

# RenD ez - V ous t e c h n i q u e s

n 9 - été 2005



**Dossier**  
**p. 23**

***Les réseaux naturalistes***

***Fréquentation des forêts***

**p. 49**



patrimoine

sylviculture

progrès

connaissances

économie

forêts et société

environnement

biodiversité

gestion durable

# Rendez-Vous techniques

## **Directeur de la publication**

Jacques Valeix

## **Rédactrice en chef**

Dominique de Villebonne

## **Comité éditorial**

Joseph Behaghel, Yves Birot, Peter Breman, Jean-Marc Brézard, François Chièze, Jean-Luc Dunoyer, Claude Jaillet, Patrice Mengin-Lecreux, Rémy Metz, Pierre-Jean Morel, Frédéric Mortier, Jérôme Piat, François-Xavier Rémy, Jacques Valeix, Dominique de Villebonne

## **Maquette, impression et routage**

Imprimerie ONF - Fontainebleau

## **Conception graphique**

NAP (Nature Art Planète)

## **Crédit photographique**

page de couverture

En haut : réunion du réseau mammifères non ongulés  
(L. Tillon, ONF)

En bas : en forêt de Sénart (A.-M. Granet, ONF)

## **Périodicité**

4 numéros par an, et un hors série

Rendez-vous techniques est disponible au numéro ou par abonnement auprès de la cellule de documentation technique, boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau  
Contact : [dtech-documentation@onf.fr](mailto:dtech-documentation@onf.fr)

ou par fax : 01 64 22 49 73

**prix au numéro :** 10 euros

**abonnement :** 45 euros (tarif 2005) durée 1 an  
(4 numéros et un hors série 2005)

**Dépôt légal :** août 2005

Toutes les contributions proposées à la rédaction sont soumises à l'examen d'un comité de lecture.

## s o m m a i r e

n 9 - été 2005

- 3 zoom  
**Évolution des modes de désignation des coupes**  
*par Julien Bouillie et Frédéric Malgouyres*
- 6 connaissances  
**Effets de l'ozone sur la végétation forestière**  
*par Erwin Ulrich*
- 13 pratiques  
**La clématite : une stratégie pour son contrôle**  
*par Isabelle Vinkler, Catherine Muller, Claude Robert, Philippe Pernodet, Antoine Gama*
- 19 pratiques  
**La désignation des arbres objectif**  
*par François Chièze et Thierry Sardin*
- 23 **dossier pratique**  
**Les réseaux de compétences naturalistes**
- 49 connaissances  
**La fréquentation des forêts en France**  
*par Michelle Dobré, Nathalie Lewis, Philippe Deuffic, et Anne-Marie Granet*
- 58 pratiques  
**Conservation des éléments importants pour la biodiversité**  
*par Jean-Marc Brézard*
- 65 pratiques  
**Pour une exploitation forestière durable en Guyane française**  
*par Stéphane Guitet*
- 70 pratiques  
**Protection des arbres lors des exploitations**  
*par Michel Bartoli*

**E**n lien avec nos préoccupations et actions en matière de gestion durable et intégrée des forêts publiques, c'est la diversité des sujets et thématiques qui prime dans ce numéro des « Rendez-vous techniques ». De l'étude de la fréquentation des forêts par la population française jusqu'à celle de la maîtrise technique, économique et environnementale de l'exploitation forestière en Guyane, notre souci est bien en effet de mieux connaître et comprendre le contexte mais aussi les enjeux qui caractérisent les forêts que nous gérons pour nous permettre d'intervenir de manière concertée, efficace et à bon escient.

Grâce entre autres à l'organisation de ses réseaux naturalistes, l'ONF peut désormais mieux mobiliser, valoriser et partager les compétences des nombreux experts des milieux naturels qui se forment, se spécialisent en son sein et peuvent intervenir aussi bien en interne qu'en externe. Certains de leurs travaux sont restitués ici, car ouvrant des perspectives intéressantes pour une meilleure intégration des aspects naturalistes dans la gestion forestière.

La volonté de l'Office national des forêts de mieux prendre en compte et afficher les préoccupations d'ordre environnemental dans ses diverses actions s'est traduite par la décision en 2004 de créer la direction de l'environnement et du développement durable. Aussi, la conception du dossier de ce numéro des « Rendez-vous techniques », comme la réalisation en cours de chantiers de fond (refonte, en partenariat avec le Cemagref, du guide pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière, recherches et répercussions en matière de gestion forestière des changements climatiques pressentis) sont des exemples bien concrets des travaux menés en synergie entre nos directions.

« Rendez-vous techniques », dont le comité éditorial vient d'être renforcé grâce à l'implication des autres directions de l'ONF (direction de l'environnement et du développement durable, direction du marketing et du développement, département de la communication), s'attachera à présenter dans ses prochains numéros d'autres travaux menés conjointement.

Le directeur technique et commercial bois



Jacques VALEIX

# Évolution des modes de désignation des coupes : le point sur l'avancement des travaux

Le programme de recherche et développement, exposé dans un précédent *Rendez-vous techniques*<sup>1</sup>, a pour objectif prioritaire de réduire la pénibilité de la désignation des coupes, tout en maintenant voire améliorant son efficacité. Il porte sur l'amélioration du marteau forestier, l'amélioration du marquage à la peinture<sup>2</sup>, et sur l'évolution des pratiques de marquage dans certaines situations sylvicoles. Les travaux, pilotés par le département recherche et suivis par un groupe de travail, ont permis de franchir plusieurs étapes dans l'amélioration du marteau forestier et du marquage à la peinture.

## L'amélioration du marteau forestier

Les trois principaux axes d'amélioration portent sur :

- l'adaptation à la diversité des pratiques (ce qui conduit à proposer plusieurs modèles de marteaux),
- la diminution de la valeur maximale des efforts au cours du martelage,
- la réduction du transfert des vibrations de l'outil vers l'utilisateur.

## Mesures et modélisations au laboratoire

En 2004, un partenariat a été conclu avec le laboratoire de biomécanique de la société d'études et de recherches de l'ENSAM (École nationale supérieure des arts et métiers). Dans un premier temps, les propriétés des matériels existants ont été définies par des mesures sur les caractéristiques dynamiques du marteau (fréquences propres et amortissement des vibrations) et sur les efforts engendrés par la frappe.

Les résultats ont servi à élaborer différentes modélisations, qui ont ensuite été comparées pour déterminer et

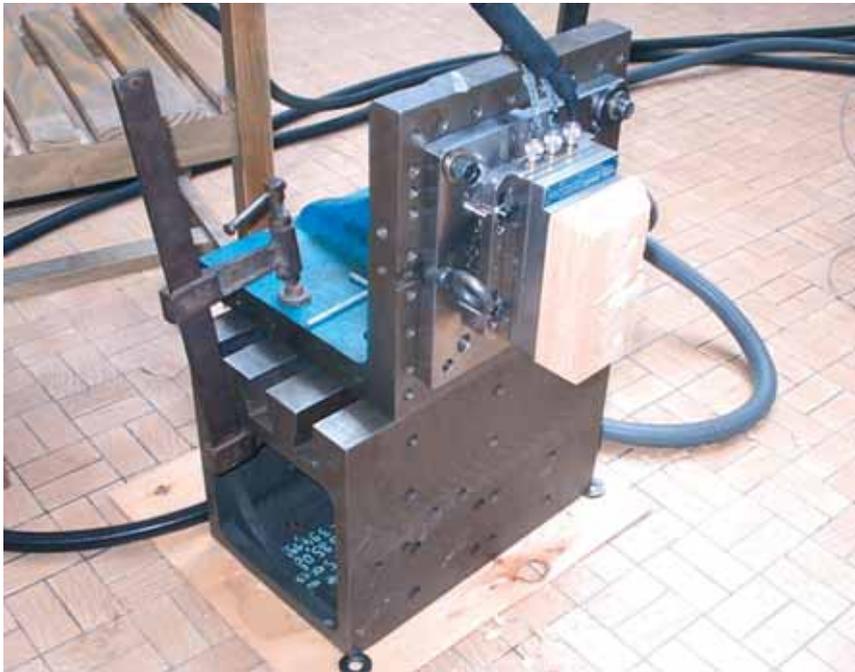


quantifier l'influence sur les efforts au niveau de la main de paramètres tels que la longueur du manche, la densité

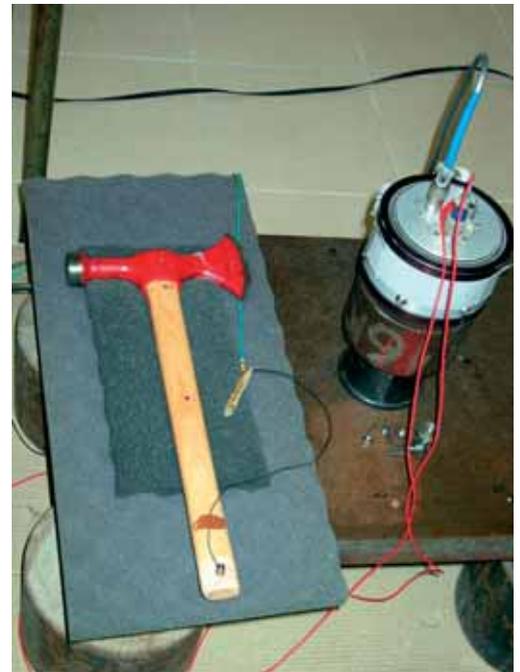
et le poids des matériaux, l'insertion d'un dispositif d'amortissement, la prise en main de l'outil.

<sup>1</sup> RDVT n°4, printemps 2004, p. 4

<sup>2</sup> Le développement éventuel d'autres outils fait l'objet d'une veille technologique



Dispositif de mesure des efforts créés par la frappe



Caractérisation dynamique (mesure par accéléromètres)

J. Bouillie, ONF

Seram

**Conception de plusieurs modèles de marteaux**

Les études au laboratoire, coordonnées avec des travaux en interne sur l'amélioration des fers, ont abouti à la conception et la description détaillée de plusieurs modèles de marteaux pertinents.

Les principales évolutions par rapport au marteau actuel sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Les paramètres à l'origine des différences entre les modèles de marteaux sont :

- la longueur, le profil et le matériau du manche,
- l'orientation du tranchant et le poids du fer.

**Fabrication d'une présérie de prototypes en vue de tests lors de la**

**prochaine campagne de martelage**

Une présérie de ces modèles de marteaux est en cours de fabrication, avec une livraison programmée dans le courant de l'été et l'objectif de les tester sur le terrain lors de la prochaine campagne de martelage.

Le protocole de test cherchera à évaluer les différences par rapport au marteau actuel, comme à comparer certains modèles entre eux. Différentes situations de martelage devront être reflétées entre les sites participant au test : écorce fine/écorce épaisse, intensité du marquage, fréquence et répétition des journées de martelage.

**En parallèle, étude d'un système de dissociation amovible entre l'empreinte et le reste du marteau**

La mise au point de ce système, qui permet de prolonger à son terme la personnalisation du marteau, est traitée parallèlement à la fabrication et aux tests des prototypes. Des solutions en cours d'application seront mises en œuvre sur quelques marteaux, le risque de perte de l'empreinte devant être nul.

Dans l'attente de ces études, des conseils pratiques pour améliorer dès à présent votre marteau vous sont donnés dans l'encadré ci-contre.

**L'amélioration du marquage à la peinture**

Une étude a été confiée en 2004 à un organisme spécialisé, l'IRAFQ (Institut de recherche appliquée à la

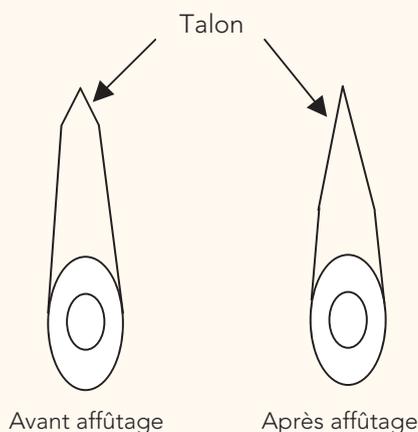
**ÉVOLUTIONS DU MARTEAU PAR RAPPORT AU MARTEAU ACTUEL**

Partie manche	Partie fer et tranchant
Optimisation des dimensions et du profil	Suppression des parties inutiles
Définition d'un système de dissipation d'énergie	Réduction des frottements
Détermination des valeurs appropriées entre longueur du manche et poids du fer	Amélioration de la résistance aux chocs et au désaffûtage
Ajout d'accessoire	Évolution de la forme du tranchant (courbure et orientation) pour favoriser la coupe et le décrochage de l'écorce

## Conseils pratiques pour améliorer la performance et le confort de son marteau

### L'affûtage du tranchant

Il s'agit de diminuer l'effort de coupe dans le bois en travaillant le profil du tranchant et son polissage. L'affûtage consiste à faire reculer le talon en arrière du tranchant, comme indiqué ci-dessous :



Polissage avec disque abrasif

F. Malgouyres, ONF

La forme du tranchant sera plus pointue, sans être toutefois trop à plat pour permettre au marteau de ressortir naturellement du bois. L'affûtage peut être réalisé au disque abrasif (monté sur une meuleuse d'angle), en employant un grain 60 à métaux pour dégrossir et en finissant avec un grain à 120. L'épaisseur sera d'abord diminuée à proximité du noyau d'emmanchement, puis l'affûtage sera étendu par passes successives jusqu'au tranchant. Le port de lunettes et de gants de protection est nécessaire tout au long de l'affûtage.

### Un accessoire très apprécié, le manchon de préhension

Lorsque le marteau est muni du manchon en caoutchouc, la prise en main est plus souple, le grip est amélioré et les chocs atténués.

Le manchon de prise en main est notamment disponible à un prix raisonnable auprès du fournisseur actuel de marteaux Morin Gravure : type Plastisol LD80, référence 010106.

La pose du manchon sur le manche est facilitée par le versement à l'intérieur d'un produit tel que liquide vitres, laque ou gel coiffant, qui favorisera en outre la fixation sur le manche après séchage.



Manchon de préhension

F. Malgouyres, ONF

formulation, l'analyse et la qualité), en vue d'analyser les produits existants au regard de nos principaux critères de marquage : innocuité vis-à-vis de la santé humaine et de l'environnement, visibilité et maintien de la marque sur une durée  $\geq 3$  ans, possibilité d'emploi par temps de pluie et température basse, utilisation non salissante.

L'étude conclut à la bonne adaptation des traceurs forestiers de la marque SOPPEC. Elle formule égale-

ment des propositions d'amélioration :

- sur la composition de la peinture et
- sur l'outil d'application, en vue de limiter les dispersions latérales de la peinture.

Sur la base de ces résultats, la mise au point d'un système amélioré de marquage des arbres par bombe de peinture est actuellement en cours de définition et de conception, avec l'objectif de fabriquer une présérie

de prototypes pour la fin de cette année.

#### Julien BOUILLIE

ONF, direction technique  
département recherche  
julien.bouillie@onf.fr

#### Frédéric MALGOUYRES

ONF, DT Bourgogne Champagne-Ardenne  
agence de Châtillon-sur-Seine  
frederic.malgouyres@onf.fr

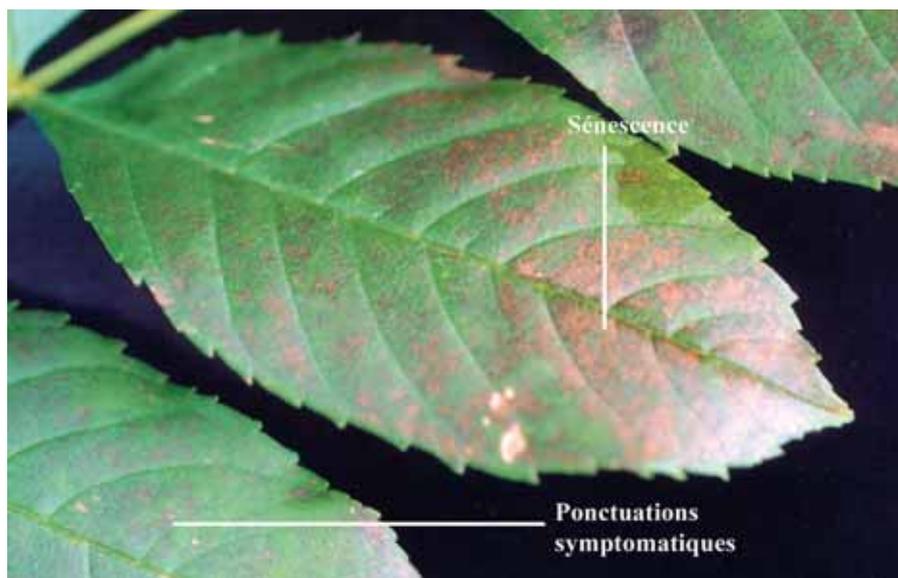
## Effets de l’ozone sur la végétation forestière. Introduction générale dans la problématique

Depuis une dizaine d’années, les médias et le grand public sont sensibilisés par l’ozone ( $O_3$ ) et ses effets sur la santé humaine. Les effets sur la végétation sont rarement évoqués, et pourtant ils existent ! Bien que régulièrement des alertes d’ $O_3$  pour le dépassement des seuils de la santé humaine aient été diffusées en France, aucune information n’a concerné la végétation. Les forestiers qui se posent des questions sur l’ $O_3$  n’ont pas vraiment accès à une information synthétique. Cet article vise à combler ce vide. Il sera suivi par un deuxième article faisant l’état des mesures des concentrations en milieu forestier et des observations de symptômes sur le feuillage dans le cadre du réseau RENÉCOFOR.

En 1992, une première directive européenne sur l’ $O_3$  (n° 92/72/CEE du conseil du 21 septembre 1992) a fixé plusieurs seuils de concentration :

- pour la protection de la santé humaine ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la moyenne mobile sur 8 heures) et
- pour la protection de la végétation sur une ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ou 24 heures ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

En 2002, du fait de l’évolution des connaissances scientifiques notamment sur les effets sur la végétation, la directive n° 2002/3/CE (tableau 1) l’a abrogée. Plus que les concentrations seuils, les plantes sont susceptibles de réagir à une dose cumulée d’ $O_3$ , avec divers symptômes décrits plus bas. Cette dose se calcule en multipliant au fur et à mesure chaque concentration horaire mesurée avec sa durée. Les valeurs « cible » et les objectifs à long terme indiqués dans le tableau 2 (p.12) ont été déterminés par des expérimentations réalisées sur des dizaines d’espèces différentes (voir synthèse dans



Feuille du frêne commun avec symptômes d’ozone en forêt domaniale de Haguenau, Alsace

L. Dalstein

VDI, 2002), et l’ensemble de ces études a permis de définir les seuils du règlement de 2002 (tableau 1). Ce sont plutôt les fortes concentrations qui ont un impact sur la plante. La dose cumulée jusqu’à l’apparition de symptômes visibles est normalement différente

pour chaque espèce (VanderHeyden et al., 2001). La valeur « cible » de  $18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{heure}$  protège plutôt les plantes peu sensibles et l’objectif à atteindre à long terme est de  $6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{heure}$  pour les espèces sensibles.

	Référence	Valeur cible	Objectif à long terme
<b>Santé humaine</b>	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	120 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile	120 µg/m <sup>3</sup> à ne jamais dépasser
<b>Végétation</b>	AOT40 <sup>1</sup> , calculé à partir de valeurs supérieures à 80 µg/m <sup>3</sup> sur 1 heure, de mai à juillet, mesurées entre 8 et 20 heures	18 000 µg/m <sup>3</sup> .heure par an	6 000 µg/m <sup>3</sup> .heure par an

(1) AOT40 : dose accumulée au-dessus du seuil de 40 ppb<sup>2</sup>

(2) ppb : partie par milliard

Tab. 1 : limites pour la santé humaine et la végétation fixées par la directive européenne n° 2002/3/CE du parlement européen et du conseil du 12 février 2002, relative à l'O<sub>3</sub> dans l'air ambiant

### Quelles sont les caractéristiques de l'ozone ?

Le mot O<sub>3</sub>, vient du grec « οζο » qui signifie « je sens ». L'ozone ou trioxygène O<sub>3</sub>, a une odeur électrique pour une concentration de plusieurs centaines de µg/m<sup>3</sup>. Cette odeur est perceptible par exemple à côté d'imprimantes laser, de photocopieuses ou de lampes UV. Incolore à température ambiante et bleu clair à très basse température, l'O<sub>3</sub> est un oxydant très puissant aussi bien en milieu acide que basique. Il sert entre autres à forte concentration à désinfecter l'eau dans des stations d'épurations. L'O<sub>3</sub> peut provoquer chez l'homme des maux de tête, de l'asthme, des irritations des yeux, de la gorge, ou de toutes les muqueuses en contact direct avec l'air (Lévy *et al.*, 2001).

L'air contient 78,09 % d'azote (N<sub>2</sub>), 20,95 % d'oxygène (O<sub>2</sub>) et environ 0,93 % d'argon (Ar). Les 0,03 % restants contiennent une multitude de gaz (plusieurs centaines) en quantité assez variable, dont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le dihydrogène (H<sub>2</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), le monoxyde de carbone (CO) et l'ozone (O<sub>3</sub> ≈ 10<sup>-8</sup> à 10<sup>-7</sup> %).

### De quel ozone parlons-nous ?

Nous parlons ici uniquement de l'O<sub>3</sub> de la troposphère (couche de l'atmosphère se trouvant entre 0 et 12 à 14 km d'altitude en moyenne). Au-dessus de la troposphère se trouve la tropopause, d'une épaisseur d'environ 2 - 3 km et dans laquelle circulent des vents assez forts, puis au delà la stratosphère jusqu'à envi-

ron 40 km. La « couche d'ozone » se trouve dans la stratosphère. Le problème de l'O<sub>3</sub> est inversé entre la troposphère et la stratosphère : dans la première les concentrations augmentent, dans la seconde elles diminuent, conduisant au « trou d'ozone ». Les échanges entre les deux sphères existent mais sont faibles, la tropopause avec ses vents forts empêchant probablement une grande partie de ces échanges.

### Comment l'ozone est-il formé ?

En présence de rayons ultraviolets de courte longueur d'onde, une molécule de dioxygène (O<sub>2</sub>) peut être cassée pour former deux atomes d'oxygène élémentaire très réactifs. Ceux-ci peuvent réagir avec le dioxygène pour former le trioxygène : l'O<sub>3</sub> (on parle ainsi de photo-oxydant). Cette réaction, la plus simple, concerne en moyenne une molécule pour 1 million de dioxygène entre 15 et 30 km dans la stratosphère.

Dans la troposphère, une multitude de gaz à faible concentration intervient en plus dans la formation d'O<sub>3</sub> : le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>, provenant des émissions de monoxyde d'azote, NO, en majorité produit par les moteurs thermiques des automobiles et des bateaux) et les hydrocarbures d'origine anthropique (émis aussi bien par les automobiles que par l'industrie pétrolière). Plusieurs centaines de réactions chimiques conduisent à la production d'ozone soit en tant que sous-produit, soit en tant que produit final (voir par exemple Lopez *et al.*, 1989). C'est l'augmentation des émissions d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures qui a conduit à l'aug-

mentation des concentrations d'O<sub>3</sub> depuis 1850 (voir plus bas). La formation de l'O<sub>3</sub> prend du temps et les concentrations les plus fortes sont enregistrées hors des zones de production des précurseurs d'O<sub>3</sub>. Souvent, les lieux de production sont les grandes agglomérations et les fortes concentrations d'O<sub>3</sub> se situent en milieu rural, vers lequel les masses d'air se sont déplacées. Pendant ce déplacement, avec l'aide des rayons ultraviolets et de la chaleur, la production d'O<sub>3</sub> est amplifiée.

### Pourquoi ne parle-t-on toujours que de l'ozone ? N'y a-t-il pas d'autres photo-oxydants ?

L'ozone est la molécule phare des photo-oxydants. Il existe plusieurs dizaines de photo-oxydants (par exemple le PAN = peroxy-acétyle-nitrate, l'eau oxygénée, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, les aldéhydes). L'O<sub>3</sub> a l'avantage de pouvoir se mesurer facilement en continu. Ce n'est pas le cas des autres photo-oxydants, pour lesquels les méthodes de mesure sont très lourdes et ne permettent qu'un échantillonnage discontinu. Le problème principal réside dans la concentration : l'O<sub>3</sub> a les plus fortes concentrations. Les autres photo-oxydants, pas moins réactifs, sont en moyenne 10 à 100 fois moins concentrés dans l'air.

### La végétation participe-t-elle à la production d'ozone ?

Toutes les plantes émettent des hydrocarbures lors de leurs échanges gazeux avec l'atmosphère. Avec le méthane (CH<sub>4</sub>, émis essentiellement par le sol et

par les eaux de surface), les émissions naturelles d'hydrocarbures de tous les écosystèmes dépassent d'un facteur d'environ 5 les émissions anthropiques (Jay et Stieglitz, 1989). Les émissions de monoterpènes des plantes seraient au niveau mondial de l'ordre de  $9 \times 10^8$  tonnes par an, comparées aux émissions anthropiques d'hydrocarbures de l'ordre de  $65 \times 10^6$  tonnes par an (Kotzias et al., 1991).

Les terpènes essentiellement produits par les arbres, même si leur quantité est extrêmement faible, jouent le rôle de catalyseurs dans la production en chaîne des photo-oxydants, mais pas nécessairement dans la production de l'ozone. Les terpènes sont d'abord dégradés en consommant de l'ozone. Ensuite les produits de cette dégradation participent entre autres à la production d'O<sub>3</sub>, ainsi que d'aérosols qui peuvent à leur tour être responsables du smog (Pandis et al., 1991). La production de photo-oxydants et d'autres composés potentiellement toxiques est donc amplifiée en forêt. *Ce n'est pas pour autant qu'il faille rendre la végétation responsable de l'augmentation des niveaux d'ozone, bien qu'elle soit responsable d'un fond « naturel » de photo-oxydants qu'elle est tout à fait capable de supporter.* L'augmentation des émissions humaines, surtout en oxydes d'azote mais également en hydrocarbures, reste bien la seule responsable. L'augmentation de la surface forestière française depuis 1940, de près de 5 millions d'hectare (Agreste, 2000) peut être considérée comme responsable de l'augmentation d'émissions de terpènes. Leurs produits de dégradation ne seraient certainement pas orientés vers des photo-oxydants si variés si les concentrations en oxydes d'azote n'étaient pas si élevées (Collins et al., 2000).

## Quelles seraient les concentrations naturelles de l'ozone ?

Les concentrations les plus faibles mesurées dans les régions les moins soumises à des émissions industrielles peuvent nous donner un ordre de

grandeur. Kato et al. (2001) et Pochanart et al. (2002) ont par exemple mesuré l'O<sub>3</sub> dans l'air en 1997 et 1998 dans le Pacifique Ouest, dans l'île de Chichi-jima, les îles d'Okinawa, Ogasawara, Oki et Rishiri entourant le Japon jusqu'à une distance de 1 000 km. Ils ont mesuré environ  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'ozone dans la période estivale, avec des origines des masses d'air essentiellement maritimes et de l'ordre de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'ozone en période hivernale, où les masses d'air venaient souvent du continent asiatique et des îles japonaises. Les concentrations estivales concordent bien avec les mesures réalisées en France au milieu du 19<sup>e</sup> siècle (voir ci-dessous).

## Évolution des concentrations d'ozone depuis 1850

Jusqu'au début des années 1990, différentes sources internationales montrent des tendances à une augmentation généralisée de 1 à 2 % par an (Bojkov, 1988, Penkett, 1988, Smidt et Grabler, 1994). Entre 1990 et 2000, peu de publications existent pouvant attester ces tendances. Depuis 2000, plusieurs publications parues dans des journaux scientifiques de haut niveau montrent des tendances variables selon le critère observé et la couche de l'atmosphère concernée (hausse, baisse ou stabilité).

Pour la France, actuellement aucune publication n'a fait état des tendances sur les 20 à 30 dernières années, car le réseau français de mesures de l'O<sub>3</sub> n'a été consolidé que les dix dernières années (ADEME, 2003). Pour cette raison nous tentons une comparaison indirecte. Cette comparaison repose sur des mesures à basse altitude, afin de se rapprocher le plus possible des conditions dans lesquelles la majorité de la forêt française se trouve.

Parmi les mesures les plus fiables au monde au milieu du 19<sup>e</sup> siècle figurent celles d'Albert-Lévy. Ces mesures ont même été testées avec des analyseurs modernes (Volz et Kley, 1988) ce qui a montré leur parfaite pertinence. Les concentrations observées par Albert-Lévy entre 1876 et 1910 étaient de l'ordre de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air en moyenne annuelle (figure 1-(a)). Sur la base de ces  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  des simulations (avec des taux d'augmentation variant de 0,5 % à 1 %) sont présentées figure 1 entre 1850 et 2020. Dans les années 1990, les réseaux français de surveillance de la qualité de l'air ont progressivement installé des analyseurs continus d'O<sub>3</sub>. À ce jour et depuis seulement une dizaine d'années, plus de 400 stations de mesure sont répertoriées (ADEME, 2003), dont seulement un faible nombre (n = 37) est en site « rural ». Les concentrations moyennes annuelles de

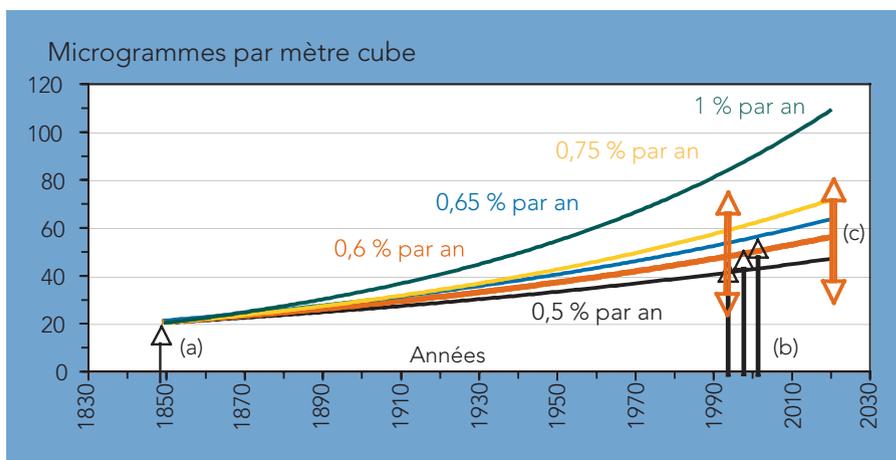


Fig. 1 : comparaison d'augmentations hypothétiques des concentrations annuelles moyennes d'O<sub>3</sub> à partir de 1850, en partant de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (a) de 0,5 %, 0,6 %, 0,65 %, 0,75 ou 1 % par an avec les concentrations moyennes annuelles mesurées par 37 stations « rurales » en France en 1994, 1997 et 2001 (b) ainsi que leur amplitude ((c), centile 10 et 90)

ces 37 stations sont indiquées pour les années 1994, 1997 et 2001 dans la figure 1-(b). En 11 ans seulement, de 1991 à 2001, l'ADEME (2003) observe une hausse pour ces 37 stations. La comparaison entre les concentrations de 1850 et celles de 1994 à 2001 indique plutôt une tendance à la hausse de l'ordre de 0,6 % en moyenne annuelle sur un siècle et demi. Ce ne sont pas les moyennes annuelles qui inquiètent, mais plutôt l'augmentation des maxima (voir doubles flèches oranges = amplitude minimum-maximum). Si la fréquence des fortes concentrations augmente, dépassant les seuils acceptables des plantes sensibles à très sensibles, les effets à court, moyen et long terme décrits plus bas risquent de devenir réalité. Seule une politique de réduction massive des émissions d'oxydes d'azote peut faire infléchir cette tendance.

### Quels sont les effets physiologiques ou biochimiques de l'ozone sur la végétation ?

Un nombre très important de travaux scientifiques sur l'O<sub>3</sub> a vu le jour ces 20 dernières années dans le monde. En France, différentes équipes d'écologie et d'écophysiologie forestière ont travaillé en milieu forestier, essentiellement sur la physiologie et les modifications biochimiques des essences suivantes :

- peuplier (*Populus tremula x alba*)
- érable à sucre (*Acer saccharum*)
- plusieurs espèces de pin (*Pinus halepensis*, *P. cembra*, *P. taeda*)
- hêtre (*Fagus sylvatica*)
- plusieurs espèces de chêne (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. rubra*, *Q. cerris*)
- deux espèces d'épicéa (*Picea abies*, *P. sitchensis*).

Selon l'espèce, une feuille ou une aiguille possède entre 20 et 900 stomates par mm<sup>2</sup> de surface (soit surface supérieure, soit inférieure, soit les deux, Lüttge et al., 1996). Après le passage des stomates, l'O<sub>3</sub> dégrade petit à petit les cellules les plus vulnérables (Günthardt-Goerg, 1996, Günthardt-

Goerg et al., 2000). Chaque plante a une capacité naturelle de détoxification de l'O<sub>3</sub> ou de ses produits de dégradation qui permet de neutraliser des radicaux libres ou de l'oxygène élémentaire, très réactifs. Si les concentrations d'O<sub>3</sub> sont fortes et que la plante n'arrive pas à produire suffisamment de substances pour le dégrader, des dommages visibles apparaissent (Innes et al., 2001, Novak et al., 2003, Sanz Sanchez et al., 2001, Skelly et al. (Ed.), 1987, Utriainen, 2002, Vollenweider et al., 2003).

En général et durant des périodes avec des concentrations d'O<sub>3</sub> élevées, les plantes montrent des réactions biochimiques diverses bien avant l'apparition visible de symptômes, par exemple, augmentation de la photosynthèse, de la respiration, du métabolisme du carbone, ou du processus de détoxification. Ces changements dans le métabolisme cellulaire concernent la réparation et la maintenance de la structure des cellules.

Comme cela a été montré dans différents travaux, la dose cumulée jusqu'à l'apparition de symptômes visibles est normalement différente pour chaque espèce (voir figure 2 page suivante). Des disparités d'AOT 40 très importantes sont observées entre les espèces les plus sensibles (ici par exemple le cerisier tardif, *Prunus serotina* ou le sureau à grappes, *Sambucus racemosa*) et les espèces un peu plus résistantes (par exemple le hêtre, *Fagus sylvatica*). Les différences entre années de doses provoquant des symptômes chez la même espèce (ici 1997 et 1998) semblent, en revanche, faibles.

### Quels effets peut-on craindre à l'avenir si les concentrations continuent à augmenter ?

Les concentrations d'O<sub>3</sub> sont régulièrement plus importantes dans le Sud. Dans le Nord, cependant, les dégâts dus à l'O<sub>3</sub>, bien que moins importants, sont indéniables. La sécheresse et la chaleur sont des facteurs provoquant la

fermeture des stomates et c'est pourquoi, dans le Sud, la pénétration d'O<sub>3</sub> peut être réduite. En outre, dans le Nord, du fait d'un bon approvisionnement en eau, de températures favorables et d'une illumination naturelle prolongée, les dégâts dus à l'O<sub>3</sub> (et visibles) peuvent être conséquents, car les doses (= effet cumulatif) peuvent être importantes.

Après environ 20 ans de recherche sur les effets physiologiques de l'O<sub>3</sub> sur les plantes, l'hypothèse d'un enchaînement des effets est envisageable selon la longueur de la période d'impact, à condition que les concentrations continuent à augmenter comme dans le passé. Les effets peuvent être classés comme suit :

■ **Effets à court terme** : ils sont observés quotidiennement pour les plantes sensibles. Il s'agit d'effets visibles, par exemple : ponctuations jaunes internervaires, nécroses. Ces effets sont provoqués par l'entrée de l'O<sub>3</sub> au niveau des voies de respiration, des stomates.

■ **Effets à moyen terme** : dans les 10 à 20 années à venir, les plantes sensibles évolueraient vers l'affaiblissement de leur état physiologique :

- raccourcissement des périodes de végétation à cause d'une sénescence prématurée (Braun et Flückiger, 1995) ;
- légère diminution de la croissance, actuellement observée pour les jeunes arbres (Günthardt-Goerg et al., 1999, Kolb et Matyssek 2001, Utriainen et Holopainen, 2001) et arbres âgés (Vollenweider et al., 2003b) ;
- probable difficulté progressive de la maturation des fruits et des graines, chez les feuillus notamment ;
- probable difficulté progressive de la reproduction/régénération des espèces les plus sensibles ;
- finalement disparition des espèces sensibles à très sensibles dans les régions les plus polluées par l'O<sub>3</sub>.

