française, pp 399-406
- **MCPFE, 2007.** *Déclaration de Varsovie*, 5^e conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe, 5-7 novembre 2007.
<http://www.mcpfe.org/francaise/general>
- **Dachary-Bernard (J.), 2007.** *La méthode des choix multi-attributs appliquée aux Monts d'Arrée*. Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales, n° 84-85, pp 133-166
- **Nations unies, 1993.** *Manuel de comptabilité nationale - Comptabilité économique et environnementale intégrée, version intérimaire*. Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques, Etudes méthodologiques, Série F n°61, 182 p.
- **Wunder (S.), Engel (S.), Pagiola (S.), 2008.** *Taking stock : A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries*. Ecological Economics, vol. 65(4), pp 834-852

Résumé

Les principaux résultats d'estimation confirment l'effet positif de la forêt sur la qualité des eaux brutes. L'action conjointe « forêt et eau » menée par l'Inra et l'IDF permet d'envisager une contractualisation avec les collectivités. Les méthodes d'évaluation prennent en compte les différentes hypothèses comme les dépenses de protection au regard de coûts de changement de ressource évités, ou encore une indemnisation équivalente des surcoûts forestiers.

Mots-clés : forêt, eau potable, captage.

Fiches stations peuplier

Eric Paillassa, IDF

Le groupe de travail peuplier IDF a réalisé une typologie nationale des stations à peuplier, avec 18 stations type. Chacune est décrite sur une fiche pédagogique, avec les principaux points de la production peuplier. Les stations les plus représentées au niveau national seront publiées régulièrement par Forêt-entreprise

Le guide de lecture et la clé de détermination des stations sont suivis d'une première fiche décrivant la station riche humide.



© F. Barbotin

Peupleraie de 11 ans en basses vallées angevines.

Retrouvez ces fiches à télécharger sur www.foretpriveefrancaise.com/peuplier



Guide de lecture des fiches stations à peuplier

Clé de la typologie des stations à peuplier

Cette typologie définit 18 types de stations. Elle ne prend en compte que les stations favorables à une production rentable de bois d'œuvrer peuplier en France [les cas hors typologie ne permettent donc pas une production rentable].

La clé de détermination de cette typologie est composée de 3 critères de classification : présence de la nappe d'eau dans le sol, texture du sol et pH.

Voici quelques indications pratiques pour la détermination de ces 3 critères.

Présence de la nappe d'eau dans le sol

Elle est évaluée au cours de la période de végétation [de préférence en juin / juillet] à l'aide d'un sondage à la tarière pédologique ou après creusement d'une fosse pédologique. La nappe est atteinte quand un niveau d'eau libre est visible au fond du trou. Ce niveau détermine la profondeur de la nappe.

Pour les stations fraîches (nappe au-delà de 1 m), l'utilisation d'une tarière pédologique munie d'une rallonge est généralement nécessaire.

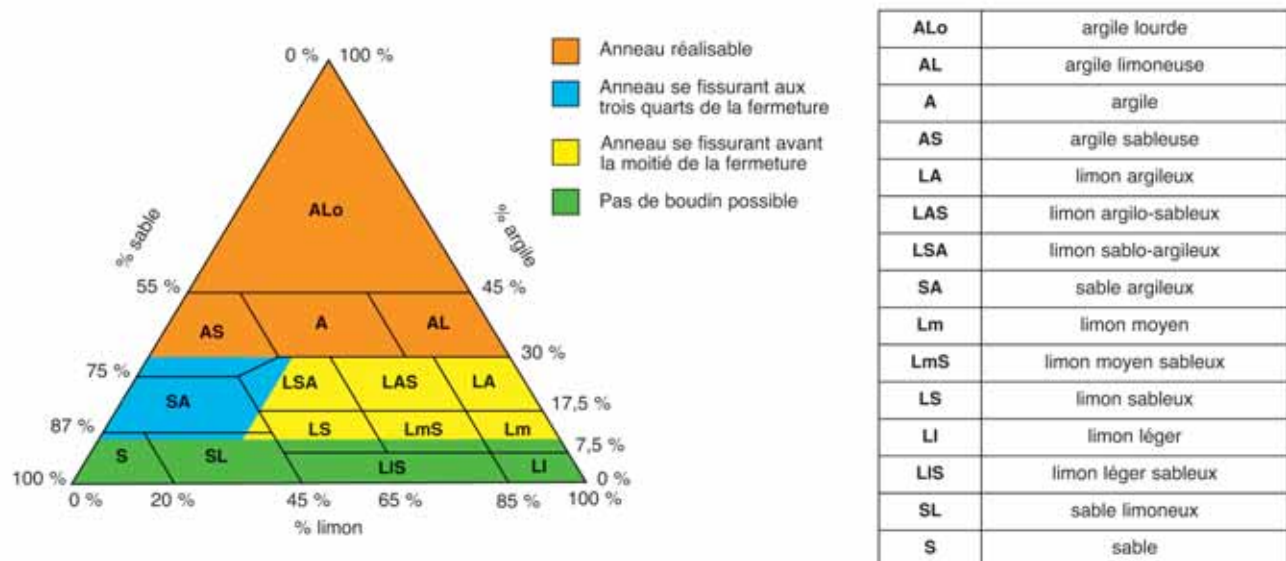
Texture du sol

Elle est appréciée à partir d'échantillons de terre prélevés dans le sol à l'aide de la tarière pédologique ou suite au creusement d'une fosse pédologique.

La détermination de la texture se fait alors soit par analyse granulométrique, réalisée dans un laboratoire spécialisé, soit manuellement. L'évaluation manuelle se réalise en modelant un « boudin de terre » et en tentant de faire un anneau. Plusieurs cas sont alors possibles :

- l'anneau est réalisable, le taux d'argile est alors supérieure à 30 % = texture dans la partie orange du triangle des textures ;
- l'anneau se fissure aux trois quarts de la fermeture, le taux d'argile est alors supérieur au taux de limon = texture dans la partie bleue du triangle des textures ;
- l'anneau se fissure avant la moitié de la fermeture, le taux de limon est alors supérieur au taux d'argile = texture dans la partie jaune du triangle des textures ;
- pas de boudin possible, le taux d'argile est alors inférieur à 10 % = texture dans la partie verte du triangle des textures.

Une détermination plus précise peut ensuite être faite, en appréciant par exemple la teneur en sable. Cette teneur est une des moins difficiles à évaluer par la sensation de rugosité au toucher ou par le crissement à l'oreille.



pH

Il est déterminé à partir d'un échantillon de terre prélevé à 20 cm de profondeur. La valeur du pH peut être obtenue soit par analyse chimique réalisée dans un laboratoire spécialisé, soit en utilisant un pH-mètre de terrain (par exemple, une trousse pH test colorimétrique).

Les 18 fiches stations

Les fiches stations à peuplier se divisent chacune en 7 parties : caractéristiques de la station, croissance des cultivars, itinéraires techniques envisageables, exploitation & nettoyage, risques dus à la station, enjeux environnementaux, rentabilités.

Pour ces différentes parties, quelques explications ou précisions sont apportées ci-dessous :

Caractéristiques de la station

- Les classes de pH sont les suivantes :

très acide	$\text{pH} \leq 3,5$
acide	$3,5 < \text{pH} \leq 4,2$

assez acide	$4,2 < \text{pH} \leq 5,0$
peu acide	$5,0 < \text{pH} \leq 6,5$

neutre	$6,5 < \text{pH} \leq 7,5$
basique	$\text{pH} > 7,5$

- Le terme « acide » utilisé pour certaines stations correspond à une acidité modérée qui exclut généralement les pH inférieurs à 4,2.
- La « flore indicatrice possible » est un des éléments du diagnostic. La présence des 6 espèces n'est absolument pas nécessaire. Les espèces retenues sont des plantes indicatrices, reconnaissables par des néophytes en botanique, communes et bien représentées au niveau national.

Croissance des cultivars

- Les courbes présentées sont des modèles de croissance calculés à partir de nombreux essais, issus de l'ensemble des résultats du Réseau Peuplier de la Forêt Privée (plus de 890 essais).
- La lisibilité des graphiques nécessitant de se restreindre à six courbes maximum, celles représentées correspondent aux cultivars les plus étudiés pour la station donnée.
- Les courbes d'évolution de l'accroissement courant et de la circonférence donnent des indications sur la dynamique de croissance des cultivars. Cette information est caractéristique de la station.
- Les 2 zones géographiques, nordique (en vert) et méridionale (en rouge) divisent la France en 2 zones climatiques pour le peuplier. La limite entre ces deux zones suit les limites des départements.
- Extensif signifie : «avec des entretiens du sol au maximum les 3 premières années».
- Semi intensif signifie : «avec des entretiens du sol au maximum les 5 premières années».
- Intensif signifie : «avec des entretiens du sol jusque vers 10 ans, voire pendant toute la vie du peuplement».
- La conclusion donnée ne prend en compte qu'un seul et unique critère : **la croissance en circonférence**.

Itinéraires techniques envisageables

Les itinéraires techniques proposés sont des itinéraires couramment mis en place sur l'ensemble des régions populières, pour la station considérée.

Les coûts affichés sont des coûts à l'entreprise. L'échelle des valeurs « Min. », « Moy. » et « Max. » a été obtenue à partir de prix pratiqués sur l'ensemble du territoire.