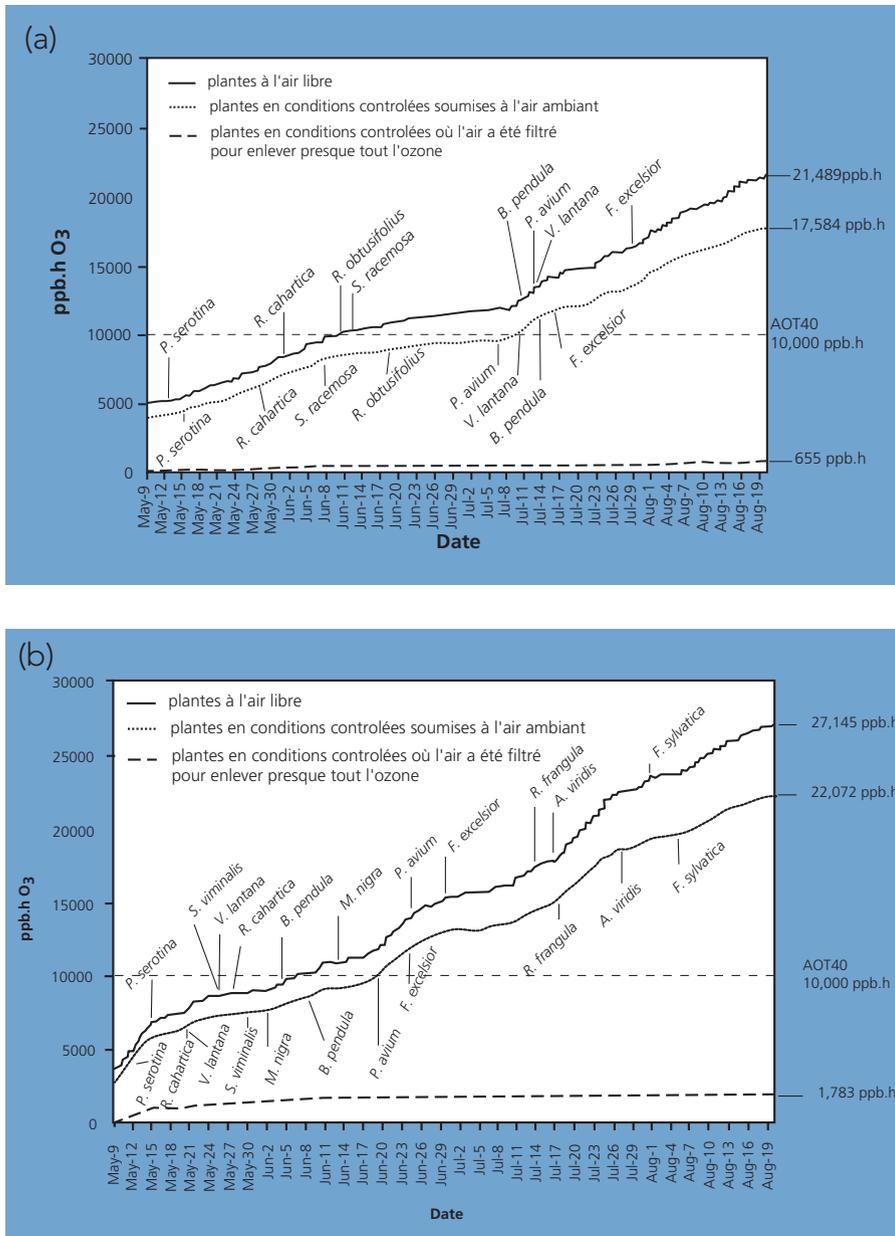


Fig. 2 : AOT 40 cumulé en fonction de la date d'apparition de symptômes d'ozone visibles sur le feuillage des plantes indiquées en 1997 (a) et 1998 (b). Résultats d'une expérimentation avec des chambres à ciel ouvert dans le Tessin, en Suisse (reproduit de VanderHeyden D., Skelly J., Innes J., Hug C., Zhang J., Landolt W., Bleuler P., 2001, avec l'autorisation d'Elsevier)

l'O<sub>3</sub> et celle due au changement climatique, l'eutrophisation par l'azote, etc.

### Quels sont les effets de l'ozone sur les plantes agricoles ?

En agriculture, les expérimentations sur l'ozone ont démarré bien avant celles en foresterie. Les très fortes concentrations d'O<sub>3</sub> enregistrées en plaine de Californie et la chute de production agricole constatée parallèlement ont permis d'engager de très nombreuses études. Ainsi, des plantes comme les pommes de terre, le blé (d'hiver ou d'été), le soja, les haricots, le maïs, le coton etc. ont été soumises à des concentrations contrôlées d'O<sub>3</sub>. Les mêmes effets physiologiques présentés ci-dessus sont observés. Ces effets conduisent, selon la plante, à des réductions de rendement pouvant aller jusqu'à 30 %, avec une moyenne située entre 10 et 15 % (Benton et al., 2000, Fuhrer et al., 1989, Heagle, 1989, Köllner et Krause, 2000, Lehnher et al., 1987, Meyer et al., 2000, Miller et al., 1989, Mills et al., 2000).

### Y a-t-il une différence importante entre les effets sur les plantes agricoles et ceux sur les plantes forestières ?

Oui ! La plupart des plantes agricoles sont des plantes annuelles. Il n'y a donc pas d'effet cumulé sur plusieurs années comme chez les arbres, arbustes et plantes herbacées pluriannuelles, à l'exception de plantes herbacées annuelles, bien sûr.

Cette différence est loin d'être négligeable pour au moins quatre raisons :

- le cumul pluriannuel et donc des effets « mémoire » possibles sur le fonctionnement physiologique et biochimique interne ;

- l'évolution de la sensibilité des arbres et arbustes avec l'âge ; celle-ci semble plutôt aller dans le sens d'une meilleure résistance des sujets plus adultes pour des doses comparables d'ozone (Kolb et Matyssek, 2001) ;

■ **Effets à long terme** : dans les 20 à 30 années à venir. La déstabilisation d'écosystèmes entiers pourrait apparaître avec un changement progressif de la composition floristique et arborée, en fonction des conditions locales et régionales et de la sensibilité des plantes. Au niveau forestier, cela pourrait poser des problèmes de régénération d'espèces principales de la forêt française.

Il est bien entendu que ce scénario n'est valable que dans l'hypothèse d'une constante augmentation des concentrations d'ozone. Si les mesures de diminution des émissions arrivent à stabiliser, voire infléchir les concentrations, ce scénario ne sera heureusement qu'une utopie. Malheureusement, il sera difficile, mais nécessaire, de faire la part due à



L. Dalstein

Symptômes d'ozone sur feuilles de hêtre commun

■ la différenciation spatiale réelle des effets de l'ozone selon les conditions édaphiques des arbres et arbustes : il s'agit par exemple de différences atmosphériques (fréquence de temps humides) ou de nutrition (une déficience en phosphore avec de l'ozone conduira à des effets différents par rapport à une déficience azotée ou magnésienne, etc., Utriainen et Holopainen, 2001), auxquelles s'ajoute bien sûr, une pollution de l'ozone assez variable d'une région à l'autre et même au sein d'un massif forestier ;

■ la prédisposition croissante à des attaques parasitaires (champignons, insectes, etc.) à cause d'un affaiblissement des sujets, bien avant la détection d'effets visibles (Sandermann, 1998).

### Quelle est la répartition verticale des concentrations d'ozone à l'intérieur d'un peuplement ?

De nombreuses mesures de profils verticaux des concentrations d'ozone, à l'aide de tours érigées à l'inté-

rieur de peuplements adultes et montant jusqu'à 50 m (Enders et Teichmann, 1989, Gasch et Krapfenbauer, 1990, 1991, Ulrich et al., 1993), montrent la distribution suivante : les concentrations les plus faibles se trouvent près du sol jusqu'à quelques mètres au-dessus. Les concentrations augmentent jusqu'au-dessus des cimes pour atteindre un maximum à hauteur du sommet de la canopée, puis elles décroissent très lentement. En moyenne annuelle, le gradient de concentration en ozone entre, par exemple 44 m et 7 m de hauteur, est de l'ordre de  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mais peut atteindre dans des situations extrêmes (fortes températures, fort ensoleillement) jusqu'à  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ulrich et al., 1993).

### Quelles espèces sont considérées aujourd'hui comme sensibles ou très sensibles ?

En juin 2004, la liste des espèces considérées à ce jour comme sensibles comporte 179 espèces et 18 genres (tableau 2, page suivante).

## Conclusions

En 2001, nous venons juste de commencer l'inventaire des effets de l'ozone sur la végétation forestière française (à paraître dans un numéro ultérieur). Nous ne pouvons donc pas donner d'informations sur son ampleur au niveau du territoire français. Il est évident que les effets sont très variables d'une région à l'autre et d'une espèce à l'autre, ce qui nous impose une grande vigilance.

En revanche, la France connaît, grâce à son système de surveillance de la santé des forêts (DSF, 2002), un nombre très important de problèmes phytosanitaires. Ces problèmes sont essentiellement abiotiques (vent, grêle, sécheresse, feu, déficiences nutritionnelles, etc.) et biotiques (insectes, champignons, bactéries, etc.). Actuellement, plusieurs centaines de problèmes potentiels sont dénombrées, dont seulement plusieurs dizaines ont un impact économique (L.M. Nageleisen, communication personnelle). Les observations des 20 dernières années nous permettent de dire que ces problèmes prévalent actuellement largement et couvrent parfois de très grandes surfaces (cf. tempêtes de 1999, feux de forêt, attaques parasitaires etc.).

Dans cette perspective, l'ozone n'est qu'un problème de plus. Mais il se peut, à condition que les concentrations d'ozone continuent à monter, que l'effet de sélectivité sur les plantes sensibles à très sensibles et surtout l'effet d'affaiblissement des plantes, les prédispose aux attaques parasitaires. L'ozone pourra alors être à long terme un « grand » problème.

**Erwin ULRICH**

ONF, direction technique  
département recherche  
réseau Renécofor  
erwin.ulrich@onf.fr

## Bibliographie

La bibliographie complète de cet article est disponible sur demande chez l'auteur.

TAB. 2 : LISTE DES ESPÈCES FORESTIÈRES CONSIDÉRÉES COMME ÉTANT SENSIBLES À L'OZONE

Abies cephalonica	Laburnum alpinum	Salix alba
Acer campestre	Lamiastrum galeobdolon	Salix caprea
Acer granatense	Lapsana communis	Salix daphnoides
Acer platanoides	Larix decidua	Salix glabra
Acer pseudoplatanus	Ligustrum ovalifolium	Salix pentandra
Acer saccharinum	Ligustrum vulgare	Salix purpurea
Agrimonia eupatoria	Liriodendron tulipifera	Salix viminalis
Ailanthus altissima	Lonicera caprifolium	Sambucus ebulus
Alchemilla xanthochlora	Lonicera etrusca	Sambucus nigra
Alnus glutinosa	Lonicera implexa	Sambucus racemosa
Alnus incana	Lonicera nigra	Senecio nemorensis
Alnus viridis	Lonicera xylosteum	Senecio ovatus
Anthyllis cytisoides	Morus alba	Sequoiadendron giganteum
Aquilegia vulgaris	Morus nigra	Solanum sodomium
Arbutus unedo	Mycelis muralis	Solidago canadensis
Artemisia campestris	Myrtus communis	Sorbus aria
Artemisia vulgaris	Oenothera biennis	Sorbus aucuparia
Arunco dioecus	Oenothera rosea	Sorbus chamaemespilus
Asclepias syriaca	Onobrychis vicifolia	Sorbus domestica
Astrantia major	Ostrya carpinifolia	Sorbus mugeotii
Atropa bella-donna	Parthenocissus quinquefolia	Stachys officinalis
Berberis vulgaris	Picea abies	Succisa pratensis
Betula pendula	Picea glauca	Symphoricarpos albus
Buxus sempervirens	Pinus banksiana	Syringa vulgaris
Calamintha grandiflora	Pinus cembra	Taxus baccata
Calystegia sepium	Pinus contorta v. latifolia	Thalictrum minus
Carpinus betulus	Pinus halepensis	Tilia cordata
Centaurea nigra	Pinus nigra	Tilia platyphyllos
Centaurea nigrescens	Pinus pinaster	Trifolium pratense
Centaurea paniculata	Pinus pinea	Tsuga canadensis
Cirsium helenioides	Pinus ponderosa	Tsuga heterophylla
Cistus salviifolius	Pinus strobus	Ulmus glabra
Clematis flammula	Pinus sylvestris	Ulmus minor
Clematis spp.	Pistacia lentiscus	Vaccinium myrtillus
Clematis vitalba	Pistacia terebinthus	Vaccinium uliginosum gaultherioides
Colutea arborescens	Plantago lanceolata	Valeriana montana
Convolvulus arvensis	Plantago major	Verbascum sinuatum
Cornus alba	Polygonum bistorta	Veronica urticifolia
Cornus mas	Populus alba	Viburnum lantana
Cornus sanguinea	Populus nigra	Viburnum opulus
Corylus avellana	Populus tremula	Viburnum tinus
Crataegus laevigata	Prunus armeniaca	Viburnum x bodnantese
Crataegus monogyna	Prunus avium	Vinca difformis
Crataegus oxyacantha	Prunus dulcis	Vitis vinifera
Cystisus heterochrous	Prunus persica	
Dittrichia viscosa	Prunus serotina	Indépendamment des espèces mentionnées ci-dessus, d'autres genres contiennent des espèces sensibles
Epilobium angustifolium	Prunus spinosa	
Epilobium collium	Prunus virginiana	
Epilobium hirsutum	Pseudotsuga menziesii	Agrostis
Euonymus europaeus	Pyrus malus subsp. malus	Aquilegia
Euphorbia dulcis	Quercus robur	Betula
Fagus sylvatica	Reseda odorata	Calystegia
Filipendula ulmaria	Reynoutria japonica	Campanula
Frangula alnus	Rhamnus alaternus	Carya
Fraxinus angustifolia	Rhamnus catharticus	Forsythia
Fraxinus excelsior	Ribes alpinum	Hieracium
Fraxinus ornus	Ricinus communis	Lamium
Fraxinus pennsylvanica	Robinia pseudoacacia	Myosotis
Fraxinus spp.	Rosa canina	Populus (clones)
Geranium sylvaticum	Rubia peregrina	Ribes
Helleborus niger	Rubus fruticosus	Rosa
Heracleum sphondylium juranum	Rubus idaeus	Rubus
Hippophae rhamnoides	Rubus spectabilis	Salix sp.
Impatiens parviflora	Rubus ulmifolius	Sambucus
Ipomoea indica	Rudbeckia laciniata	Spiraea
Juglans nigra	Rumex obtusifolius	Trifolium
Juglans regia	Rumex pulcher	

Les espèces sont triées par ordre alphabétique ; source : groupe de travail sur l'ozone du PIC-Forêt ([www.gva.es/ceam/ICP-Forests](http://www.gva.es/ceam/ICP-Forests), menu « contents », puis menu « list of species »).

## La clématite : une stratégie pour son contrôle

La clématite est une liane à l'origine de graves difficultés dans les parcelles en régénération. Depuis de nombreuses années, sa maîtrise fait l'objet en Lorraine de réflexions visant à identifier les techniques les plus adaptées, tant d'un point de vue préventif que curatif. L'Inra (C. Muller), le Cemagref (A. Gama) sont associés à cet effort de recherche conduit par l'ONF. C'est le fruit de ces réflexions qui est ici présenté, en s'appuyant sur une connaissance approfondie de la biologie et de l'écologie de cette espèce, ainsi que sur les résultats de différents essais expérimentaux.

La clématite (*Clematis vitalba*, renonculacée) est une liane très commune dans la moitié Nord de la France. Très présente le long des sommières et en clairière, elle envahit également la canopée des peuplements adultes où elle fructifie en abondance, puis dissémine un important stock de graines. Des conditions d'éclairement favorables, une concurrence herbacée et ligneuse modérée suffisent ensuite à assurer son développement « explosif » dans les régénérations : elle va jusqu'à former un couvert dense, véritable « bouchon » qui pèse sur le recrû, empêche la croissance et déforme bien souvent de façon irréversible les semis et les plants. Le hêtre est probablement l'essence la plus vulnérable car sa pousse annuelle ne se redresse qu'à l'aoûtement. Le frêne, l'érable sycomore et même le chêne, dont les pousses sont érigées, y sont moins sensibles.

Dans les peuplements du Nord-Est de la France, la clématite est particulièrement menaçante dans les zones bouleversées par les guerres (zone rouge) et reboisées en résineux dans les années qui suivirent : ces peuplements sont aujourd'hui en cours de renouvellement, bien souvent par plantation de hêtre sous abri. Les travaux de nivellement du sol, la situation de mi-lumière, la présence des bandes d'abri qui offrent un support idéal à la clé-



Parcelle en FD Haye (54) : la clématite forme d'épais tapis couvrant le recrû ligneux

matite, contribuent à expliquer son ampleur. À la différence des futaies fermées où elle n'est présente au sol que de façon très discrète, la clématite est souvent associée aux peuplements présentant une certaine hétérogénéité (peuplements issus de TSF, forêts alluviales...), qui offrent à la fois support et conditions d'éclairement favorables. Le morcellement de la propriété, en multipliant les lisières, augmente encore le risque. Enfin, la tempête de décembre 1999 l'a malheureusement favorisée par l'ouverture

brutale de larges espaces et en multipliant souches et rémanents. De nombreux diagnostics de parcelles post-tempête l'attestent. Elle représente donc, surtout sur plateau calcaire, une des principales espèces susceptibles de nuire fortement à l'installation de la régénération.

Cet article se propose donc de dresser un bilan des connaissances actuelles concernant la prévention et les techniques de lutte contre la clématite. L'objectif n'est pas de l'éradiquer, mais

de la contrôler de façon à éviter qu'elle ne devienne une contrainte sylvicole majeure en régénération.

## Biologie et écologie de la clématite : un pouvoir de nuisance considérable

### Croissance et reproduction de la clématite : un rythme de développement remarquable

La clématite présente un rythme de croissance et de reproduction remarquable. Pour s'en convaincre, un pied de clématite âgé de 6 ou 7 ans (diamètre au pied égal à 1,5 cm) a été entièrement mesuré : sa longueur totale (tiges plus ramifications mises bout à bout) atteignait 49 m, dont 17 m de rameaux fructifères portant au total environ 50 000 graines ! La distance de dissémination des graines n'est pas bien connue. Néanmoins, les graines de clématite (akènes), légères et pourvues d'une longue arête plumeuse, sont parfaitement adaptées à la dissémination par le vent. De plus, la capacité de cette liane à envahir des arbres adultes, jusqu'à 20, parfois 25 m de hauteur, fait redouter un transport sur d'importantes distances. Les tiges de clématite présentent en outre une grande capacité à s'enraciner au niveau de chaque nœud de la tige, soit tous les 15 cm environ (Ryan, 1985 ; Bungard *et al.*, 1997). Cette aptitude au marcottage assure une multiplication rapide des brins, que peuvent favoriser encore le travail du sol, l'ouverture de cloisonnements sylvicoles ou les dégagements.

### Son terrain de prédilection : azote, calcaire... et surtout soleil !

La clématite présente une forte amplitude trophique : bien qu'elle soit généralement dite calcicole, des travaux récents montrent que sa croissance n'est franchement réduite que lorsque le sol est très pauvre (Hume *et al.*, 1995). Elle est par ailleurs légèrement nitrophile : une élévation de la concentration en nitrate du sol, à la suite d'une ouverture du milieu (mise en lumière) ou d'un travail du sol, favorise la germination des graines (Bungard *et al.*, 1997). Enfin sur le plan hydrique, elle préfère les sols les plus frais (Beekman, 1984), mais on la

trouve des sols les plus humides aux plus secs (exception faite des sols hydromorphes) (Schnitzler, 1993).

Le caractère héliophile de la clématite est très marqué : des mesures de photosynthèse foliaire confirment qu'elle est capable d'exploiter des niveaux d'éclairement très élevés (Van Gardingen, 1986). Une mise en lumière entraîne ainsi une forte augmentation du nombre de feuilles (qui servent également de points d'attache) ainsi qu'une plus forte ramification de la tige (Baars et Kelly, 1996). Croissance et indirectement potentiel de floraison sont donc très fortement stimulés par l'éclairement.

Compte tenu de ce caractère héliophile, la maîtrise de la clématite par un itinéraire sylvicole approprié, reposant sur le maintien d'un certain ombrage et évitant les mises en lumière brutales avait été envisagée. Une analyse bibliographique a fait malheureusement apparaître que **la clématite supporte très bien l'ombre** (Baars et Kelly, 1996 ; Bungard *et al.*, 1997) : le seuil d'éclairement nécessaire à sa survie est très faible, en moyenne proche de 1 % du plein découvert. En conditions de croissance optimales (Nouvelle Zélande), on a pu observer une croissance de la tige égale à 1 m par an pour un éclairement égal à 7 % du plein découvert ! Des niveaux de croissance déjà très élevés sont observés en situation de mi-lumière. Il paraît donc illusoire d'espérer maîtriser cette liane là où elle est envahissante uniquement par le dosage de la lumière.

## Lutter contre la clématite installée... un défi difficile à relever

### La méthode traditionnelle : les dégagements manuels

Dans les régénérations, la pratique courante consiste à rabattre les brins qui s'accrochent à l'étage supérieur des semis ou fourrés. Cette pratique s'est révélée à la fois **excessivement coûteuse et techniquement peu satisfaisante** : en moyenne, les surcoûts liés à la présence de clématite dans les dégagements de fourrés en

régénération naturelle ont été évalués à 80 % environ dans la région de Verdun, avant la tempête (Giraud, 1999). Par ailleurs, ce travail est très fastidieux et donc très partiel. Il entraîne souvent une mise en lumière du sol et favorise ainsi l'apparition de rejets vigoureux qui imposent à leur tour des passages fréquents. Trois passages au minimum sont généralement nécessaires pour espérer un résultat.

### Les dégagements chimiques

Différents essais de contrôle à l'aide d'herbicides ont été tentés : certaines matières actives telles que le *glyphosate*, le *sulfosate*, voire le *triclopyr*<sup>1</sup> sont tout à fait efficaces contre la clématite. Malheureusement, ces produits n'épargnent pas nos essences forestières qui sont sensibles aux mêmes doses et aux mêmes époques que la clématite. Aucun traitement efficace n'étant sélectif, les traitements en plein ne peuvent être pratiqués qu'au stade de la préparation avant régénération naturelle ou plantation. En présence de régénération ou de recrû ligneux que l'on souhaite préserver, il faudra donc envisager une intervention locale dirigée, particulièrement soigneuse, si possible après coupe rez de terre des pieds de clématite (cas des gros tapis de clématite). Bien que très contraignante car elle nécessite deux passages successifs, cette technique avec recépage préalable permet d'améliorer l'efficacité du traitement : on parvient en effet plus facilement à toucher l'ensemble des feuilles de chaque pied, ce qui est indispensable pour obtenir la destruction complète de la liane. Cette application localisée sera réalisée avec un pulvérisateur à dos. Lorsque la clématite est présente au sol à l'état de jeunes plantules disséminées (sol encore peu colonisé), il est possible de tamponner du *glyphosate* sur les jeunes pousses à l'aide d'une canne : cette dernière technique (dite « par humectation ») a été mise en œuvre avec pleine satisfaction en Meurthe-et-Moselle (voir encadré ci-contre). Elle présente l'intérêt d'une intervention précoce, et permet ainsi d'éviter les stades d'envahissement ultérieurs où la clématite est beaucoup moins facilement maîtrisable.

<sup>1</sup> Le *triclopyr* est efficace mais à une concentration élevée uniquement homologuée pour la destruction des broussailles sur pied en prairies permanentes, donc non réglementaire en forêt.

### Une technique confortable : « la canne Pascals »

L'envahissement par la clématite n'est souvent constaté que trois à quatre années après l'ouverture du peuplement. Le diagnostic de présence est donc tardif au regard des deux à trois années d'installation durant lesquelles les pieds de clématite se développent discrètement. Or, durant ces toutes premières années, la plante est facilement accessible pour une application manuelle d'herbicide par humectation. Seule la confusion avec le lamier jaune impose un certain coup d'œil pour repérer les jeunes pieds de clématite dans la strate herbacée. L'humectation, ou badigeonnage, satisfait la contrainte de précision nécessaire à la préservation du reste de la couverture végétale et permet de limiter au maximum l'application de matière active.

La canne « Pascals » mise au point à Pont-à-Mousson permet de réguler efficacement l'installation de cette adventice. Cette canne est constituée d'un manchon de canne à pêche (réservoir) équipé d'une mèche en coton faisant office de tampon à son extrémité qui dépasse de la canne-manchon. Une bouillie à 3,6 % de glyphosate (soit 10 % de produit commercial) appliquée sur les très jeunes pieds de clématite les fait disparaître en une quinzaine de jours. Le succès est spectaculaire. Les contraintes d'utilisation (météo, hygiène et sécurité) de cette technique sont les mêmes que pour un traitement classique.

Cette technique a été testée sur la clématite et le frêne en FD de Puvenelle, et en FC de Martincourt (54). Après sept années d'expérience, nous pouvons évaluer l'efficacité du procédé :

- un coût maximal équivalent à celui du dégagement manuel traditionnel (150 à 300 euros/ha selon la densité),
- un seul passage, ou au maximum deux, quand il en fallait parfois jusqu'à dix (soit une économie de l'ordre de 80 % en moyenne sur les pratiques traditionnelles),
- une intervention plus précoce (semis) qui libère de l'espace pour la biodiversité,
- un impact visuel et mécanique quasiment nul,
- une tâche appréciée par le personnel.

Pour davantage de précisions, contacter **Claude Robert** (ONF, DT Lorraine).

## Conclusion

**Actuellement, il n'existe pas une solution technique qui permette à elle seule de combattre la clématite en présence de régénération.** Les dégagements chimiques seuls restent de mise en œuvre délicate et d'efficacité partielle. Par ailleurs, même en préparation, la maîtrise de la clématite est rendue difficile du fait des possibilités d'apport latéral de graines et de l'existence probable d'un stock de graines dans le sol. Différents produits herbicides (oxadiazon, metsulfuron méthyle) ont été testés dans la perspective d'empêcher la germination de ce stock de graines : ces essais se sont malheureusement soldés par un échec. Ainsi, dans les forêts où la clématite est très présente, la mise en œuvre de deux traitements chimiques en plein (en préparation à la

plantation) ne permet de contenir la clématite que pendant deux à trois ans



Parcelle en régénération envahie par la clématite

C. Robert, ONF

(voir encadré ci-après essai en FD Morthomme), ce qui reste décevant en regard de l'investissement consenti.

### Quelques conseils peuvent néanmoins être apportés afin d'améliorer l'efficacité d'interventions contre la clématite en présence de régénération

- Pratiquer un délianage des pourtours de la parcelle, surtout lorsque des arbres adultes sont envahis à proximité immédiate : ce délianage interrompt l'arrivée d'un flux continu de graines qui réduit rapidement à néant les efforts de dégagement réalisés.
- Lorsque la clématite est très envahissante et répartie par taches, préférer le traitement chimique après recépage préalable, beaucoup plus efficace qu'une intervention manuelle.
- Cibler les interventions en dégagement manuel si possible exclusivement contre la clématite : toute mise en lumière profite en effet prioritairement à cette dernière. Proscrire l'enlèvement du recrû ligneux qui, en contribuant à l'ambiance forestière, limite le développement de la clématite.
- Couper les pieds de clématite et les laisser sécher en cime plutôt que de chercher à les extirper (opération inutile).
- Lorsque les cloisonnements sylvicoles servent d'appui à la clématite, envisager l'entretien chimique de ces derniers.
- Éviter le travail du sol qui a tendance à favoriser le marcottage de la clématite.

**Contrôle de la clématite avant plantation par glyphosate  
(essai STIR Nord Est AR 94.14.02)**

**Objectif de l'essai :** évaluer une stratégie de lutte préventive (avant plantation) en zone rouge (terrain bouleversé suite aux guerres), dans un peuplement de pin noir à transformer en hêtraie par plantation avec abri latéral.

**Localisation :** FD du Morthomme (55), parcelle 25 sur sol brun calcique assez superficiel à forte pierrosité, terrain bouleversé, absence d'ambiance forestière (parcelle en bordure de champ).

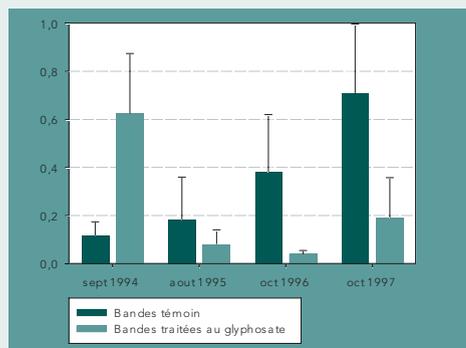
**Dispositif :** 6 placettes localisées dans 6 bandes à planter : on compare 3 bandes témoin non traitées à 3 bandes traitées deux fois avec du glyphosate en plein, au canon (6 kg/ha Hockey GS). Les deux traitements ont été pratiqués en septembre 1994 et septembre 1995, respectivement avant et après travaux de nivellement du sol (mai 1995).

**Résultats**

**Dans les bandes témoin,** la clématite, peu présente en 1994, s'est maintenue à un niveau constant pendant deux ans pour exploser la troisième année. Trois ans après le début de l'expérimentation, elle forme par endroits d'épais tapis qui recouvrent les plants.

**Dans les bandes traitées,** la situation initiale était beaucoup plus critique dès 1994. Suite aux deux traitements herbicides et au nivellement du sol, la liane a quasiment disparu pendant deux ans. On la voit réapparaître fin 97, sous forme de jeunes plantules réparties par taches.

**Le traitement glyphosate a démontré son efficacité dans des conditions d'envahissement critique. Néanmoins, il n'est pas suffisant pour juguler définitivement la clématite, dès lors que celle-ci est très présente alentour. Un traitement d'appoint localisé sur les taches naissantes reste nécessaire, en complément du délianage.**



Sont représentés : moyenne et écart-type des 3 bandes de chaque traitement (témoin/glyphosate) Première notation en sept 94 réalisée avant le premier traitement (fin septembre 1994) ; nivellement du sol en mai 1995 ; deuxième notation (août 1995) réalisée avant le second traitement (septembre 1995).

**Vers une approche préventive du problème**

**Une faible longévité des graines dans le sol**

Compte tenu d'une part de la fantastique capacité de croissance, de fructification et de dissémination de la clématite, d'autre part de la grande difficulté technique à la maîtriser une fois développée, enfin de l'impossibilité économique à financer de tels investissements répétés, il est essentiel de concevoir une stratégie de lutte préventive : il s'agit principalement de pouvoir éviter la mise en lumière de parcelles riches en plantules et en graines. Cette approche préventive conduit à s'interroger sur les conditions

écologiques permettant la germination des graines, ainsi que sur la longévité des graines dans le sol. Une étude récente menée conjointement par l'INRA et l'ONF (voir encadré ci-contre) a montré que les graines disséminées au printemps, après un hiver passé sur le pied-mère, germent rapidement et en totalité dans la saison de végétation qui suit, quelles que soient les conditions d'éclaircissement (y compris à l'obscurité). **Cette faible longévité des graines dans le sol est un élément nouveau** très encourageant en faveur d'une gestion préventive du problème posé par la clématite : **les graines n'ayant pas la faculté de rester dormantes au sol, un délianage réalisé suffisamment tôt dans l'année précé-**

**dent la mise en lumière permettra de réduire considérablement le potentiel de germination l'année suivante.**

**Reproduction de la clématite : qu'en est-il stock de graines du sol ?  
(d'après Vinkler et al., 2004)**

Une expérimentation réalisée en conditions contrôlées à partir de graines de clématite récoltées dans le Nord-Est de la France a été réalisée afin d'apporter les premiers éléments de connaissance concernant les conditions de germination de cette liane : les graines disséminées au printemps germent-elles massivement ou sont-elles encore dormantes ? Quels facteurs interviennent dans ce cas pour favoriser la levée de dormance, puis la germination ? La lumière, en particulier, est-elle nécessaire à une germination massive des graines ?

Les résultats obtenus montrent que les graines disséminées au printemps sont viables pour 94 % d'entre elles, et sont en grande partie dormantes. Mais cette dormance n'est pas très profonde : l'alternance journalière des températures 5/15 °C, qui se rapproche des températures minimales (nuit) et maximales (jour) observées au printemps en Lorraine, est suffisante pour déclencher la germination massive (83 %) et rapide des graines. Cette germination a lieu quelles que soient les conditions d'éclaircissement (y compris obscurité).

**En conditions naturelles, le froid et l'humidité subis par les graines durant l'hiver, puis les températures fraîches observées durant la nuit au printemps, suffisent vraisemblablement à déclencher la germination massive des graines dans la saison de végétation qui suit.** Cette observation rend donc très peu vraisemblable la survie des graines dans le sol plusieurs années consécutives, ce qui constitue un élément très encourageant en faveur d'une gestion préventive du problème : le délianage réalisé une à deux saisons avant l'ouverture des peuplements permet de réduire très significativement le risque de germination de plantules.

### Itinéraire pour une maîtrise préventive de la clématite

Une méthode pour maîtriser la clématite, combinant un délianage préventif et un contrôle chimique avant régénération, peut donc être envisagée.

■ Cette stratégie doit s'appuyer dans un premier temps sur un **diagnostic du massif** : il s'agit d'identifier, parmi les

parcelles dont l'ouverture est prévue prochainement, celles où le risque d'envahissement par la clématite est le plus important. Cette étape doit être réalisée avec attention, en observant bien ce qui se passe au sol (la clématite y est souvent très discrète avant la mise en lumière), et dans les houp-piers, y compris des parcelles voisines.

■ Dans un deuxième temps, un effort de **délianage** doit être réalisé au cours d'une des deux années précédant la mise en lumière de ces parcelles : il s'agit de couper les lianes présentes dans les arbres adultes des parcelles concernées, sans oublier les lisières et clairières des peuplements voisins en allant assez loin du côté des vents

### Mise en œuvre d'un traitement chimique contre la clématite : quelques repères techniques

#### Produits utilisables (selon les informations disponibles en juin 2005)

Aucun produit à base de *triclopyr* ne peut être préconisé car il n'y a pas de spécialité autorisée pour un usage forestier à une dose permettant une efficacité suffisante.

Il convient donc de se tourner vers des herbicides permettant d'apporter 4320 g/ha de *glyphosate* acide ou *N-phosphonométhylglycine* (nom chimique de la substance pour laquelle MONSANTO a déposé le nom de *glyphosate*). Cet acide est formulé en liquide sous différents sels d'amine, l'un d'entre eux ayant été renommé *sulfosate* (480 g de cette amine correspondent à 360 g de *glyphosate*).

Parmi les herbicides homologués pour un usage en forêt à ce jour, les produits suivants sont utilisables (dans la mesure où on parvient à en trouver en stock, les gammes commerciales évoluant fréquemment) :

#### ■ sous l'appellation *glyphosate*

- ROUNDUP BIOVERT (MONSANTO) en l'utilisant à 12 l/ha ; cette spécialité présente l'avantage d'une absence de classement toxicologique grâce à une formulation sans adjuvant nocif ; un recours à une telle formulation impose, pour ne pas perdre l'avantage sur le plan toxicologique, de ne pas l'utiliser en rajoutant un mouillant classé Xi ou Xn ;

#### ■ sous l'appellation *sulfosate*

il faut alors 5760 g/ha de substance active et la spécialité est classée Xn (nocif), mais il est possible de l'utiliser avec un adjuvant qui permet d'améliorer l'efficacité dans les cas les plus difficiles, ou d'envisager de réduire la dose d'herbicide à 10, voire 8 l/ha, sur de la clématite encore peu installée.

- BASE BROUSSAILLES (COMPO, distribué par AROLE) ; dose conseillée pour le contrôle de la clématite : 12 l/ha ; peut voir son efficacité accrue par l'adjonction de 3 l/ha d'HERBIDOWN (725 g/l d'huile minérale paraffinique avec un émulateur, sans classement toxicologique, commercialisé par TOTAL et AGRIDYNE, distribué par AROLE).

Remarque : le TOUCHDOWN Système 4 (SYNGENTA) et le SHINAÏ Forêt (COMPO France) n'ont été homologués que tout récemment et à 6 l/ha seulement : à cette dose l'efficacité devrait être insuffisante sur la clématite. Aucun emploi d'huile mouillante n'est prévu dans la documentation accompagnant ces herbicides ; leur formulation, comme celle du ROUNDUP BIOVERT a été étudiée de façon à obtenir l'exemption de classement toxicologique et l'adjonction de certains adjuvants pourrait compromettre la sécurité supplémentaire ainsi offerte.