Exploitation – nettoyage

Les solutions proposées ne sont pas exhaustives. Elles sont des exemples de solutions possibles.

Risques dus à la station

Ce tableau regroupe les principaux risques «potentiels» qui peuvent nuire aux peupleraies, avec la nature de leur impact et leur fréquence. Cette liste indicative a pour but d'informer le populteur.

Enjeux environnementaux

Comme pour les risques, ce chapitre a pour objectif d'informer le populteur sur les enjeux environnementaux couramment rencontrés sur la station considérée.

Rentabilités

Les 2 durées de rotation retenues sont des durées potentielles pour des cultivars différents, sur la station considérée. Les 2 densités de plantation représentent celles généralement utilisées en zone nordique (155 tiges/ha) et en zone méridionale (204 tiges/ha).

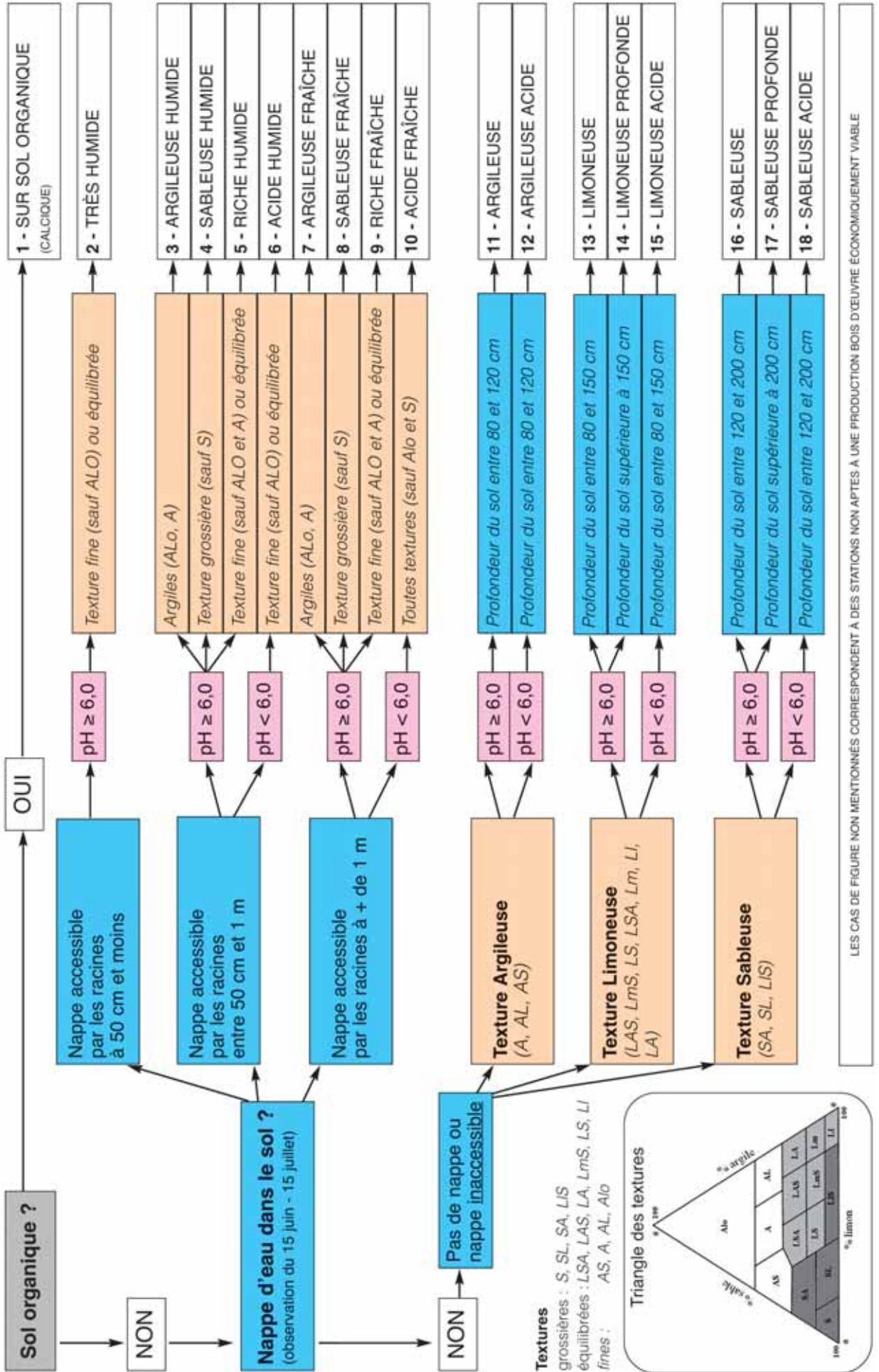
Les frais de gestion intègrent les frais d'assurances, d'expert, les impôts. Le TIR est le taux interne de rentabilité.

Le calcul de rentabilité est fait hors remise en état du terrain et hors achat du foncier, et donc uniquement sur la production de bois, *sensu stricto*.

Clé de détermination des STATIONS à peuplier

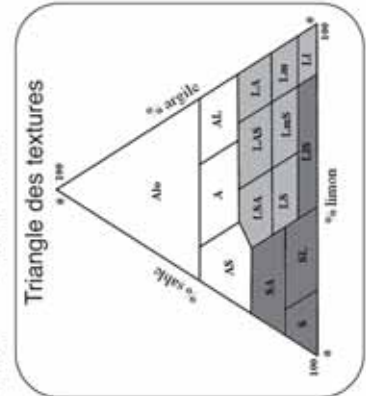
pour une production de bois d'œuvre économiquement viable

Groupe de Travail Peuplier IDF
version décembre 2008



Textures

grossières : S, SL, SA, LIS
équilibrées : LSA, LAS, LA, LmS, LS, LI
fines : AS, A, AL, Alo



LES CAS DE FIGURE NON MENTIONNÉS CORRESPONDENT À DES STATIONS NON APTES À UNE PRODUCTION BOIS D'ŒUVRE ÉCONOMIQUEMENT VIABLE

Le peuplier sur Station Riche Humide

■ Caractéristiques de la station ■

Localisation

- ☛ Topographie
Vallée de rivière et de fleuve.
- ☛ Exemples au niveau national
Toutes régions.

Alimentation en eau & régime hydrique

- ☛ Présence nappe d'eau (en été)
Entre 50 cm et 1 m.
- ☛ Inondations
Quasi annuelles, durée variable, en hiver et début de printemps.
- ☛ Hydromorphie (excès d'eau, présence de taches rouille)
L'hydromorphie peut être très présente dès la surface. Elle est moyenne (taches fréquentes) et peut être un facteur limitant.

Richesse chimique du sol

- ☛ Sol peu acide à basique (pH \geq 6).
- ☛ Fertilité chimique forte.
- ☛ Textures bien équilibrées permettant un bon développement racinaire.
- ☛ Risque de compactage du sol.
- ☛ Apports réguliers en éléments minéraux nouveaux par les inondations.

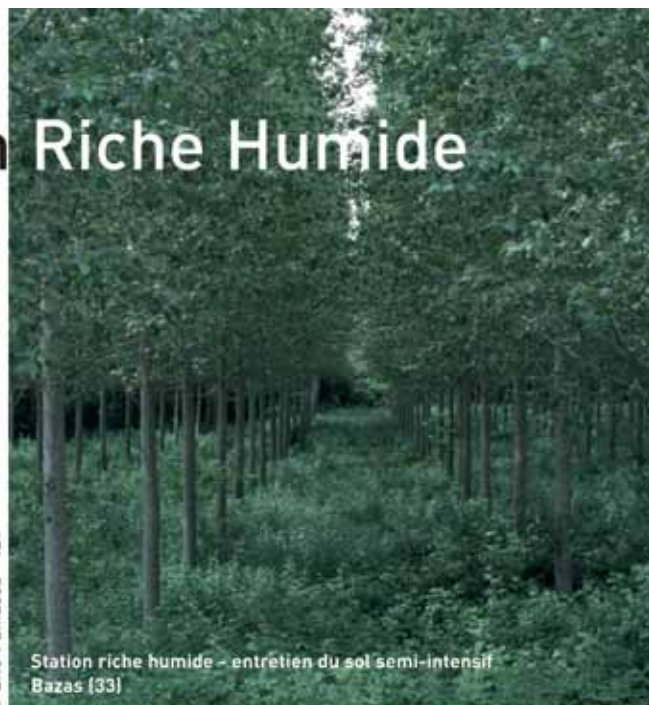
Profondeur prospectable

- ☛ Entre 50 cm et 1 m.

Habitats typiques possibles

- ☛ Aulnaie-frênaie rivulaire à Laïche espacée, Aulnaie à Laïche espacée, Aulnaie à Androsème, Aulnaie à Laïche pendante.

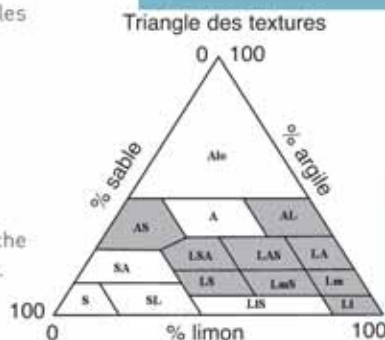
Flore indicatrice possible



© Eric Palliassa - IDF

Station riche humide - entretien du sol semi-intensif
Bazas (33)

Très sec						
Sec						
Mésophile						
Frais						
Assez humide						
Humide						
Inondé en permanence						
	Très acide	Acide	Assez acide	Peu acide	Neutre	Basique



⚠ Ne pas oublier, s'il existe, de consulter le catalogue des stations forestières du secteur.



© CRPF Champagne-Ardenne
© CRPF Champagne-Ardenne
© CRPF Bretagne
© CRPF Champagne-Ardenne
© CRPF Ile-de-France
© M. Buisson

Résumé :

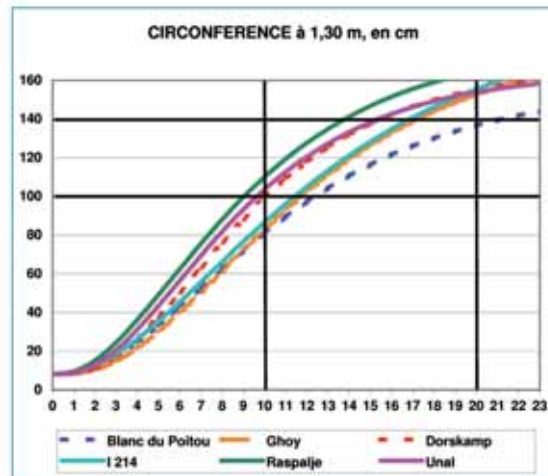
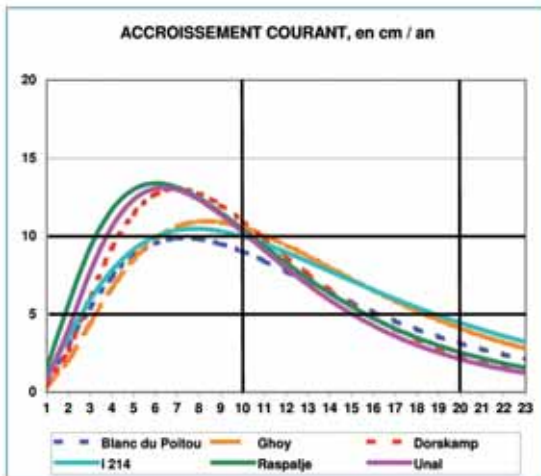
- Fertilité forte.
- Alimentation en eau assurée.

Facteur limitant :

Risque d'hydromorphie.

■ Croissance des cultivars (exemples de résultats obtenus sur le Réseau d'essais peuplier) ■

Courbes = modèles de croissance de 6 cultivars, pour cette station (toutes intensifications et régions confondues).



Sur station riche humide :

- la phase d'installation est lente (2 à 3 ans),
- la phase de croissance active est variable selon les cultivars (entre 3 et 8 ans ou 11 ans) avec des accroissements maximaux de 10 à 11 cm/an ou de 13 à 14 cm/an,
- la croissance ralentit progressivement, pour atteindre, selon les cultivars, des accroissements inférieurs à 5 cm/an vers 16 ans ou 19 ans.

Ces accroissements annuels en circonférence permettent d'atteindre :

- à 5 ans, une circonférence de 30 à 50 cm,
- à 10 ans, une circonférence de 80 à 110 cm,
- un terme (circonférence = 140 cm) entre 14 et 19 ans selon les cultivars.

Durées moyennes de rotation, au niveau national, obtenues sur les essais

Cultivar	Zone nordique						Zone méridionale					
	Âge quand C _{1,30m} = 100 cm			Âge quand C _{1,30m} = 140 cm			Âge quand C _{1,30m} = 100 cm			Âge quand C _{1,30m} = 140 cm		
	Ext	SI	Int	Ext	SI	Int	Ext	SI	Int	Ext	SI	Int
Alcinde							9	11		14		
Blanc du Poitou	13							13	14		19	
Dorskamp	11	10			14			9			14	
Flevo	16											
Fritzi Pauley	14			21			12	12			19	
Ghoy	12			18				12			16	
I 214	12			17			11	11		16	16	
I 45/51							12	11		17	17	
Koster	10			15			9			14		
Raspalje	10			15				9			14	
Robusta	15			24								
Triplo		11					9					
Trichobel	13											
Unal	10											



Légende :

- Ext = extensif.
- SI = semi intensif.
- Int = intensif.
- vide = valeur en cours d'obtention ou donnée manquante.

☛ Autres cultivars en cours d'évaluation

Contactez un conseiller forestier.

☛ Autres informations sur les cultivars

Consultez les fiches cultivars.

⚠ Toujours compléter l'information croissance par celle sur les risques sanitaires et autres, propre à chaque cultivar.

Conclusion :

Les croissances les plus satisfaisantes ont été obtenues avec :

Zone nordique : Dorskamp, I 214, Koster, Raspalje, Triplo, Unal.

Zone méridionale : Alcinde, Dorskamp, I 214, I 45/51, Raspalje.

■ Itinéraires techniques envisageables (à partir d'un terrain propre et sain) ■

Caractéristiques de la station à prendre en compte pour raisonner les travaux	Conséquences	Implications en termes de travaux
Richesse chimique forte	Bonne capacité de croissance	Fertilisation inutile
Alimentation en eau suffisante	Pas de concurrence avec la végétation herbacée, sauf à la plantation	Travaux du sol non nécessaires, excepté à la plantation
-	-	-

Préparation du terrain sur terrain nettoyé	Travaux	Période	Objectif
<i>Cas d'un boisement</i>			
Après culture	- Labour profond (> 30 cm) - Décompactage	Fin été/automne	Remise en état de la structure du sol (suppression de la semelle de labour)
Après prairie	- Labour profond (> 30 cm) - Désherbage chimique localisé	Automne	- Détruire la strate herbacée - et casser le tassement dû aux animaux - Limiter les entretiens
<i>Cas d'un reboisement</i>			
Après peupleraie	Aucun	-	-
Après taillis	Débroussaillage	Printemps	Couper les souches de taillis à ras de terre
<i>Aménagement particulier</i>			
	Réfection des fossés si nécessaire	Été/automne	Remise en état du réseau avant (re)démarrage d'une rotation de peuplier

Plantation	Travaux	Observations
Mode de trouaison	Tarière de tous diamètres, pelle mécanique, fraise à potets, dent sur pelle mécanique,...	-
Fertilisation	Aucune	-

- ☛ Densité de plantation : entre 155 peupliers/ha et 204 peupliers/ha.
- ☛ Plants de catégorie A2 [10-12], de 2 ans maximum.
- ☛ Protections gibier à prévoir en fonction de la pression de gibier existante.
- ☛ Profondeur de plantation : 1 m minimum.
- ☛ S'il existe un risque de crue, l'enlèvement des protections usagées est recommandé.

Entretiens du sol		Années				
		1 à 3	4 à 5	6 à 10	11 à 15	16 et plus
Itinéraire 1	Extensif	2 Désherbages chimiques localisés	-	-	-	-
Itinéraire 2	Extensif	2 Désherbages chimiques localisés	1 Gyrobroyage localisé	1 Gyrobroyage localisé	-	-
Itinéraire 3	-	-	-	-	-	-

Taille et Élagage		Années								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Objectif grume 6 m sans nœud au-delà ø 8 cm										
Taille de formation	hiver									
1^{er} élagage (≈ à 3 m) + taille	(C 1,30 m ≈ 30 cm) été									
2^{ème} élagage (≈ à 4,5 m)	(C 1,30 m ≈ 40 cm) été									
3^{ème} élagage (≈ à 6 m)	(C 1,30 m ≈ 50 cm) été									

- ☛ La suppression de gourmands peut être nécessaire sur certains cultivars.
- ☛ S'il existe un risque de crue, le broyage des branches élaguées est recommandé.

Coûts des travaux à l'entreprise, en € HT	Unité	Min	Moy	Max
Labour profond	ha	185.4	234.2	282.9
Décompactage	ha	176.0	203.9	231.9
Débroussaillage	ha	401.3	480.5	559.7
Réfection des fossés	ml	1.7	2.2	2.8
Plantation à la fraise à potets	trou	2.8	3.2	3.6
Plantation à la tarière	trou	2.3	2.8	3.3
Plantation à la pelle mécanique	trou	3.2	3.8	4.4

Coûts des travaux à l'entreprise, en € HT	Unité	Min	Moy	Max
Plant A2	plant	3.1	3.9	4.6
Taille de formation	plant	1.9	2.3	2.8
1^{er} élagage à 3 m + taille	plant	1.3	1.5	1.6
2^{ème} élagage à 4,5 m	plant	1.3	1.5	1.8
3^{ème} élagage à 6 m	plant	1.8	2.1	2.4
Désherbage chimique localisé	ha	89.0	112.6	136.2
Gyrobroyage	ha	79.0	98.0	117.0

■ Exploitation - Nettoyage ■

Caractéristiques de la station à prendre en compte lors de l'exploitation et du nettoyage	Implications en termes d'exploitation et de nettoyage
Risque d'excès d'eau en hiver	Exploiter en période sèche
Risque de compactage du sol	Limiter l'utilisation d'engins lourds.