#### Époque d'application

**De juin à mi-septembre.** La clématite se comporte vis-à-vis de *sulfosate-glyphosate* comme une herbacée et non comme un ligneux : l'efficacité est bonne même en période d'élongation. Il n'est pas nécessaire d'attendre la fin d'une pousse et la phase d'accumulation des réserves pour que le traitement soit efficace comme c'est le cas pour la plupart des ligneux. Il convient cependant de **ne pas traiter tard à l'automne pour avoir un délai suffisant pour la systémie** lié à la distance entre feuillage et organes de réserve, surtout si l'on traite des clématites bien installées.

#### Technique de mise en œuvre

Pas d'exigence particulière, en dehors des précautions d'usage associées à toute application d'herbicide. En régénération, il convient d'**éviter** autant que possible les matériels qui provoquent la **création de brouillard**, tels que les pulvérisateurs pneumatiques, parfois désignés sous les noms de « canon » ou d'« atomiseur ». Ces engins sont souvent retenus pour leur capacité tout terrain du fait de l'absence de rampe. Si leur emploi ne peut être évité, il faudra veiller à ce qu'il n'y ait pas de convection ascendante. **Le brouillard ainsi généré ne doit en aucun cas s'élever vers le feuillage des semenciers.**

#### Prix de revient

Produit : 90 à 150 €/ha

Frais d'application : pulvérisateur sur tracteur : 50 à 100 €/ha  
pulvérisateur à dos : 160 à 240 €/ha

soit un coût total pouvant varier de 150 à 400 €/ha.

dominants. Ce délianage devra être maintenu dans les années suivantes pour éviter tout nouvel afflux de graines.

■ Enfin, si la clématite est déjà installée au sol dans ces parcelles, le travail de délianage doit impérativement être complété par **un contrôle chimique de la clématite**, notamment le long des lisières et dans les trouées (voir encadré p. 17). Cette intervention nécessitera généralement deux passages sur des zones bien localisées : le premier en visant les « bouchons » de clématite bien visibles avant la coupe, le second après l'ouverture du peuplement, pour contrôler les clématites qui végétaient à l'ombre sous le peuplement et qui profitent de la mise en lumière. Ce second passage imposera, dans le cas des plantations, de laisser passer une année entre la coupe et la plantation et, dans le cas des régénérations naturelles, il faudra accepter de sacrifier certains semis préexistants des essences souhaitées si ces derniers sont en mélange trop intime avec la clématite. La volonté de ne perdre aucun semis peut en effet conduire à laisser des points d'appui à la clématite pour la reconquête de la parcelle. Or, s'il est possible de juguler la clématite en préparation, il faut garder à l'esprit qu'il n'existe pas de solution économique en dégagement. **Dans l'état actuel des connaissances, délianage et contrôle chimique doivent donc être associés de façon très complémentaire pour gérer au mieux les situations difficiles où la clématite représente un risque important.** On évitera ainsi des dégagements coûteux, répétés et peu efficaces.

Des méthodes alternatives de contrôle de la clématite, notamment par lutte biologique, pourront peut-être, à l'avenir, permettre d'éviter le recours au traitement chimique. Une piste séduisante consisterait à limiter l'installation de la liane en permettant, préalablement à la mise en lumière, la mise en place d'une espèce végétale « couvre-sol » qui constituerait un obstacle physique au développement de la clématite (sous réserve que cette espèce ne présente pas un inconvénient du niveau

de celui de la clématite ou des herbicides envisagés). De tels essais ont déjà été tentés avec des légumineuses, mais sans succès probant.

Dans l'état actuel des connaissances, c'est donc dans le sens d'un diagnostic attentif de la présence de clématite et de son risque d'extension qu'il faut faire porter l'effort : pour vaincre définitivement la clématite dans les massifs qu'elle a largement colonisés, il faudra prévoir un investissement en délianage relativement léger, mais continu sur plusieurs années, et concentré sur les lisières et l'ensemble des surfaces à ouvrir dans les deux années suivantes : ce n'est qu'à ce prix que la clématite cessera d'être une menace.

**Isabelle VINKLER**  
ENGREF, Nancy (54)  
vinkler@engref.fr

**Claudine MULLER**  
INRA, unité de recherches sur les  
semences forestières  
Nancy (54)  
claudine.muller@nancy.inra.fr

**Claude ROBERT**  
ONF, DT Lorraine  
service recherche et progrès technique  
claudie.robert@onf.fr

**Pilippe PERNODET**  
ONF, agence Meurthe-et-Moselle Nord  
unité territoriale de la Woëvre  
philippe.pernodet@onf.fr

**Antoine GAMA**  
CEMAGREF, unité de recherche  
« Écosystèmes forestiers »  
Nogent sur Vernisson (45)  
antoine.gama@cemagref.fr

## Remerciements

Les auteurs remercient vivement les nombreux personnels ONF ayant participé aux échanges consacrés à la clématite.

## Bibliographie

BAARS R., KELLY D., 1996. Survival and growth responses of native and introduced vines in New Zealand to light availability. *New Zealand Journal of Botany*, vol. 34, pp. 389-400

BUNGARD R.A., DALY G.T., McNEIL D.L., JONES A.V., MORTON J.D., 1997. *Clematis vitalba* in a new zealand native forest remnant : does seed germination explain distribution ? *New Zealand Journal of Botany*, vol. 35, pp. 525-534

GIRAUD S., 1999. Étude de l'activité « travaux » de la division de Verdun-Fresnes : coûts des chantiers de dégagement. Rapport interne ONF – Division de Verdun Fresnes

HUME L.J., WEST C.J., WATTS H.M., 1995. Nutritional requirements of *Clematis vitalba* L. *New Zealand Journal of Botany*, vol. 33, pp. 301-313

RYAN C., 1985. Pests and problems – Old Man's Beard. *Soil and Water*, n° 3, pp. 13-17

SUSZKA B., MULLER C., BONNET-MASIMBERT M., 1994. Graines des feuillus forestiers : de la récolte au semis. Paris : INRA.

VAN GARDINGEN, 1986. The physiological ecology of *Clematis vitalba*. Unpublished Msc thesis. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.

VINKLER I., MULLER C., GAMA A., 2004. Germination de la clématite (*Clematis vitalba* L.) et perspectives de maîtrise préventive en forêt. *Revue forestière française*, vol. 56, n°4, pp 275-286

BEEKMAN F., 1980. La dynamique d'une forêt alluviale rhénane et le rôle des lianes. In : Les forêts alluviales. Colloques phytosociologiques, n° 9, Strasbourg, pp. 475-502

SCHNITZLER A., 1993. Écologie des grandes lianes dans les forêts-galeries du Rhin et de l'ill. *Bulletin de l'association philomatique d'Alsace Lorraine*, tome 29

## La désignation des arbres objectif



Y. Sevrée, ONF

Désignation d'arbres objectif en chênaie

La désignation des arbres objectif constitue une étape clé de la conduite sylvicole des peuplements : pourquoi désigner ? Quand et comment réaliser cette opération ? Quels peuplements privilégier ? Voici une synthèse à vocation très pratique.

Dans un peuplement forestier à vocation de production de bois d'œuvre, un **arbre objectif** est un **arbre choisi** en début de phase d'amélioration pour parvenir au terme du cycle sylvicultural et être exploité selon les critères optimaux d'exploitabilité. En **futaie régulière**, ces arbres constituent donc **l'essentiel du peuplement final** avant régénération. Ce sont par conséquent des arbres au profit desquels on travaille **en priorité** lors des éclaircies. Si la désignation est tout à fait envisageable en futaie irrégulière, pour les mêmes raisons que celles mentionnées au paragraphe « Pourquoi désigner ? », sa mise en œuvre diffère par rapport à la futaie régulière et ne sera donc pas abordée dans cet article.

La **désignation** est l'opération sylvicole qui consiste à choisir ces arbres dans un peuplement et à les repérer physiquement à la peinture.

### La désignation, une méthode qui évolue

La désignation d'arbres dans un peuplement est une technique apparue dans les années 1970. Au départ, ce sont les « arbres de place » qui étaient identifiés sur le terrain. Ces arbres étaient répartis

idéalement sur toute la parcelle pour constituer le peuplement final. On comptait alors sur la sylviculture pour qu'ils produisent de la qualité, mais c'était surestimer l'action du forestier par rapport au potentiel génétique des tiges.

Ensuite la désignation a évolué vers le choix de tiges très élancées, élaguées naturellement très haut, pour la plupart d'entre elles codominantes. La sylviculture faite à leur profit devait leur permettre d'accélérer leur croissance et ainsi occuper tout l'espace au moment de l'entrée en phase de régénération. Or il s'est avéré que les éclaircies profitaient finalement plus aux arbres dominants conservés à proximité. Lors des éclaircies successives, les marteleurs étaient alors conduits à prélever des arbres initialement désignés, phénomène accentué par une trop forte densité de tiges désignées, ce qui a nuit à l'image de cette méthode.

La désignation des arbres de place intervenait également trop tard (les jeux étaient faits). De ces échecs, les forestiers ont tiré des leçons qui leur ont permis d'améliorer la technique. La désignation des arbres objectif aujourd'hui n'a plus grand-chose à voir avec la désignation des arbres de place d'hier (voir tableau 1 ci-après).

TAB. 1 : ÉVOLUTION DE LA DÉSIGNATION DANS LE CAS DU CHÊNE SESSILE EN FD DE MONTARGIS

Époque	Années 70	Aujourd'hui
Nom des tiges	Arbre de place	Arbre objectif
Méthode	Choix d'un arbre par rectangle de 11,5 x 12,5 m	Choix à l'avancement par bande de 25 m de large <sup>1</sup>
Stade	70 à 80 ans	Ho = 20 m (fertilité 1) à 19 m (fertilité 2), soit entre 45 et 53 ans
Critères de choix <sup>2</sup> par ordre de priorité	1 - l'espacement 2 - la rectitude 3 - la qualité	1 - la vigueur et la dominance 2 - la qualité de la bille de pied 3 - l'espacement
Nombre	70/ha	55 (fertilité 1) à 70/ha (fertilité 2)

<sup>1</sup> 25 m correspondant à l'entraxe des cloisonnements d'exploitation ; pour désigner 60 tiges par hectare, 15 arbres doivent être repérés sur 100 m de long (voir encadré ci-dessous).

<sup>2</sup> Si l'ordre de priorité entre les critères de vigueur, qualité et espacement a évolué, le critère de **bon état sanitaire** de la tige choisie a été et est toujours **primordial**.

## Pourquoi désigner ?

■ La désignation permet de se concentrer vers une **production de bois d'œuvre de qualité**.

Les arbres pour lesquels on va travailler sont choisis avec soin à leur contact et avec le temps nécessaire, alors que lors d'un martelage sans désignation le choix des arbres à favoriser se fait à distance et rapidement. Avec les résineux, la désignation est toujours confondue avec un élagage : dans ce cas la qualification de la tige est artificielle et simultanée à la désignation.

■ La désignation garantit une **croissance soutenue** et donc une **bonne stabilité** des arbres objectif.

Elle facilite la mise en œuvre d'une sylviculture dynamique en favorisant les éclaircies par le haut, effet important dans les situations de premières éclaircies en retard. Elle assure une continuité de l'action en concentrant les interventions au profit des mêmes arbres tout au long de la vie du peuplement.

■ La désignation peut contribuer au **maintien du mélange d'essences**.

Outre le choix des arbres objectif qui constitueront le peuplement final, la désignation peut aussi concerner des tiges dont l'âge et le diamètre d'exploitabilité moindres conduiront à une récolte intermédiaire (cas du merisier dans une chênaie).

■ La désignation facilite et **améliore le martelage**.

Séparer le choix des arbres à favoriser de celui des arbres à enlever permet d'améliorer la qualité du martelage. Dans un peuplement, plus le choix des tiges pour lesquelles le forestier doit travailler est complexe et nécessite beaucoup de réflexion, de technicité, plus la désignation apporte un gain significatif en terme de temps et de qualité de travail. La désignation incite à faire des choix au bon moment, ce qui est indispensable en présence d'une concentration de beaux arbres qui ne pourront être conservés ensemble jusqu'au terme du peuplement.

■ La désignation permet une **meilleure protection** des arbres de qualité contre les dégâts d'exploitation.

### Formule pour calculer le nombre de tiges à désigner dans un peuplement cloisonné

Mon peuplement est cloisonné à E mètres d'axe en axe.

Je cherche à désigner (ou à conserver lors d'un dépressage ou une éclaircie) une densité de D tiges/ha. Le nombre de tige N à désigner sur une longueur de L mètres sur ma bande est égal à :

$$N = E \times D \times L / 10000.$$

Ex. : dans le cas d'une désignation de chêne sur une bande de 25 m de large de 60 arbres objectif par hectare, je choisis 25 x 60 x 100 / 10 000 soit 15 arbres tous les 100 m.

Les arbres désignés et repérés, qui constitueront l'essentiel de la valeur lors de la récolte finale, sont plus respectés lors des exploitations car les indemnités pour blessure aux arbres objectif sont dissuasives (l'indemnité peut être multipliée jusqu'à 25 par rapport à une tige ordinaire).

## Réflexions entendues sur la désignation...

### Cela prend du temps...

Le temps passé à désigner se récupère au marquage des éclaircies suivantes qui sont plus aisées donc plus rapides... et de meilleure qualité !

### À quoi ça sert, on martèle aussi bien sans...

L'éclaircie est une intervention qui doit se faire le plus possible au profit des tiges de qualité, elle ne doit pas se contenter d'éliminer les « moches et les tarés » : ce doit être une opération **positive**. Or le repérage des belles tiges prend du temps car il doit être fait au pied de l'arbre, temps dont on ne peut disposer à **chaque** martelage. En s'aidant de la désignation, le marteleur concentre son effort au profit de la qualité et réalise un travail plus soigneux.

### Après désignation le martelage est moins intéressant...

Au contraire, marteler efficacement au profit des arbres désignés est déjà d'un très grand intérêt. Dans le cas où l'itinéraire retenu prévoit également une éclaircie dans le peuplement d'accompagnement, le martelage combine deux opérations complémentaires.

### Certains arbres objectif sont remis en cause lors des martelages suivants...

Cette constatation a souvent été faite après les désignations d'arbres de place. La priorité donnée à l'époque à la répartition et au choix de tiges bien élancées, donc plutôt codominantes (avec un houppier peu développé), en est la cause, ainsi que la désignation d'une trop forte densité de tiges. Avec le choix d'un nombre limité d'arbres, correspondant à la densité finale, sur des critères prioritaires de vigueur et

de dominance, cette remise en cause ne concerne plus que 2 à 3 % des arbres objectif. Si cela arrive, un remplaçant peut être recherché dans le peuplement d'accompagnement.

### Quels arbres désigner ?

Le critère principal pour le choix d'un arbre objectif est la **vigueur**, traduite par son diamètre et son statut de dominant. Le fait qu'il ait un diamètre plutôt supérieur à celui de ses voisins est déjà un avantage (il atteindra son diamètre d'exploitabilité plus rapidement). Son caractère de dominant lui confère un houppier bien développé qui lui permettra de mieux réagir que ces voisins aux éclaircies et donc de conserver son statut tout au long de la vie du peuplement.

Le second critère est la **qualité de la bille de pied**. Il ne s'agit pas de juger l'arbre dans son entier, mais uniquement de la partie qui constituera l'essentiel de la valeur au moment de la récolte finale. Il faut faire abstraction de ce qui pourrait être considéré comme un défaut au niveau de la surbille et du houppier (sauf cas de fourche à risque élevé de casse avec entre-écorce). Les critères de qualité dépendent de l'essence. Ils peuvent être parfois discrets (cas des picots sur le chêne) et nécessi-

tent donc de bien observer la tige de près. Avec les résineux, c'est l'élagage qui crée la qualité des tiges désignées.

Enfin la **répartition**, traduite par l'écartement moyen entre tiges, est le dernier critère à prendre en compte pour le choix des arbres objectif. Si les tiges de qualité sont rares ou mal réparties dans le peuplement, il ne faut pas hésiter à en sélectionner deux côte à côte jusqu'à pratiquement la moitié de l'écartement moyen :

- écartement minimum de 8 m pour une densité de 60 à 70 AO/ha
- écartement minimum de 4-5 m pour une densité de 200 AO/ha.

Le but de la désignation n'est pas d'assurer une répartition théorique des tiges en vue du renouvellement du peuplement, au risque de reconduire les erreurs commises avec les arbres de place, mais avant tout de choisir les arbres les plus vigoureux et de la meilleure qualité possible. Mais il ne faut pas non plus aboutir à une surdensité d'arbres désignés sur une parcelle, ce qui serait contre productif. L'espacement moyen entre arbres objectif correspond à la densité finale recherchée qui dépend principalement de l'essence et de l'itinéraire technique retenu pour une fertilité donnée (voir tableau 2).

TAB. 2 : EXEMPLES DE DENSITÉ D'ARBRES OBJECTIF DE L'ESSENCE PRINCIPALE PRÉCONISÉS DANS LES GUIDES

Essence	Fertilité (Ho/âge)	Densité	E. m. <sup>1</sup>	Référence
Chêne sessile	Moyenne (28 m à 100 ans)	60 à 70	14 à 13	Guide de la chênaie atlantique
Chêne rouge	Très bonne (30 m à 50 ans)	60	14	Le chêne rouge du domaine atlantique
Frêne	Bonne (30 m à 60 ans)	60	14	Bulletin technique n° 31
Hêtre	Bonne (35 m à 100 ans)	70	13	Guide d'Île-de-France Nord-Ouest (projet)
	Bonne (30 m à 100 ans)	50 à 60	15 à 14	Guide Lorraine (projet)
Douglas	Très Bonne (36 m à 50 ans)	180	8	Guide douglas national (projet)
Épicéa	Bonne	250	7	DT Bourgogne -Champagne Ardenne et Franche-Comté
Pin laricio	Bonne	220	7	DT Centre-Ouest

<sup>1</sup> E.m. = écartement moyen, pour une distribution en quinconce

### Quand désigner ?

La sélection des arbres objectif est à faire dès que la phase de qualification est terminée, c'est-à-dire lorsque la bille de pied est formée et que l'on peut juger de sa qualité. Elle doit intervenir à un moment où le statut des arbres s'est stabilisé et qu'il n'y a plus trop de risque de changement. Le meilleur moment dépend donc de l'essence concernée.

Avec le chêne sessile destiné à la production de bois à grain fin, c'est lorsque la hauteur dominante du peuplement est de 20 m (en classe de fertilité I) à 18 m (en classe III), que le choix des arbres objectif est fait, en général juste avant la troisième éclaircie. Pour le hêtre, c'est plutôt avant la première éclaircie, à la sortie de la phase de compression qui a permis à l'élagage naturel de former la bille de pied, qu'il est réalisé (soit entre 15 et 18 m de hauteur dominante dans la majorité des cas). Avec les résineux, la désignation est réalisée avant que les tiges ne soient trop grosses pour bénéficier d'un élagage, c'est-à-dire avant que le diamètre moyen des tiges ne dépasse 20 cm.

### Dans quels peuplements désigner ?

La désignation est conseillée dès lors que l'on cherche à produire de la qualité supérieure. C'est pratiquement **toujours le cas avec les feuillus**, pour lesquels la mise en œuvre exige de la technicité si l'on ne veut pas refaire les erreurs du passé. Mais si son intérêt incite à vouloir la généraliser, il faut parfois faire des choix de priorité.

Aussi la désignation est à privilégier :

- dans les peuplements où les tiges de qualité sont rares. Les martelages y deviennent vite ennuyeux et il est alors facile de passer à côté d'une belle tige sans intervenir à son profit.
- Dans les peuplements où la détermination des tiges de qualité de l'essence objectif nécessite une observation soigneuse à proximité de l'arbre, parce que les défauts peuvent être discrets. C'est le cas pour les chênes (bourgeons dormants, picots, galle...).

■ Dans les peuplements où les premières éclaircies interviennent en retard, soit en facilitant la réalisation d'une éclaircie très dynamique soit en réalisant deux éclaircies plus modérées mais à intervalle réduit au profit des arbres désignés.

■ Dans les peuplements où les tiges de qualité sont nombreuses. Le risque est de marquer des éclaircies trop faibles et de ne pas faire le choix entre les belles tiges trop proches les unes des autres.

■ Dans les peuplements très mélangés. Le martelage est dans ce cas un vrai casse-tête et devient facilité par la désignation. Elle permet de contrôler le nombre de tiges du mélange temporaire pour lequel on va travailler.

■ Pour les résineux, sur les meilleures classes de fertilité où l'élagage sera le mieux rentabilisé.

La désignation est à éviter :

■ dans les rares peuplements sur des stations à faible potentialité qualitative. Il s'agit de contextes où l'on sait qu'on ne fera jamais de la production de qualité (à distinguer des peuplements où on peut trouver des tiges de qualité mais où elles sont rares du fait probablement du passé sylvicole, et où la désignation est recommandée).

**La désignation des arbres objectif dans un peuplement :**

c'est concentrer les efforts sylvicoles sur les tiges de qualité supérieures qui constitueront le peuplement final ;

c'est optimiser la protection des tiges d'élites vis-à-vis des dégâts d'exploitation ;

c'est la possibilité d'un suivi dendrométrique des arbres qui constituent l'essentiel du revenu du peuplement.

**François CHIÈZE**

ONF, agence du Loiret  
unité territoriale Les Bordes-Montargis  
francois.chieze@onf.fr

**Thierry SARDIN**

ONF, direction technique  
département forêts  
Toulouse  
thierry.sardin@onf.fr

synthèse

**Guide pratique de la désignation en feuillu**

**Désignation**

■ Elle se fait en **équipe**, en **virée** et à **l'avancement**.

■ En feuillu, la désignation se fait **hors feuille**.

■ Les **critères de choix** retenus sont **précisés avant** le début de l'opération. Quelques arbres peuvent être désignés en commun pour s'assurer que le critère de vigueur est bien pris prioritairement en compte par tous : l'erreur la plus courante à éviter est de choisir plutôt un codominant à l'allure générale flatteuse (longue surbille aux branches fines) par rapport à un arbre plus gros et qui aurait la hauteur élaguée souhaitée mais pas plus.

■ Puis

- aller directement sur le plus gros dominant ;

- s'il est de bonne qualité ou de qualité au moins égale à ceux qui l'entourent, le désigner ;

- s'il est de qualité médiocre, choisir le plus gros parmi ceux de qualité supérieure. Dans ce cas, le gros dominant est prélevé presque systématiquement à l'opération de martelage qui suit.

■ Signalisation des arbres objectif : ils doivent être facilement repérables par les marteleurs mais aussi par les exploitants (plusieurs possibilités : 2 points ou 2 traits horizontaux diamétralement opposés, 1 anneau...).

■ Les arbres de qualité ne sont que très rarement répartis de manière homogène : ne pas hésiter à adapter l'espacement entre arbres objectifs sans se restreindre à l'espacement moyen (ne pas refaire les « arbres de place ») !

**Martelage**

■ La désignation doit être réalisée peu de temps avant le marquage d'une éclaircie afin que les arbres objectif puissent tout de suite bénéficier d'une intervention.

■ Se servir de la désignation pour marteler : travailler d'abord au profit de l'arbre objectif, puis, si l'itinéraire technique choisi le nécessite, éclaircir dans le peuplement d'accompagnement.

**Exploitation**

■ En début d'exploitation, rappeler à l'exploitant, mais surtout au bûcheron que les amendes peuvent être multipliées par 25 en cas de dégâts sur les AO. C'est très dissuasif.

**Suivi optionnel**

■ La désignation est une occasion de faire un suivi dendrométrique léger des peuplements.

■ Lors de l'opération de désignation, mesurer le diamètre des arbres objectif (vu le faible nombre de classes de diamètre rencontré dans un peuplement, le plus souvent 2 ou 3, les arbres sont comptabilisés avec un compteur).

■ Reprendre les mesures avant les éclaircies suivantes. On dispose ainsi du nombre et du diamètre moyen des AO de la parcelle, bonne base pour un suivi dendrométrique.

# Dossier



## Les réseaux de compétences naturalistes de l'ONF

À travers des exemples pratiques d'études, d'analyses bibliographiques, de travaux et d'expériences de terrain, ce dossier illustre la diversité de contributions que les réseaux de compétences naturalistes peuvent produire à destination des gestionnaires.

- p. 24 Réseaux naturalistes de l'ONF : une valorisation des compétences  
par Jean-Marc Brézard et Patrice Hirbec
  
- p. 26 Rapaces diurnes et gestion forestière  
par Alain Perthuis
  
- p. 34 *Cenococcum geophilum* : un champignon méconnu et pourtant omniprésent  
par Hubert Voiry
  
- p. 38 Dégradation des arbres par des champignons lignivores  
par Bernard Almeras et Hubert Voiry
  
- p. 42 Gîtes sylvestres à chiroptères : une étude pour mieux connaître  
les facteurs environnementaux  
par Laurent Tillon
  
- p. 46 Recommandations sylvicoles pour la conservation de *Rosalia alpina*  
par Thierry Noblecourt

# Réseaux naturalistes de l'ONF : une valorisation des compétences

La loi d'orientation forestière de 2001 et le contrat État-ONF 2001-2006 ont réaffirmé l'importance d'une gestion multifonctionnelle de la forêt française et plus particulièrement des espaces confiés à l'ONF. La prise en compte de la biodiversité est donc une composante essentielle de la gestion des forêts publiques.

Le chapitre III du contrat État-ONF précise que l'Office accompagnera la politique du ministère en charge de l'environnement en développant dans les forêts domaniales des mesures de protection ou de gestion favorables à la biodiversité par la création d'un réseau de réserves biologiques dotées d'un observatoire, de réserves naturelles, et apportera un concours aux plans nationaux de sauvegarde d'espèces de la faune et de la flore. Au titre I, il est prévu la réalisation fin 2006 d'un bilan patrimonial de la forêt domaniale à renouveler tous les cinq ans ainsi que le renforcement des relations avec les organismes intervenant dans le domaine de la protection de l'environnement.

Par ailleurs, l'ONF est impliqué dans la mise en place du réseau Natura 2000 : il gère des espaces forestiers et associés à la forêt de grande valeur, avec un degré de naturalité souvent élevé du fait de l'ancienneté du couvert arboré. L'ONF est actif dans la rédaction de documents d'objectifs (20 % de ces documents de gestion des sites sont rédigés par l'ONF) comme dans l'animation des sites où la forêt publique est prédominante.

Pour ces raisons, et dans le cadre de la nouvelle organisation de l'ONF et du développement du travail en réseaux thématiques, il a été jugé nécessaire de disposer en interne d'une capacité d'expertise naturaliste de haut niveau. Alors qu'il y a 30 ans, le forestier naturaliste exerçait son activité naturaliste dans le cadre associatif en dehors du

service, dès les années 1990, les spécialistes « environnement » étaient connus au moins au niveau départemental. En 1994, un groupe cigogne noire s'est constitué avec le soutien de la direction technique et commerciale de l'époque, pour mieux connaître cette espèce et accompagner son retour dans certains grands massifs forestiers de France après de longues années d'absence. En 2000, la direction régionale de Bourgogne a officialisé l'existence d'une cellule d'études naturalistes qui a fourni un important travail dans le cadre du programme Life Forêts de la Bourgogne calcaire et milieux associés.

La diversité des origines et des motivations des personnels qui travaillent aujourd'hui à l'ONF font qu'un certain nombre d'entre eux y sont venus par intérêt pour la nature. Jadis d'origine majoritairement rurale, les forestières et forestiers sont maintenant pour beaucoup d'origine citadine. La médiatisation de l'environnement, la loi sur la protection de la nature de 1976, le développement des loisirs de plein air, ont rendu « curieux de nature » nombre de jeunes qui ont eu le choix entre des formations nouvelles axées sur l'environnement, et les filières plus traditionnelles de l'enseignement agricole ou des grandes écoles.

Les réseaux de compétences naturalistes sont composés de personnes volontaires dont les connaissances (acquises lors de leur formation initiale, en formation continue ou au cours de leurs loisirs) ont été validées par les animateurs de chaque réseau et les pilotes nationaux.

La note de service 04-G-1150 du 3 février 2004 a mis en place en place les réseaux de compétences naturalistes suivants :

- réseau avifaune
- réseau entomologie

- réseau mycologie
- réseau mammifères non ongulés
- réseau *arboreta*.

Le réseau *arboreta*, qui sera présenté dans un prochain n° de *Rendez-vous techniques*, est un réseau de sites, animé par le Conservatoire génétique des arbres forestiers qui dépend du département recherche de la direction technique.

En 2004, ce sont près de 60 personnes qui composaient les quatre premiers réseaux de cette liste pour un équivalent de 8 temps pleins. Ces quatre réseaux sont pilotés conjointement par la direction de l'environnement et du développement durable (DEDD - département biodiversité) et la direction technique (département forêts).

## Les missions et les objectifs des réseaux de compétences naturalistes

Les principales missions des réseaux de compétences naturalistes sont les suivantes :

- la veille sur le thème propre au réseau,
- la définition de protocoles d'études et d'inventaires, l'interprétation des résultats, l'élaboration de rapports de synthèse,
- la diffusion des connaissances à destination de la communauté technique ONF et au sein du réseau (par alimentation d'une branche sur intraforêt, des publications, des comptes rendus de colloques, la communication interne...), et le soutien à des opérations de communication du département communication ou de son réseau, dans leur domaine de compétence,
- la participation en tant que formateur à des stages de formation initiale ou continue organisés par le département de la formation en interne ou en partenariat (avec l'Atelier technique des espaces naturels par exemple),

- la communication externe en présentant les réseaux et leurs travaux dans des colloques nationaux et internationaux,
- la participation aux activités de soutien technique (rédaction de guides, de référentiels...),
- le soutien à la gestion du réseau des réserves biologiques,
- le soutien aux dossiers Natura 2000 en forêt domaniale,
- l'appui et le suivi des plans de protection ou de restauration des espèces menacées.

Divers aspects de ces missions seront illustrés à travers les articles qui constituent ce dossier.

## Moyens

Le temps de personnel est pris en charge par le siège ; des moyens financiers sont délégués aux directions territoriales pour les frais de fonctionnement courant ; des moyens spécifiques sont alloués pour les missions de représentation dans des réunions, des colloques en France et à l'étranger. Une note de service annuelle faisant référence à la charte des réseaux précise la composition des réseaux, et leur fonctionnement administratif.

## Bilan d'une année de fonctionnement

Nous détaillerons l'exemple de la première année de vie du réseau Mammifères non ongulés. Comme la France ne compte que très peu de laboratoires scientifiques qui travaillent sur les mammifères et la forêt, l'année 2004



L. Tillon, ONF

*Le stage du réseau mammifères en juin 2005 a été l'occasion pour chacun de se former sur les méthodes de suivis des micro-mammifères en forêt*

a été mise à profit pour faire un point sur l'écologie et la situation des mammifères en forêt, et plus spécialement les chiroptères, groupe pour lequel l'ONF est reconnu pour ses compétences. Si l'inventaire bibliographique commence à s'étoffer, même si les documents sont encore peu accessibles, la récupération de données de terrain qui existent à ce jour s'avère plus délicate du fait des grandes différences dans la récolte des données. Plusieurs tests ont donc été amorcés sur les techniques d'échantillonnage et de suivi des chauves-souris, afin d'uniformiser les procédures méthodologiques, et de rendre les informations comparables entre elles. Les premiers résultats montrent que le réseau possède aujourd'hui un outil méthodologique permettant de proposer des suivis sur les terrains de chasse, sur les sites de reproduction et d'hibernation intraforestiers, même dans les arbres (voir article de L. Tillon p. 42 dans ce dossier). Ces suivis ne sont encore pas réalisés pour les autres groupes (carnivores et micromammifères). Ceci laisse donc présager un avenir studieux à ce réseau, avec de nombreux partenariats. Juin 2005 a été marqué par le premier stage propre au réseau sur les méthodes d'inventaire et de suivi des mammifères, mettant à contribution des intervenants extérieurs (INRA, groupe mammalogique breton). Enfin, des enquêtes ont été lancées en 2004 pour la collecte de données permettant ensuite d'engager des actions de gestion sur les sites reconnus d'importance majeure pour la conservation des mammifères sur les sites relevant du régime forestier.

En bref et en complément des actions dont la liste a été donnée auparavant, on peut relever que le réseau entomologie a lui aussi travaillé à l'exploitation des nombreuses revues concernant les insectes, et à la formation de ses membres, en axant sur une spécialisation par groupes taxonomiques. L'animateur du réseau a participé à un colloque international en Estonie sur les insectes saproxyliques.

Le réseau avifaune a consacré une grande partie de son temps à la collecte des données sur les 460 points

d'écoute des oiseaux implantés en forêt domaniale dans le cadre de la mise en œuvre du protocole de suivi des oiseaux communs du Muséum national d'histoire naturelle, qui est un des indicateurs du bilan patrimonial. La rédaction de 14 fiches pour les Cahiers d'espèces oiseaux dans le cadre de Natura 2000, la participation aux réunions des comités de pilotage des plans de restauration du balbuzard, du milan royal, ou à des colloques nationaux (et en Hongrie sur les cigognes), sont aussi à signaler.

Le réseau mycologie s'est constitué en 2004 ; son animateur a participé à un colloque sur les champignons lignivores avec un représentant du réseau arbre-conseil et proposé un protocole d'étude des champignons dans les RBI.

## Les évolutions prévisibles

La création de la DEDD avec des moyens dédiés va permettre d'améliorer le fonctionnement des réseaux de compétences naturalistes ; les contacts sont renforcés avec les différentes organisations non gouvernementales s'intéressant à la nature (Ligue pour la protection des oiseaux, Société française pour l'étude et la protection des mammifères, Union entomologique de France, sociétés mycologiques...), et le Muséum national d'histoire naturelle. La création d'un réseau regroupant les experts sur la flore et les habitats naturels est envisagée. Pour des groupes plus restreints (comme les reptiles et amphibiens) ou plus difficiles à aborder (mousses, lichens), l'identification de spécialistes est programmée.

**Jean-Marc BRÉZARD**

ONF, direction technique  
département forêts  
jean-mar.brezard@onf.fr

**Patrice HIRBEC**

ONF, direction de l'environnement  
et du développement durable  
département biodiversité  
patrice.hirbec@onf.fr

**Pilotes des réseaux naturalistes**

## Rapaces diurnes et gestion forestière

La gestion forestière représente une composante importante de la conservation des espèces de rapaces diurnes. À l'heure où la prise en compte de la biodiversité est reconnue et affichée, l'auteur présente le point des connaissances sur ces espèces symboliques et patrimoniales de l'avifaune de France, et les actions à mettre en œuvre dans les forêts relevant du régime forestier.

De 2000 à 2002, la communauté ornithologique nationale (1700 observateurs issus de 131 associations ornithologiques ou organismes dont l'ONF), sous l'égide de la Ligue de la protection des oiseaux (LPO), et avec la coordination scientifique du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), a conduit, à la demande du ministère de l'Écologie et du développement durable (MEDD), un

recensement des rapaces diurnes nicheurs de France métropolitaine dont les résultats viennent d'être publiés (Thiollay et Bretagnolle, 2004). L'ouvrage, auquel le lecteur pourra se référer en complément de cet article, souligne l'importance des milieux forestiers pour bon nombre d'espèces ainsi que la responsabilité de la France qui abrite plus de 20 % des populations européennes de neuf espèces dont cinq bien pré-

sentes en forêt. Les monographies spécifiques comprennent une carte de répartition, une carte d'abondance, une fourchette d'estimation, et présentent la taxonomie, l'écologie (habitat, régime alimentaire, migration, traits démographiques, biologie de reproduction), la distribution et les effectifs, la dynamique et les tendances, la conservation. Deux petits chapitres évoquent la migration et l'hivernage ainsi que la situa-

Espèces forestières	Période de présence	Site reproduction	Régime alimentaire
Bondrée apivore	04 à 09	arbres de futaies	hyménoptères
Milan noir	03 à 08	ripisylves, lisières	varié
Milan royal*	02 à 09, sédentaire SW	lisières	varié
Vautour moine*	sédentaire	pins tabulaires	charognard
Circaète Jean-le-Blanc*	03 à 09	pins tabulaire, chênes méditerranéens	reptiles
Busard Saint-Martin	sédentaire partiel	au sol dans régénérations	petits mammifères et oiseaux
Busard cendré	04 à 08	au sol dans régénérations	petits mammifères, invertébré.
Autour des palombes*	sédentaire	arbres de futaies	oiseaux
Épervier d'Europe	sédentaire	perchis, lisières	oiseaux
Buse variable	sédentaire	arbres de futaies	varié
Aigle royal*	sédentaire	falaises, arbres de futaies résineuses	mammifères et oiseaux
Aigle botté*	04 à 08	arbres de futaies	oiseaux
Balbusard pêcheur*	03 à 09	pins tabulaires	poissons
Faucon crécerelle	sédentaire	lisières avec nids de corvidés	petits mammifères, invertébrés
Faucon hobereau	04 à 09	arbres de futaies claires, lisières, avec nids de corvidés	invertébrés, oiseaux
<b>Rapaces rupestres parfois installés dans les massifs forestiers</b>			
Gypaète barbu*	sédentaire	cavité	ossements
Vautour fauve*	sédentaire	vire protégée (en colonie)	charognard
Vautour percnoptère*	03 à 09	cavité	charognard
Aigle de Bonelli*	sédentaire	cavité	mammifères, oiseaux
Faucon pèlerin*	sédentaire	vire protégée, cavité	oiseaux

\*= espèce montrant un fort attachement à son site nid

Présentation synthétique du cycle annuel, du site de reproduction et du régime alimentaire des espèces se reproduisant dans la forêt française

tion des rapaces diurnes des départements et territoires d'outre-mer non concernés par cette enquête.