Nettoyage		Avantages	Inconvénients	Fourchette de coûts
Solution 1	Broyage des rémanents + souches laissées en place	- Rapidité et simplicité - Terrain dégagé, - Évite le brûlage	- Broyeur plus ou moins lourd - Présence de broyats au sol (problème si inondation)	510 à 1 010 € HT/ha
Solution 2	Broyage des rémanents en plaquettes forestières + souches laissées en place	- Terrain propre - Évite le brûlage - Valorisation des rémanents	- Broyeur plus ou moins lourd	0 € HT/ha
Solution 3	Mise en tas et brûlage des rémanents + souches laissées sur place	- Disparition totale des rémanents - Coûts limités	- Réglementation du brûlage	360 à 530 € HT/ha

■ Risques dus à la station (pouvant nuire gravement au peuplement ou à la qualité du bois) ■

	Inondation	Sécheresse	Vent	Phytopathogènes	Animaux	Sur la qualité du bois
Caractéristiques	Printanière	Baisse inhabituelle du niveau de la nappe	Tempêtes d'hiver, orages d'été	Maladies foliaires (rouilles, <i>Marssonina</i>) + puceron lanigère	Rongeurs (rat musqué, ragondin, castor), chevreuils	- Gélivure - Fente à l'abattage (I 214)
Impact qualitatif	- Mortalités (asphyxie racinaire) - Dégâts sur les jeunes plantations	Dépérissement	Chablis ou volis	- Chute précoce des feuilles - Perte de croissance - Mortalité	Dépréciation du bois (écorçage et frotis)	Dépréciation du bois
Impact quantitatif	de 0 à 100 % de dégâts	Sur tous les arbres	De 0 à 100 % de dégâts	Sur tous les arbres	De 0 à 100 % de dégâts en fonction pression du gibier	- Augmente avec l'âge - Sur une partie des arbres
Fréquence du risque	Annuelle	Aléatoire	Aléatoire	Permanent	Permanent si présence animaux	Permanent
Moyen(s) de limiter le risque	- Choix cultivars - Entretien fossés - Plantation tardive - Labour en ados	Choix cultivars	- Exploitation dès le terme ($C_{1,30\text{ m}} = 140\text{ cm}$) - Choix cultivars	- Choix cultivars - Traitement chimique difficile si taillis	- Lutte organisée (piégeage) - Protections individuelles	- Choix cultivars

Rappel : la limitation des risques nécessite de planter un cultivar pour 3 ha maximum.

■ Enjeux environnementaux ■

Cette station peut appartenir à de grands systèmes d'expansion des crues. Ces systèmes sont alors le siège d'enjeux environnementaux tant du point de vue de la flore (mésophytophile à hygroclyne) que de la faune (oiseaux migrateurs, amphibiens, insectes) et du paysage (milieu ouvert). En l'absence d'entretien du sol, une flore à hautes herbes (mégaphorbiaie) peut se développer dans les jeunes plantations. Le cortège d'espèces botaniques qui la compose est souvent une source de biodiversité importante. Le maintien de cette mégaphorbiaie est un enjeu environnemental qui peut être pris en compte par un élagage dynamique de la peupleraie (maintien d'une entrée de lumière suffisante). Pour préserver le mieux possible la faune et la flore, et donc prendre en compte ces enjeux environnementaux, il convient de limiter les intrants (fertilisants et produits agropharmaceutiques), mais aussi les interventions mécaniques, qui ne sont pas nécessaires sur cette station. Localement, une parcelle sur station riche humide peut appartenir à un site Natura 2000. Il convient de se renseigner pour toute précision.

■ Rentabilités (moyennes pour 2 durées de rotation) ■

Densité	en tiges/ha	204		155	
		16	19	16	19
Rotation	en années				
Fourchette bénéfice annuel	en €/ha/an	370 à 390	300 à 310	260 à 280	210 à 220
Fourchette de TIR	en %	7.1 à 7.5	6.2 à 6.5	6.4 à 6.8	5.6 à 5.9

Eléments de calcul :

- Exploitation à $C_{1,30\text{ m}} = 140\text{ cm}$; Volume unitaire $1,35\text{ m}^3$; Hauteur BO 14 m ; risque courant sur volume de $0,6\%$ /an (hors calamités).
- Vente sur pied - prix moyen 41 €/m^3 .
- Dépenses = plantation sans protection gibier + itinéraires conseillés (coûts moyens entreprise) + 2 tailles + 3 élagages + frais de gestion (45 €/an).
- Calculs en euros constants - hors aides - indépendamment du cultivar.

Auteurs :

Éric Paillasa SUF IDF du CNPPF - Groupe de Travail Peuplier IDF

version décembre 2008

Source des données :

Réseau Expérimentations Peuplier de la Forêt Privée Française - Groupe de Travail Peuplier IDF

Conduite des opérations de régénération dans les chênaies-charmaies du Centre de la France

Jean-Paul Nebout, ingénieur CRPF Auvergne (1)

En France, les mélanges futaie taillis de chênes sessile et pédonculé prépondérants () occupent près de 2,5 millions d'hectares, soit 58,8 % de la chênaie française et le volume sur pied est évalué à 195 millions de m³. Ces peuplements sont très fréquents en forêt privée dans le Centre et le quart Nord-Est de la France. Malgré une nette tendance à la régularisation et à l'augmentation du volume sur pied à l'hectare, ils se caractérisent encore par une grande diversité de structures et d'essences forestières (2). Dans cet article, nous décrivons une méthode pour conduire avec succès et à moindre coût les opérations de régénération dans les chênaies-charmaies régularisées en gros bois.*

Les chênaies-charmaies à gros bois

Dans le centre de la France, le climat doux et la faible pluviométrie expliquent l'étendue des formations appartenant à l'alliance du *Carpinion betuli* (charme) et la rareté du hêtre. Les espèces végétales caractéristiques de ce climat sub-océanique sec sont : fragon (*Ruscus aculeatus*), luzule de Forster (*Luzula forsterii*), gouet d'Italie (*Arum italica*) qui peuvent atteindre de grands développements. On observe également : rosier des champs (*Rosa arvensis*), stellaire holostée (*Stellaria holostea*), petite pervenche (*Vinca minor*)... Mais si la présence d'un taillis de charme vigoureux peut être considérée comme l'indice d'un sol à bonne rétention en eau et peu acide, favorable à la croissance et au développement des chênes sessiles et pédonculés, il faut se souvenir que le traitement en taillis sous futaie a favorisé le charme qui rejette de souche et fructifie abondamment. Aujourd'hui, on le rencontre sur une multitude de sols pas toujours en adéquation avec les exigences des chênes. Aussi, le

Tableau n° 1 : Classes de richesse des chênaies régularisées gros bois (types 8 et 9)

Surface terre/ha	Volume bois d'œuvre/ha*	Quantité Gros Bois/ha	Densité totale de chêne/ha
2 à 5 m ²	30-40	12 à 13	19 à 22
5 à 10 m ²	70-80	23 à 26	37 à 43
10 à 15 m ²	100-120	37 à 42	58 à 68
15 à 20 m ²	150-170	57 à 50	79 à 93
20 à 25 m ²	200-220	65 à 74	93 à 120
25 à 30 m ²	270-300	79 à 90	125 à 146
> 30 m ²	> 300	104 à 118	164 à 193

* : Découpe 20 cm

diagnostic stationnel va revêtir une grande importance.

Les peuplements à chênes prépondérants qui composent ces formations ont été décrits par Aubry et Druelle en 1988 (2). Nous ne traitons ici que des chênaies régularisées en gros bois (types 8 et 9 de la typologie des peuplements), dans lesquelles les houppiers des arbres de la futaie occupent verticalement un seul étage et dont plus de 50 % des arbres précomptables (Arbres de plus de 17,5 cm de diamètre à 1,30 m.) ont des diamètres supérieurs à 47,5 cm. La distribution plus ou moins asymétrique des diamètres

souligne le phénomène de régularisation. Ces peuplements résultent soit d'anciens taillis sous futaie plus ou moins ruinés dans lesquels subsistent quelques gros chênes à l'hectare et un taillis de charme vigoureux, soit de taillis sous futaie riches, déficitaires en petit bois et bois moyen et en retard de prélèvements dans les gros bois. Les densités et les volumes/hectare de ces peuplements peuvent varier considérablement. (Tableau 1). Ils sont dispersés au milieu de chênaies irrégulières.

(*) Taux de couvert libre compris entre 50 et 70 % (source IFN).

Les chênaies régularisées en gros bois sur des stations à charme présentent trois contraintes fortes qui expliquent que les gestionnaires diffèrent leur mise en régénération :

- forte compétition du charme et des espèces ligneuses et semi-ligneuses (tremble, bouleau, érable champêtre, noisetier) et des espèces herbacées (ronces, carex et brachypode) qui lui sont associées sur les sols souvent riches et frais,

- crainte de dégagements manuels nombreux et onéreux, risque d'échec.

- présence dans la futaie des deux chênes sessile et pédonculé aux tempéraments et exigences différents,

- diagnostic pour le choix de l'espèce à privilégier nécessitant une bonne expertise.

- peuplements d'étendue variables et le plus souvent dispersés à l'échelle de la forêt,

- difficultés pour repérer et organiser les coupes et travaux.

Ces contraintes sylvicoles justifient une méthode d'analyse spécifique et des modalités d'interventions adaptées.