### Les rapaces forestiers

L'Hexagone abrite vingt-quatre espèces de rapaces diurnes reproducteurs. Quinze d'entre elles (soit près des deux tiers) nidifient dans les peuplements forestiers, parmi lesquelles trois y sont marginales (Busard cendré, Aigle royal et Faucon crécerelle) bien que régulières. En l'absence de définition d'un rapace forestier, et bien que toutes les espèces possèdent des domaines vitaux qui sortent des massifs, **nous retiendrons les espèces qui se reproduisent dans les arbres et les**

**différents faciès de la forêt.** Elles appartiennent à l'ordre des Accipitridés (12 espèces), des Pandionidés (1 espèce) et des Falconidés (2 espèces).

Quelques taxons supplémentaires, à nidification rupestre, sont également installés dans les périmètres forestiers à la faveur de parois rocheuses : l'aigle de Bonelli, le faucon pèlerin, le gypaète barbu, les vautours fauve et pernoptère, toutes espèces à forte valeur patrimoniale dans notre pays.

Curieusement, parmi les indicateurs de gestion durable des forêts françaises (MAP, 2000) figure l'élanion blanc, rapace des milieux ouverts !

### Rapaces et gestion

La France héberge plus de 20 % des effectifs européens de neuf espèces : bondrée apivore (21-23 %), busard cendré (26 %), busard Saint-Martin (52-56 %), buse variable (25-27 %), circaète Jean-le-Blanc (31-35 %), faucon crécerelle (26-28 %), faucon hobereau (21-22 %), gypaète barbu (30-32 %) et milan noir (55-58 %). L'enquête souligne l'importance des milieux forestiers pour la reproduction des rapaces diurnes français (ils abritent les plus fortes densités reproductrices) notamment, à des degrés divers, pour les neuf espèces précitées. Le bilan patrimonial, inscrit au contrat État/ONF, retient deux rapaces au titre d'indicateurs des

Espèce	Nombre couples	Tendance d'évolution		Répartition nationale
		Effectif	Distribution	
Bondrée apivore	11-15 000	0	0	Partout sauf régions basses méditerranéennes et Corse
Milan noir	22 500-26 000	+1	+1	Sauf large bande NW-N, SE partie et Corse
Milan royal	3200-4200	0	+1	Diagonale SW à NE plus Corse
Vautour moine	8-10	N	N	Réintroduit dans les Causses
Circaète-Jean-le-Blanc	2400-2650	0	0	Au sud de l'axe Vendée-Sologne-Jura
Busard Saint-Martin	7800-11 200	+1	+1	Partout sauf bordures Sud et Est
Busard cendré	3800-5100	F	0	Surtout Centre-Ouest, NE, du massif central au Roussillon
Autour des palombes	4600-6500	+1	+1	Partout, rare au nord de l'axe pays de Loire/Pas de Calais
Épervier d'Europe	27-48 000	+1	+1	Tout le pays
Buse variable	125-176 000	+1	0	Tout le pays
Aigle royal	400-450	0	0	Alpes, Pyrénées, Sud Massif central
Aigle botté	380-650	0	0	Le long d'une diagonale NE/SW
Balbusard pêcheur	380-740	+2	+1	Centre et Corse
Faucon crécerelle	72-110 000	0	0	Tout le pays
Faucon hobereau	6500-9500	+1	0	Tout le pays
Rapaces rupestres parfois installés dans les massifs forestiers				
Gypaète barbu	37	0	0	Alpes, Corse, Pyrénées
Vautour fauve	540-600	+2	+1	Alpes, Causses, Pyrénées
Vautour pernoptère	69-75	0	0	Causses, Provence, Pyrénées
Aigle de Bonelli	23	-2	-2	Pourtour méditerranéen
Faucon pèlerin	1100-1400	+2	+2	Massifs montagneux et littoral de la Manche

*Effectifs et répartition en France d'après l'enquête 2000/2002 des rapaces forestiers nicheurs, et tendances\* d'évolution au cours du dernier quart du XX<sup>e</sup> siècle (d'après Livre rouge)*

Évolution des effectifs/de la distribution : +2 = augmentation supérieure à 50 % ; +1 = augmentation comprise entre 20 et 50 % ; 0 = stabilité ou variations comprises entre +20 et -20 % ; -1 = diminution comprise entre 20 et 50 % ; -2 = diminution supérieure à 50 % ; F = effectifs fluctuants ; N = nouvelle espèce nicheuse

\* = les tendances mentionnées ne proviennent pas de l'enquête 2000-2002 qui ne fournit pas de preuves de cette évolution (à l'exception de quelques espèces à faibles effectifs telles le balbusard pêcheur) faute de pouvoir comparer aux résultats antérieurs obtenus avec des protocoles distincts.

espèces patrimoniales : le balbuzard pêcheur et le milan royal. Ce même contrat nous demande de participer aux plans nationaux de restauration dont sept intéressent actuellement des rapaces présents dans les terrains gérés par l'ONF : aigle de Bonelli, autour des palombes sous-espèce Corse, balbuzard pêcheur, gypaète barbu, milan royal, vautour moine, vautour percnoptère. L'annexe 1 de la directive Oiseaux modifiée du 2 avril 1979 liste vingt espèces de rapaces nicheurs en France comprenant dix-sept des vingt recensées dans les terrains relevant du régime forestier. Quatre espèces, à savoir l'aigle botté, l'éla-

nion blanc, le circaète Jean-le-Blanc et le balbuzard pêcheur, sont listées dans l'indicateur 4.6 de la gestion durable des forêts françaises.

Ceci implique une prise en compte de ce patrimoine, élément de la biodiversité, et confère à notre gestion une forte responsabilité.

Deux axes de menaces sont souvent évoqués pour les milieux forestiers :

- la fragmentation des boisements, marquée principalement en plaine. Elle ne nous paraît pas de première importance pour les forêts domaniales et communales qui constituent des massifs de grande étendue et auxquelles le régime forestier offre des garanties fortes de maintien ;

- la gestion forestière et tout particulièrement les travaux pendant la période de reproduction.

### Actions recommandées

#### Suivis et localisation des couples et des nids

Connaître est la première nécessité. Les inventaires ZNIEFF et ZICO sont de précieuses sources d'informations. Les relations avec les ornithologues locaux sont toujours enrichissantes.

Les inventaires exhaustifs d'une forêt en interne et/ou avec des partenaires externes nécessitent une technique lourde qui combine la recherche des nids (beaucoup d'espèces sont fidèles à leur site de reproduction) et l'observation des cantonnements (parades, transports de matériaux ou de proies...) depuis des postes à large visibilité (à l'extérieur des massifs si nécessaire) entre février et août. Dans de nombreux endroits, des passionnés les mettent en œuvre et les publient. Un des derniers exemples en date concerne la prestigieuse forêt de Tronçais (03) (Fombonnat, 2004) où l'auteur synthétise vingt-deux années de suivi. En forêt domaniale d'Orléans (45), depuis 1995, sous l'égide de la DIREN, un comité de pilotage multipartenaires définit et réalise le suivi annuel de la population de balbuzard pêcheur et les opérations à mettre en œuvre, de même qu'à Chambord par le personnel de l'établissement.

Lors de chaque révision d'aménagement le point des connaissances mérite d'être réalisé et pris en compte, d'autant que, pour les espèces les plus localisées et à valeur patrimoniale élevée, la situation est généralement connue avec beaucoup de précision. Le réseau avifaune de l'ONF peut naturellement apporter sa contribution.

Il est également possible de solliciter les équipes de marteleurs qui localisent de nombreux nids dont la position pourrait être repérée (éventuellement à la peinture sur le terrain, au GPS) sur le croquis de la feuille de martelage puis transmise au correspondant biodiversité de l'UT (qui peut être formé au

#### Les grandes étapes du retour du balbuzard pêcheur reproducteur en France continentale et de son suivi



A. Perthuis, ONF

- 1984 : découverte en FD d'Orléans (45), nidification régulière depuis 1985.
- Suivi permanent du couple pionnier jusqu'en 1995 (surveillance, information, mesures limitatives des exploitations et de la chasse, clôture du site, interdiction photos et recueil de données biologiques).
- Nouvelles découvertes en 1991, puis installation à Chambord en 1995.
- Étude commandée par l'ONF en 1995 (Pratz, 1996) et début du programme de baguage (CRBPO), mise en place d'un comité de pilotage régional avec les partenaires associatifs et administratifs (2 réunions annuelles).
- Ouverture de l'observatoire du Ravoire en 1996, puis de la MF de la forêt avec retransmission caméra en 2001.
- Plan d'action national de 1997 à 2003, embauche d'un emploi jeune.
- En 2004, population dynamique (21 couples nicheurs) avec une bonne productivité tandis que d'autres indices d'installation se manifestent en France.

**Alain Perthuis**  
ONF, DT Centre-Ouest

besoin) pour identification. Le sommier de la forêt doit être renseigné et l'agent du triage impliqué dans les mesures conservatoires mises en œuvre.

De par leur présence sur le terrain, les agents de l'ONF sont conduits à rencontrer de nombreux rapaces dont certains peuvent être marqués (bagues couleur, décoloration du plumage, marques alaires). Une attention particulière mérite d'être apportée lors de telles rencontres. Il convient de consigner le maximum de détails qui seront transmis au réseau avifaune.

Plusieurs espèces bénéficient de réseaux structurés de suivis et surveillance, souvent dans le cadre de plans d'action nationaux. L'ONF a naturellement sa place comme partenaire dans ces structures et siège dans les comités de pilotage.

#### Gestion des habitats

Il semble que la gestion en futaie à longue révolution soit favorable aux rapaces qui occupent préférentiellement les lisières, ce qui est incontestablement un cas de figure fréquent dans nos forêts ! Le maintien de bouquets de pins dans les peuplements feuillus est considéré comme favorable car offrant une meilleure dissimulation du nid en début de reproduction avant la pousse des feuilles.

Quelques espèces affichent une grande fidélité à leurs nids : rapaces rupestres, balbuzard pêcheur, aigle botté, autour des palombes, milan royal... Aussi le maintien sur pied des arbres porteurs et le respect de leur environnement immédiat est-il conseillé : lors d'une coupe d'amélioration, ne pas marteler dans un rayon égal à la hauteur de l'arbre du nid à conserver ; lors d'une coupe définitive ou rase, soit s'assurer qu'un milieu de substitution proche existe, soit maintenir un îlot (de taille variable selon l'espèce et la situation, pouvant aller de quelques arbres isolés pour le balbuzard pêcheur à quelques ha pour l'autour Corse). Pour les espèces emblématiques, il est possible de s'orienter vers la mise en place d'une réserve biologique. Suivant une application stricte de la loi, une autorisation serait même nécessaire pour l'abatage d'un arbre avec nid (DIREN

#### Le gypaète dans les Pyrénées



A. Perthuis, ONF

Six agences pyrénéennes de l'ONF gèrent des espaces naturels propices aux différentes activités vitales du gypaète. Leurs personnels sont donc sensibilisés, pour les opérations de gestion, à la prise en compte des besoins de cet animal emblématique.

L'ONF est par ailleurs impliqué dans un réseau d'observation spécifique du gypaète (voir Chollet, 2003). Ce réseau est animé par la LPO et piloté par la DIREN Aquitaine. Il regroupe des services de l'État et des collectivités territoriales, des associations naturalistes, des gestionnaires de réserves naturelles et des structures d'éducation à l'environnement de part et d'autre des Pyrénées. L'ONF y intervient plus particulièrement sur la prospection et le suivi de couples, sur des comptages transfrontaliers et des opérations de nourrissage. Depuis 2002, les actions de ce réseau sont partiellement financées par un programme INTERREG.

Dans le futur, l'ONF et la LPO envisagent de collaborer pour la détermination de ZPS (zone de protection spéciale) dédiées au gypaète ainsi que la mise en place d'actions de gestion conservatoires spécifiques de ces zones, qui pourraient être financées par le MEDD.

**François Chollet**  
ONF, DT Sud-Ouest

Centre) ! Dans des cas précis, il est possible de construire des aires artificielles. Une récente étude bourguignonne souligne qu'après les tempêtes de fin 1999, la population d'autour des palombes peut rester cantonnée jusqu'à un seuil de perturbation du peuplement de 30 % (Penteriani *et al.*, 2002). Plusieurs espèces (bondrée apivore, grands aigles, circaète...) souffrent de la fermeture des milieux ouverts nécessaires à leurs activités de chasse. Il convient de ne pas s'acharner sur le boisement des terrains dont la rentabilité forestière reste hasardeuse.

Dans l'Aude, une gestion appropriée a pu être mise en place à destination de l'aigle royal.

Dans les landes du Pinail (86), la reconstitution des landes est même programmée pour fournir aux busards des milieux propices qu'ils ne trouvent plus dans les espaces d'agriculture céréalière intensive.

Les busards nichent au sol dans les couverts de landes ou de régénération. Lors des créations ou des entretiens de cloisonnements, à réaliser de préférence en dehors de la période critique d'avril à juillet, il est toujours possible

### L'aigle royal dans l'Aude

L'aigle royal (*Aquila chrysaetos*), dont l'aire de répartition est située dans l'hémisphère Nord, se rencontrait autrefois en France dans tous les grands massifs montagneux et forestiers, y compris en plaine. Les aigles ont été décimés au 19<sup>e</sup> et début du 20<sup>e</sup> siècle. La réglementation, à compter de 1970, et l'interdiction du DDT, ont mis fin à ce qui semblait une irréversible disparition. Aujourd'hui, l'espèce a reconquis l'essentiel des massifs de l'arc alpin, des Pyrénées et du centre et sud du Massif central. L'enquête nationale de 2000/2002 permet d'estimer la population nationale à 412/432 couples nicheurs.

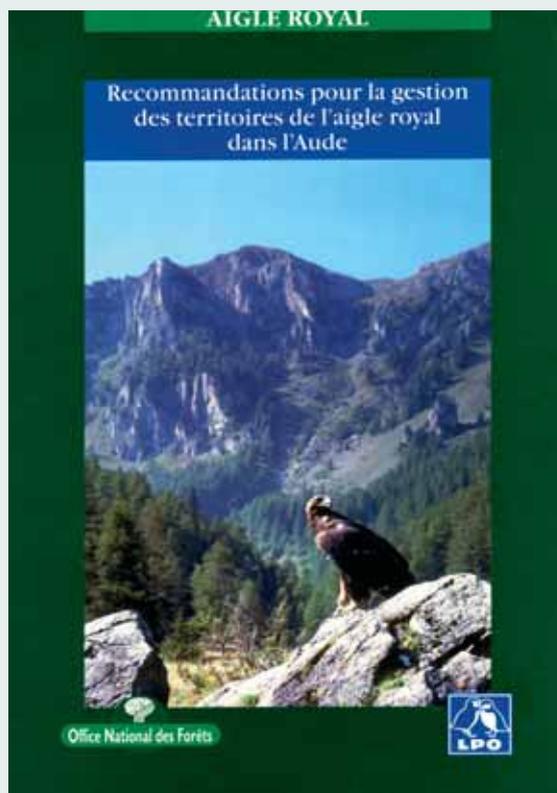
Dans l'Aude, c'est entre 100 et 1800 m d'altitude que 16 couples territoriaux se partagent une vingtaine de territoires. Face à l'abandon des espaces pastoraux et aux dérangements occasionnés par les activités humaines, l'ONF et la LPO ont rédigé une plaquette sur la connaissance et la protection de l'aigle royal dans l'Aude (Recommandations pour la gestion de l'aigle royal dans l'Aude, ONF/LPO – 12/1993). Ce document richement illustré et fortement documenté a été diffusé auprès de l'ensemble des personnels de l'ONF du département, des administrations, des élus des collectivités forestières, des professionnels exploitants et entrepreneurs forestiers et enfin, des services forestiers concernés en France par l'aire de répartition de l'aigle royal. La LPO Aude s'est chargée de la diffusion auprès du public.

À la suite de cette initiative une réelle sensibilisation a permis d'engager des actions de réouverture de milieux (également mise en œuvre ailleurs à destination de l'aigle de Bonelli par pâturage ovin). L'ONF a entrepris de 1995 à 1999 sur son budget travaux, sept opérations de réouverture de milieux au profit de l'aigle royal dans les forêts domaniales, représentant une surface de 21,5 ha. L'ONF a souvent avancé l'objectif de réhabilitation d'espaces en faveur des grands rapaces au même titre que l'objectif de lutte contre les risques d'incendie lors du montage des projets de coupures vertes pastorales. L'objectif d'amélioration du potentiel alimentaire de chasse de l'aigle royal a permis de renforcer aux yeux des financeurs l'intérêt des projets à vocation DFCI dans certains secteurs de la Montagne noire en particulier.

Les renouvellements des peuplements par transformation dans les grandes forêts domaniales des Corbières occidentales offrent encore à l'aigle royal des surfaces de chasse non négligeables dans un contexte local fortement frappé par la déprise et la reforestation. Enfin des opérations de brûlage dirigé à forte vocation cynégétique, visant la dynamisation des populations de petit gibier sont susceptibles de profiter fortement aux grands rapaces.

Relevons que le conseil général de l'Aude, cofinanceur habituel avec la région, l'État et la Communauté Européenne de l'ensemble de ces actions de protection des milieux et des espèces présente sur son site Internet ([www.cg11.fr](http://www.cg11.fr)) un document interactif remarquable ayant pour vocation une meilleure connaissance des rapaces nicheurs de l'Aude.

**Thierry Rutkowski**  
ONF, DT Méditerranée



de relever le broyeur (à défaut de sur-seoir) sur quelques dizaines de mètres autour du point de décollage de la couveuse afin de préserver la nichée (consignes aux chauffeurs). Plusieurs couples peuvent être établis dans la même parcelle et sont généralement démonstratifs lors d'intrusions sur zone.

En Corse, dans le cadre d'un programme LIFE Nature pour une gestion conservatoire des habitats à pin laricio, piloté par l'ONF, un guide technique permettra une meilleure prise en compte de la sous-espèce cyrno-sarde de l'autour des palombes, dont moins de 100 couples peuplent l'île.

S'il est illusoire de vouloir interdire tous les travaux forestiers pendant la période de reproduction, ceux-ci doivent néanmoins être réfléchis en prenant en compte la présence de ces espèces, tout comme pour l'ouverture de nouvelles pistes. C'est sans conteste le problème majeur des relations forestiers/rapaces et

le sujet sur lequel des demandes seront formulées dans les DOCOB (documents d'objectif) ! L'application ne devrait pas souffrir d'exceptions pour celles bénéficiant d'un plan de restauration. Le périmètre de sécurité préconisé, adapté à la topographie, varie de 100 à 300 m de rayon. Il est donc nécessaire pour les exploitations de mentionner des restrictions aux clauses particulières (du type clause biodiversité : exploitation = abattage, façonnage, débardage, interdite du... au...) et de différer les travaux sylvicoles à une autre période. La DT Auvergne-Limousin a rédigé avec le concours d'un ornithologue spécialiste une plaquette très détaillée sur le circaète Jean-le-Blanc en instance de parution.

Dans les futaies feuillues du Nord-Ouest, les derniers stades de la régénération abritent régulièrement et presque exclusivement la reproduction du faucon hobereau. Nicheur tardif, l'envol de la nichée intervient autour du 15 août ; aussi l'abattage de ces coupes devrait-il se réaliser après le 1<sup>er</sup> septembre par exemple voire plus tard, ce qui limiterait également l'abattage en feuilles sur semis.

De nombreux massifs conduits depuis des décennies en futaie régulière présentent des peuplements très fermés. Des éclaircies plus vigoureuses bénéficient à la biodiversité en général et aux rapaces en particulier.

#### Contrôle des perturbations, sensibilisation, formation

L'accueil du public prend une place croissante dans nos missions et les activités sportives et de loisirs se développent dans les milieux forestiers. Une règle de base consiste à s'abstenir d'organiser des activités de groupe à l'intérieur des parcelles au printemps, *a fortiori* à proximité de zones de reproduction identifiées. Les chercheurs de mues de cerf, incontrôlés et difficilement contrôlables, sont mentionnés comme source perturbante à Tronçais (Fombonnat, 2004). Ponctuellement, les battues de chasse de fin de saison délocalisent les oiseaux (vautour moine dans les Causses par exemple). De la même manière il ne sera pas délivré d'autorisations de photographie ou prise de son

au nid pour les espèces bénéficiant d'un plan national (le gypaète barbu bénéficie d'un arrêté réglementaire – 24 février 2000 – sur un rayon de 700 m). La négociation doit permettre de régler ces aspects de même que l'information des adjudicataires avec au besoin mention aux clauses particulières des lots. La fermeture des pistes à la circulation autre que professionnelle est une mesure intéressante aux abords des sites de reproduction.

En milieu rocheux, les conflits sont fréquents pour le partage des parois. Les solutions négociées (au besoin avec chartes ou convention), ont jusqu'ici largement prévalu. Le recours à l'arrêté de protection de biotope existe si le désaccord persiste.

*A contrario*, la visite canalisée et/ou encadrée est éventuellement possible comme sur le site du Ravoir en forêt domaniale d'Orléans où l'on peut observer directement à distance, sans le déranger, le balbuzard pêcheur et sa famille, ou l'admirer par retransmission vidéo dans le cadre d'une maison de la forêt voisine.

Les programmes de formation professionnelle incluent des modules ornithologiques, les rapaces y tiennent leur place. Les membres du réseau avifaune peuvent au besoin dispenser des sessions ciblées.

#### Actions de soutien

##### ■ Entretien et construction d'aires

Sans juger du fondement de telles mesures, au moins deux espèces bénéficient en France de telles opérations : le balbuzard pêcheur et le faucon pèlerin. Pour le premier, force est de constater que la construction d'ébauches de nids ne rencontre le succès que là où l'espèce est déjà implantée. Aucun des essais réalisés ailleurs en France n'a à ce jour permis la fixation durable d'un couple. Pour le balbuzard pêcheur, la mise à disposition d'un nid artificiel de substitution peu permettre de régler sans dommages un problème de gestion ! Dans le cas du faucon pèlerin, les échecs répétés de 20 % des couples jurassiens avec pour causes l'insalubrité de l'aire choisie et son accessibilité aux prédateurs ont conduit à entre-

#### Prise en compte de l'avifaune endémique dans les habitats à pin laricio de Corse, autour des palombes cyrno-sarde *Accipiter gentilis arrigonii* (Kleinschmidt, 1903)

Dans le cadre du programme LIFE Nature (LIFE00NAT/F/7273) – pour une gestion conservatoire des habitats à pin laricio (2001-2004), piloté par l'Office National des Forêts – région Corse, une des nombreuses actions du programme (D1) vise le suivi de la faune endémique et la réalisation d'un guide technique pour la prise en compte des populations par les propriétaires et les gestionnaires. Deux espèces ont pu bénéficier de cette action : la sittelle corse et l'autour cyrno-sarde.

L'autour des palombes cyrno-sarde est un oiseau sédentaire forestier dont la population est estimée entre 37 et 80 couples en Corse. La fragmentation des données sur ce faible effectif nous a contraint à cibler notre recherche en partenariat avec le parc naturel régional de la Corse sur les ZPS. Nous avons réalisé un ensemble d'inventaires ciblés sur les stations les plus propices durant les périodes optimales suivant un protocole et des fiches de suivis pré-établis ainsi qu'une fiche de description de l'aire. Des massifs de l'Ospedale et Bavella au Sud aux territoires du Nord, d'Asco à la forêt d'Aitone, des centaines heures d'observations ont permis de connaître un peu mieux l'utilisation du domaine vital et de localiser quelques zones de nidification. Ces données seront bientôt intégrées dans un guide technique qui permettra une meilleure prise en compte de cette espèce forestière dans les plans de gestion et les aménagements forestiers.

Dominique Chéry  
ONF, DR Corse

prendre le ré-aménagement ou l'aménagement de nombreuses aires artificielles dans les parois rocheuses avec une certaine efficacité et des moyens parfois peu naturels (béton, PVC...) ! Ce genre de mesure ne sera en principe entrepris que dans le cadre d'un programme bien défini.

### ■ Perchoirs

Bon nombre d'espèces utilisent des postes d'affût pour chasser. Aussi le maintien de quelques arbres sur pied, souvent de faible valeur y compris des arbres morts, dans les grandes coupes de régénération et rases valorise ces terrains de chasse et sert de postes de guet aux femelles de busards qui s'y reproduisent.

### ■ Nourrissages

Dans le cadre de plans d'actions, les charniers ou placettes d'alimentation favorisent le succès de la reproduction et la survie des espèces totalement ou partiellement nécrophages. Des équipes de l'ONF se sont vu confier l'entretien de sites de nourrissage dans les Pyrénées, à destination du gypaète barbu qui a ainsi pu coloniser de nouveaux territoires. L'arrêté ministériel du 7 août 1998 a fixé le cadre réglementaire de ces pratiques, encadrées au niveau départemental par la direction départementale des services vétérinaires. Aujourd'hui les nouvelles conditions européennes (crises épizootiques obligent) rendent son application plus difficile si des adaptations ne sont pas trouvées !

### ■ Réintroduction d'oiseaux

La remise en liberté des oiseaux réhabilités dans les centres de soins agréés ne relève pas de ces techniques (voir site de l'union nationale des centres de sauvegardes de la faune sauvage : <http://www.chez.com/uncs>).

Les lâchers d'oiseaux dans le cadre de programmes de réintroduction d'espèces disparues ou dont les populations sont au seuil de l'extinction sont des opérations lourdes nécessitant des autorisations ministérielles. Elles s'inscrivent dans la durée et ont jusqu'à ce jour concerné trois espèces de Vautours :

- gypaète barbu dans les Alpes : 44 individus en France de 1985 à 2002,

## Repères

### Protection des rapaces

- Code de l'environnement (article L. 411-1 et article R. 211-1) qui a codifié la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Le code de l'environnement prévoit que pour les espèces présentant un intérêt scientifique particulier ou devant être préservées au titre du patrimoine biologique sont interdits :

- la destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;
- la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces.

Les mesures de protection spécifiques à chaque espèce sont prévues par des arrêtés conjoints du ministre chargé de la protection de la nature et, soit du ministre chargé de l'agriculture, soit lorsqu'il s'agit d'espèces maritimes, du ministre chargé des pêches maritimes.

- Arrêté du 17 avril 1981 (modifié) fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire :

article 1 : Falconiformes : toutes les espèces de rapaces diurnes sous réserve de l'article 4bis (qui concerne la chasse au vol et les modalités d'autorisation de désairage d'autour des palombes et épervier d'Europe) – Strigiformes : toutes les espèces de rapaces nocturnes.

- Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département : gypaète barbu, vautour moine, aigle de Bonelli, faucon crécerellette.

- Directive n°79/409/CEE du conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages

Article 4.1 : les oiseaux figurant en annexe I (24 espèces de rapaces diurnes et 4 de nocturnes) font l'objet de mesures de conservation spéciales concernant leur habitat afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution (ZPS).

- Convention de Berne du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Loi n° 89-1004 du 31 décembre 1989 (JORF 2/01/1990) et Décret n° 90-756 du 22 août 1990 (JORF 28 août) entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> août 1990).

Annexe II : espèces de faune strictement protégées :

Falconiformes : toutes les espèces de rapaces diurnes ;

Strigiformes : Tytomidae : toutes les espèces — Strigidae : toutes les espèces

- Convention de Bonn du 23 juin 1979 sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Loi n° 89-1005 du 31 décembre 1989 (JORF 2/01/1990) et décret n° 90-962 du 23 octobre 1990 (JORF 30 oct) entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 1990).

Annexe I : Falconiformes

Annexe II : Strigiformes

Jean-Marc Brézard  
ONF, direction technique

- vautour fauve dans le sud du Massif central (gorges de la Jonte, du Tarn, de la Vis) et les Alpes du Sud (Baronnies, Diois et gorges du Verdon) : au total 284 oiseaux lâchés de 1981 à 2002,

- vautour moine dans les Causses : 54 individus lâchés de 1992 à 2003.

Ces opérations ont permis le retour spectaculaire et réussi de ces grandes espèces en des lieux d'où elles avaient disparu plus ou moins récemment (échec dans les gorges de la Vis), et s'inscrivent dans des programmes validés à l'échelle internationale, l'ONF apportant son appui et son soutien sur le terrain.

### ■ Réseau électrique

Le réseau de transport électrique représente une menace forte (électrocution, collision) pour les oiseaux et en particulier les rapaces (686 cas recensés de 1982 à 1991, Sériot et Rocamora, 1992). Cette mortalité peut se révéler préjudiciable pour les espèces au statut fragile. Divers dispositifs existent pour réduire avec efficacité ce facteur (rendre visible les câbles, systèmes d'effarouchement, enfouissement des lignes). Leur mise en place est à étudier au cas par cas sur les tronçons à proximité des sites de reproduction forestiers pour les espèces patrimoniales.

### Protection juridique

Les dispositions législatives et réglementaires accordent une protection stricte en tout temps à toutes les espèces de rapaces diurnes de notre territoire métropolitain (Art. L.211-1 du code rural et arrêté modifié du 17 avril 1981). Seules des autorisations ministérielles (arrêté du 31 janvier 1984) autorisent le désairage pour la pratique de la chasse au vol d'exemplaires d'épervier d'Europe ou d'autour des palombes. Pour de telles demandes instruites dans les forêts relevant du régime forestier, nous conseillons l'application des principes suivants : ne pas intervenir sur des couples isolés, prélever dans une aire contenant deux à trois jeunes (deux dans la charte de l'Association nationale des Fauconniers et Autoursiers) et éviter le prélèvement annuel dans le même nid et toujours dirigé sur des femelles.

Plusieurs textes internationaux (directive Oiseaux, conventions de Berne et de Bonn) conduisent à la mise en œuvre de mesures de conservation de leurs habitats. Les ZICO forestières, préliminaire à la désignation des ZPS du réseau Natura 2000, hébergent plus de 50 % des effectifs nationaux de sept espèces : aigle de Bonelli, vautour moine, gypaète barbu, vautour fauve, vautour percnoptère, aigle royal, circaète Jean-le-Blanc (Deuceuninck, 2001). Le réseau des réserves biologiques de l'ONF abrite 33 couples nicheurs de 10 espèces sur 225 km<sup>2</sup> en 1999 (Beaudesson, 2000).

### Pour conclure...

Les actions simples préconisées ne remettent pas en cause la gestion sylvicole qui nécessite généralement de petites adaptations, souvent localisées dans l'espace ou le temps. Les résultats obtenus, tel le développement du balbuzard pêcheur dans les forêts de production de la Loire moyenne, témoignent de notre volonté d'intégrer la biodiversité en général et les rapaces en particulier dans notre travail quotidien.

**Alain PERTHUIS**

ONF, DT Centre-Ouest  
service technique et recherche  
animateur du réseau avifaune  
alain.perthuis@onf.fr

### Bibliographie

BEAUDESSON P., 2000. Observatoire du patrimoine naturel des réserves biologiques. Analyse et bilan de l'enquête de 1999. Paris : ONF. 226 p.

CHOLLET F., 2003. Réseaux animaliers pyrénéens : de l'observation à la gestion forestière multifonctionnelle. Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 2, pp. 42-45

DECEUNINCK B., 2001. Enquête ZICO forestières de France. Seconde partie : analyses et définitions des priorités de conservation. Paris : LPO, ONF. 159 p.

FOMBONNAT J., 2004. Bilan de 22 années de suivi d'une population

nicheuse de rapaces diurnes, dans une chênaie du Centre de la France. Nos Oiseaux, n° 51, pp. 65-84.

JOUBERT B., (à paraître). Connaissance et protection des oiseaux. Précautions sylvicoles. Le Circaète Jean-le-Blanc. Lempdes : ONF DT Auvergne-Limousin. 12 p.

Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2000. Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises. Paris : MAP. Direction de l'espace rural et de la forêt. 129 p.

Parc National des Cévennes, 2004. Rapaces forestiers et gestion forestière. Les Cahiers techniques, 51 p.

PENTERIANI V., MATHIAUT M., BOISSON G., 2002. Immediate species responses to catastrophic natural disturbances : windthrow. Effects on density, productivity, nesting stand choice, and fidelity in northern Goshawks (*Accipiter gentilis*). The Auk, vol. 119, n° 4, pp. 1132-1137

PRATZ J.L. et al., 1996. Le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) : étude de la population nicheuse en région Centre. Collection Les dossiers forestiers de l'ONF, n°1. Paris : ONF. 101 p.

RAMEAU J.C., GAUBERVILLE C., DRAPIER N., 2000. Gestion forestière et diversité biologique : identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Paris : ENGREF, ONF, IDF. 119 p.

ROCAMORA G., YEATMAN-BERTHELOT D., 1999. Oiseaux menacés et à surveiller en France. Paris : SEOF, LPO. 560 p.

SEROT J., ROCAMORA G., 1992. Les rapaces et le réseau électrique aérien. Analyse de la mortalité et solutions. Paris : LPO, EDF. 19 p.

THIOLLAY J.M., BRETIGNOLLE V., 2004. Rapaces nicheurs de France : distribution, effectifs, conservation. Paris : Delachaux et Niestlé. 176 p.

## *Cenococcum geophilum* : un champignon méconnu et pourtant omniprésent

Voici une espèce longtemps énigmatique, dont le rôle dans la nutrition des arbres, et peut-être plus encore dans la résistance au stress hydrique, pourrait être d'importance.

Dans l'humus des sols forestiers, de nombreux champignons s'associent aux racelles des arbres pour former les ectomycorhizes (Garbaye, 2004). À l'interface entre l'arbre et le sol, cette flore fongique joue un rôle très important en facilitant la nutrition minérale (surtout azote et phosphore) et l'absorption de l'eau. En retour, les arbres fournissent du sucre à ces champignons bénéfiques. Un seul arbre adulte peut réaliser cette symbiose ectomycorhizienne avec une centaine d'espèces fongiques différentes.

Souvent considérés comme des curiosités, les mycorhizes et les champignons mycorhiziens méritent une attention particulière, ne serait-ce que pour leur rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème forestier. Parmi les explications sur leur méconnaissance près de 120 ans

après leur découverte, signalons tout simplement le fait que les ectomycorhizes de taille réduite sont difficiles à observer en forêt.

Les Basidiomycètes constituent l'essentiel des espèces ectomycorhiziennes : parmi elles figurent un grand nombre d'espèces comestibles, non comestibles et parfois très toxiques (amanites, cortinaires, bolets, lactaires, russules, tricholomes, inocybes, hébélomes) et même certaines « croûtes ». Toutefois, il existe aussi des Ascomycètes ectomycorhiziens : on pense d'emblée aux truffes mais d'autres espèces sont concernées.

Faisons justement plus ample connaissance avec un Ascomycète mycorhizien bien particulier : *Cenococcum geophilum* Fr.

### Un champignon présent dans le monde entier

Le « *Cenococcum* » est un champignon peu banal : il a une répartition universelle mais sa forme sexuée n'est pas connue ! En effet, *Cenococcum geophilum* a été signalé dans les forêts tempérées, méditerranéennes et boréales où il forme des mycorhizes avec de nombreuses espèces d'arbres : chênes, hêtre, pins, sapin, épicéa... C'est, semble-t-il, le champignon ectomycorhizien le plus répandu sur Terre. Toutes les études récentes de terrain sur les ectomycorhizes le signalent !