Organisation des opérations de régénération

Celle-ci comporte 5 étapes essentielles :

■ Définir la taille minimale des zones à gros bois

Ces zones sont destinées à être exploitées puis régénérées par semis ou plantation ; aussi il est indispensable

de connaître la taille minimale des trouées qui permettent de satisfaire aux exigences de lumière des chênes. Roussel L. ⁽³⁾ a montré que dans les taillis sous futaie denses et fermés, la répartition de l'éclairage relatif au sol, dans une trouée, est fonction de la hauteur totale du peuplement environnant. Pour obtenir un taux d'éclairage de 100 % au centre de la trouée, il faut que son diamètre soit égal à 5 fois la hauteur du peuplement de chêne qui, sur bonne station, est de l'ordre de 25 mètres, soit un diamètre de la trouée de 115 mètres et une superficie de 1 hectare. En bordure de la trouée, selon l'orientation, l'éclairage varie de 72 % au Nord (exposition Sud), 50 % à l'Est et l'Ouest et 28 % au Sud (exposition Nord). Il a montré également qu'à surface égale, les trouées circulaires permettent un meilleur apport de lumière que les bandes. (Tableau n° 2) Enfin, il y a globalement plus de surface perdue pour une trouée en forme de bande plutôt que pour une trouée circulaire. Aussi, nous retiendrons, dans les chênaies charmaies, la superficie minimale des trouées de régénération de 1 ha ^(*). En aménagement forestier, chacune de ces zones est nommée « parquet ». Celui-ci se caractérise par plusieurs éléments :

- des limites visibles sur le terrain mais généralement non matérialisées ;

- des limites non équivoques, une identification et une situation précises sur la carte des peuplements ;

- une surface estimée à partir de la

surface totale de la parcelle dans laquelle elle se situe, à l'aide d'un récepteur GPS par exemple.

■ Repérer et décrire chaque parquet

Ce travail requiert un bon niveau d'expertise de la part de l'opérateur ; il est réalisé visuellement lors de l'établissement du plan de gestion ou du diagnostic de gestion et nous recommandons d'utiliser la clé de détermination des structures et du capital sur pied des peuplements de la typologie de la région Centre, une jauge d'angle pour apprécier la surface terrière et une tarière pédologique pour l'examen du sol. En effet, le recouvrement très faible de la végétation herbacée, sous le couvert épais du charme, ne permet pas d'apprécier la réserve en eau du sol.

Quelques sondages à la tarière sur une



© J.-P. Nebout

Évaluation de la surface terrière d'un peuplement à l'aide d'une jauge d'angle.

() Il est, par contre, difficile de fixer à l'avance une superficie maximale des trouées de régénération. Il est bon de rappeler que Dubus et de Warnaffe in Gosselin et Laroussinie (2004) considèrent qu'au-delà de 2 ha de coupe, on observe une dégradation du caractère forestier de certaines communautés biologiques.*

Tableau n° 2 : Surface perdue en fonction de la dimension de la trouée de régénération

Surface perdue en %	Surface de la trouée de forme circulaire ou rectangulaire							
	0,5 ha	1 ha	1,5 ha	2 ha	2,5 ha	3 ha	3,5 ha	4 ha
Cas d'une trouée circulaire	44 %	32 %	27 %	23 %	21 %	19 %	18 %	17 %
Cas d'une trouée rectangulaire	57 %	37 %	30 %	27 %	25 %	24 %	23 %	22 %

profondeur d'au moins 1,50 m sont indispensables.

Le peuplement est décrit de la même manière que les autres peuplements de la forêt et les données recueillies vont permettre d'évaluer: le nombre total de gros bois à l'hectare, leur répartition dans l'espace et leur qualité,

l'importance des autres catégories : bois moyens, petit bois et leurs qualités, la surface terrière du peuplement et la hauteur moyenne des arbres par catégories de grosseurs, les essences et l'exploitabilité du taillis. Comme il est difficile d'apprécier le % de chêne sessile et de chêne pédonculé dans la

futaie lorsque ceux-ci sont en mélange par pied ou îlots de quelques ares, nous proposons *de vérifier la présence d'au moins 40 gros bois/ha, à houppiers développés et bien éclairés, de l'essence en station, aptes à fructifier, sans défaut héréditaire et convenablement répartis sur la zone à renouveler.*

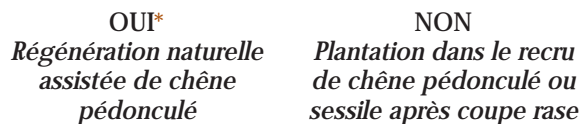
Station à chêne pédonculé

Sols riches en bases et en éléments nutritifs et à alimentation en eau continue. C'est souvent le cas des stations de fonds de vallon et vallées alluviales à nappe d'eau circulant. Dans le Centre de la France, ces types de station sont peu fréquents et de superficie limitée (peuplement linéaire).

Situation 1 :

Peuplement de chêne pédonculé prépondérant

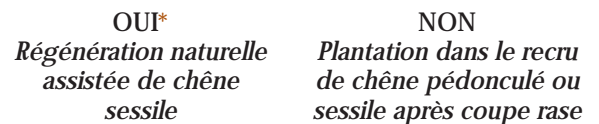
- minimum 40 gros bois/ha de chêne pédonculé
- houppiers développés et bien éclairés
 - aptes à fructifier
 - sans défaut héréditaire
 - régulièrement répartis



Situation 2 :

Peuplement de chêne sessile prépondérant

- minimum 40 gros bois/hectare de chêne sessile
- houppiers bien développés et bien éclairés
 - aptes à fructifier
 - sans défaut héréditaire
 - régulièrement répartis



Station à chêne sessile

Sols capables d'assurer une réserve en eau suffisante pour compenser d'éventuels déficits pluviométriques. Ainsi, dans l'argile, quelle que soit sa nature minéralogique, donc indépendamment de sa richesse minérale, il trouve un volant d'eau utile qui lui permet d'avoir une croissance continue pendant toute la saison de végétation, à condition que cette argile structurée se trouve à une profondeur maximale de 60 cm. Le chêne sessile peut aussi se défendre sur des sols sableux ou limoneux sans argile accessible, à condition que la pluviométrie soit régulière, ce qui risque d'être de moins en moins fréquent en raison des variations climatiques futures.

Situation 3 :

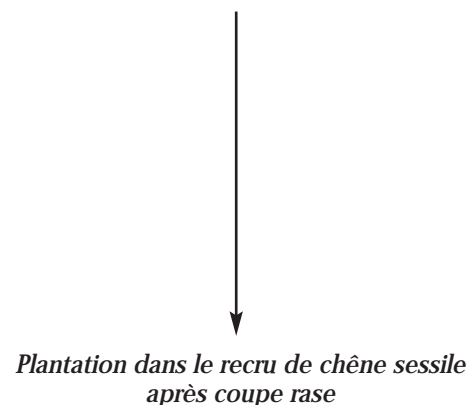
Peuplement de chêne sessile prépondérant

- minimum 40 gros bois/ha de chêne sessile
- houppiers développés et bien éclairés
 - aptes à fructifier
 - sans défaut héréditaire
 - régulièrement répartis



Situation 4 :

Peuplement de chêne pédonculé prépondérant



(*) Ces 5 conditions doivent être réunies

■ Confirmer ou rétablir l'adéquation sol-espèce de chêne

L'analyse des données stationnelles et sylvicoles recueillies vont mettre en évidence plusieurs situations auxquelles seront liées les techniques de régénération.

■ Choisir des itinéraires de régénération simple, économe et favorable à la biodiversité.

→ Itinéraire privilégiant la régénération naturelle assistée sur **semis acquis**.

La régénération naturelle assistée est applicable aux situations 1, 2 et 3 décrites précédemment, mais la nature, l'intensité et la périodicité des interventions vont dépendre de la richesse et des essences qui composent la futaie.

1^{er} cas : futaie pure de chêne sessile ou de chêne pédonculé de surface terrière > 10 m² ou environ 40 gros bois/ha

En présence d'une futaie pure où le taux de couvert libre d'une espèce de

chêne est supérieur à 70 % et le volume sur pied supérieur à 100 m³, la régénération naturelle assistée sera conduite par coupes progressives, selon l'itinéraire décrit (voir tableau 3).

Cet itinéraire est utilisé depuis plus de trente ans dans l'Allier et donne d'excellents résultats. Le coût moyen d'installation et d'entretien de la régénération varie de 2 500 €/ha à 3 600 €/ha.

En présence de chênes pédonculés, le laps de temps séparant l'exploitation du taillis de la coupe définitive de la futaie n'excédera pas 5 ans.

2^e cas : futaie pure de chêne sessile ou de chêne pédonculé de surface terrière < 10 m²

Dans cette situation, la pauvreté du matériel sur pied conduit à procéder par coupe unique sur semis acquis ou glandée visible et plantation de complément :

→ Année n : exploitation du taillis et traitement des souches (débroussaillant homologué forêt)

→ Année n + 1 : récolte des arbres de la futaie

→ Année n + 2 : plantation de complément après cloisonnement cultural.

Les travaux culturaux sont réalisés comme précédemment et la durée de régénération varie de 5 à 7 ans selon l'essence.

3^e cas : futaie mélangée de chêne sessile et de chêne pédonculé de surface terrière > 10 m²

L'une des deux espèces est nettement prépondérante, c'est-à-dire que le taux de couvert libre est compris entre 50 et 70 %. La densité et le volume sur pied/ha vont permettre de procéder en deux étapes :

1^{re} étape - Quelques années avant la mise en régénération (4/5 ans)

→ éclaircie du taillis ;

→ **extraction en une ou deux coupes**

Tableau n° 3 : itinéraire de régénération naturelle

Hauteur de la régénération	Année d'intervention	Tâches élémentaires	Heure /ha	Coût /ha 2009	Indicateur de suivi
	n (hiver)	Exploitation soignée du taillis ou Broyage du sous-étage	5 h	500 €(*)	
		Matérialisation des voies de débardage (cloisonnement d'exploitation) tous les 18 ou 36 m d'axe en axe	3 h	120 €	
		Dévitaillement des souches (débroussaillant homologué forêt)	3 h	250 €	
	n + 1 (hiver)	Exploitation du tiers des réserves	-	-	5 000 semis/ha à 10 cm de hauteur (1 semis pour 2 m ²)
		Façonnage des houppiers	-	-	
10 à 30 cm	n + 4 (hiver)	Girobroyage en plein - sabot réglé à 30/40 cm de hauteur	3 h	300 €	Regarnis si absence de semis sur 10 % de la parcelle et trouée supérieure à 15 ares
		Exploitation du 1/3 des réserves	-	-	
		Façonnage des houppiers Plantation éventuelle des vides	-	700 €(*)	
50 à 60 cm	n + 7 (hiver)	Installation d'un cloisonnement cultural (4 m cloisonné ; 4 m d'interbande)	3 h	300 €	2 500 semis/ha
		Dégagement manuel des semis dans l'interbande	8 h	320 €	
		Exploitation des réserves restantes	-	-	
		Façonnage des houppiers	-	-	
80 cm maxi	n + 9 ou 10 (septembre-octobre)	Entretien du cloisonnement au girobroyeur	1 h 30	150 €	
		Dégagement manuel des semis dans l'interbande	8 h	320 €	
> 3 m	n + 15 ou 16 (septembre-octobre)	Entretien du cloisonnement au girobroyeur	2 h	200 €	1 000 à 1 500 chênes/ha
		Dégagement énergétique des chênes dans l'interbande (charme, tremble)	12 h	480 €	

(*) 3640 € si broyage et complément de régénération.

de l'essence qui n'est pas en station pour limiter son ensemencement, façonnage des houppiers ;

→ maintien sur pied des semenciers de l'essence adaptée à la station.

2^e étape - Sur semis acquis ou, éventuellement, glandée visible :

→ enlèvement total du taillis pour donner suffisamment de lumière au semis ;

→ récolte des semenciers en une ou plusieurs coupes ;

→ nettoyage de la régénération comme indiqué dans le tableau n° 3 par :

- passage d'un broyeur en plein à 30 cm de hauteur avant l'exploita-

tion des chênes et le façonnage des houppiers ;

- deux ans plus tard, ouverture d'un cloisonnement cultural (4 m cloisonné ; 4 m d'interbande) et plantation de complément dans les trouées de plus de 15 ares.

4^e cas : futaie mélangée de chêne sessile et de chêne pédonculé de surface terrière < 10 m²

Dans cette situation, la pauvreté du matériel sur pied conduit à procéder par coupe unique et plantation dans le recru de l'essence adaptée à la station.

Les travaux culturaux sont réalisés selon l'itinéraire décrit au tableau n° 4.

→ *Itinéraire privilégiant la plantation en ligne ou par points d'appui et l'éducation des chênes dans le recru naturel.*

Le recours à la plantation est impératif lorsque l'essence n'est pas en station ou le peuplement apte à l'ensemencement. Nous avons décrit deux techniques dans la revue Forêt-entreprise numéro 178 de janvier 2008⁽⁴⁾ et numéro 184 de janvier 2009⁽⁵⁾.

Rappelons qu'elles consistent à planter les jeunes chênes dans le recru naturel qui se développe après la coupe du taillis et de la futaie et à les éduquer

Tableau n° 4 : Plantation de chêne sessile dans le recru naturel

Année d'intervention	Tâches élémentaires	Heure/ha	Coût/ha (2009)
n - 5	Exploitation du taillis (relevé du couvert) Matérialisation des voies de débardage Coupe du 1/3 volume de la futaie	- 1 h -	- 80 €/ha -
n - 3	Coupe du 1/3 volume de la futaie	-	-
n - 1	Coupe du 1/3 volume de la futaie	-	-
n	Piquetage	3 h	120 €/ha
	Mise en place du cloisonnement par gyrobroyage ⁽¹⁾ des rejets des taillis	1h30	150 €/ha
	Plantation dans le recru, à 1,50 m environ du bord du cloisonnement Plantation sur potet travaillé Densité : 1 111 plants/ha (1,80 m x 5 m) ⁽²⁾	1h30	fourniture : 1,10 €/ha, soit 1 220 €/ha mise en place : 0,6 €/plant ⁽³⁾ , soit 667 €/ha Total : 2 237 €/ha
n + 1	Entretien mécanique des cloisonnements	1 h 30 /ha	soit 150 €/ha
	Dégagement manuel des plants dans les interbandes	6 à 10 h/ha	240 à 400 €/ha Total : 390 à 550 €/ha
n + 3	Entretien mécanique des cloisonnements	1 h 30 /ha	390 à 550 €/ha
	Dégagement manuel des plants dans les interbandes	6 à 10 h/ha	
n + 5	Entretien mécanique des cloisonnements	1 h 30 /ha	390 à 550 €/ha
	Dégagement manuel des plants dans les interbandes	6 à 10 h/ha	

(1) Si la coupe est très sale, procéder ainsi :

- broyage en plein de la superficie à planter ; talon du broyeur réglé à 35-45 cm de hauteur

- piquetage des cloisonnements tous les 5 m d'axe en axe

- ouverture au broyeur, sur une largeur d'environ 2 m, des cloisonnements ; broyeur réglé le plus près possible du sol

- plantation en ligne dans l'axe des bandes de recru.

(2) Densité minimale pour bénéficier d'une aide de l'Etat en Auvergne.

(3) Majoration de 15 à 20 % par rapport à une plantation sur sol propre.

dans l'accompagnement ligneux. La technique de plantation par points d'appui permet de réduire la densité à l'hectare cadastral (580 à 770 plants) de manière drastique, sans toutefois trop diminuer la densité locale, en concentrant la plantation des chênes exclusivement dans des placeaux de 6 m de côté comportant 16 plants et distants les uns des autres de 10 m. Dans la plantation par lignes, la densité est de l'ordre de 1 111 plants/ha (1,80 m x 5 m). Ces techniques comportent toujours un cloisonnement en vue d'une mécanisation poussée des entretiens.

■ Planifier et contrôler les interventions de régénération

Chaque parquet identifié et cartographié devient une petite unité de gestion à laquelle il est possible d'affecter des opérations sylvicoles et d'en contrôler l'application. Les parquets homogènes sur le plan sylvicole et stationnel, présents à l'intérieur d'une parcelle ou de parcelles différentes, sont regroupés dans la même unité de gestion.

Généralement, dans une forêt de superficie moyenne (100 ha) et pas trop hétérogène, un seul groupe de régénération sera constitué et celui-ci précisera, pour les plantations et les régénérations naturelles, les règles culturelles mises en œuvre durant la durée d'application du plan simple de gestion (10 à 20 ans) :

- rythme et intensité des coupes de régénération ;
- nature, intensité et périodicité des

- entretiens ;
- essences de complément introduites ;
- âge, catégorie, provenance des plants,
- techniques de plantation.

L'évaluation des recettes escomptées lors de la vente des bois et des dépenses en travaux de plantation, de régénération et d'entretien permet d'établir un bilan prévisionnel et de planifier les coupes et travaux au document de gestion.

Le suivi de la gestion est assuré par une visite annuelle, afin d'ajuster les coupes et les travaux à l'évolution des régénérations naturelles et des plantations. Quant au contrôle, celui-ci sera toujours réalisé *à posteriori*, en fin de période d'application du Plan simple de gestion.

En conclusion...

La méthode décrite repose sur le diagnostic stationnel et la reconnaissance des deux espèces de chênes sessile et pédonculé. Une cartographie précise des parquets de gros bois à durée de vie limitée (types 8 et 9) permet de limiter les sacrifices d'exploitation et d'intervenir sur des superficies suffisantes ; ces deux conditions contribuent à une bonne maîtrise des coûts d'intervention et au succès des opérations de régénération dans les chênaies-charmaies.

En région Centre, où les glandées sont régulières et fréquentes, nous recommandons, chaque fois que cela est possible, la régénération naturelle assistée, moins risquée et onéreuse que la plantation. Lorsqu'il est nécessaire

de substituer au chêne pédonculé le chêne sessile, l'on aura recours à l'installation par lignes ou points d'appui et à l'éducation de jeunes plants dans le recru naturel.