Les connaissances sur les mycorhizes ont progressé ces dernières années notamment grâce à l'utilisation des techniques de la biologie moléculaire. En 2002, une thèse financée par



Fig. 1 : ectomycorhize de *Cenococcum geophilum* sur épicéa

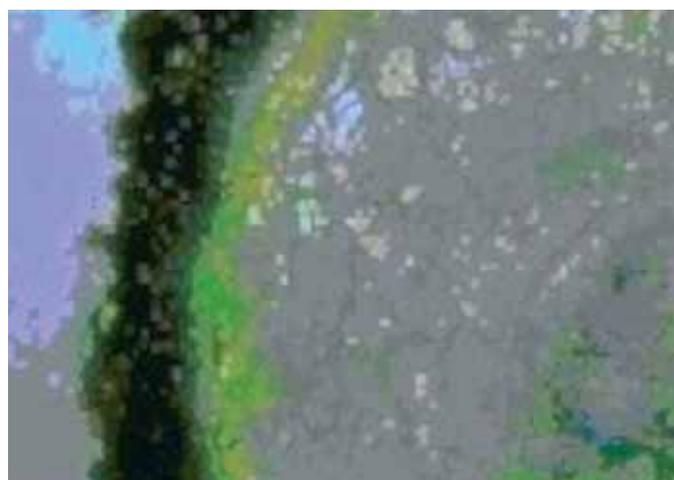


Fig. 2 : coupe transversale d'ectomycorhize de *Cenococcum*

l'ONF et la région Lorraine a porté sur la diversité génétique de *Cenococcum* (Jany *et al.*, 2002 ; 2003). Tout récemment, la thèse de Franck Richard (2004) consacrée aux champignons ectomycorhiziens du chêne vert en Corse signale aussi l'importance de *Cenococcum* (voir plus loin).

### Des mycorhizes d'un noir de jais

Comme l'indiquent Ponge (1988) et Garbaye (1990), les ectomycorhizes de *Cenococcum* ont été décrites par de nombreux auteurs. Leur couleur noire (on parle de « jet black mycelium », en français noir de jais) et les nombreuses hyphes partant à angle droit constituent deux caractères remarquables. Leur forme générale est en massue, quelquefois dichotomique chez les pins mais jamais ramifiée (figure 1). Certains auteurs évoquent plus prosaïquement le nom de « mycorhize poilue ». *Cenococcum* coexiste souvent avec d'autres mycorhizes, en l'occurrence sur le cliché avec une mycorhize claire.

En microscopie, la mycorhize est bien caractérisée (figure 2). Le manteau qui, comme son nom l'indique entoure la radicelle, est de couleur typique noire. Il est formé des cellules mélanisées du champignon assemblées comme un mur de pavés ronds. En dessous du manteau, se trouve une couche de cellules jaunâtres de l'arbre : les cellules à tanins.

Le réseau de Hartig est l'ensemble des cellules du champignon en contact avec le parenchyme végétal. Le mycelium externe formé d'hyphes épaisses noires est bien caractéristique.

### Un champignon à sclérotés

Rappelons que chez les champignons, les sclérotés sont des condensations de mycelium qui constituent des formes de résistance et ne se rencontrent que chez certaines espèces.

Chez *Cenococcum*, les sclérotés se présentent sous forme de sphères noires d'un diamètre qui peut varier de 0,2 à 7 mm. Pour certains, on observe des hyphes noires comme chez les mycorhizes souvent reliés à des particules de terre (figure 3).

### Une énigme pour la systématique

C'est au début du siècle dernier qu'une remarquable monographie a été consacrée à *Cenococcum* par Ferdinandsen et Winge (1925) qui ont fait le point des connaissances de l'époque. *Cenococcum* n'était alors connu que par ses sclérotés. Ils rapportent que ce champignon est signalé dans de nombreux pays d'Europe dans des milieux variés : forêt, lande et tourbière. Les forêts de hêtre sont souvent citées mais aussi les forêts de chêne, pins, etc. Ils montrent que c'est un vrai sclérote et qu'il ne renferme pas de spores comme l'avaient signalé précédemment à tort plusieurs auteurs. Ils émettent l'hypothèse que *Cenococcum* peut former des mycorhizes et concluent qu'un champignon d'une telle importance doit

jouer un grand rôle dans le sol. L'appartenance à *Cenococcum* du sclérote et de la mycorhize n'a été confirmée que plus tard notamment par Trappe (1971 *in* Ponge 1988). La place de *Cenococcum* dans la systématique a constitué depuis longtemps une énigme. Ferdinandsen et Winge rapportent même qu'à leur époque des doutes avaient été émis sur sa nature fongique.

Après de nombreux errements, c'est finalement la biologie moléculaire qui a récemment pu apporter des éléments clairs de classification : en fait *Cenococcum geophilum* est bien un Ascomycète. Espèce à part, c'est le premier Loculoascomycète mycorhizien. En effet, ces champignons, caractérisés par une fructification subglobuleuse, sont généralement saprophytes ou parasites. Dans ce groupe, on rencontre d'ailleurs de nombreuses espèces de couleur noire. D'autre part, le fait que *Cenococcum* soit asexué n'est pas aberrant si l'on fait une analogie avec certaines glomales, champignons endomycorhiziens qui ont évolué de façon asexuée depuis le Dévonien.

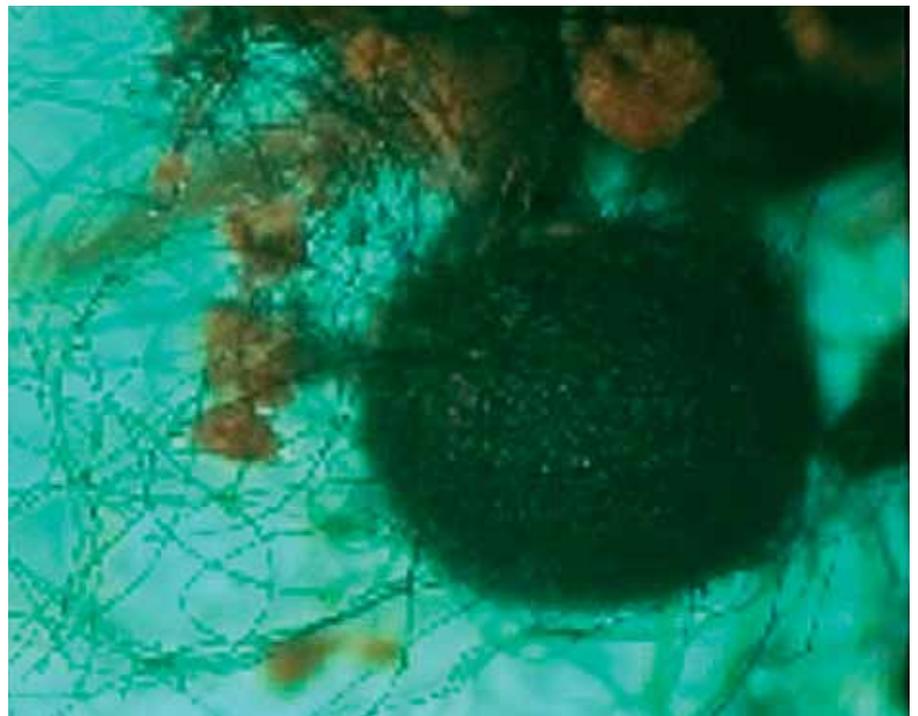


Fig. 3 : sclérote à hyphes noires

Par ailleurs, nous ne sommes pas au bout de nos surprises : Jany *et al.* (2002) ont mis en évidence une forte variabilité génétique de ce micro-organisme à l'échelle régionale. Des prélèvements de *Cenococcum* ont été réalisés dans cinq sites répartis dans les hêtraies lorraines aux caractéristiques stationnelles différentes. La technique de RAPD (random amplified polymorphic DNA) (en français, amplification aléatoire d'ADN polymorphe) a été appliquée à des isolats du champignon. Ceux-ci provenaient de mises en culture de sclérotés prélevés dans les placettes. Elle a révélé une grande variabilité génétique entre les placettes. Dans un échantillon de un dm<sup>3</sup> de sol prélevé dans un site, on a même pu détecter une variabilité locale en distinguant jusqu'à trois types génétiques de *Cenococcum*. Tous ces résultats impliquent pour *Cenococcum* qu'une recombinaison génétique a bien lieu malgré l'absence de forme sexuée !

### **Cenococcum champignon fossile**

Ferdinandsen et Winge (1925) relatent que le premier paléontologue à citer l'importance de *Cenococcum* en tant que fossile est Weber en 1896 ce qu'ils ont eux-mêmes confirmé à partir d'échantillons fossiles. *Cenococcum* est signalé comme fossile dans la tourbe par plusieurs auteurs en Scandinavie et au Canada. Il est même indiqué comme le plus courant des fossiles des périodes préglaciaires (Pléistocène) et interglaciaires. Ce champignon a donc pu se développer au cours de périodes très froides puis à des périodes tempérées.

Plus récemment, des observations surprenantes ont été réalisées dans la grotte de Ramioul située dans la province de Liège en Belgique, une grotte calcaire. Parmi les découvertes effectuées dans ce site, on rapporte qu'en 1986, des sphères noires, ressemblant à du caviar,

incrustées dans les fines couches d'argile ont attiré l'attention des personnes en charge de la grotte. L'examen minutieux a révélé qu'il s'agissait de sclérotés fossilisés de *Cenococcum geophilum* (Malloch *et al.*, 1986). Deux formes de sclérotés légèrement différentes ont même été distinguées.

Des études menées par Malloch et ses étudiants en Ontario ont révélé que les sclérotés de *Cenococcum* peuvent être transportés par l'eau et qu'on les trouve en abondance dans les eaux de ruissellement printanières. Pour le site de Ramioul, les chercheurs ont émis l'hypothèse que les sclérotés fossilisés, d'une importance inhabituelle, avaient été déposés sur les parois de la grande salle de la grotte lorsque les eaux de ruissellement avaient reculé, il y a de cela entre 7500 et 2500 ans.

Ces observations illustrent l'importance des sclérotés de *Cenococcum geophilum* dans les sols puisqu'on les retrouve même à l'état fossile.

### **Importance de Cenococcum**

Nous avons vu que *Cenococcum* était un champignon particulièrement abondant dans les sols forestiers. Des études en Scandinavie citent une abondance relative de 15 à 18 % des mycorhizes rencontrées et une biomasse de sclérotés de 440 kg/ha. Dans le Nord-Est de la France, l'importance des mycorhizes de *Cenococcum* en hêtraie a été estimée à 47 % (Blaise et Garbaye, 1983). Récemment, une étude sur le chêne vert en Corse (Richard, 2004) donne une proportion de 24 % à 75 % d'apex mycorhizés par ce champignon. Jean André (communication personnelle) a observé *Cenococcum* partout dans les sols de pessière à myrtille dans les Alpes mais réparti de façon hétérogène : il est plus abondant dans les mor et les moder que les mull et à un endroit donné plus présent dans la couche OH que la couche OF.

D'autre part *Cenococcum geophilum* est connu pour sa production d'antibiotiques. Ponge (1988) en observant minutieusement un humus sous pin sylvestre a pu observer des figures de dissolution bactérienne à proximité du champignon. Il a aussi noté la présence de *Cenococcum* à l'intérieur d'aiguilles ou à la surface d'écorces de pins laissant supposer aussi une activité saprophytique du champignon.

Des études physiologiques en conditions contrôlées montrent que *Cenococcum* est moins performant que d'autres Basidiomycètes comme *Laccaria laccata* ou *Paxillus involutus* pour la nutrition des arbres. Toutefois, *Cenococcum* présente une aptitude particulière : il est plus résistant au stress hydrique que les autres mycorhizes et il permet aux racines absorbantes de rester fonctionnelles plus longtemps. Il a même la capacité de remplacer les autres champignons symbiotes déficients lors de ces phases de sécheresse (Jany, 2003). *Cenococcum* est donc un élément important des écosystèmes forestiers qui contribue à la résistance des arbres à la sécheresse (Garbaye, 2004) ! Une autre étude a mis en évidence la résistance de *Cenococcum* à l'action allélopathique\* de la molinie sur des semis de chêne rouge (Timbal *et al.*, 1990).

Enfin, *Cenococcum geophilum* pourrait être influencé par des modifications du sol comme l'amendement calcique. Le Tacon rapporte qu'un apport de calcium dans une hêtraie sur sol acide en Normandie a fait diminuer son importance (Le Tacon *et al.*, 2001). Mais Bakker *et al.* (2000) trouvent plutôt le contraire dans une expérimentation sur chêne. La fréquence du champignon est corrélée au pH du sol : plus le pH est élevé soit naturellement soit après amendement, plus il y a de mycorhizes de *Cenococcum*. Cette question mériterait d'être approfondie.

\* Tout effet direct ou indirect, positif ou négatif d'une plante sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement.

## Comment observer *Cenococcum* ?

Il apparaît donc que parmi la multitude des micro-organismes du sol et parmi les nombreuses espèces ectomycorhiziennes (5 000 environ en forêt tempérée), *Cenococcum geophilum* est un acteur important de l'écosystème forestier qu'il est souhaitable de connaître.

L'observation des mycorhizes est possible en forêt à l'aide d'une loupe de terrain. Il suffit de prélever dans l'humus une racine de faible diamètre et d'enlever les particules de terre. Le cliché (fig. 4) reproduit ce que l'on peut observer : une racine principale et les racines courtes dont certaines sont mycorhizées par *Cenococcum* (et d'autres par un champignon à mycelium blanc). La taille des mycorhizes noires est d'un mm. En salle sous une loupe binoculaire et dans l'eau, l'observation est évidemment plus aisée et on peut même constater que *Cenococcum* est moins sensible au dessèchement consécutif au transport que les autres mycorhizes.

L'observation des sclérotés sur le terrain peut se faire sur un profil de sol. Elle est plus facile dans les sols podzoliques au niveau de l'horizon OH. Dans le cadre des études qui utilisent les sclérotés, on effectue les prélèvements par tamisage des horizons du sol.

### Hubert VOIRY

ONF, agence de Remiremont  
service patrimonial  
animateur du réseau national  
mycologie  
hubert.voiry@onf.fr

## Bibliographie

BAKKER M.R., GARBAYE J., NYS C., 2000. Effect of liming on the ectomycorrhizal status of oak. *Forest Ecology and Management*, vol. 126, pp. 121-131



H.Voiry, ONF

Fig. 4 : observation de racines d'épicéa à la loupe

BLAISE T., GARBAYE J., 1983. Effets de la fertilisation minérale sur les ectomycorhizes d'une hêtraie. *Acta Oecologia Plantarum*, n° 18, pp. 165-169

FERDINANDSEN C., WINGE O., 1925. *Cenococcum* Fr. A monographic study. *Den Kongelige Veterinaer-og Landbohøjskole Aarsskrift*, pp. 332-382

GARBAYE J., 1990. Pourquoi et comment observer l'état mycorhizien des plants forestiers. *Revue forestière française*, vol. 42, n° 1, pp. 35-47

GARBAYE J., 2004. Pourquoi une si grande diversité de champignons associés aux racines des arbres forestiers ? *Rendez-vous techniques de l'ONF*, n°5, pp. 4-9

JANY J.L., GARBAYE J., MARTIN F., 2002. *Cenococcum geophilum* population show a high degree of genetic diversity in beech forests. *New Phytologist*, vol. 154, pp. 651-659

JANY J.L., GARBAYE J., MARTIN F., 2003. Respiration activity of ectomycorrhizas from *Cenococcum geophilum* and *Lactarius* sp. in relation to water potential in five beech forest. *Plant and Soil*, vol. 255, pp. 487-494

LE TACON F., SELOSSE M.A., GOSSELIN F., 2001. Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et gestion forestière 2<sup>ème</sup> partie : interventions sylvicoles et biodiversité. *Revue forestière française*, vol. 53, n°1, pp. 55-80

MALLOCH D., GREVILLE D., HUBART J.M., 1986. Présence exceptionnelle de sclérotés de champignons fossiles dans la Grotte de Ramioul. *Bulletin des chercheurs de la Wallonie*, n° 27, pp. 89-96

PONGE J.F., 1988. Étude écologique d'un humus forestier par l'observation d'un petit volume. III. La couche F1 d'un moder sous *Pinus sylvestris*. *Pedobiologia*, n° 31, pp. 1-64

RICHARD F., 2004. Les champignons ectomycorhiziens du chêne vert en Corse. Diversité et rôle de la symbiose. Thèse de doctorat.

TIMBAL J., GELPE J., GARBAYE J., 1990. Étude préliminaire sur l'effet dépressif de la molinie sur la croissance et l'état mycorhizien de semis de chêne rouge. *Annales des sciences forestières*, vol. 47, n° 6, pp. 643-649

## Dégradation des arbres par des champignons lignivores

Quels sont les agents et les processus responsables de la dégradation du bois ? Indispensable au mycologue ou au pathologiste, la connaissance des champignons lignivores n'est pas sans intérêt dans le domaine de la biodiversité, comme dans celui du diagnostic des arbres en ville...

Les 23 et 24 septembre 2004, des journées consacrées à la dynamique de dégradation des arbres par des champignons lignivores ont été organisées à Tournai en Belgique par Arboresco, association d'arboriculteurs et par Hainaut développement. Ce colloque s'inscrivait dans la problématique de gestion de l'arbre en milieu urbain. Il a rassemblé environ 150 participants de divers pays : arboristes, paysagistes, mycologues, gestionnaires de patrimoines arborés publics, experts parmi lesquels une douzaine d'experts et conseillers du réseau Arbre Conseil® ONF des DT Méditerranée, Île-de-France, Lorraine et Sud-Ouest. Parmi les intervenants figuraient des spécialistes en arboriculture mais aussi des chercheurs de différents pays. Ce texte reprend surtout les informations concernant les champignons lignivores.

### Quelle dangerosité des arbres en ville ?

Dans les parcs et jardins et en ville, les arbres ont vocation à être maintenus le plus longtemps possible. L'une des préoccupations majeures des gestionnaires est de pouvoir évaluer leur dangerosité à l'égard du public en fonction principalement des risques de rupture de tronc ou de branches. Le diagnostic confié à des experts s'appuie sur une analyse visuelle et sur des méthodes d'évaluation de la tenue mécanique de l'arbre.

Comme en milieu forestier, l'arbre en ville est sujet à des attaques parasitaires qui peuvent être liées à des facteurs abiotiques : déficit hydrique, excès d'eau, minéralisation des sols, travaux de voirie... dont les risques peuvent être aggravés par le piétinement et la pollution. Outre ces pathologies, l'expert s'intéresse aux défauts de structure, et en particulier aux altérations dues aux champignons lignivores. Il ne s'agit pas bien sûr de faire abattre un arbre dès que l'on observe un champignon sur le tronc ou les racines mais plutôt de déterminer l'importance relative du bois carié, et son incidence sur la tenue mécanique de l'arbre.

Plusieurs paramètres interviennent et en particulier l'essence et le champignon incriminé. L'identification de l'espèce fongique responsable de la pourriture est une information importante pour le diagnostic. Nous rappellerons des éléments de biologie sur les champignons lignivores, leur mode d'action, les mécanismes de résistance des arbres et un aperçu des techniques de diagnostic.

### Quels champignons dégradent le bois des arbres ?

Souvent répertoriés avec les cryptogames (algues, mousses, fougères...) les champignons sont en fait à présent considérés comme un règne à part : le règne fongique.

Les champignons comme les végétaux sont immobiles et comme les cryptogames peuvent se reproduire par des spores. Mais ils sont incapables de photosynthèse c'est-à-dire qu'ils sont hétérotrophes.

Trois modes de vie liés à l'hétérotrophie sont classiquement distingués : saprophyte, parasite ou symbiote. Les champignons lignivores qui nous intéressent sont des parasites lignicoles car ils se développent sur des arbres vivants. Certains sont des parasites vrais et peuvent coloniser les tissus vivants mais beaucoup sont de réels saprophytes car ils ne peuvent vivre que dans les parties mortes d'un arbre vivant : branches mortes, bois de cœur... Certains ont même les deux facettes comme le fomès (*Heterobasidion annosum*) parasite d'aubier sur le pin et saprophyte de bois de cœur chez l'épicéa.

Ces champignons sont essentiellement des basidiomycètes. Les plus courants sont appelés polypores. Ce terme recouvre des espèces coriaces à pores incrustés dans la chair et à pied absent ou rudimentaire. Les plus connus sont le fomès, l'amadouvier, les ganodermes, les phellins, etc. D'autres lignivores à lames sans pied sont par exemple des pleurotes et d'autres plus classiques à pied et lames sont des armillaires, hypholomes...

Les ascomycètes qui constituent un groupe immense sont peu représentés parmi les lignivores. Citons *Ustulina deusta* en forme de croûte noire et grise.

### Attaque par le champignon

Sur un arbre vivant, l'infection est transmise en général par les spores du champignon à la faveur d'une « porte d'entrée ». Il s'agit soit de blessures soit d'ouvertures naturelles (branche cassée, lenticelle...). Les plaies peuvent être provoquées par des attaques d'insecte ou par des blessures de taille, d'élagage ou de débardage. L'écorce est la meilleure protection de l'arbre contre ces champignons, et le maintien de son intégrité est important : attention aux blessures d'abattage et de débardage en forêt et aux plaies d'élagage en parc et jardins. Une console d'amadouvier est capable de produire une quantité invraisemblable de spores : jusqu'à 887 000 000 par heure. Les spores peuvent aussi être véhiculées par la sève et se développer sur un arbre affaibli sans que la voie d'entrée paraisse évidente. Cela concerne les pourritures du tronc et des branches.

D'autres caries peuvent apparaître sur les grosses racines ou à la base des troncs : le fomès se propage par les spores sur les souches puis par le mycélium par contact racinaire. Les armillaires colonisent les racines par leurs rhizomorphes (mycélium en cordons).

La plupart des lignicoles peuvent coloniser le bois de cœur. Citons comme exception une espèce qui n'attaque que l'aubier du hêtre : *Schizophyllum commune*, petite espèce blanchâtre à lames particulières.

### La dégradation du bois : différents types de pourritures

Une fibre de bois est composée en moyenne de 50 % de cellulose, 25 % d'hémicellulose et 25 % de lignine.



Une pourriture cubique

H. Voiry, ONF



Le polypore marginé (*Fomitopsis pinicola*)

H. Voiry, ONF

Schématiquement, le bois peut être comparé à un bloc de béton armé. La lignine confère la rigidité et peut être comparée au béton. La cellulose et l'hémicellulose donnent l'élasticité, c'est l'armature. Dans le détail, ces composés se situent dans les parois des différentes cellules du bois.

Les champignons lignivores par leurs hyphes excrètent des enzymes puissantes capables de dégrader les composés du bois. En fait chaque espèce a son mode d'action particulier selon son arsenal enzymatique et la réaction de l'arbre. On peut distinguer trois grands types de pourriture.

Les **pourritures cubiques** appelées aussi marron cubiques ou rouge cubiques : elles résultent de la dégradation préférentielle de la cellulose (voir photo). Le bois perd de son élasticité et devient cassant. L'arbre peut se briser soudainement. Citons comme agents de pourriture cubique : le polypore soufré (*Polyporus sulphureus*), le polypore marginé (*Fomitopsis pinicola*) (voir photo) ou la phéole de Schweinitz (*Phaeolus schweinitzii*).

**Les pourritures blanches** : elles concernent près de 80 % des espèces lignivores et résultent de la dégradation préférentielle de la lignine. Le bois devient blanc fibreux. Les champignons fabriquent en quelque sorte de la pâte à papier. Citons les ganodermes, le polypore géant, les tramètes... On distingue une pourriture blanche dite simultanée où cellulose et lignine sont dégradées. C'est le fait par exemple de l'amadouvier : *Fomes fomentarius* (voir photo).

On distingue enfin la **pourriture alvéolaire** : cellulose puis lignine sont dégradées par petites poches, en alvéole. Citons comme exemple l'ascomycète *Ustulina deusta*.

### La compartimentation : réaction de l'arbre aux attaques infectieuses

Dans la phase d'infection, les premiers agents sont des bactéries puis des champignons microscopiques. Les champignons lignivores s'installent ensuite. Le risque d'infection d'une blessure où le bois est mis à nu dépend de la dimension de la plaie : au delà de 10 cm<sup>2</sup> le risque devient plus important.

À la suite d'une blessure, les arbres élaborent des barrières pour limiter la progression des micro-organismes envahisseurs et s'en protègent en isolant la zone atteinte. La création de barrières par l'arbre est appelée compartimentation. Ce mécanisme a fait l'objet de recherches aux États-



Pourriture simultanée sur hêtre due à l'amadouvier (*Fomes fomentarius*)

Unis dans les années 1970 par Alex Shigo.

En simplifiant, on peut distinguer deux phénomènes. D'une part, la création d'une zone de réaction du bois. L'arbre émet des phénols, des terpènes et bouche certains vaisseaux conducteurs avec des thylles. D'autre part, la création d'une zone de barrage marquée par une ligne noire. Le cambium forme un mur de cellules qui protégera le bois qui sera formé après la blessure. Ces phénomènes sont observables sur la section d'un tronc au niveau d'une blessure ancienne.

Dans le processus de compartimentation, on peut considérer que le but ultime de l'arbre est la préservation de son cambium. Un arbre creux vivant est un exemple de compartimentation réussie. Toutes les essences n'ont pas la même aptitude : certaines compartimentent très bien (hêtre, charme, chêne, tilleul et érable), d'autres plus difficilement (bouleau, marronnier, frêne).

### Diagnostic de tenue mécanique

L'expertise s'appuie sur une analyse visuelle complète de l'arbre. C'est la

méthode VTA (visual tree assesment) mise au point par l'allemand Clauss Mattheck. La mise en évidence, le cas échéant, d'une attaque de champignons et l'identification de l'espèce sont des points importants de cette démarche d'expertise. La difficulté est que le sporophore du champignon n'est visible qu'au bout d'un certain temps. C'est la partie émergée de l'iceberg... l'arbre peut être carié depuis très longtemps au cœur sans que cela soit visible. Toutefois, l'expérience de l'expert lui permet de déceler des indices (écoulements, bosses, lésions, fissures, cavités internes...) symptomatiques d'une attaque de lignivores. L'expert identifie également comment l'arbre a réagi à ces attaques et s'il a mis en place les barrières de compartimentation. L'état physiologique est un facteur déterminant dans la réaction de l'arbre aux agressions.

Cette analyse visuelle peut être complétée par l'utilisation d'outils d'aide au diagnostic : maillets, résistographe, marteau à ondes sonores, sylvotest, tomographe à ondes. Ils permettront à l'expert de quantifier et de localiser avec précision le degré d'altération du bois par le



H. Voiry, ONF

Hêtre « champignonné » (*Fomes fomentarius* et *Fomitopsis pinicola*)

champignon lignivore. Des protocoles ont été également mis au point pour calculer les contraintes mécaniques maximales que pourra supporter l'arbre avant rupture. Ils restent d'un usage limité et doivent être corroborés par les résultats du diagnostic.

### Discussion

Cette approche de la tenue mécanique des arbres en rapport avec la présence de champignons lignivores fournit des informations intéressantes sur la biologie de ces espèces et sur la réaction des arbres dans un

domaine encore peu vulgarisé. Les experts accumulent des informations et des observations qui complètent les connaissances sur ces champignons. D'autre part, ils peuvent être confrontés à d'autres espèces. Tout cela milite pour un rapprochement entre experts du réseau Arbre-Conseil® et membres du réseau mycologie. Cette coopération permettrait de confronter les déterminations en cas d'espèce nouvelle et d'enrichir la connaissance de la biologie des espèces. Cette relation a déjà commencé puisque certains experts ont pu assister aux journées de formation du campus sur les

champignons lignivores et la mycologie. D'autre part, un projet commun de réalisation d'un cd rom d'identification des principales espèces de champignons lignivores est en cours.

Ces connaissances sur la biologie des champignons lignivores sont importantes aussi dans le domaine de la biodiversité. Les champignons lignivores sont à l'origine des cavités des arbres qui servent ensuite de refuge à diverses populations d'insectes, d'oiseaux ou de chauve-souris. D'autre part dans le compartiment bois mort, les champignons lignivores (appelés aussi saproxyliques par analogie avec les insectes) jouent un rôle très important dans la décomposition du bois. Les champignons qui se développent sur l'arbre debout conditionnent la nature des espèces fongiques qui se succéderont ensuite sur le tronc couché. La forme de pourriture a aussi son importance : la pourriture cubique retient l'eau et constitue un substrat favorable aux champignons mycorhiziens et à la régénération naturelle.

Les connaissances sont à conforter dans le domaine de l'arbre « champignonné ». Tous les champignons responsables n'ont pas la même incidence économique ni écologique. Des recherches dans ce domaine ont été réalisées au Danemark ou en Suède. Il serait intéressant aussi d'exploiter cette bibliographie.

#### Bernard ALMERAS

ONF, DT Lorraine  
service commercial  
animateur du réseau national  
arbre conseil  
bernard.almeras@onf.fr

#### Hubert VOIRY

ONF, agence de Remiremont  
service patrimonial  
animateur du réseau national  
mycologie  
hubert.voiry@onf.fr

## Gîtes sylvestres à chiroptères : une étude pour mieux connaître les facteurs environnementaux

*La forêt est source de biodiversité. Certains scientifiques vont même plus loin, considérant ce milieu comme une zone refuge pour un bon nombre d'espèces. Il est aujourd'hui admis par la plupart des chiroptérologues qui travaillent sous climat tempéré, que la forêt est un espace où se sont réfugiées la plupart des espèces de chauves-souris. Pourquoi en forêt ? Parce que si comme tous les espaces naturels, la forêt subit des modifications, c'est peut-être là qu'elles sont les moins pesantes sur un environnement global plus ou moins dégradé.*

### Quelques rappels sur la biologie et l'écologie des chiroptères

L'ordre des Chiroptères compte 1200 espèces au monde, dont 33 en France métropolitaine. Toutes les espèces françaises sont nocturnes et insectivores, ce qui leur impose d'utiliser un système très perfectionné d'écholocation (émission d'un son et retour de l'écho pour dresser une image de l'environnement immédiat) pour se mouvoir dans un espace en trois dimensions. Mais qui dit écholocation, dit exigences très fortes vis-à-vis de la structure du paysage. En effet, une rupture de l'habitat peut empêcher un animal de se disperser, ce dernier ayant perdu ses repères « visuels ». Autre point important, chaque femelle met au monde un seul jeune par an, rarement deux. La perte d'un individu au sein d'une colonie constitue donc un coût non négligeable pour une colonie, dont les effectifs varient en fonction de l'espèce.

Ces différents points ont des conséquences quant à l'impact de ces animaux sur leur environnement. Un individu peut dévorer jusqu'à 50 % de son poids par nuit, soit pour une pipistrelle



Murin de Natterer (*Myotis nattereri*)

commune, l'équivalent de 1000 moustiques. De plus, certaines espèces (les plus sensibles comme la barbastelle, le murin de Beschtein ou de Natterer par exemple) **sont particulièrement adaptées pour se focaliser sur les pullulations d'insectes ravageurs**. Ces deux dernières ont la capacité de **glaner les chenilles à la surface des feuilles des arbres**. L'intérêt de les conserver est donc évident pour le forestier.

### Un constat alarmant

En France comme en Europe, toutes les espèces de chauves-souris sont suivies de près, et le constat est frappant : les effectifs de plusieurs espèces chutent depuis les années 1960. Certaines mesures ont freiné ce processus, mais la situation reste alarmante pour certaines espèces (Mayle 1990 ; Mitchell-Jones *et al.*, 1993). Ceci s'explique par la dégradation progressive de l'environnement, par la fermeture ou la dégradation des gîtes d'hibernation et d'estivage, à cause des pollutions directes ou indirectes (entraînant une perte de proies potentielles ou une intoxication des animaux), ou par destruction directe des animaux par des individus peu sensibles à la protection de la nature. De fait, la forêt est considérée comme une zone refuge pour les chauves-souris par de nombreux scientifiques. C'est d'autant plus vrai pour les espèces presque exclusivement forestières comme le murin de Bechstein. **La responsabilité du gestionnaire forestier est donc très fortement engagée.**

### L'état des connaissances

Les Nord-Américains sont les plus en avance quant à l'acquisition de connaissances sur les mammifères en forêt. Les chauves-souris sont fortement concernées, ces espèces ayant déjà fait l'objet de deux colloques sur le sujet (en 1995 et en 2004). Pourtant, ils admettent que le sujet est vaste, et que les connaissances ne sont que très fragmentaires, à la fois sur leur répartition en forêt, leur abondance, et leur autécologie. Enfin, même si les forêts feuillues représentent 51 % de la surface forestière aux USA et au Canada, il est étonnant de constater que seuls les peuplements résineux font

l'objet d'observations (Miller *et al.*, 2003). Cette pénurie d'informations s'explique principalement par le caractère récent des techniques d'observation des chiroptères, comme la détection ultrasonore, et par la difficulté de suivre une population (Fenton, 2003 ; Mills *et al.*, 1996 ; O'Shea *et al.*, 2003).

En Europe, les travaux qui traitent de cette problématique sont très récents. Ils se contentent d'être très descriptifs, qu'il s'agisse des terrains de chasse (Roué et Barataud, 1999), ou des gîtes sylvestres, en se focalisant sur quelques arbres occupés par des chauves-souris (Arthur et Lemaire, 1999 ; Giosa et Fombonnat, 1999 ; Hermanns *et al.*, 2003 ; Jones, 1995 ; Mayle, 1990 ; Pénicaud, 2000, 2003 ; Van der Wijden *et al.*, 1999). Très récemment, une synthèse a été proposée par les Allemands, à partir de toutes les études qu'ils ont réalisées depuis plus de 10 ans (Meschede et Heller, 2003). Mais il faut être prudent dans la généralisation des mesures proposées, car les forêts allemandes ont une histoire, donc une composition, une structure et une sylviculture trop différentes des forêts françaises. Les chauves-souris sont-elles sensibles à ce point à l'histoire des forêts ? En tout cas, le cortège d'espèces est

quelque peu différent entre l'Allemagne et la France, tout comme le climat. Leurs résultats doivent donc être modulés. D'ailleurs, les toutes dernières études françaises sur le murin de Bechstein montrent une différence très marquée entre les deux pays... (Barataud comm. pers.).

### Une étude en forêt de Rambouillet (78)

Une étude (voir encadré protocole) a été menée en 2003 et 2004 en forêt domaniale de Rambouillet, dans l'objectif de mieux connaître l'utilisation des gîtes sylvestres par les chauves-souris en situation de grand massif forestier. Opération délicate, puisqu'il était nécessaire de grimper jusqu'au gîte pour s'assurer de son utilisation, soit au moment de l'observation, soit antérieurement (traces anciennes d'occupation). Il était donc impensable d'inventorier toutes les cavités. **L'objectif était de se mettre à la place du forestier qui doit faire des choix de gestion, lors des martelages par exemple, et qui doit facilement reconnaître l'arbre-type à chauves-souris qu'il doit conserver (s'il existe, et sans distinction de l'espèce), et celui qui n'a que peu de chances d'être sélectionné par ces animaux.**

### protocole

Six zones de 5 à 10 ha, représentatives des situations forestières rambolitaines, ont été échantillonnées ; tous les arbres (à partir d'un diamètre de 7 cm) et toutes les cavités susceptibles d'abriter un animal y ont été décrits. En vue de trouver les variables explicatives de la présence et de l'absence de chauves-souris dans un arbre, en fonction des caractéristiques de l'arbre et du gîte, mais aussi en tenant compte de l'environnement immédiat de l'arbre potentiellement accueillant, plus de 40 variables ont été utilisées à chaque échelle pour décrire chaque arbre, avec :

- pour les cavités : origine et type, position sur l'arbre, état sanitaire à leur niveau, diverses mesures internes et externes, ou sur les entrées,
- pour les arbres : essence, statut social, présence de bois de qualité (tranchage), morphologie (dendrométrie, stature, formes de la cime et du houppier, volume du houppier), ou encore état sanitaire,
- et pour leur environnement immédiat (à 10, 20, 30, 40 et 50 m autour de chaque arbre à cavités), nombre total d'arbres, par essence, par vitalité, par diamètres, statut social, nombre total ou moyen de cavités (par type), occupés ou non par des chauves-souris, ou encore distance aux lisières les plus proches (clairières, chemins) ou éléments structurants (du type buisson ou point d'eau de surface).

Toutes ces données ont été traitées avec une méthode d'analyse multivariée prédictive (régression logistique pas à pas), puis les individus ont été analysés pour chaque variable décrite comme pertinente lors de la régression (tests de Student et du Khi2).

## Du peuplement à la cavité : facteurs environnementaux de gîte des chiroptères

Au total, 3 942 arbres ont été décrits, pour près de 3 000 arbres avec un diamètre suffisant pour qu'apparaissent des cavités (> 12 cm). Deux cent soixante-cinq arbres présentaient des cavités (soit 6,7 %), dont seulement 39 hébergeaient des chauves-souris (1 %). Cela représente un total de 565 cavités potentielles, avec seulement 52 utilisées par ces chiroptères, comme le montre la figure 1, information inédite compte tenu que les autres travaux du genre ne traitaient pas la composante cavité en terme de potentialité d'accueil.

■ **À l'échelle du peuplement forestier**, il apparaît que les chauves-souris semblent sensibles à leur environnement jusqu'à 30 m du gîte. Jusqu'à cette distance, la présence de chênes et de trembles serait plus favorable que celle de bouleaux, de charmes ou de hêtres. Les arbres choisis par les chauves-souris y sont surtout dominants, à diamètres plus élevés que la moyenne, et dépérissants pour beaucoup. Très logiquement, plus le nombre de cavités est élevé à proximité, plus les chauves-souris sélectionneront leur gîte parmi elles. Pourtant, nos résultats ont montré qu'un observateur aurait aussi près de 40 % de chances de se tromper en voulant prédire la présence et l'absence de chauves-souris en fonction de ces critères.

■ **À l'échelle de l'arbre**, les résultats sont plus encourageants, puisque les niveaux de prédiction sont voisins de 95 %. On peut donc considérer qu'il existe un arbre-type à chauve-souris à Rambouillet. Si certaines variables interviennent peu, comme la hauteur totale, la hauteur des premières branches (qui doivent être basses), ou le volume du houppier, ce sont d'autres critères qui permettent de différencier les arbres intéressants les chiroptères. Il s'agit du nombre de cavités, du diamètre, du rayon du houppier et de la hauteur de grume, qui doivent être élevés. Les chênes sont particulièrement attractifs, d'autant plus s'ils sont

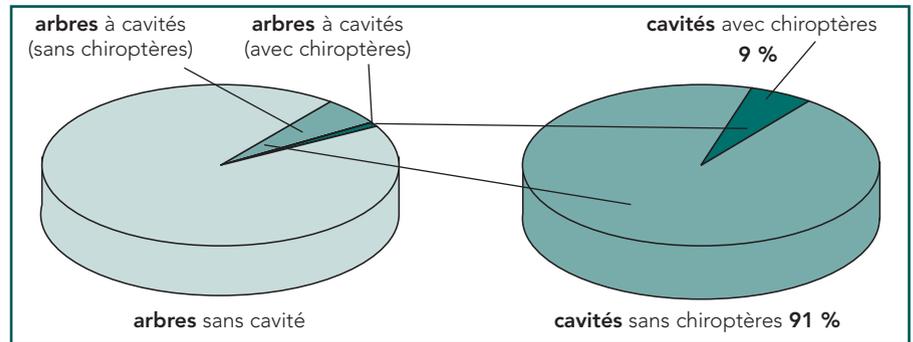


Fig. 1 : répartition des arbres et des cavités en fonction de la présence de chiroptères

dominants, avec un houppier étalé, et surtout sains, sinon dépérissants. Ce dernier point est très important à prendre en compte, car les données relatives aux autres groupes biologiques proposent de conserver surtout les arbres morts pour la biodiversité. Cette règle ne s'applique pas aux chauves-souris. Les écorces décollées, caractéristiques des arbres morts, sont parfois utilisées, mais essentiellement par des pipistrelles.

■ **À l'échelle de la cavité**, sur les 565 décrites, on rencontrait 1/4 de fentes, 1/4 de trous de pics, 1/4 d'écorces décollées, et 1/4 de cavités diverses (caries, bases de branches mortes, etc.). Nos résultats montrent qu'il est par contre plus facile de prédire l'absence de chauves-souris (91 %), que leur présence (75 %). Certaines variables contribuent, comme la hauteur du gîte par rapport au sol, mais aussi la profondeur interne, le nombre

d'entrées ou leur hauteur. Les cavités utilisées sont surtout sur des charpentières saines, et correspondent à des cavités ascendantes et descendantes ou des fissures étroites (trous de pics déjà dégradés et fentes). Ce dernier point ne fait que confirmer ce que d'autres études descriptives avaient mis en avant (Pénicaud, 2000 et 2003 ; Van der Wijden *et al.* 1999).

**Globalement, à Rambouillet (forêt issue de TSF appauvris), les chauves-souris recherchent des chênes sains dominants dans le peuplement, mais ne correspondant pas à des arbres de très bonne qualité technologique. Elles recherchent aussi un compromis entre les cavités les plus hautes possibles dans l'arbre, et des gîtes à l'entrée étroite, dont l'intérieur serait profond et haut.** Ceci explique que les charpentières soient principalement utilisées, même si on trouve des chauves-souris dans des cavités sur les troncs...



L'environnement type des arbres à chiroptères...

## Conclusion, impacts pour la gestion conservatoire des forêts de plaine

Comme nous l'avons dit à l'échelle européenne, chaque résultat décrit un état de fait sur un site donné à un moment donné. Ce site a une histoire et un fonctionnement stationnel et écologique qui lui sont propres. Il est donc impossible d'extrapoler nos résultats à l'ensemble des forêts de plaine que nous gérons. Aujourd'hui encore, quelques règles simples peuvent tout de même s'appliquer, sans que ces orientations de gestion apparaissent négatives pour le cortège chiroptérologique.

Du point de vue de la gestion, les résultats de notre étude permettent d'affiner certaines directives pour la prise en compte de la biodiversité. Il est très important de maintenir des arbres morts en forêt pour une certaine biodiversité saproxylique, cependant, cette proposition ne conviendra pas aux chauves-souris. Il est donc souhaitable de rassembler en îlots ces arbres, avec d'autres individus moribonds, et des arbres sains avec des trous de pics et des fentes (qui peuvent être sur les charpentières), où on peut laisser s'exprimer d'autres essences comme le tremble, et, entre autre, au cœur des parcelles de production. Ces îlots doivent être matérialisés sur le terrain, pour permettre de les suivre. Enfin, si cette étude contribue à mieux connaître les relations entre la forêt et les chauves-souris, elle reste insuffisante, et il sera nécessaire de poursuivre des recherches dans ce sens. Il s'agit certainement d'une future mission du réseau mammifères non ongulés de l'ONF, en partenariat avec la Société française pour l'étude et la protection des mammifères...

**Laurent TILLON**

ONF, direction de l'environnement et du développement durable  
département biodiversité  
animateur du réseau national mammifères non ongulés  
laurent.tillon@onf.fr

## Remerciements

Je profite de cet article pour remercier Stéphane Aulagnier (INRA et la Société française pour l'étude et la protection des mammifères SFPEM), pour sa grande disponibilité et ses précieux conseils, ainsi que François Moutou (Président de la SFPEM), Jacques Bardat (et tous les membres du comité scientifique de gestion des réserves biologiques de Rambouillet), et les collègues de Rambouillet qui ont largement contribué à faire avancer ce travail de longue haleine. Grâce à eux, cette étude a été sanctionnée par un diplôme universitaire.

## Bibliographie

ARTHUR L., LEMAIRE M., 1999. Recherche de Noctules communes dans les arbres situés en milieu urbain. Actes des 8èmes Rencontres nationales « Chauves-souris » de la SFPEM, Paris : Symbioses, pp. 3-4

FENTON M.B., 2003. Science and the conservation of bats : Where to next ? Wildlife society bulletin, vol. 31, n° 1, pp. 6-15

GIOSA P., FOMBONNAT J., 1999. Quelques données sur les gîtes arboricoles en forêt de Tronçais (Allier). Actes des 8èmes Rencontres nationales « Chauves-souris » de la SFPEM. Paris : Symbioses, pp. 5-6.

HERMANN S. U. et al., 2003. Erstnachweis einer Wochenstube der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), in Mecklenburg-Vorpommern und Bemerkungen zur Ökologie. *Nyctalus*, vol. 9, n° 1, pp. 20-36

JONES G., 1995. Flight Performance, Echolocation and Foraging Behavior in Noctule Bats *Nyctalus noctula*. *Journal of Zoology*, n° 237, pp. 303-312

MAYLE B.A., 1990. A Biological Basis for Bat Conservation in British Woodlands : a Review. *Mammal Review*, vol. 20, n° 4, pp. 159-195

MESCHEDE A., HELLER K.G., 2003. Écologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe*, n° 16, 248 p

MILLER D.A., et al., 2003. Habitat management for forest-roosting bats of North America : a critical review of habitat studies. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 31, n° 1, pp. 30-44

MILLS D.J., et al., 1996. Designing surveys for microchiropteran bats in complex forest landscapes : a pilot study from south-east Australia. *Forest Ecology and Management* vol. 85, n° 1-3, pp. 149-161

MITCHELL-JONES A.J., et al., 1993. The Growth and Development of Bat Conservation in Britain. *Mammal Review*, vol. 23, n° 3-4, pp. 139-148

O'SHEA T.J., et al., 2003. Monitoring trends in bat populations of the United States and territories : status of the science and recommendations for the future. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 31, n° 1, pp. 16-29

PENICAUD P., 2000. Chauves-souris arboricoles en Bretagne (France) : typologie de 60 arbres-gîtes et éléments de l'écologie des espèces observées. *Le Rhinolophe*, n° 14, pp. 37-68.

PENICAUD P., 2003. Enquête nationale sur les arbres-gîtes à chauves-souris arboricoles. *Mammifères sauvages*, vol. 46, pp. 18-19

ROUE S.Y., BARATAUD M.C., 1999. Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatoire. *Le Rhinolophe*, vol. spécial n° 2, pp. 1-136

VAN DER WIJDEN B., VERKEM S., et al., 1999. L'importance du type de cavité et de la structure forestière pour la sélection de gîtes par des chauves-souris arboricoles. Actes des 8èmes Rencontres nationales « Chauves-souris » de la SFPEM. Paris : Symbioses, pp. 11-16.

# Recommandations sylvicoles pour la conservation de *Rosalia alpina* (Linné) (*Insecta, Coleoptera, Cerambycidae*)

Ces recommandations pratiques nous montrent combien une gestion forestière au quotidien soucieuse d'une réelle prise en compte des espèces, permet le maintien d'une espèce comme la rosalie alpine, sans avoir recours à des mesures de protection drastiques et contraignantes.

## Connaître la rosalie alpine

### Description

*Rosalia alpina* est un insecte appartenant à l'ordre des Coléoptères, famille des Cerambycidae (longicornes). Il est aisément reconnaissable par sa grande taille avoisinant souvent les 30 à 40 mm et par sa coloration gris bleuté barrée de trois bandes noires plus ou moins complètes. Il n'y a pas de confusion possible avec d'autres coléoptères Cérambycides de nos régions.

### Biologie

Le cycle de développement de l'espèce dure de 2 à 3 ans. Les plantes hôtes actuellement connues sont : *Fagus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Quercus*, *Salix*, *Alnus*, et *Crataegus* sp. En montagne et en Europe centrale, le hêtre semble être l'unique plante hôte.

Les adultes se rencontrent sur les troncs morts ou fraîchement coupés des plantes hôtes. L'émergence varie de fin juin à août selon la latitude, l'altitude et les conditions météorologiques.

### Répartition

L'espèce est présente en Europe moyenne, centrale et méridionale jusqu'en Crimée, Caucase et Asie mineure, Turquie, Iran et Syrie. En Europe, elle se trouve dans une zone comprise entre le nord de l'Espagne, le bassin parisien, la Pologne, le Bosphore et le Péloponnèse.



La rosalie alpine

## Pourquoi un statut d'espèce protégée ?

La notion de rareté est très relative et dépend avant tout de la localisation du site étudié par rapport à l'aire de répartition de l'espèce. En Europe du Nord (Allemagne, Pologne notamment), les forêts de hêtres sont très dégradées et beaucoup d'entre elles ont été remplacées par des résineux. Ceci peut expliquer le recul actuel de l'espèce vers le sud où elle est encore bien présente voire commune.

Les pays très sensibilisés aux problèmes écologiques correspondent à ceux où *Rosalia alpina* n'est pas ou peu présente, d'où une image de rareté et de symbole de protection. C'est le cas pour le Royaume-Uni, la Belgique, les Pays-Bas, le Luxembourg et l'Allemagne. Ce sont des pays dont l'entomofaune est très médiatisée. Par opposition, dans les pays peu prospectés (notamment ceux de l'ex-bloc de l'Est, République Tchèque, Slovaquie, Hongrie, Bulgarie, Roumanie, ex Yougoslavie...) et moins préoccupés

par les problèmes écologiques, *Rosalia alpina* est commune, largement distribuée et absolument pas rare.

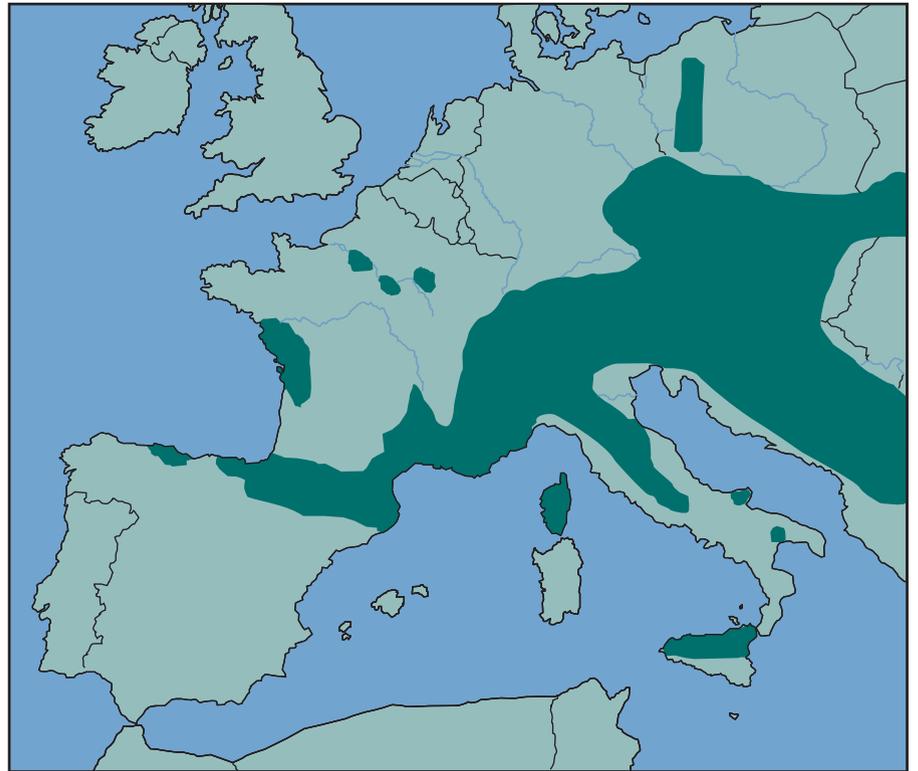
En ce qui concerne la France, l'espèce est relativement commune voire abondante par endroits dans les Alpes, le Massif central et les Pyrénées, massifs dans lesquels la hêtraie couvre de vastes surfaces. Il y a toutefois des zones, notamment dans les Pyrénées, où la rosalie est totalement absente malgré des biotopes favorables.

Cette espèce apparaît globalement rare en Europe car sa fréquence d'observation est basée sur une zone en limite d'aire de répartition où son habitat est en régression. Il semble donc que le statut d'espèce protégée de *Rosalia alpina* corresponde davantage à une impression perçue par des personnes issues de pays dans lesquels l'espèce est soit en régression, soit localisée (zone périphérique de répartition), qu'à une réalité basée sur la connaissance globale de sa fréquence sur l'ensemble de son aire de répartition géographique.

De plus, il faut rappeler que l'espèce est en général très discrète et passe souvent totalement inaperçue même dans les zones où elle est bien présente. Les contacts sont souvent accidentels, mais il arrive parfois de rencontrer plusieurs individus ensemble sur des troncs attractifs (coupe de l'année, exposition au soleil en bord de route ou en clairière favorable à « l'échauffement » du bois). Quoiqu'il en soit, le nombre de contacts ne permet en aucun cas d'apprécier l'abondance de l'espèce sur un site. Cela permet seulement de confirmer la présence, mais l'absence de contact ne doit pas systématiquement être interprétée comme absence sur le site.

### Réflexions générales sur le maintien de l'espèce

Bien que l'espèce soit relativement bien présente en France, des recommandations de gestion devront être appliquées pour favoriser le maintien de l'espèce, maintien qui ne semble



Carte de répartition de *Rosalia alpina* en Europe de l'Ouest

pas globalement compromis par la gestion actuelle.

### Habitat à rosalie : rappel et mise au point

Le maintien de l'espèce passe bien évidemment par le maintien des hêtraies. De nombreuses citations ou réflexions ont tendance à présenter la vieille hêtraie comme seul habitat favorable au développement de la rosalie. Non ! L'habitat de la rosalie est le simple morceau de bois mort dans lequel l'insecte va effectuer son cycle complet de développement. Il y a une grande nuance. Les insectes colonisent en général des microbiotopes et il ne faut pas confondre l'habitat de l'espèce avec le milieu naturel susceptible de contenir cet habitat. Dans le cas de la rosalie, réduire les milieux naturels contenant son habitat aux vieilles hêtraies ou aux hêtraies mal venantes ou dépérissantes est beaucoup trop restrictif. L'habitat de la rosalie, un morceau de bois mort, peut tout aussi bien se trouver en futaie régulière qu'en futaie irrégulière ou qu'en taillis, que le peuplement soit jeune, adulte ou vieux, qu'il soit bien venant ou mal

venant, que la hêtraie soit pure ou mixte ! L'habitat peut également se trouver dans d'autres essences, forestières ou non, telles les aulnaies ou saulaies de bord de ruisseaux.

### Structure des peuplements

Considérer qu'une structure est favorable ou défavorable au maintien de l'espèce est une erreur due à des conclusions hâtives reposant sur des observations incomplètes ou mal analysées. Rappelons que *Rosalia alpina* assure son développement dans le bois mort et ce bois mort peut exister quelle que soit la structure de la forêt.

Ce sont la concentration de bois mort debout et au sol et sa permanence dans le temps qui augmentent les chances de reproduction de l'espèce.

### Composition des peuplements

Il n'est pas du tout nécessaire d'avoir une gestion rigide qui opposerait les peuplements purs de hêtre aux autres peuplements, le sapin par exemple. Sur certaines stations la hêtraie est parfaitement à sa place et devra bien évidemment être conservée. Sur d'autres

stations on pourra parfaitement accepter que l'essence objectif soit différente du hêtre mais à condition de garder le hêtre en mélange en fortes proportions (40 %). À l'inverse, la sapinière ou d'autres peuplements pourront avantageusement se voir enrichir en hêtre toujours dans une proportion de 30 à 40 %. Cette réinstallation du hêtre aura pour incidence d'augmenter considérablement la surface des milieux susceptibles de contenir l'habitat à rosalie et d'avoir une meilleure répartition géographique, élément important de garantie du maintien de l'espèce.

### Âge des peuplements

Comme nous l'avons vu précédemment, ce n'est pas tant l'âge des peuplements qui est important, que la présence de bois dépérissant ou mort dans le peuplement. Il ne semble pas raisonnable de laisser vieillir jusqu'à leur mort naturelle des peuplements de manière généralisée sur les massifs dans le but de maintenir la rosalie. Cela devra être réservé aux îlots de sénescence. Il semble au contraire important qu'il y ait une bonne répartition des différentes classes d'âges (incluant la phase de sénescence) afin de garantir la pérennité de la hêtraie.

### L'habitat à *Rosalia alpina* : le bois mort

*Rosalia alpina* effectue son cycle de développement dans le bois mort. Il faut donc lui laisser du bois mort frais en forêt et l'y conserver assez longtemps. Si la quantité de bois mort laissé en forêt est primordiale, sa répartition dans l'espace, sa durée dans le temps et son renouvellement le sont encore davantage. Ce bois mort peut avoir des origines diverses.

### ■ Les îlots de vieux bois

C'est une solution qui est souvent présentée comme idéale pour la survie des espèces saproxyliques. C'est sûrement vrai, mais pas avant un avenir certainement assez lointain. En effet, les îlots de vieillissement ou de sénescence qui sont en général laissés sont composés de bois âgés si on parle en âge d'exploitabilité, mais souvent

jeunes biologiquement parlant. Ces arbres vont donc vivre ou survivre encore longtemps avant d'entamer leur phase de sénescence et d'offrir à la faune et à la flore saproxylique leurs conditions de développement. En attendant que ces îlots dispersés puissent offrir les microbiotopes recherchés par les espèces saproxyliques, il est indispensable d'assurer le relais en maintenant suffisamment de bois mort de forts diamètres en dehors de ces zones.

### ■ Le maintien d'arbres dépérissants ou morts sur pied lors des martelages

Cela semble certainement l'opération la plus réaliste et la plus efficace dans l'immédiat. Les hêtres dépérissants ou morts sur pied ne présentent qu'une faible valeur économique. Réaliser des dépenses en abattage, façonnage, débardage et transport pour des produits sans valeur commerciale est un réflexe qu'il faut abandonner, d'autant que ces arbres ne gênent en rien ni le peuplement avoisinant, ni les régénérations qui s'installent. Au contraire, ils sont le refuge ou l'habitat d'un grand nombre d'espèces, tant animales que végétales. Les chablis, arbres renversés, défourchés, cassés ou présentant des cavités sont très attractifs et devront être laissés sur place dans la mesure où ils sont de faible valeur commerciale.

### Période de débardage et stockage des bois en forêt

Une des principales sources de diminution des effectifs de rosalie, même dans des biotopes pourtant très favorables à la reproduction est l'exportation des pontes. En effet, les arbres ou tas de bois stockés en bordure de routes en début d'été sont très attractifs et de très nombreuses femelles viennent y pondre. Ces bois partent en scierie dans le courant de l'été emportant avec eux une partie non négligeable de la reproduction de l'espèce ainsi que de nombreux autres xylophages et le cortège de petits carnassiers qui leur est associé. Dans les zones à rosalie, le hêtre (grume et bois de chauffage) devra être enlevé avant le 1<sup>er</sup> juillet pour éviter ce phénomène.

## Conclusion

*Rosalia alpina* fait partie du cortège des xylophages et saproxylophages mais elle n'est ni plus rare ni moins rare en France que bon nombre d'insectes de ce groupe. Ce groupe a toutefois vu ses effectifs se réduire non pas dans des forêts montagnardes mais plutôt dans des forêts de plaines très fortement rajeunies, avec des coupes sanitaires strictes et fréquentes et surtout une parfaite accessibilité au cœur de chaque parcelle, qui permet la récolte de la moindre grosse branche tombée au sol pour le bois de feu.

Il est évident et naturel que nous avons pour devoir de maintenir les habitats permettant à ces insectes d'effectuer durablement leur cycle de développement. Mais pour cela il n'est pas besoin de laisser vieillir et mourir sur pied des parcelles entières. Il faut simplement accepter de laisser du bois mort en quantité suffisante, soit sur pied soit au sol, dans les peuplements peu exploités où il existe une mortalité naturelle, ou éventuellement d'aider la nature dans les peuplements exploités plus énergiquement en laissant volontairement des chablis, des grumes cariées ou de faible valeur ainsi que quelques surbilles avec les houppiers non démontés.

Comme on peut le constater, le maintien d'une espèce comme la rosalie alpine, et comme bon nombre d'autres espèces, ne demande pas de mesures de protection drastiques et contraignantes. Dans le cas précis de cette espèce, le bon sens et une réelle prise en compte dans la gestion quotidienne valent mieux que toutes les réserves intégrales. Chaque forestier, où qu'il se trouve, a le droit et le devoir d'admirer les merveilles de la nature que la forêt héberge parmi lesquelles figurent les discrètes mais si belles rosalies alpines.

**Thierry NOBLECOURT**

ONF, agence de l'Aude  
unité spécialisée aménagements  
études expertises  
animateur du réseau national  
entomologie  
thierry.noblecourt@onf.fr

## La fréquentation des forêts en France : permanences et évolutions

Mieux comprendre les attentes des Français vis-à-vis de « leur » forêt est un impératif pour l'ONF, gestionnaire de 4,5 millions d'ha de forêts publiques. Après l'analyse des enquêtes réalisées en France au cours des 40 dernières années (Deuffic et al., 2004), Rendez-Vous techniques présentera en deux volets les résultats d'une enquête nationale sur les Français et la forêt réalisée en 2004 à l'initiative de l'ONF, qui s'insère dans la démarche de recherche et développement présentée précédemment dans le n° 5 de la revue. Cet article aborde les résultats les plus significatifs sur la fréquentation actuelle, les activités et les attraits de la forêt en France : la fréquentation de la forêt, explorée dès la fin des années 1960 dans des enquêtes désormais classiques, nous réserve quelques surprises.

La littérature scientifique met nettement en exergue le fait que la forêt soit un espace matériel et idéal signifiant pour les individus (Lewis et al., 2004). Depuis le début des années 1990, quelques enquêtes (ONF/BVA 1991, Derf/BVA 1992, Ifen/Credoc 1996) montrent une certaine sensibilité des Français aux questions d'environnement parallèlement à un attachement, voire une préoccupation vis-à-vis des forêts françaises. Mais en dehors de ces enquêtes ponctuelles, il n'y a pas de suivi systématique de l'opinion publique sur cette question. Les enquêtes dont nous disposons ne sont pas techniquement comparables ; elles n'ont pas été conçues de la même manière, et contiennent des questions dont les formulations varient d'une enquête à l'autre. Seules de grandes tendances peuvent être extrapolées. C'est pourquoi l'ONF pose aujourd'hui les bases d'un suivi systématique, de type observatoire, de la demande

### m é t h o d o l o g i e

L'enquête sur les usages et les représentations de la forêt a eu lieu en novembre 2004, auprès d'un échantillon de 1000 individus, représentatif de la population française âgée de 15 ans et plus. Les 1000 interviews en face-à-face (sur la base d'un questionnaire à questions fermées et semi-ouvertes) ont été réalisées par l'Institut de sondage Lavalie (ISL). La conception du questionnaire et l'exploitation des résultats ont été réalisées par Michelle Dobré, sociologue, en collaboration avec le Cemagref et l'ONF. La présentation des résultats reprend les principales tendances dégagées dans l'étude des tris croisés par les principales variables sociodémographiques (âge, sexe, standing, revenu, professions et catégories socioprofessionnelles, lieu d'habitation...), auxquelles s'ajoute « la fréquentation de la forêt » utilisée comme variable explicative. Les corrélations ont été validées par des tests systématiques du Khi2, seules les corrélations significatives ayant servi de base à l'analyse.

sociale à l'égard de la forêt. Il importe toutefois de préciser ce que l'on entend par demande sociale. En effet, même si l'on a tendance – afin d'être opérationnel – à parler de « la population » comme d'un groupe homogène, il faudrait plutôt y voir plusieurs groupes aux aspirations multiples et souvent contradictoires (Oprese, 1998).

Cela nous conduit à concevoir des outils variés (afin d'éviter les pièges de chacun d'eux) pour dégager des tendances et pour comprendre le rôle social joué par les forêts. L'enquête nationale de 2004 a donc pour objectif essentiel de dégager les profils les plus courants des pratiques et des représentations. Des approches qualitatives devront per-

### Du « musée vert » à la forêt des individus : les enseignements des enquêtes passées en perspective

Les enquêtes historiques sur la fréquentation des forêts péri-urbaines menées par Baillon et Kalaora dans les années 1970 débouchaient sur un même constat : les usages et les représentations de la forêt étaient stratifiés en fonction de la position sociale. À un usage « contemplatif » (celui des classes moyennes aisées et diplômées) s'opposait un usage « instrumental » (chasse, cueillette, pique-nique), caractéristique des classes populaires. C'est dans cette logique que la fréquentation de la forêt a été très tôt assimilée à une « pratique culturelle » (dite du « musée vert ») : les individus les mieux lotis (en diplômes, en revenus ou en position sociale) pratiquaient intensément la forêt comme ils le faisaient aussi pour d'autres pratiques culturelles (visites de musée, cinéma...). Dans les années 1980, des questions sur l'environnement (plutôt que sur la « nature » comme auparavant) sont apparues dans les enquêtes, correspondant à une sensibilité écologique en augmentation. On avait de plus en plus l'impression que la logique « de classe », qui stratifiait les pratiques dans les années 1970, n'opérait plus de la même manière durant la décennie suivante. La montée inexorable de la classe moyenne, qu'à la suite d'Henri Mendras on a appelé « moyennisation », a entraîné un changement (dans le sens du nivellement des différences) dans les pratiques de loisirs comme dans d'autres domaines (notamment en politique). Plus récemment, on a avancé que les pratiques culturelles seraient désormais gouvernées par une logique conciliant toutes sortes d'usages suivant le contexte individuel de l'action (Lahire, 2004). Ce sont les circonstances de l'action et l'expérience individuelle qui expliquent ce qui est conciliable et ce qui ne l'est pas dans la pratique. On devrait, selon ce modèle de la « contextualisation », voir se généraliser l'usage indifférencié, chez un même individu, d'activités typiques de la classe populaire et de la classe supérieure, sur le modèle du cadre supérieur amateur de karaoké en même temps que de visites de musée.

Dans l'enquête ONF de 2004, nous observons des éléments pour et contre ces hypothèses. Ce qui plaide pour la « contextualisation », c'est la relative absence de distinction sociale des pratiques. Ce qui plaide contre, c'est le fait que les représentations (les valeurs, désirs, attentes, etc.) qui sont attachées à la forêt restent fortement stratifiées. Enfin, la fréquentation proprement dite reste déterminée par la situation matérielle et par le niveau de diplôme : les catégories les plus modestes sont moins présentes en forêt que le reste de la population.

mettre, dans un second temps, d'éclairer les zones d'ombre que laisse nécessairement une enquête quantitative.

### La fréquentation des forêts, une pratique de proximité toujours très répandue

Durant l'année écoulée (2004), 71 % des Français se sont rendus au moins une fois en forêt. Derrière l'apparente simplicité de cette question, se cache la très grande variété de signi-

fications de l'expression « aller en forêt », et des réalités bien différentes. On peut avancer avec prudence qu'une légère baisse de la « visite en forêt » s'est amorcée durant la dernière décennie. En 1995, 19 % des Français n'allaient jamais en forêt (Ifen/Derf/Credoc, 1996), ils sont 29 % en 2004. Cette comparaison n'est qu'indicative, car la question n'était pas formulée de façon identique dans les deux enquêtes. Ce constat peut néanmoins être mis en parallèle avec celui effectué dans

d'autres sites naturels. Si l'on compare la fréquentation de la forêt à une pratique culturelle courante des Français, comme la fréquentation du cinéma (52 % de la population est allée au moins une fois au cinéma en un an – Insee, 2002), la sortie en forêt apparaît néanmoins comme une pratique parmi les plus répandues.

Parmi les facteurs qui influencent la fréquentation de la forêt, **la proximité à une forêt** est l'un des plus importants (voir tableau 1). En 2004, la forêt est très facilement accessible pour trois Français sur quatre : 70 % habitent à moins d'une demi-heure en voiture d'une forêt qui leur est accessible, 5 % peuvent s'y rendre à pied à partir de chez eux. Situés à plus d'une heure en voiture de la forêt la plus proche, 55 % ne vont jamais en forêt, contre 29 % en moyenne. Dès lors, la région d'habitation et son taux de boisement sont des éléments déterminants. C'est ainsi que les régions où l'on fréquente le plus la forêt, telles que l'Est (régions Lorraine, Alsace et Franche Comté) et le Sud-Ouest (régions Aquitaine, Midi-Pyrénées et Limousin), sont aussi les plus boisées, et qu'à l'inverse, dans la région la moins boisée, le Nord (région Nord - Pas-de-Calais), la fréquentation est la plus basse.

Une récente enquête écossaise (Ward Thompson et al., 2004) montre que la fréquentation de la forêt pendant l'enfance est un facteur déterminant de la fréquentation actuelle. Statistiquement, le lien apparaît également dans l'enquête ONF-2004 : les individus qui ont fréquenté la forêt durant leur enfance et leur adolescence ont aussi tendance à la fréquenter davantage aujourd'hui, avec une intensité similaire à celle de l'enfance. Mais derrière l'importance des habitudes acquises pendant le jeune âge, qui est réelle, se cache un autre facteur, qui est la mobilité résidentielle relativement réduite en France : la majorité des habitants des différentes régions y ont vécu pendant leur enfance, ce qui signifie que

TAB. 1 : FRÉQUENTATION DES FORÊTS EN FONCTION DE LA DISTANCE À LA FORÊT LA PLUS PROCHE

Au cours des 12 derniers mois, êtes-vous allé en forêt...	Tous les jours ou presque	Une fois par semaine	Une fois tous les 15 jours	Une fois par mois	Plusieurs fois par an	Jamais	TOTAL (+ ou - 1 selon arrondis)
Ensemble	3	12	11	16	29	29	100
<b>Distance à la forêt la plus proche</b>							
Moins d'1/4 d'heure	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	25	17	100
Entre 1/4 d'heure et 1/2 heure	1	11	11	18	34	26	100
Entre 1/2 heure et 1 heure	1	2	4	9	41	<b>44</b>	100
Plus d'1 heure	4	/	1	4	36	<b>55</b>	100
[J'y vais à pied]	<b>15</b>	18	5	12	23	<b>26</b>	100
NSP	/	/	1	2	18	<b>79</b>	100

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004

Les chiffres en gras indiquent les corrélations positives les plus fortes entre les variables.

Exemple : lorsqu'on habite à moins d'un quart d'heure d'une forêt, on a tendance à aller plus souvent que la moyenne en forêt « une fois par semaine » (17 % contre 12 % pour l'ensemble de la population)

c'est probablement encore l'accessibilité de la forêt qui explique la fréquentation, tant pendant l'enfance qu'au moment de l'enquête.

Une remarque s'impose sur le profil des 29 % de Français qui ne sont jamais allés en forêt au cours des douze derniers mois. Ces individus habitent deux fois plus souvent qu'en moyenne à plus d'une heure d'une forêt ; ce sont aussi, plus sou-

vent, des personnes âgées, aux revenus modestes, à mobilité réduite, ou ne disposant pas de moyen de locomotion.

À l'opposé de cette population, les jeunes de 15 à 24 ans vont aussi moins fréquemment en forêt que la moyenne. Les principales raisons qu'ils invoquent sont « le manque de temps » (47 % contre 34 % en moyenne) et « le manque d'attrance

pour la forêt » (44 % contre 26 % en moyenne).

### Campagne et forêt, lieux de sortie privilégiés

L'attractivité comparée de la forêt s'avère parmi les plus élevées par rapport à celle d'autres « espaces verts » ou « milieux naturels » (voir tableau 2).

**Pendant le temps libre**, la forêt est, après la campagne, le deuxième espace le plus « attractif » : 81 % des Français vont en forêt (86 % à la campagne), toute fréquence confondue, contre, par exemple, 56 % qui vont visiter un parc naturel ou une réserve, ou bien 71 % qui se rendent à la mer et sur les plans d'eau. Il faut noter, par comparaison, la plus faible fréquentation des parcs ou espaces verts en ville, pourtant conçus pour un usage quotidien : 36 % n'y vont jamais pendant leur temps libre. Même parmi les citadins des grandes villes, 21 % des habitants de l'agglomération parisienne et 27 % dans les villes de province de plus de 100 000 habitants ne les fréquentent jamais (contre respectivement 24 % et 20 % qui ne fréquentent jamais la forêt).



A.-M. Granet, ONF

TAB. 2 : FRÉQUENTATION D'ESPACES DE LOISIR PENDANT LE TEMPS LIBRE ET LES VACANCES

Je vais maintenant vous citer plusieurs lieux. Pour chacun d'entre eux, vous me direz si pendant votre temps libre en dehors des vacances vous le fréquentez...						
	Parc ou espace vert en ville	Campagne	Mer et plans d'eau	Forêt	Parc et réserve naturelle	Montagne
Très souvent	7	28	8	12	4	4
Souvent	25	34	27	30	12	12
Rarement	33	24	36	39	41	31
<b>LIEU FRÉQUENTÉ</b>	<b>64</b>	<b>86</b>	<b>71</b>	<b>81</b>	<b>57</b>	<b>47</b>
Jamais	36	14	29	19	43	53
TOTAL (100 + ou - 1 selon arrondis)	100	100	100	100	100	100
Et maintenant, pour chacun de ces lieux, vous me direz si pendant vos vacances vous le fréquentez...						
Très souvent	4	24	21	10	4	7
Souvent	20	37	38	35	20	23
Rarement	33	22	23	32	39	31
<b>LIEU FRÉQUENTÉ</b>	<b>57</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>62</b>	<b>61</b>
Jamais	43	18	18	23	38	39
TOTAL (100 + ou - 1 selon arrondis)	100	100	100	100	100	100

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004

**Pendant les vacances**, la hiérarchie des espaces n'est que peu modifiée, puisque la forêt reste l'espace fréquenté en troisième lieu par 77 % des Français. La mer et les plans d'eau, avec la campagne, constituent les deux lieux les plus recherchés pour les vacances (à égalité, autour de 82 % pour chacun des deux).