Dans une étude récente ⁽⁶⁾, nous avons montré que la présence de 20 gros bois/ha est favorable au pic mar et aux oiseaux sédentaires et cavernicoles des forêts matures et aux oiseaux nichant dans les grands arbres. La juxtaposition de stades forestiers différents : parcelles âgées, milieux ouverts et buissonnants, peuplements étagés, parcelles d'âge moyen, contribue également à la diversité de l'avifaune. Aussi nous rappelons la nécessité de conserver, à l'échelle de la propriété forestière, des îlots de peuplements riches en gros bois. ■

(1) CRPF Auvergne, antenne de l'Allier, 10, rue des Fausses Braies, 03000 MOULINS.

courriel : moulins@crpf.fr

Articles de l'auteur disponibles sur le site :

cedefor03.planet-allier.com

Bibliographie

- (2) Bary-Lenger (A.), Nebout (J.-P.) 2004 - *Culture des chênaies irrégulières dans les forêts et les parcs*. Editions du Perron. 356 p., chapitre V.
- (3) Roussel (L.), 1972. *Photologie forestière*. Masson et Cie, 169 p.
- (4) Nebout (J.-P.), 2008 - *Plantation et éducation des chênes dans le recru naturel*. Forêt-entreprise n° 178.
- (5) Nebout (J.-P.), 2009 - *La plantation par points d'appui : une solution pour reconstituer les chênaies déprissantes*. Forêt-entreprise n° 184.
- (6) Lamure (M.), Nebout (J.-P.) - 2009 à paraître - *Gestion des chênaies privées de Sologne Bourbonnaise et préservation de l'avifaune*.

Résumé

Cet article propose une méthode et des techniques simples et éprouvées pour conduire avec succès les opérations de régénération dans les chênaies-charmaies à chêne sessile et pédonculé régularisées en gros bois.

Mots-clés : régénération, chênaies-charmaies, région Centre.

Depuis 1996, un programme de recherche nommé **Biodiversité et gestion forestière** mis en place par le ministère chargé de l'Écologie apporte peu à peu des éléments de réponse aux questions que se posent les gestionnaires au sujet des interactions entre la biodiversité et la gestion des forêts.

Dans ce numéro et les suivants, nous reviendrons sur quelques-uns de ces travaux en montrant les aspects pratiques qui peuvent en découler.

On connaît mieux maintenant le chêne-liège et son voisin le chêne vert...

C. Gauberville*, R. Lumaret** (1)

Des travaux de génétique ont été menés sur les chêne vert et chêne-liège dans différentes régions française où ces essences sont présentes.

L'équipe de Génétique des populations végétales du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive de Montpellier (CEFE) s'est penché sur les liens que ces deux espèces sclérophylles méditerranéennes pouvaient avoir tissés au cours des quelques milliers d'années qui viennent de s'écouler. On savait déjà que ces deux espèces, bien que génétiquement éloignées, pouvaient s'hybrider⁽²⁾ et s'introgresser⁽³⁾ quand elles étaient en mélange et, empiriquement, cette possibilité était connue des producteurs de liège qui éliminaient les chênes vert et les hybrides entre ces deux espèces dans les régions de production intensive (les hybrides ne donnent pas de liège et sont parfois difficiles à détecter).

Qu'en était-il réellement dans les régions où les deux espèces sont présentes ?

Ces transferts de gènes modifient-ils la physiologie des arbres en constituant, dans un contexte de changements globaux, un atout ou un handicap ?

Peut-on dégager des conseils au plan de la gestion avec le double objectif de favoriser la production de liège,

ainsi que le maintien des espèces, en particulier du chêne-liège actuellement menacé dans certaines régions ?

Des investigations au cœur des cellules

Pour ce faire, le travail a consisté à utiliser ce que l'on appelle des « marqueurs » moléculaires (substances présentes dans le cœur de chaque cellule) des végétaux, sachant que chaque espèce a ses propres marqueurs diagnostics.

Plusieurs régions ont été échantillonnées, la Provence continentale et le Sud-ouest, la Provence insulaire (îles Hyères, Presqu'île de Giens), la Corse et la Catalogne française.

Les résultats apparaissent tranchés :

- en Provence continentale et dans le Sud-ouest où les contacts entre les deux espèces sont réduits, les traces d'introggression sont faibles et les individus intermédiaires ou hybrides sont rares.

- en Provence insulaire (îles Hyères, Presqu'île de Giens) et en Corse, où les contacts sont fréquents et où le chêne vert domine souvent, une introggression dans les deux sens (transfert de gènes du chêne-liège vers chêne vert

et vice-versa) est constatée mais reste toutefois limitée à moins de 10 % des individus. Ce faible taux pourrait s'expliquer par une extension relativement récente de l'aire du chêne-liège.

- en Catalogne française où les contacts sont fréquents et étroits (nombreux peuplements mélangés), tous les chênes-lièges des 34 sites étudiés possèdent de l'ADN caractéristique du chêne vert. Cette introggression, qui concerne essentiellement mais pas exclusivement l'ADN cytoplasmique, est également observée en Catalogne espagnole et serait donc d'origine très ancienne. De plus il est observé une forte proportion d'individus hybrides d'origine récente.

Certains marqueurs permettent d'identifier les populations régionales. Ainsi le « chlorotype 23 » caractérise-t-il les populations de chêne-liège de Catalogne et sa fréquence est-elle particulièrement élevée dans les Aspres.

Des modifications de la physiologie ?

L'étude de la physiologie de ces populations a donné également des résultats intéressants. On observe cette fois la production de composés volatils produits par les arbres en conditions

de forte chaleur Ces composés sont censés protéger les feuilles des fortes températures et permettent ainsi le maintien d'une activité de photosynthèse dans ces conditions difficiles.

Les résultats issus des mesures sur un lot d'arbres adultes montrent des traits physiologiques différenciés caractérisant les deux espèces.

De plus, on observe une plus grande similarité entre les chênes verts et les chênes-lièges catalans que pour leurs homologues de Port-Cros (où l'on a vu que les hybridations étaient plus récentes et moins fréquentes).

Le chêne vert, espèce plus rustique (et génétiquement plus diversifiée) pourrait apporter au chêne-liège, par le biais des hybridations et des introgressions, une partie de ses caractères de rusticité. Ces caractéristiques nouvelles seraient ainsi le résultat du brassage génétique observé.

Et au plan pratique ?

Dans les parcelles de production de liège, il convient de limiter le chêne vert. Pour empêcher la floraison on procédera préférentiellement par rabattage, technique qui permet de maintenir une production de bois, plutôt que par dessouchage. Le rabattage a fait ses preuves en Sardaigne pour prévenir les échanges génétiques même lorsque les arbres sont très mélangés. Ces interventions ont lieu tous les 8 - 10 ans.

Concernant la récolte des glands de chêne-liège, il faut souligner que les arbres porteurs de glands issus d'hybridation sont des chênes verts. En effet, cette espèce sert toujours de mère dans les croisements avec le chêne-liège. En conséquence, dans les parcelles en pentes, il y a lieu d'éliminer les chênes verts des bordures amont, tandis que dans les peuplements mélangés, la récolte doit se faire directement sur les chênes-lièges et non au sol.



Hybrides dans le massif des maures (83).

© L. Amandier CRPF

Dans les Alpes-Maritimes et le Var, une espèce d'origine hybride : le faux chêne-liège

Issu de la longue histoire de la recolonisation forestière post-glaciaire, le faux chêne-liège (*Quercus crenata* autrefois appelé *Q. pseudosuber*) est issu d'hybridation entre le chêne chevelu (*Quercus cerris*) et le chêne-liège (*Quercus suber*) Il n'est présent (sporadiquement en France) que de l'est de la Provence à la Slovénie, en passant par l'Italie et la Sicile.

Cet arbre pouvant atteindre 25 m possède une écorce peu épaisse, qui peut donner, chez les arbres âgés, un véritable liège toutefois très mince et non utilisable.

À l'étage méditerranéen, il recherche des conditions stationnelles fraîches, comme par exemple, des fonds de vallon au sol profond et bien alimenté en eau.

Cet arbre fort rare dans notre pays mérite une attention particulière ; il est inscrit sur l'annexe I de la liste nationale des espèces protégées en France.

Pour en savoir plus :

Flore forestière française, tome 3 : région méditerranéenne – IDF éditions

Dans le cadre de la réglementation sur les régions de provenance, un travail conjoint avec la Draf de Languedoc-Roussillon a permis d'établir la liste des sites recommandés pour la récolte des glands des deux espèces (voir encadré). Enfin, il faut remarquer qu'en Catalogne, région où le chêne-liège est substantiellement introgressé, le liège a une réputation d'excellente qualité et l'espèce se régénère naturellement de façon satisfaisante. C'est une raison suffisante pour ne pas éliminer le chêne vert de l'ensemble du paysage. À long terme, les échanges de gènes pourraient permettre un élargissement de la base génétique du chêne-liège et, en freinant sa régression actuelle (dont les causes sont mal connues), assurer son avenir. ■

(1) *IDF, Institut pour le développement forestier
13 avenue des droits de l'homme, 45921 Orléans
cedex 9.

**CNRS U.M.R 5175 - 19 route de Mende
F 34293 Montpellier cedex 5.

(2) Hybridation

Dans la nature, croisement naturel de deux individus appartenant à des espèces proches. La première hybridation donne des hybrides dits « de première génération ».

(3) Introgression

Croisements d'un hybride de première génération avec l'un des parents. Des croisements, réitérés, sont à l'origine d'un transfert plus ou moins important de gènes d'une espèce vers une autre. Il peut en résulter l'acquisition de caractères adaptatifs nouveaux. L'introgression génétique peut concerner les gènes du noyau des cellules (ADN nucléaire) et ceux du cytoplasme des cellules (ADN cytoplasmique) qui sont hérités de manière distincte.