Par rapport aux autres espaces (mer, plans d'eau, campagne), la fréquentation de la forêt a tendance à apparaître comme plus « démocratique », puisqu'elle rassemble des catégories sociales diversifiées, modestes et aisées. La forêt n'est plus aujourd'hui le « musée vert » qu'elle était, ce rôle serait joué plutôt par les réserves et parcs naturels, attirant les populations de la classe moyenne instruite.

Le fait d'être marié, une taille de ménage de 3 ou 4 personnes, sont des facteurs importants de la fréquentation de la forêt. Le niveau de diplôme influence la fréquentation, tandis que la situation matérielle est

déterminante pour la non-fréquentation. Les détenteurs de diplômes d'études supérieures les plus élevées sont aussi ceux qui fréquentent tous les espaces sans exception plus qu'en moyenne. À l'inverse, la situation matérielle, le revenu en particulier, joue un rôle important dans une fréquentation réduite : à moins de 1 500 euros par mois, la fréquentation de la forêt, tout comme celle des autres espaces d'ailleurs, est moindre. Les plus modestes (tranche de moins de 915 euros mensuels) sont 50 % à ne jamais aller en forêt, contre 29 % en moyenne.

### Activités en forêt : promenades et cueillettes

Parmi les activités des 71 % de la population qui sont allés au moins une fois en forêt durant l'année précédant l'enquête, la promenade sous toutes ses formes reste le profil type de la sortie en forêt (voir tableau 3). Un tiers de la population

des visiteurs en forêt se livre à la cueillette des fleurs, des fruits ou des champignons (35 %), 22 % au sport (faire du vélo, du jogging, de la longue randonnée ou de l'équitation) et 15 % à l'observation des plantes et des animaux. Enfin, en troisième lieu, des activités plus minoritaires apparaissent, telles que la chasse et la pêche (6,5 %) et les activités motorisées (0,8 %).

### Les hommes et les femmes ont des activités différentes en forêt :

les hommes se promènent plus souvent seuls (20 % contre 16 % en moyenne), vont chasser ou pêcher (11 % contre 7 %), couper et ramasser du bois (8 % contre 5 %). Les femmes vont plus souvent que les hommes en forêt avec les enfants (30 % contre 24 % en moyenne), en famille ou avec des amis (65 % contre 59 %). D'autres activités, comme la cueillette, la sortie du chien ou le sport, sont pratiquées par les deux sexes sans distinction.

TAB. 3 : ACTIVITÉS PRATIQUÉES EN FORÊT

En général lorsque vous allez en forêt pour vos loisirs, quelles sont vos principales activités ? (Trois réponses possibles, le total des items cités fait plus de 100)	Rang		Caractéristiques sur-représentées dans le profil	%
Faire une promenade en famille ou avec des amis	1	58	Femme	65
Cueillir des fleurs, des fruits ou des champignons	2	35		
Promener les enfants	3	23	25-34 ans	45
Faire du sport (vélo, jogging, longues randonnées, équitation)	4	21	15-24 ans	36
Sortir le chien	5	19		
Faire une promenade seul	6	16	65 ans et + divorcé séparé	32 30 33
Observer les plantes et les animaux	7	15	Bac Standing aisé	21 18
Me reposer, jouer ou pique-niquer sur place	8	14	15-24 25-39 bac + 2	23 21 21
Chasser ou pêcher	9	6	Artisan	19
Simplement traverser la forêt en voiture	9	6		
Couper ou ramasser du bois	11	4	Agriculteur	18
Pratiquer la randonnée arboricole	12	2		
Pratiquer une activité motorisée (moto verte, 4x4.)	13	0,8		
Autres	14	0,8		

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004

**Les activités sont également différentes selon les âges.** Les plus jeunes pratiquent plus souvent le sport (35 % contre 22 % en moyenne pour les 15-24 ans, 30 % pour les 25-34 ans) mais aussi le repos et le pique-nique (23 % des 15-24 ans) ; les 25-49 ans se promènent plus souvent avec les enfants que le reste de la population (46 % contre 24 % en moyenne pour les 25-34 ans, 36 % pour les 35-49 ans). Ceux qui se promènent seuls, enfin, sont plus souvent des hommes de plus de 65 ans, retraités, et diplômés du supérieur.

**La position sociale différencie relativement peu les occupations en forêt.** Le pique-nique et le repos ne sont plus, comme par le passé, des activités typiques de la classe populaire en forêt : ce sont plutôt des habitants des grandes villes, des classes moyennes diplômées, relativement jeunes, et fréquentant la forêt de manière ponctuelle (plu-

sieurs fois par an) qui s’y livrent le plus souvent. L’« observation des plantes et des animaux », activité « contemplative » par excellence, reste, comme l’avaient montré les enquêtes des années 1970, une activité de classe moyenne. Elle est moins marquée par le niveau de diplôme que la cueillette des fleurs, des fruits ou des champignons (45 % des Bac + 2 pratiquent cette activité contre 35 % en moyenne).

En règle générale, toutes les activités citées différencient moins les cadres et les ouvriers, comme on pouvait le faire du temps de Baillon (1975) pour la fréquentation des urbains. Durant les dernières décennies, on a assisté à une baisse numérique des catégories les plus modestes, en même temps qu’à une élévation moyenne du niveau de diplôme, et à une hausse correspondante des employés, professions intermédiaires et cadres, ce qu’on appelle la « moyennisation » de la

société (Mendras, 1988). Nous sommes aujourd’hui confrontés à des usages diversifiés à l’intérieur d’une même classe moyenne, ce qui lisse le profil des activités et des usages de la forêt. C’est à l’intérieur de cette catégorie qu’il faut opérer de nouvelles stratifications et différenciations. C’est donc moins à partir des activités, qu’en analysant les choix des endroits préférés que l’on obtient des distinctions plus significatives entre les catégories de la population.

### Les endroits préférés lors des visites en forêt : le choix étonnant des sous-bois hors des sentiers

Les endroits les plus fréquentés en forêt par 56 % de ceux qui s’y rendent sont les « sentiers de promenade balisés ou les sentiers de découverte verte » (voir tableau 4). Mais cette

TAB. 4 : ENDROITS FRÉQUENTÉS DE PRÉFÉRENCE LORS DES VISITES EN FORÊT

Lorsque vous allez en forêt, où préférez-vous aller ? (plusieurs réponses possibles, le total est supérieur à 100)	Moy.	Région où l'endroit est choisi le plus fréquemment	Ecart en points
TOTAL	%	%	
Sur les sentiers de promenade balisés ou les sentiers de découverte	56	Nord	72 +16
Dans les sous-bois hors des sentiers	51	Sud Ouest	59 +8
Dans les clairières, prairies, landes et points de vue	38	Est	47 +9
Dans les endroits où il y a de l'eau (mares, rivières.)	29	Sud Est	45 +16
Sur les parcours de santé	15	Est	24 +9
Sur les pistes pour vélos, cavaliers, skieurs de fond...	14	Région parisienne	19 +5
Dans les réserves naturelles	14	Bassin Parisien Ouest	21 +7
Sur les aires d'accueil aménagées près des parkings	6	Nord	10 +4
Aux buvettes ou dans les restaurants en plein air	5	Sud Ouest	8 +3

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004

Lecture : 56 % des visiteurs en forêt (moyenne) choisissent de préférence les sentiers de promenade balisés, à comparer aux 72 % dans le Nord. Tous les écarts présentés sont significatifs statistiquement.

préférence se détache peu d'une autre pratique, pourtant bien différente, qui consiste à privilégier des endroits non aménagés pour le public, tels que « les sous-bois hors des sentiers » (51 %). « Les clairières, les landes et les points de vue » sont également très recherchés par 38 % des usagers de la forêt suivis par « les endroits où il y a de l'eau (mares, rivières) (29 %) ». On peut noter que ces trois dernières catégories sont des espaces que l'on peut assimiler à la « nature », boisée ou non, où l'intervention humaine est peu visible.

Compte tenu de l'activité principale en forêt, qui est la « promenade en famille », il peut paraître étonnant que les « sous-bois, hors des sentiers » soient autant fréquentés. L'impression générale à l'interprétation des résultats, c'est que **dans les régions à faible fréquentation, ce sont plutôt les endroits aménagés qui sont préférés** alors que dans les régions à forte fréquentation, on s'aventure plus souvent dans les espaces non aménagés.

De même, le choix des endroits préférés est lié à la fréquence des visites en forêt. Même s'il apparaît peu de corrélations fortes, nous remarquons par exemple, que les « sous-bois hors des sentiers » sont l'endroit de

prédilection des usagers les plus réguliers, puisque ceux qui y vont rarement (une fois par an), sont nettement moins nombreux à le choisir (34 % contre 41 % en moyenne). Dans la même logique, les « clairières et points de vue » sont également préférés surtout par les usagers qui vont fréquemment en forêt (26 % contre 21 % y vont au moins une fois par semaine). Les buvettes et restaurants en plein air sont choisis, en revanche, par ceux qui vont très rarement en forêt.

Les usagers vivant en milieu rural n'ont pas d'usage préférentiel des espaces mentionnés. C'est entre les habitants des petites villes et ceux des grandes villes que les distinctions sont les plus fortes : les habitants des grandes villes de province choisissent plus souvent, comme c'est aussi le cas pour la fréquentation comparée des espaces naturels, les **réserves naturelles** (20 % contre 14 % en moyenne) ainsi que les endroits près de l'eau (35 % contre 29 %). De façon assez inattendue, les habitants de l'agglomération parisienne ont tendance à choisir plus souvent les sous-bois hors des sentiers (60 % contre 51 %). Enfin, les habitants des villes moyennes jusqu'à 100 000 habitants choisissent deux fois plus souvent que les autres catégories « les aires d'accueil près

des parkings » (12 % contre 6 % en moyenne).

Nous constatons que la préférence pour tel ou tel espace en forêt est plus discriminante selon le profil sociodémographique que le choix des activités. Elle permet de dégager des profils qui seront complétés par les représentations de ce que l'on cherche lorsqu'on va en forêt. La classe moyenne, qui domine de loin la distribution des préférences pour les espaces en forêt, se stratifie en quatre catégories suivant les revenus, le diplôme, et l'âge :

- classe moyenne aisée : préfère les sous-bois hors des sentiers (plutôt âgés) ;
- classe moyenne modeste peu diplômée : préfère les parcours de santé (plutôt jeunes) ;
- classe moyenne instruite : préfère les réserves naturelles, clairières et points de vue ;
- classe moyenne supérieure : préfère les pistes pour vélos, cavaliers, skieurs de fond (diplômés, aisés et d'âge moyen).

### Les quatre forêts des Français

Les raisons principales d'aller en forêt sont, en premier lieu, « le

TAB. 5 : RAISONS PRINCIPALES D'ALLER EN FORÊT  
La forêt, espace d'évasion hors la ville

Lorsque vous allez en forêt pour vos loisirs, vous y allez pour... (Oui, principalement)	Ensemble % arrondis	Caractéristiques sur-représentées dans le profil	%
... le calme, la tranquillité, le silence	78	Bac	84
... respirer l'air pur, vous oxygéner	74	Femme	78
... le contact avec la nature	74	50-64 ans Ruraux	85 79
... vous détendre dans un cadre naturel	76	Diplômé du supérieur	83

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004

**calme, la tranquillité, le silence** » (78 %), et pratiquement à égalité, des items qui en sont proches : **respirer l'air pur, s'oxygéner** (74 %), **se détendre dans un cadre naturel** (75 %), ou bien « **le contact avec la nature** » (74 %). Cela constitue un ensemble plutôt consensuel de représentations de la forêt, qui la désigne comme un « espace d'évasion hors de la grande ville ». Ce type est délimité par l'opposition rural/urbain. Trois autres types de représentations se dégagent de l'analyse des réponses : la forêt comme espace de sociabilité et de partage (67 %), la forêt comme espace d'évasion hors du quotidien (entre 40 et 60 %), et la forêt comme cadre propice à l'exercice physique (moins de 25 %). Ces trois derniers types reposent sur la distinction homme/femme, avec à l'appui d'autres critères, tels que le diplôme ou le standing, défini par la possession d'un certain nombre de biens d'équipement.

#### La forêt comme espace d'évasion hors de la grande ville

La forêt apparaît ici ou bien comme un espace de « nature » qui fait contrepoids, en tant qu'espace non pollué, calme et silencieux, à l'environnement urbain – ou bien comme un élément du cadre de vie quotidien, pour les ruraux – plutôt que de nature « pour elle-même ». Le profil des individus qui partagent ce type de représentations (le plus répandu numériquement) se distingue par une sur-représentation des habitants

de la région parisienne et, dans une moindre mesure, des grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants. Aller en forêt pour « se détendre dans un cadre naturel » apparaît comme la raison la plus typique de la **classe moyenne supérieure** (voir tableau 5) : elle concerne plus de diplômés du supérieur, actifs, d'âge moyen, disposant d'un revenu supérieur à 1 500 euros par mois, des ménages de plus de trois personnes, et une fréquentation

régulière de la forêt. Le « contact avec la nature » réunit les habitants de l'agglomération parisienne, toujours sur-représentée, et une légère surproportion de ruraux, ainsi que des individus plus âgés. Le rapport des ruraux à la forêt se distingue de celui des urbains par une plus grande familiarité et une plus grande continuité entre les activités quotidiennes et la fréquentation de la forêt. Mais cela n'affecte pas le type dans son ensemble.

TAB. 6 : RAISONS PRINCIPALES D'ALLER EN FORÊT (suite)  
La forêt, espace d'évasion hors du quotidien

Lorsque vous allez en forêt pour vos loisirs, vous y allez pour... (Oui, principalement)	Ensemble % arrondis	Caractéristiques sur-représentées dans le profil	%
... être dans un espace de liberté sans contrainte	62	Femme	66
... la contemplation des paysages, le rêve, l'inspiration	51	65 ans et +	59
... échapper à un milieu stressant	41	Ouvriers	50

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004

TAB. 7 : RAISONS PRINCIPALES D'ALLER EN FORÊT (suite)  
La forêt, espace propice à l'exercice physique

Lorsque vous allez en forêt pour vos loisirs, vous y allez pour... (Oui, principalement)	Ensemble % arrondis	Caractéristiques sur-représentées dans le profil	%
... pratiquer une activité physique afin de vous maintenir en forme et en bonne santé	25	BEPC Homme	36 28
... la performance physique	13	Homme	17

Source : enquête ONF – Université de Caen/LASMAS, « Forêt et société », 2004



A.-M. Granet, ONF

### La forêt comme espace de sociabilité et de partage

« Partager un moment agréable avec la famille et les amis » (67 %) correspond à lui seul à un deuxième type de représentations. Il concerne plus souvent des femmes, les ménages de plus de trois personnes, bien des individus au standing modeste, que des individus disposant d'un revenu supérieur à 2 200 euros. Les employés d'âge moyen y sont sur-représentés. Enfin, les individus habitant en milieu rural y sont moins présents, à l'inverse des habitants des grandes villes de plus de 100 000 habitants, dont cela semble être l'attente. C'est une représentation qui réunit **classe populaire et classe moyenne**.

### La forêt comme espace d'évasion hors du quotidien

La forêt « évasion hors du quotidien » est caractéristique d'une classe moyenne modeste qui fréquente peu la forêt. Elle concerne une frange féminisée, mais moins diplômée, moins aisée et plus âgée, de la **classe moyenne**, confrontée à un quotidien chargé de contraintes (voir tableau 6). L'item « pour échapper à un milieu stressant », fortement polysémique, emprunte aux trois autres catégories de représentations. Il réunit plus souvent des ouvriers, aux revenus modestes, célibataires, peu diplômés

– un profil « classe populaire » en âge d'activité (35-49 ans), ayant un emploi. Les habitants en milieu rural y sont sous-représentés.

### La forêt, cadre propice à l'exercice physique

Les hommes de milieu modeste, les ouvriers, les personnes âgées de 65 ans et plus, recherchent plus souvent que le reste des usagers la forêt pour se maintenir en forme et « se dépenser » (voir tableau 7). La fréquentation est plus régulière que dans le cas de la forêt « évasion hors du quotidien », mais la proportion de la population concernée est moindre. C'est le seul type de représentation de la forêt qui réunit de manière homogène les traits de la **classe populaire** (plutôt masculine) ; la frange plus féminine de la classe populaire se retrouve dans le deuxième type, la forêt comme espace de sociabilité.

## Conclusion

Dans notre enquête, les représentations se sont avérées plus pertinentes que les activités pour délimiter des types dans la population. Le fait qu'il s'agisse de représentations ne doit pas nous inciter à croire qu'elles auraient moins de « réalité » que les pratiques ou les usages. Tout l'intérêt de l'approche sociologique consiste à montrer que, en tant que

« faits sociaux », les représentations ont une incidence aussi importante que celle des pratiques sur la réalité sociale. Seulement, il est plus complexe d'expliquer ou de démontrer leur action : de quelle manière changent-elles avec les pratiques, mais aussi de quelle manière **contribuent-elles à changer** les pratiques effectives (ainsi, par exemple, le « contact avec la nature » est une aspiration, plus qu'une pratique, des habitants de l'agglomération parisienne. Mais cette aspiration ne va-t-elle pas favoriser un usage particulier de la visite en forêt et des attentes qui s'y rattachent ?).

Les résultats de 2004 confirment et renforcent ce qui était déjà apparu lors de l'enquête Ifen/Derf de 1996 : loin d'invalider la stratification sociale des pratiques, toujours marquée à la lecture des résultats statistiques, on voit se détacher quatre profils de représentations de la forêt. Cependant, la **nature** des activités et des représentations au sujet de la forêt a changé au fil du temps. **Les aspects matériels qui conditionnent la visite en forêt semblent peser actuellement au moins autant que les aspects culturels (niveau de diplôme) dans la fréquentation : ce sont les catégories les plus aisées qui vont le plus souvent en forêt (comme dans les autres espaces de loisir), mais les activités que l'on y accomplit sont moins stratifiées que les représentations (ce que l'on recherche en allant en forêt)**. Outre la région d'habitation et la distance à la forêt la plus proche, les revenus et le standing sont plus discriminants pour la fréquentation, sauf, et ce dans tous les cas, pour les catégories les moins favorisées, qui cumulent absence de diplômes et de revenus et sont bien plus nombreux à ne jamais aller en forêt.

Enfin, certains résultats demanderont à être interrogés différemment (avec des enquêtes de type ethnosociologique) par la suite. C'est, par exemple, le cas de la frange la plus

jeune de la population (15-24 ans), dont l'enquête laisse entrevoir la spécificité. Les plus jeunes sont moins présents dans chacun des types de représentations, ce qui laisse penser que le cadre d'une enquête quantitative n'est pas le plus approprié pour saisir leur univers. Bien d'autres pistes se dégagent pour des questions à aborder dans des entretiens individuels ou de groupe, ou à travers l'observation directe. Ce n'est pas le moindre apport de ce type d'enquête qui, en dégageant les grandes tendances, laisse apparaître les coins d'ombre à explorer pour améliorer la connaissance du rôle social de la forêt.

**Michelle DOBRÉ**

CNRS-EHESS-Université de Caen  
Laboratoire d'analyse sociologique  
et des méthodes appliquées aux  
sciences sociales (LASMAS)  
michelledobre@wanadoo.fr

**Nathalie LEWIS**

**Philippe DEUFFIC**

Cemagref Bordeaux  
Unité ADER  
nathalie.lewis@bordeaux.cemagref.fr  
philippe.deuffic@bordeaux.  
cemagref.fr

**Anne-Marie GRANET**

ONF, direction technique  
département recherche  
anne-marie.granet@onf.fr

**Bibliographie**

BAILLON R., 1975. La fréquentation des forêts. Revue forestière française, vol. 27, n° 2, p. 155-170

DEUFFIC P., GRANET A.M., LEWIS N., 2004. Forêt et société : une union durable. 1960-2003 : évolution de la demande sociale face à la forêt. Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 5, pp. 10-14

**Du point de vue du gestionnaire**

À ce stade du travail, il faut souligner la difficulté de réalisation d'une telle enquête, tant dans sa conception que pour l'analyse et l'interprétation des résultats. Si l'ONF commanditaire de l'étude doit définir ses objectifs dans un cahier des charges clair et précis, et être présent tout au long du processus, l'apport des sociologues est indispensable. Les pièges sont nombreux et la validité des résultats dépend de la rigueur et de la cohérence d'ensemble du projet. L'intérêt est bien dans la complémentarité et la mise en commun des apports des forestiers et des sociologues.

Oui, la forêt conserve sa force symbolique et sa spécificité : sa place privilégiée parmi les espaces fréquentés, l'attachement que lui manifestent les Français, sont la preuve des valeurs que nous lui attribuons. La recherche d'espaces forestiers non ou peu aménagés, les raisons pour lesquelles nous fréquentons la forêt, militent pour une gestion attentive aux représentations et aux valeurs associées à l'espace forestier. Quand nous traduisons la « demande sociale » dans des aménagements pour le public, pensons à préserver ces espaces que la forêt est seule à pouvoir offrir, notamment à proximité des grandes agglomérations. Ce n'est évidemment pas incompatible avec d'autres types d'aménagements en forêt et hors forêt qui répondent à d'autres attentes.

Non, les usages de la forêt ne se sont pas transformés radicalement depuis les années 1970 et c'est plutôt rassurant pour le forestier qui joue sur le long terme... Certaines « évidences » méritent néanmoins d'être remises en perspective : repos et pique-nique en forêt ne sont plus aujourd'hui l'apanage d'une classe modeste, les activités de cueillette ou la fréquentation des sous-bois ne sont pas plus développées chez les ruraux... Ces évolutions doivent nous inciter à rester attentifs et sans *a priori*. D'autres tendances s'ébauchent peut-être qui méritent approfondissement par d'autres méthodes. Sans oublier que, si la forêt est fréquentée par une forte majorité de Français, les plus défavorisés y ont beaucoup moins accès. C'est peut-être, à l'instar des réflexions entreprises par plusieurs de nos voisins européens, un nouvel enjeu pour les forestiers et les décideurs.

DOBRÉ M., 1996. Usages et représentations de la forêt. In : L'opinion publique et les usages actuels de la forêt, Actes des Matinées thématiques de l'OPRESE. Orléans : IFEN. 72 p.

DUFOUR A., LOISEL J.P., 1996. Les opinions des français sur l'environnement et sur la forêt. Collection Études et Travaux. Orléans : Ifen, Paris : Credoc. 150 p.

KALAORA B., 1993. Le musée vert : radiographie du loisir en forêt. Paris : L'Harmattan. 304 p.

LAHIRE B., 2004. La culture des individus. Paris : La Découverte.

LEWIS N., DEUFFIC P., GINELLI L., 2004. L'importance des forêts dans la construction sociale : pistes exploratoires. Bordeaux : Cemagref. Département gestion des territoires. 39 p.

MENDRAS H., 1988. La seconde Révolution française. Paris : Gallimard.

WARD THOMPSON C. et al., 2004. Open Space and Social Inclusion : Local Woodland Use in Central Scotland. Forestry Commission

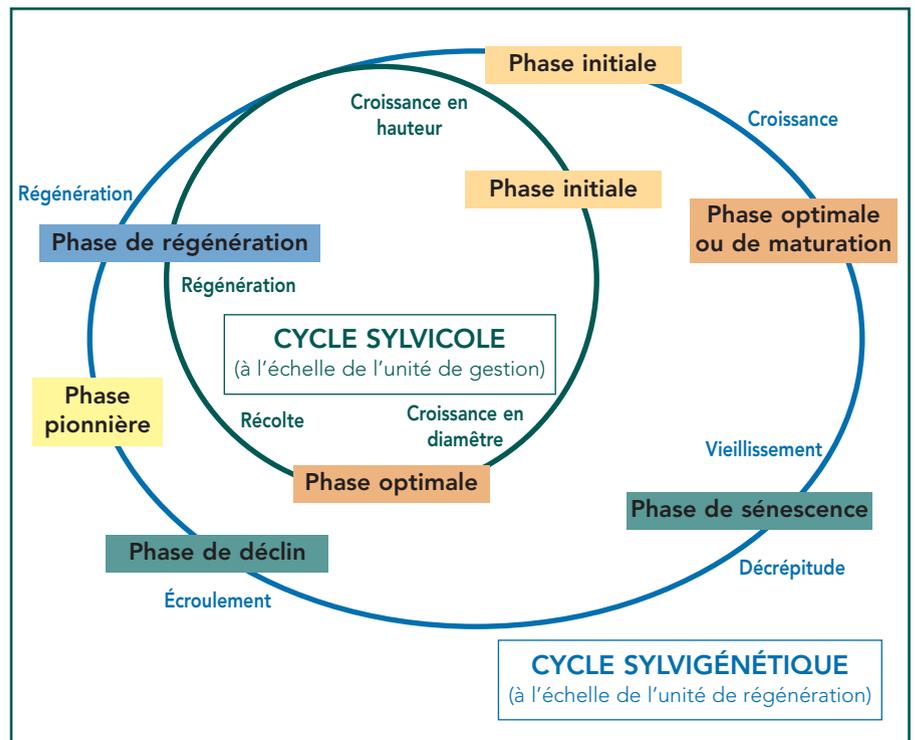
# Conservation des éléments importants pour la biodiversité : le point sur les dispositifs proposés au gestionnaire de forêts publiques

**D**epuis l'apparition de l'agriculture, l'homme a accru son impact sur les milieux naturels. Pour satisfaire ses besoins en bois-énergie, en bois de construction, en nourriture, il a exploité la forêt de manière plus ou moins intensive, en mettant à profit les dynamiques naturelles pour optimiser la production de bois. L'« effet de sillage », hypothèse selon laquelle une sylviculture raisonnée de production ne nuit pas au fonctionnement général et à l'intégrité de l'écosystème forestier, est contesté depuis le début des années 1990 (Barthod, 2001). En effet, la gestion forestière simplifie le fonctionnement de l'écosystème en accélérant ou en supprimant des éléments et des phases qui ne répondent pas directement à l'objectif de production.

Nous comparerons donc d'abord le fonctionnement de la forêt naturelle et celui de la forêt gérée pour la production de bois puis nous préciserons les moyens dont dispose le gestionnaire de forêts publiques pour conserver des éléments des stades absents ou insuffisamment présents dans les forêts gérées actuelles.

## Cycle sylvigénétique et cycle sylvicole

Dans une forêt naturelle, le renouvellement de la forêt se fait par différents types de perturbations qui créent des ouvertures dans le peuplement permettant ainsi l'apparition de semis ou la croissance de jeunes tiges préexistant sous le couvert. L'unité de régénération a une surface très variable : quelques ares quand elle correspond à un arbre isolé qui meurt ou qui tombe sous l'effet du vent ou de son propre poids, des centaines d'hectares quand



La durée du cycle sylvigénétique varie selon les essences : 200 ans pour le bouleau, 600 ans pour les chênes

l'ouverture est faite par l'action du feu ou de l'ouragan.

À l'échelle de l'unité de régénération en forêt naturelle, différentes phases se succèdent dans le temps : c'est le « cycle sylvigénétique ». À l'échelle de l'unité de gestion en forêt exploitée, on parle de « cycle sylvicole ». Le schéma suivant illustre les différentes phases de chaque cycle et fait apparaître leurs différences. Soulignons qu'il s'agit d'un schéma simplifié qui ne s'intéresse pas à l'assemblage spatial des différentes unités de peuplement, donc pas aux structures qui en découlent ; de même, les successions d'espèces ne sont pas évoquées.

Le forestier utilise les phases successives de croissance de l'arbre afin d'op-

timiser la production de bois. Le cycle sylvicole peut donc aller de 10 ans, pour la production de taillis à courte rotation pour le charbon de bois ou les copeaux, à 250 ans voire plus dans les parcelles label de chêne du Centre de la France (Jarret, 2004).

Dans la forêt exploitée, les phases de sénescence et de déclin sont supprimées, les arbres étant récoltés au moment où ils présentent un intérêt maximum que ce soit au niveau économique ou technologique en faisant référence à l'âge ou au diamètre d'exploitabilité.

L'amélioration des connaissances sur les écosystèmes forestiers dans leurs différentes composantes (et pas seulement sur l'écologie des seuls arbres



J.-M. Brézard, ONF



J.-M. Brézard, ONF

*Hêtraie vierge de la Néra (Roumanie). Cette forêt des Carpathes, inexploitée depuis plusieurs siècles, s'est jusqu'à maintenant renouvelée naturellement par des « perturbations douces » : quand un gros hêtre meurt, il se décompose sur pied et est remplacé par... un jeune hêtre issu de la sélection naturelle qui s'opère dans les cônes de régénération*

forestiers) montre qu'un grand nombre d'espèces forestières sont liées aux stades âgés du cycle sylvigénétique : qu'il s'agisse des **cavités** recherchées par les chauves-souris (ou chiroptères), par les oiseaux **cavicoles**<sup>1</sup> ou plus encore du **bois mort à ses différents stades de maturation et de décomposition** qui abrite les mycéliums des champignons xylophages ou saprophytes et les larves des insectes saproxyliques. On estime que plus du tiers des espèces d'oiseaux de la forêt tempérée dépendent des arbres creux (ONF, 1998) et que plus de la moitié des espèces d'insectes de l'ordre des coléoptères forestiers dépendent du bois mort, arbres sénescents et vieux bois (Gosselin et al., 2004).

La suppression des arbres adultes d'un massif forestier isolé entraînant une rupture ne serait-ce que pendant quelques dizaines d'années dans la présence de bois mort ou sénescents peut aboutir à la disparition de nombreuses espèces inféodées aux gros arbres. C'est ce qu'il ressort de l'étude comparative de la faune des insectes saproxyliques des bois de Boulogne et de Vincennes (Noblecourt, 2004).

En ce qui concerne les stades pionniers ou les milieux ouverts associés à la forêt, certaines espèces leur sont inféodées tout au long de leur vie ou seulement à certaines phases (par exemple les adultes d'insectes saproxyliques recherchent les fleurs en milieu ouvert pour se nourrir durant leur brève période d'existence ailée).

Nous ne ferons que mentionner le rôle que tient la forêt dans la conservation des espèces autrefois répandues dans certains paysages agricoles (haies, petits bois mais aussi milieux exploités de manière extensive comme les parcours pour le bétail), qui ont disparu dans de nombreuses régions du fait des techniques modernes de production intensive céréalière ou herbagère.

### Les mesures proposées dans la gestion des forêts publiques pour assurer la présence d'éléments des stades âgés dans la forêt gérée pour la production de bois

Ce sont en allant du moins au plus « volontariste » :

- la conservation de bois mort,
- la conservation d'arbres sénescents,
- d'arbres morts et d'arbres à cavités,
- la délimitation d'îlots de vieux bois :
  - les îlots de vieillissement,
  - les îlots de sénescence,
- la création de réserves intégrales.

Ces mesures ont été proposées (sauf les îlots de vieillissement et de sénescence) dès 1993 par l'ONF dans l'instruction et le guide sur la prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière. Ces directives font actuellement l'objet d'une réactualisation en collaboration avec le Cemagref dans le cadre de l'action « biodiversité » de la convention cadre qui lie nos deux établissements.

Des experts venant d'horizons divers (ministères de tutelle, recherche, gestionnaires d'espaces naturels) et de l'ONF (départements forêts et recherche de la direction technique, département biodiversité de la direction de l'environnement et du développement durable, réseau conservation de la nature et réseaux de compétences naturalistes) participent à ce travail qui verra la parution d'un guide réactualisé en 2006.

<sup>1</sup> Même si le mot « cavicole » ne figure pas dans le dictionnaire, nous l'utilisons de préférence à « cavernicole » car il a une signification plus large en faisant référence à tous les types de cavités

### Conservation de bois mort

Il faut distinguer la conservation de bois mort de la conservation d'arbres correspondant aux stades âgés du cycle sylvigénétique. La conservation de bois mort sous différentes formes (des branchages et billons de qualité médiocre issus de l'exploitation des arbres aux arbres chablis non récoltés) est une mesure peu coûteuse qui peut profiter à certaines espèces de la flore et de la faune ; c'est une **mesure « par défaut »** qui laisse sur place les produits de l'exploitation non rentables : les rémanents éparpillés protègent les semis de la dent du gibier et du soleil ; les tiges mortes du fait de la concurrence, les surbilles et chablis non récoltés peuvent assurer un milieu de vie à des lichens épiphytes, des larves d'insectes. Encore faut-il former les exploitants successifs (acheteurs, affouagistes) à ne pas vouloir « faire propre » par l'incinération ou par la récupération de tous les produits de la coupe.

### Conservation d'arbres isolés

Les directives de l'ONF de 1993 prescrivent de « conserver **au moins** 1 arbre sénéscent ou mort à l'hectare » et de « 1 à 10 arbres à cavité pour 5 hectares ». Ces chiffres doivent être compris comme étant des **minimums à mettre en œuvre dans toutes les forêts**. Le guide reconstitution des forêts après tempêtes (ONF, 2001) prescrit de conserver au moins une chandelle et un volis de diamètre supérieur à 35 cm par hectare dans les zones sinistrées.

Des études démontrent que ces éléments structurants de l'écosystème forestier – qualifiés d'arbres à intérêt biologique ou **d'arbres « bios »** dans différentes publications internes à l'ONF – sont souvent insuffisants en nombre, et constituent un facteur limitant pour les espèces qui en dépendent pour leur nourriture, leur gîte ou leur support. Il est donc important de dépasser ces chiffres minimums au moins dans certains cantons de forêt.

Une diversité dans les essences, les diamètres, l'origine et l'état de dégra-



J.-M. Brézard, ONF

*Chandelle de hêtre en FC Laheycourt (55). Ce hêtre fourchu brisé par l'ouragan du 26 décembre 1999 mérite d'être conservé comme arbre « bio ». Il présente peu de danger et a déjà servi de loge de nidification pour un pic ; l'altération progressive de son bois fournira un biotope pour des champignons xylophages et pour les larves d'insectes xylophages*

dation des arbres « bios », les types de cavité et leur position (haute ou basse), permet de répondre aux exigences assez strictes des nombreuses espèces. Il faut par exemple conserver les arbres cassés et fendus, les arbres foudroyés à cœur, les arbres

avec des pourritures de pied, les arbres avec des carpophores de champignons au niveau de la surbille ou des branches, les chablis isolés dont l'exploitation serait plus coûteuse et plus génératrice de dégâts que leur abandon...

Les seules contraintes pouvant justifier l'abattage d'un arbre mort sont la sécurité du public, et le risque phytosanitaire comme la contamination d'arbres vivants par des scolytes essaimant à partir d'arbres récemment morts dont l'écorce est encore adhérente (c'est le cas de l'épicéa avec l'ips typographe).

L'intégration paysagère est à prendre en compte pour ne pas donner au public et au propriétaire l'image d'une forêt ruinée, sachant que l'information du public sur l'utilité du bois mort et des arbres « bio » va de pair.

Ces arbres « bios » doivent pouvoir être reconnus au moins par le forestier par un repérage (triangle à la peinture, plaquette...) ; leur inventaire à l'occasion des martelages permet d'en connaître le nombre et ces données seront utilisées dans un futur proche pour l'estimation du bois mort en forêt dans le cadre du bilan patrimonial de la forêt domaniale ou pour une meilleure connaissance des constituants des écosystèmes forestiers.

### Les îlots de vieux bois

La conservation de quelques arbres de gros diamètre, morts, sénescents ou à cavités qui restent à l'état isolé ou en petits bouquets dans une parcelle régénérée convient bien à certaines espèces des forêts claires ou des vergers (pour les oiseaux, le rouge-queue à front blanc et le torcol, voir Muller, 2004) mais pas pour les espèces recherchant la forêt fermée. Cette mesure est donc nécessaire mais **pas suffisante**. « L'ambiance forestière » avec son microclimat tamponné nécessite la conservation de surfaces complètes de peuplements adultes qui vont de quelques hectares (îlots de vieux bois) à des cantons forestiers complets (zones inexploitable en montagne, réserves biologiques intégrales).