Article rédigé à partir du rapport final du projet GIPECOFOR Lumaret R. et al., 2002 – « Flux et introgression génétiques entre espèces forestières : le cas du chêne-liège avec les autres espèces de chênes méditerranéens dans les peuplements français. Conséquences pour les stratégies de gestion des peuplements forestiers pluri-spécifiques » et d'un article de vulgarisation de Lumaret R., Mir C., Royer J. – chêne vert et chêne-liège : de vieux frères. Les nouvelles feuilles forestières 73 : 6-8.



© L. Amandier CRPF

Des régions de provenance pour la récolte

Ces travaux ont aussi permis de préciser les contours de régions de provenance pour les deux chênes sclérophylles.

Chêne-liège

QSU301-Sud-Ouest
QSU761-Pyrénées orientales
QSU702-Maures et Esterel
QSU800-Corse

Chêne vert

QIL311-Dunes littorales
QIL362-Sud-Ouest
QIL701-Languedoc
QIL782-Provence-Corse

On trouvera plus d'informations sur le site :

http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/liste_cartes_provenance.pdf

Une caractéristique de l'hybride : le fond des sillons de l'écorce légèrement orangé.

Bibliographie

BGF a été aussi l'occasion de synthèse et de publications en direction des gestionnaires sur ce vaste sujet.

Les publications :

■ **Gosselin (M.), Laroussinie (O.), 2004** – Biodiversité et gestion forestière, Connaître pour préserver. Synthèse bibliographique. Cemagref, Gipecofor, 320 p.

■ **Millier (C.), Barre (V.), Landeau (S.)** – Programme de recherche Biodiversité et gestion forestière, Résultats scientifiques et actions de transfert. MED, 162 p.

Extraits de la Flore forestière française, Tome 3, Région méditerranéenne

Chêne liège, p. 850-851

Chêne vert, p. 842-843

QUERCUS

FAGACÉES

Quercus suber L.

Chêne-liège, Surrier, Suve, Corcier, Sioure

Prov.: Suvrier, Suvrier, Súver; Lang.: Siurrièr, Suvrièr; Corse: Suera, Suvara, Leccia suvarina; Ital.: Sughera; Catal.: Surera, Suro, Alzina surera; suberata; sureda; Esp.: Alcornoque; Angl.: Cork Oak, Cork Tree; Allem.: Korkeiche, Pantoffelbaum
du celtique *kaër quez*: bel arbre; du latin *suber*: liège (allusion à l'écorce de l'arbre).

CARACTÈRES BIOLOGIQUES

- petit arbre de 10-15 m; mésophanerophyte; **pseudo-sempervivente** (les feuilles de l'année tombent au moment du débourrement des nouvelles feuilles, en juin);
- longévité: supérieure à 300 ans; croissance juvénile faible; rejette de souche, drageonne;
- monoïque; floraison: avril à mai, avant la feuillaison; pollinisée par le vent; dispersée par les animaux;
- **postpionnière**.

CARACTÈRES DIAGNOSTIQUES

- **tronc court, flexueux à écorce liégeuse** épaisse, boursouflée et crevassée;
- houppier peu dense, avec quelques grosses branches;
- 1 - jeunes **rameaux** (1 et 2 ans) d'abord **pubescents**, puis lisses et gris;
- 2 - **feuilles** alternes, petites (longues de 3-5 cm), à court pétiole, **coriaces**, plus ou moins dentées à **moins de 5 paires** de nervures; **face supérieure bombée** et vert glauque, face inférieure vert clair, plus ou moins pubescente jeune;
- fleurs unisexuées; les mâles en chatons pendants jaunâtres, les femelles minuscules;
- 3 - **glands allongés** (longs de 2-3 cm), rouge brique, terminés par une **courte pointe**, dans une cupule à écailles inégales, veloutées, mûrissant en 1 an à 1 an et demi.



QUERCUS

FAGACÉES

Quercus ilex L.

Chêne vert, Yeuse, Éousé, Chêne faux Houx, Chêne à glands doux

Prov.: Euse, Evue; Lang.: Euse, Ausina; Corse: Leccia; Ital.: Leccio; Catal.: Alzina; Esp.: Encina; Angl.: Holm Oak, Evergreen Oak, Holly Oak; Allem.: Steineiche, Grüneiche, Hülseneiche
du celtique *kaër quez*: bel arbre; du latin *ilex*: Houx (allusion à la ressemblance des feuilles des deux espèces; c'est le Chêne vert qui a donné son nom au Houx).

CARACTÈRES BIOLOGIQUES

- arbre de 5-20 m; micro- à mésophanerophyte; **sempervivente**;
- longévité: 200-500 ans; croissance juvénile faible; rejette bien de souche;
- monoïque; floraison: avril à mai; pollinisée par le vent; dispersée par les animaux;
- **postpionnière**.

CARACTÈRES DIAGNOSTIQUES

- **tronc court et souvent tortueux**; houppier dense arrondi;
- **rhytidome noirâtre**, à **écailles petites** et plus ou moins carrées, finement fissuré;
- 1 - jeunes rameaux d'abord **pubescents** et blanchâtres, puis **gris verdâtre** et glabrescents;
- 2 - feuilles **alternes, coriaces**, petites (longues de 3-5 cm), de forme variable (entières, lâchement dentées ou épineuses), à court pétiole, vert foncé et luisantes dessus, pubescentes et **blanchâtres dessous**, à **plus de 5 paires** de nervures;
- fleurs unisexuées; les mâles très abondantes, en **longs chatons pendants** à la base des pousses de l'année, les femelles minuscules, par 2 ou 3, terminales;
- 3 - **glands bruns**, de dimensions variables (longs de 1-3 cm).



Un exemple de valorisation des fruitiers forestiers en midi-pyrénées

Pascal Mathieu (1)

Les fruitiers forestiers sont présents dans de nombreux peuplements de basse altitude de la région. Les utiliser pour enrichir ces boisements naturels est tentant. Mais il faut limiter les coûts d'intervention. Et, bien souvent, ne pas compter sur une croissance rapide. Dans tous les cas, un diagnostic stationnel est indispensable avant toute opération.

Suite à une coupe rase, il est fréquent de voir le sol se couvrir de vigoureux rejets, drageons et semis d'alisier torminal, de cormier, de merisier, voire de poirier ou de pommier. C'est souvent sur les stations situées au contact des substrats acides et calcaires que l'on rencontre les plus beaux individus adultes, pouvant dépasser le mètre cube. Mais, en peuplement, dès six à huit ans après la coupe, les fruitiers sont dominés par les autres espèces, notamment les chênes sessile, pédonculé ou même pubescent. Une intervention énergique est donc nécessaire dès ce stade.

Le détourage : une réponse adaptée au besoin de lumière

Un protocole a été mis en place sur plusieurs parcelles en 1999, pour tester des opérations culturales simples, les moins onéreuses possible.

La première intervention intervient entre 3 et 6 m de hauteur, soit 6 à 8 ans après la coupe :

- ouverture de layons au gyrobroyeur tous les 12 m d'axe en axe ;
- désignation à la peinture des arbres d'avenir (maximum une centaine par hectare) ;
- détourage à la tronçonneuse de chaque individu, c'est-à-dire élimination de tout concurrent sur 1,5 à 2 m de large autour du houppier. On ne touche pas au reste du peuplement ni à

l'étage dominé, indispensable pour gagner les troncs.

- taille de formation et un élagage sur un tiers de la hauteur totale des arbres désignés ;
- protection éventuelle si risque de dégâts de cervidés (spiraies...).

Les interventions suivantes sont pratiquées tous les 6 ans environ, selon le développement du peuplement. Elles visent à rouvrir un passage le long des layons (une largeur d'homme suffit) et à détourer, tailler et élaguer avec la même intensité qu'au premier passage.

La première intervention coûte de l'ordre de 900 € par hectare lorsqu'elle est réalisée par une entreprise (protections comprises), la deuxième, moins de 300 €.

Neuf ans plus tard : quelques réponses et beaucoup de questions...

Le plus difficile est de contenir la concurrence des autres essences (chênes, robiniers, ...). Chaque détourage doit donc être très vigoureux et éliminer tout concurrent potentiel même à bonne distance de l'arbre d'avenir. En effet, on se trouve désormais confrontés à l'alternative suivante :

- la station est médiocre, la croissance de l'ensemble du peuplement est réduite. La concurrence est limitée, mais il demeure une forte incertitude quant au développement et à la qualité fu-



Cormier après détourage.

ture des fruitiers.

- la station est favorable donc la concurrence forte : il est difficile de maintenir les fruitiers à la lumière. Il faudra intervenir plus souvent et plus fort, sous peine de voir ses efforts anéantis !

Dans tous les cas, on ne peut jamais se permettre d'attendre pour intervenir. Il faut se fixer un objectif de production modeste : obtenir des arbres d'un mètre cube entre 80 et 100 ans semble possible. Mais de vastes zones d'ombre subsistent quant au potentiel de croissance et à l'autécologie de ces espèces : un travail approfondi reste nécessaire.

(1) Pascal Mathieu - C.R.P.F. Midi-Pyrénées - Antenne du Tarn - La Milliasolle - BP 89 - 81003 Albi Cedex