Nous proposons de regrouper sous le terme générique **d'îlot de vieux bois**, tous les types d'îlots, grains, bouquets... de vieillissement, de maturation, de sénescence, d'abandon..., termes qu'on rencontre dans la littérature

Les études réalisées par Yves Muller dans le grand massif forestier des Vosges du Nord ou par Bernard Dubreuil en Moselle sur les cavités creusées par les pics montrent que ces oiseaux, qu'on peut qualifier de cavicoles primaires, recherchent les points de faiblesse de l'arbre pour creuser leur trou (cicatrice de branche ou partie du tronc dégradée par *Phellinus robustus* chez le chêne, bois tendre des trembles et bouleaux).

Le couple de pics élève sa nichée dans la cavité qui lui convient le plus ; il peut la réutiliser les deux ou trois années suivantes. Les cavités inoccupées sont utilisées par d'autres espèces dites cavicoles secondaires : des oiseaux (comme le pigeon colombin, les chouettes forestières, les mésanges, les gobe-mouches et quand les lisières avec les zones non boisées sont proches par l'étourneau sansonnet), des hyménoptères (abeilles, frelons), des chiroptères (chauves-souris), des mammifères (loir, martre)... Au fil du temps, la qualité du gîte diminuant, les cavités vont héberger des larves d'insectes se nourrissant des terreaux ou des champignons lignivores.

En plus d'y trouver un biotope, ces espèces des arbres « bios » peuvent contribuer au bon état sanitaire de la forêt : ainsi les rapaces nocturnes, les chauves-souris et les oiseaux insectivores comme d'ailleurs certains insectes (certains hyménoptères, diptères syrphidés et coléoptères) jouent un rôle important dans la régulation et le maintien des populations de ravageurs (scolytes, rongeurs...) à un niveau acceptable.

ture pour désigner la conservation sur pied de groupes d'arbres qui ont dépassé ou dont l'objectif est de dépasser l'âge théorique d'exploitabilité fixé pour l'essence objectif en futaie régulière, ou le diamètre théorique d'exploitabilité en futaie irrégulière ou jardinée.

### ■ L'îlot de vieillissement

À l'ONF, le terme « îlot de vieillissement » apparaît dans le manuel d'aménagement de 1997. C'est un « **petit peuplement bénéficiant d'un cycle sylvicultural prolongé au-delà de l'âge optimal d'exploitabilité** sur la série ». L'objectif est d'assurer une permanence de stades âgés assurant un relais pour la transmission d'espèces souvent peu mobiles aux peuplements voisins, en attendant qu'ils présentent les conditions propices pour accueillir ces espèces. Leur existence est temporaire (au maximum deux fois l'âge d'exploitabilité de l'essence objectif de la série) afin de limiter les sacrifices financiers consentis par le gestionnaire ou le propriétaire.

Le guide reconstitution après tempêtes, les notes d'application de ce concept issu du manuel d'aménagement de 1997 régionales (Alsace, Centre, Lorraine) ou territoriales (Île-

de-France Nord-Ouest), le guide des sylvicultures de la chênaie atlantique, prescrivent d'implanter les îlots de vieillissement dans les parcelles du groupe de régénération (5 à 10 % de la surface du groupe, taille de 0,5 à 5 ha) soit un taux de l'ordre de 2 % à 5 % de la série.

Pour anticiper sur la gestion du flux, des îlots pourront être recrutés dès le groupe de préparation. La question de la délimitation de futurs « îlots de vieillissement » dans les parcelles de jeunes peuplements qui peut permettre d'orienter la gestion vers une sélection précoce différenciée de tiges à vocation biologique reste posée.

Dans un souci de continuité de la gestion, les îlots de vieillissement doivent être délimités discrètement mais durablement sur le terrain, et inscrits à l'aménagement sur les plans et au sommier de la forêt.

Les interventions à y pratiquer doivent se limiter à des améliorations au profit des tiges à vocation « production » ou d'éléments conservés pour leur intérêt biologique (détourage, récolte ponctuelle avant dépréciation d'une bille de qualité, intervention dans un objectif de sécurité).

Les sites du réseau Natura 2000<sup>2</sup> peuvent faire l'objet d'interventions visant à maintenir en bon état de conservation les habitats naturels et les habitats des espèces présentes. Ces mesures doivent être prévues dans les documents d'objectifs de chaque site. Les actions mises en œuvre dans un site peuvent être des « bonnes pratiques » qui sont inscrites dans la charte Natura 2000 du site ; les mesures qui visent à restaurer ou améliorer l'état de conservation, informer le public font l'objet d'un contrat Natura 2000.

La circulaire du ministère de l'Environnement et du développement durable du 24 décembre 2004 détaille le cadre national d'application de ce dispositif ; elle détaille dans la fiche 11 et l'annexe V les mesures pouvant faire l'objet de contrats dans les milieux forestiers : 13 types d'opérations sont détaillés.

Parmi celles-ci, **la fiche K concerne le développement de bois sénescents**. Le cadre est le suivant : financement possible pour volume minimum de 5 m<sup>3</sup> par hectare sous forme de très gros arbres ayant déjà des potentialités d'accueil importantes, de préférence par groupes, engagement de les conserver pendant 30 ans, mode de calcul de l'indemnité pour l'immobilisation du fonds et la perte de valeur des bois avec des adaptations régionales possibles, nécessité de repérage sur le terrain...

Des conditions particulières d'application précisent que cette mesure ne peut faire l'objet d'un contrat qu'accompagnée d'une des autres mesures prévues dans la circulaire. En forêt domaniale, les cinq premiers m<sup>3</sup> ne seront pas indemnisés car il a été considéré que les bonnes pratiques de l'ONF ont déjà permis d'atteindre ce chiffre.

#### ■ L'îlot de sénescence

Les échanges entre les gestionnaires forestiers, les naturalistes et les scientifiques dans le cadre de l'éco-certification PEFC et de la mise en place du réseau Natura 2000 ont fait émerger le concept d'« îlot de sénescence ». Ce dispositif, plus volontariste et coûteux pour le propriétaire ou le gestionnaire que l'îlot de vieillissement vise à conserver des peuplements au stade de la maturation pour les **laisser évoluer sans intervention** jusqu'à ce que tous les arbres adultes conservés soient morts. Si l'on considère que l'espace occupé ne retournera pas à la production lorsque tout le bois sera décomposé, on peut utiliser le terme d'« îlot d'abandon ».

Ces îlots doivent être mis en place dans des zones déjà peu exploitées connues pour être des habitats d'espèces forestières peu mobiles (insectes saproxyliques) ou permettre de conserver des témoins des structures héritées d'un traitement ancien (TSF par exemple). Ce zonage pourrait représenter quelques pour cents de la surface d'une série d'aménagement sous forme de blocs

de **plusieurs hectares**, ceci afin de limiter les effets de lisière préjudiciables aux espèces forestières qui craignent les fortes variations de lumière et de température.

#### Les réserves biologiques intégrales

L'étape suivante, c'est la délimitation de zones de plusieurs dizaines d'hectares dédiées à la conservation de la biodiversité ; pour plus de détails, il faut se reporter au dossier de *Rendez-vous techniques* sur les statuts de protection dans la gestion forestière de l'été 2004.

Si les séries d'intérêt écologique particulier et les réserves biologiques dirigées concernent souvent des espaces associés à la forêt où se trouvent une espèce ou un habitat nécessitant des interventions pour leur maintenir des conditions d'existence précises, les **séries d'intérêt écologique général** et les **réserves biologiques intégrales** (RBI) ont pour vocation de spécialiser des espaces pour laisser libre cours aux évolutions naturelles et pouvoir observer les différentes phases du

cycle sylvigénétique hors intervention de l'homme.

Elles peuvent correspondre à des zones où l'exploitation de bois n'est plus rentable actuellement (cantons inaccessibles en montagne avec présence de peuplements subnaturels au sens de l'instruction de 1998 sur les RBI), mais aussi des parties de forêts de production représentatives d'un type forestier (chênaie de plaine par exemple). L'objectif est double : préserver les peuplements forestiers présentant une grande naturalité car l'exploitation forestière y a été abandonnée depuis plusieurs dizaines d'années et les processus d'évolution naturelle y ont repris le dessus (cas assez fréquent dans les Alpes et les Pyrénées, très localisé dans les Vosges) ; constituer un réseau représentatif des habitats forestiers français afin de constituer un réseau national de sites laissés en évolution libre permettant un suivi scientifique.



J.-M. Brézard, ONF

*Contrôle de cavité en FD Rambouillet (78). Dans les arbres ayant poussé en croissance libre (TSF ou futaie claire), les cavités sont souvent dans les branches maîtresses du houppier. Les chauves-souris semblent préférer les cavités dans les arbres vivants car le micro-climat y est plus sain que dans un arbre mort*

<sup>2</sup> délimités en vertu de la directive européenne habitats-faune-flore de 1992 : il s'agit alors de propositions de sites d'intérêt communautaire (p-sic) appelés ensuite zone spéciale de conservation (ZSC), ou de la directive Oiseaux de 1979, il s'agit alors de zone de protection spéciale (ZPS)

## BOIS MORT ET VIEUX BOIS: DISPOSITIFS PROPOSÉS AU GESTIONNAIRE FORESTIER

Objectif recherche		Objectif									
		Bois mort	Cavités	Gros arbres	Vieux bois vivants	Évolution naturelle	Caractéristiques				
							Aspect	Durée	Surface	Recrutement, mise en place	Gestion
Rémanents		XXX	non	non	non	non	disséminé	limitée (dégradation)	non calculable	clauses d'exploitation	renouvellement régulier
Arbres "bios"	Arbres morts ou sénescents	XXX	XX	X	non	non	disséminé	limitée (dégradation)	non calculable	avant ou pendant martelage	repérage inventaire
	Arbres à cavités	X	XXX	X	X	non	disséminé	limitée (dégradation)	non calculable	avant ou pendant martelage	repérage inventaire
Sur-réserves		X	X	XX	XX	non	disséminé	limitée (récolte)	non calculable	avant ou pendant martelage	repérage inventaire
Parcelle-label		X	X	XX	XX	non	délimité	limitée (récolte)	celle des parcelles	dans l'aménagement	selon l'aménagement
Ilôts de vieux bois	Ilot de vieillissement	X	X	XX	XX	non	délimité	limitée (récolte)	0,5 à 5 ha	dans GR, GP (GA)	repérage
	Ilot de sénescence (1)	XXX	XX	XXX	XXX	XXX	délimité	limitée (dégradation)	0,5 ha minimum	dans GR, sites Natura 2000	repérage
Série d'aménagement individualisée		si spécialisée fort volume de bois mort	non (trop restrictif)	si spécialisée	si spécialisée	SIEG	délimité	variable (aménagement)	variable	dans l'aménagement	selon l'aménagement
Réserve biologique intégrale		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	délimité	limitée	plaine : 50 ha montagne : 100 ha	présentation au CNPN arrêté ministériel	plan de gestion suivi scientifique

X possible ; XX probable ou pas immédiat ; XXX répond à l'objectif, immédiat

(1) si l'îlot de sénescence est appelé à revenir à une gestion de peuplement une fois tout le bois mort dégradé ou au terme d'un contrat Natura 2000 de 30 ans renouvelé ou pas, on peut introduire le concept d'îlot d'abandon de durée **illimitée**, équivalant à une mini-réserve intégrale sans suivi scientifique.

## Conclusion

Dans un contexte où la société s'inquiète de la disparition rapide des milieux naturels (forêts tropicales et boréales, forêts grignotées par l'urbanisation, formations boisées linéaires et arbres isolés dans les zones d'agriculture intensive) et où les plantations et les forêts exploitées mécaniquement fournissent des produits calibrés, il serait tentant de mettre une grande partie de la forêt française hors des circuits commerciaux.

Mais l'histoire passée de la forêt française et de ses relations étroites avec l'homme, son importance pour l'activité dans le milieu rural, la qualité et la variété des bois de l'Europe tempérée, et de la France en particulier, ont permis l'émergence d'une gestion forestière apte à prendre en compte plusieurs

objectifs (traduits dans le terme de multifonctionnalité dans la loi d'Orientation forestière de 2001).

Aujourd'hui, l'ouverture des forestiers vers les autres utilisateurs de la forêt, l'engagement de la France dans la mise en œuvre de la convention internationale sur la diversité biologique et dans le processus paneuropéen des conférences ministérielles pour la protection des forêts en Europe, l'incertitude sur les conséquences du changement global rendent indispensable une meilleure prise en compte de la biodiversité (et de la demande sociétale qui l'accompagne) dans la gestion forestière quotidienne.

Connaissant les différentes mesures possibles, chaque gestionnaire doit adapter leur mise en œuvre selon le **contexte géographique** de chaque forêt : la « responsabilité » en terme de biodiversité

d'un grand massif domanial au milieu d'une plaine céréalière sera très forte et imposera la mise en œuvre de toute la panoplie des mesures en faveur de la biodiversité sur un pourcentage significatif de la surface alors que dans une petite forêt domaniale située dans un massif comportant aussi plusieurs forêts communales et privées (ayant des surfaces, des pratiques et des intensités de gestion très variables), le gestionnaire partagera cette responsabilité et pourra se limiter à l'application des mesures généralistes concernant le bois mort et les arbres sénescents, morts et à cavités.

Les mesures proposées dans cet article (et résumées dans le tableau ci-dessus) vont du plus simple et moins coûteux (conservation de bois mort, de quelques arbres creux, sénescents et morts à l'hectare) au plus contraignant et coûteux

teux (zonage d'espaces dédiés à la biodiversité). Les directives de 1993 ont été bien transcrites dans les nouveaux aménagements comme le préconisait l'instruction. Les enseignements tirés des études scientifiques et des observations de terrain montrent une inquiétante accélération de la disparition d'espèces animales et végétales sous l'action directe ou indirecte de l'homme (Barbault et Chevassus-au-Louis, 2005). C'est pourquoi il faut mettre partout en œuvre – et sans attendre les révisions d'aménagement – les mesures généralistes concernant le bois mort et les arbres « bios », en expliquant à nos partenaires (communes, exploitants forestiers, affouagistes) et au public, le rôle primordial de la forêt dans la préservation de la biodiversité pour les écosystèmes terrestres.

**Jean-Marc BRÉZARD**

ONF, direction technique  
département forêts  
jean-marc.brezard@onf.fr

## Remerciements

Merci aux relecteurs attentifs : les collègues des départements forêts et recherche de la Direction technique, du département biodiversité de la Direction de l'environnement et du développement durable, les animateurs des réseaux de compétences naturalistes de l'ONF, l'équipe de l'Unité de recherches écosystèmes forestiers et paysages du Cemagref Nogent-sur-Vernisson.

## Bibliographie

ARPIN P. et al, 2000. Les invertébrés dans l'écosystème forestier : expression, fonction, gestion de la diversité. Collection Les dossiers forestiers de l'ONF, n° 9. Paris : ONF. 224 p.

BARBAULT R., CHEVASSUS-AU-LOUIS B., 2005. Biodiversité et changement globaux, enjeux de société et défis pour la recherche. Paris : Association pour la diffusion de la pensée française, Ministère des affaires étrangères. 241 p.

BARTHOD C., 2001. Politique forestière et patrimoines naturels forestiers. Revue forestière française, vol. 53, n° spécial, p. 29-36

BRUSTEL H., 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Collection Les dossiers forestiers de l'ONF, n° 13. Paris : ONF. 297 p.

DE LACLOS E., 2003. L'arbre autrement. ONF, programme Life « forêts et habitats associés de la Bourgogne calcaire », 8 fiches techniques et jaquette de présentation

DENIS P., 1998. Arbres morts, arbres à cavités : pourquoi ? Comment ? Guide technique. Strasbourg : ONF. 32 p.

DUBOURDIEU J., 1997: Manuel d'aménagement forestier. 4<sup>ème</sup> édition. Paris : ONF. 244 p.

DUBREUIL B., PAULTZ F., LHUILLIER J., 1998. Importance du Phellin robuste (*Phellinus robustus* K.), champignon parasite du chêne sur la nidification des oiseaux cavernicoles. Ciconia, vol. 22, n° 1, pp. 25-32

France nature environnement et la Forêt privée française, 2002. Gestion forestière, écologie, patrimoines naturels. 23 p.

GILG O., 2004. Forêts à caractère naturel, caractéristiques, conservation, suivi. Collection Cahier technique de l'ATEN, n° 74. Montpellier : ATEN. 96 p.

GOSELIN M., LAROUSSINIE O., 2004: Gestion forestière et biodiversité : connaître pour préserver : synthèse bibliographique. Antony : Cemagref. 320 p.

GOSELIN F., BOUGET C., NAGELEISEN L.M., 2004. Réflexions pour mieux gérer le bois mort en faveur de la biodiversité. Forêt-entreprise, n° 155, pp. 21-44

JARRET P., 2004. Guide des sylvicultures de la chênaie atlantique. Paris : Lavoisier. 335 p.

Ministère de la région wallonne. Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement, 2005. Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier, 82 p. < en ligne : [www.biodiversity.be/bppf/forum/forest/doc/Normes.pdf](http://www.biodiversity.be/bppf/forum/forest/doc/Normes.pdf) >

MORTIER F., 2001. Reconstitution des forêts après tempêtes : guide. Paris : ONF. 148 p.

MULLER Y., 2004. Evolution récente de l'avifaune nicheuse de la forêt du Romersberg (Moselle) : impact de la gestion forestière et de l'ouragan Lothar. Ciconia, vol. 28, n° 1, pp. 1-24

MULLER Y., 2004. L'utilisation des anciennes cavités de pics (*Picidae*) par les oiseaux pour la nidification. Ciconia, vol. 28, n° 2, pp. 67-78

NOBLECOURT T., 2004. Analyse de la biodiversité des bois de Boulogne et Vincennes (Paris, France) : Hyménoptères, Symphytes, Coléoptères saproxyliques et Carabidae. Mémoire de DEA, Université de Mons-Hainaut. 69 p.

ONF, 1993. Instruction (18 p.) et guide (32 p.) sur la prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière. Paris : ONF

ONF, Ligue pour la protection des oiseaux, 1997. Le forestier et l'oiseau : guide. Strasbourg : ONF. 39 p.

ONF, 1998. Réserves biologiques intégrales : instruction. Paris : ONF. 36 p.

ONF, 2004. Les statuts de protection dans la gestion forestière. Dossier de Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 5, pp. 15-64

SCHNITZLER-LENOBLE A., 2002. Écologie des forêts naturelles d'Europe : biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires. Paris : Lavoisier. 270 p.

# Mieux valoriser la ressource en bois et réduire les impacts sur l'environnement : deux objectifs convergents pour une exploitation forestière durable en Guyane française

*Afin d'améliorer l'efficacité économique et de mieux maîtriser les impacts environnementaux, la réalisation des travaux d'exploitation en Guyane a justifié une étude de diagnostic post-exploitation dont les principaux enseignements sont présentés. La nécessaire évolution des pratiques d'exploitation habituelles doit impérativement s'inscrire dans une démarche impliquant l'ensemble de la filière forêt-bois.*

**A**vec l'abandon complet du système des permis forestiers il y a dix ans, l'Office national des forêts s'est engagé dans une démarche d'aménagement multifonctionnel des forêts guyanaises, premier pas vers la mise en place d'une gestion durable de ces massifs, à haute valeur patrimoniale à l'échelle planétaire. À ce jour, 95 % des exploitations forestières menées en Guyane ont lieu dans ces forêts aménagées. Après avoir été desservies et inventoriées préalablement par l'ONF, les coupes sont vendues sur pied et à l'unité de produit. Les ventes suivent une planification à l'échelle régionale garantissant :

- la protection des zones sensibles à travers un réseau de séries d'intérêt écologique et de réserves,
- le respect de règles sylvicoles nécessaires à la préservation du potentiel de reconstitution des peuplements,
- l'intégration des autres fonctions de la forêt (dispositions spécifiques pour la prise en compte des usages traditionnels, des activités touristiques, minières...).

Si cette phase d'aménagement et de planification de la gestion est aujourd'hui bien organisée, il n'en est pas de même pour la phase de réalisation des travaux d'exploitation dont l'efficacité économique et les impacts environnementaux sont actuellement mal maîtrisés.

En 2003, l'ONF s'est donc engagé dans une démarche de progrès organisée en trois phases :

- un diagnostic objectif des problèmes posés par l'exploitation conventionnelle,
- le développement de nouveaux outils et de nouvelles méthodes permettant de les résoudre,
- la formation des opérateurs privés à ces nouvelles techniques.

L'article qui suit présente les résultats de la première phase de ce travail, baptisée DPE (diagnostic post-exploitation). Elle s'est concrétisée par une étude menée dans le cadre des projets du groupement d'intérêt scientifique Silvolab, avec la collaboration du CIRAD-Forêt et la participation financière de l'Union européenne dans le cadre du XII<sup>ème</sup> contrat de plan État-Région.

## L'exploitation forestière : une activité très traditionnelle et peu organisée

Traditionnellement, l'exploitation réalisée en Guyane s'organise en une phase d'abattage et une phase de sortie des bois totalement indépendantes et souvent déconnectées dans le temps. L'équipe d'abattage est constituée de

deux personnes : le bûcheron-prospecteur et l'aide bûcheron. Lors de l'inventaire réalisé par l'ONF sur chaque unité de prospection<sup>1</sup> constituant la parcelle, les tiges exploitables ne sont ni marquées sur le terrain, ni repérées sur plan. L'équipe de bûcheronnage doit donc rechercher les tiges à abattre dispersées dans le peuplement au fur et à mesure de leur avancement. Une fois repéré, le bois est abattu sans précaution particulière, notamment sans maîtrise de la direction de chute (méthode dite du « jetébwa »). La découpe est alors réalisée avant la première grosse fourche au niveau le plus accessible, sans démantèlement du houppier ni façonnage de surbille. La sortie des bois est fréquemment réalisée quelques semaines voire quelques mois après l'abattage, aucune consigne n'étant passée entre les deux équipes. Le débuscage est réalisé à l'aide d'un tracteur à chenilles, de type Bulldozer, qui ouvre la piste en même temps qu'il recherche les grumes, en se guidant simplement sur les layons créés par l'équipe d'abattage ou sur les ouvertures causées par les trouées. Le câblage n'est pas utilisé et le bulldozer est souvent amené à manœuvrer la grume pour faciliter son arrimage. La traîne sur piste principale est ensuite réalisée par un débardeur à pneu de type Skidder sur plus de 700 m en

<sup>1</sup> une unité de prospection est une unité topographique exploitable de l'ordre de 35 ha en moyenne

moyenne (et parfois plus de 2 km). Ce n'est qu'arrivé sur parc que la grume sera enfin numérotée et cubée.

Cette organisation des chantiers n'est pas sans incidence sur l'efficacité de la mobilisation de la ressource. Une sous-valorisation flagrante de la ressource est en effet constatée depuis plusieurs années notamment à cause de la perte de matière en purges mais aussi suite à l'abandon d'une proportion importante de tiges commerciales sur pied. Afin de mieux caractériser ces pratiques et leurs conséquences en terme de rendements économiques mais aussi d'impacts sur l'environnement, une étude a été engagée en 2003 par l'ONF, en collaboration avec le CIRAD-Forêt (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département Forêt). Des diagnostics post-exploitation (DPE) ont été établis sur 10 parcelles récemment exploitées (voir encadré protocole p. 67). Ils ont permis de déterminer l'importance relative des principaux facteurs de sous-valorisation, et d'évaluer les dégâts lors de l'exploitation afin d'y remédier par l'adoption d'une stratégie adaptée.

**Bilan des pratiques d'exploitation : moins d'un tiers de la ressource exploitable potentielle est réellement mobilisé**

Les pratiques d'exploitation actuelles aboutissent à une mobilisation très incomplète de la ressource : seulement 27 % des tiges commerciales par hectare sont effectivement exploitées (soit 2,3 tiges/ha exploitées). Le prélèvement de 14 m<sup>3</sup> par hectare exploitable représente 30 % du volume commercial existant sur la coupe. Trois facteurs déterminants expliquent ce faible rendement.

**■ Le manque d'organisation des exploitations**

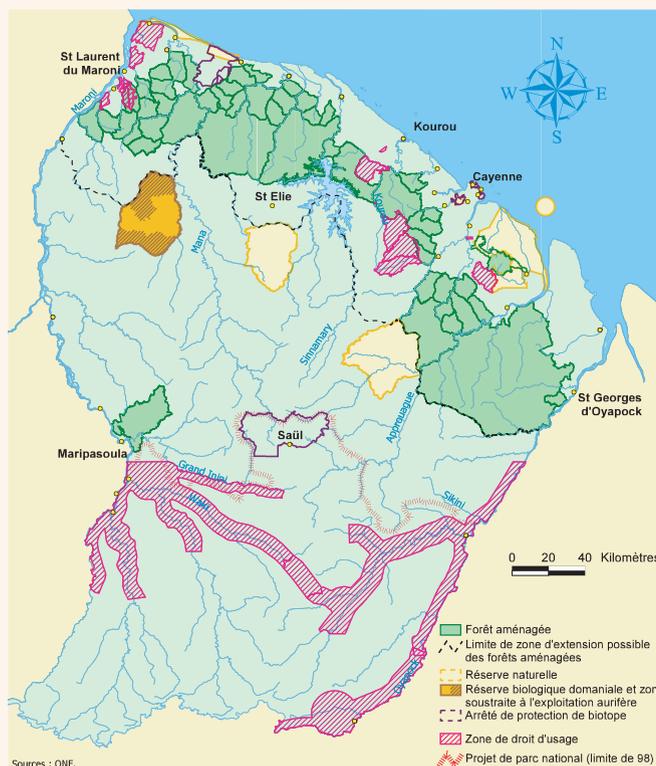
Le relief très découpé en une succession de collines et de plateaux, l'absence de repères bien nets dans des parcelles de 150 à 300 ha ; la dispersion et l'irrégularité de la ressource commerciale dans le peuplement sont autant de facteurs qui

**D**e p è r e s

**La forêt guyanaise en quelques chiffres : une grande richesse biologique mais une relative pauvreté en bois commercialisables**

- 8,2 millions d'hectares dont 7,5 millions d'hectares gérés par l'ONF ;
- 440 000 espèces végétales et animales selon les dernières estimations ;
- plus de 1200 espèces ligneuses et 150 espèces différentes à l'hectare en moyenne ;
- 8 tiges exploitables\* par hectare en moyenne sur les parcelles en production, soit 45 à 50 m<sup>3</sup> estimés ;
- 70 000 m<sup>3</sup>/ an exploités sur 40 à 50 parcelles de 300 ha en moyenne ;
- volume grume de l'arbre moyen exploité : 5,5 m<sup>3</sup> pour 77 cm de diamètre à 1,30 m.

\* : tiges appartenant aux 90 espèces d'intérêt technologique reconnu et de diamètre supérieur au DME = diamètre minimum d'exploitabilité de 55 cm en général



rendent extrêmement délicate la recherche des tiges exploitables. Dans ces conditions, l'absence d'organisation des opérations d'exploitation aboutit fréquemment à un parcours incomplet de la parcelle dont 5 % des unités de prospection exploitables, en moyenne, ne sont pas passées en coupe et s'ajoutent au 40 % de surfaces non exploitables.

Ces difficultés se retrouvent dans la phase de débardage : 5 % des grumes abattues, pourtant sans défauts rédhibitoires, ne sont pas

retrouvées par le débardeur et restent pourrir en forêt (soit 0,12 tige/ha avec un volume arbre moyen de 5,28 m<sup>3</sup>).

L'utilisation d'un GPS pour se repérer, la numérotation des grumes par le bûcheron dès l'abattage, l'ouverture des pistes principales et la recherche des tiges préalablement à l'abattage sont autant de techniques simples qui pourraient réduire ces oublis préjudiciables à la valorisation des coupes. Elles permettraient par ailleurs d'optimiser le parcours des engins dans la parcelle et

## p r o t o c o l e

## Bilan du « diagnostic post-exploitation » (DPE)

Le diagnostic post-exploitation réalisé en 2003 et 2004 a reposé sur un inventaire exhaustif de 10 coupes, échantillonnées en fonction de leurs caractéristiques dendrométriques et de leur positionnement sur le marché (représentation des principaux acheteurs et exploitants). Le protocole incluait :

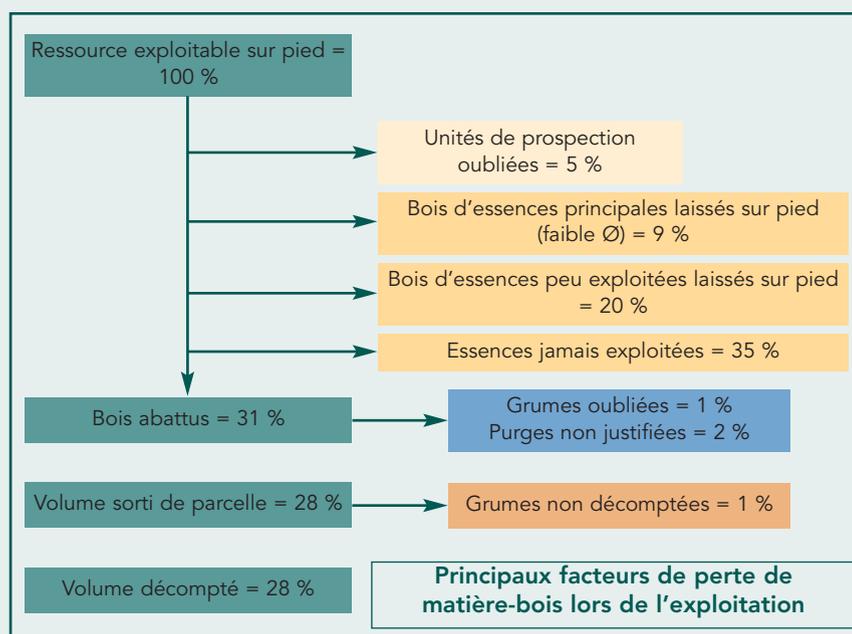
- la mesure de l'extension effective de la coupe par un relevé des pistes de débardage et de débuscage au GPS ;
- un inventaire spatialisé et une description des souches comprenant notamment un relevé des purges excessives et une estimation du volume de qualité marchande qu'elles représentent (3316 souches décrites) ;
- une recherche et une description des grumes oubliées sur le parterre de la coupe et des arbres commercialisables restant sur pied à proximité des pistes de débardage.

Les critères de description des arbres, grumes et purges ont été validés lors de rencontres sur le terrain avec des exploitants et scieurs. Ces résultats sont confrontés aux données de l'inventaire avant exploitation (DIPA = diagnostic parcellaire approfondi) et aux relevés de cubage sur parc. Les caractéristiques dendrométriques moyennes sont résumées dans le tableau suivant.

	Ressource exploitable (DIPA)	Ressource exploitée (DPE)
Surface	1 690 ha	1 611 ha
Nombre de tige / ha	8,5	2,3*
Diamètre quadratique moyen	66,65 cm	77,52 cm
Surface terrière / ha	2,83 m <sup>2</sup>	1,11 m <sup>2</sup> (*)
Volume estimé / ha	47 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup> (*)

(\* sur la surface effectivement exploitée)

Les principaux facteurs de perte de matière ont pu être estimés. Ils peuvent être résumés par le schéma suivant :



par conséquent de limiter leur impact au sol et au peuplement tout en optimisant leur coût fortement affecté par la recherche des grumes.

### ■ L'absence de technicité lors de l'abattage

Si le « jetébwa » permet au bûcheron d'atteindre de bons rendements journaliers avec 15 à 20 bois tombés par équipe (soit 75 à 100 m<sup>3</sup>/jour), le résultat est nettement moins satisfaisant sur le plan de l'optimisation du volume récolté par arbre. En effet, les pertes de matière de qualité marchande liées aux techniques d'abattage atteignent en moyenne 7 % à 8 % du volume sorti :

- les petits défauts internes en patte et les contreforts font l'objet d'une purge quasi-systématique (0,86 m<sup>3</sup> en moyenne sur 42 % des tiges) plutôt qu'une réfaction ou un égobelage<sup>2</sup> qui permettraient la valorisation de cette partie du pied ;
- 28 % des découpes sont réalisées sans souci d'optimisation, à plus de 60 cm « fin bout » en laissant plus d'1,80 m de longueur utile (soit 0,56 m<sup>3</sup> en moyenne).

Par ailleurs, la technique d'abattage contrôlé n'étant pas appliquée, les essences réputées nerveuses sont redoutées par les bûcherons et laissées sur pied. C'est notamment le cas du balata franc (*Manilkara bidentata* et *Manilkara huberi*), essence bien représentée en Guyane (7,3 % des tiges commerciales) où elle est très peu exploitée, alors qu'elle l'est couramment au Brésil.

### ■ Une forte sélection spécifique

Au total, 90 espèces sont considérées comme commercialisables par l'ONF du fait de qualités technologiques avérées (travaux du CIRAD). Cinquante-cinq d'entre elles ne sont quasiment jamais exploitées. Cette situation résulte effectivement de réelles contraintes de marché mais englobe aussi certaines essences précieuses dispersées dans le peuplement ou mal reconnues.

Trois essences sont principalement utilisées sur le marché local ou valorisées à « l'exportation » vers les Antilles : l'an-

<sup>2</sup> égobelage : enlèvement des pattes et renflements au pied d'un arbre à l'abattage ou au façonnage

gélique (*Dicorynia guianensis*), les gonfolos (*Qualea rosea*, *Ruitzeriana albiflora*) et le grignon franc (*Sextonia rubra*). Ces bois, principalement utilisés en charpente, représentent en moyenne 75 % de la récolte (pour seulement 36 % de la surface terrière du peuplement commercial). Leur reconnaissance aisée et leur répartition spatiale de type agrégatif, facilitent leur valorisation qui atteint 66 % en nombre de tiges prélevées (77 % en surface terrière). Toute l'attention des bûcherons se porte sur la recherche de ces trois essences. Au final, une trentaine d'espèces seulement, recherchées par la première et seconde transformation (notamment les bois utilisés en menuiserie traditionnelle mais aussi quelques bois blancs), font l'objet d'une mobilisation plus ou moins régulière. Leur taux de prélèvement, très variable, reste en moyenne inférieur à 1 tige sur 4.

Si la description des tiges restant sur pied nous montre que leur qualité intrinsèque n'est en général pas en cause, on observe cependant qu'une forte sélection sur le diamètre est opérée : alors que le diamètre minimum d'exploitation (DME) est fixé à 55 cm pour les trois principales essences, l'exploitation se concentre sur les tiges de plus de 70 cm de diamètre (mobilisées pour les 3/4) qui présentent un meilleur rendement au sciage. Les tiges de 55 à 65 cm ne sont exploitées que pour 1/4 des tiges maximum. Cette tendance se retrouve aussi pour les autres essences exploitées.

### De faibles prélèvements ne garantissent pas un moindre impact

On pourrait imaginer que cette faible intensité de coupe induise des dégâts réduits. L'impact sur le milieu doit en fait être étudié de façon approfondie. En effet, le caractère agrégatif du prélèvement entraîne une forte variabilité des intensités locales de coupe qui peuvent atteindre plus de 7 tiges à l'ha en moyenne pour une unité de prospection (soit 43 m<sup>3</sup>/ha estimé). De plus, l'absence de technicité lors de l'abattage induit d'importants dégâts au peuplement résiduel, pouvant hypothéquer

son potentiel d'avenir. Enfin, l'absence d'organisation des opérations de débardage, conjuguée à la fragilité des sols tropicaux et à la topographie accidentée, risque d'entraîner des phénomènes de tassements et d'érosion des sols qui sont actuellement mal mesurés. De nouvelles études sur ces différents aspects ont donc été engagées.

### 30 % du peuplement endommagés pour moins de 1 % des tiges coupées

Le niveau des dégâts consécutifs aux opérations d'abattage et de débardage conditionne fortement la qualité du peuplement d'avenir et les capacités de reconstitution du peuplement. La minimisation de ces dégâts, et notamment la préservation des tiges d'avenir, est un enjeu prioritaire tant écologique qu'économique. Les premières données recueillies sur deux parcelles font apparaître un impact important : l'exploitation de 3 à 5 tiges/ha provoque des blessures graves ou mortelles sur plus de 60 à 70 tiges de plus de 10 cm de diamètre par hectare. La surface terrière du peuplement est réduite de 13 à 14 % par l'exploitation (prélèvement et bris de réserve). Cette diminution devrait atteindre 19 à 23 % dans les trois années qui suivent l'exploitation du fait du dépérissement des arbres les plus touchés.

Ce niveau reste inférieur à la limite conseillée par le CIRAD-Forêt en référence aux résultats obtenus sur le dispositif expérimental de Paracou, soit 33 % de la surface terrière initiale et l'intensification de l'exploitation, souhaitable d'un point de vue économique, reste possible. Elle est cependant conditionnée par une meilleure maîtrise de l'impact sur le peuplement d'avenir. Elle doit par ailleurs être ciblée sur les tiges d'avenir et tiges exploitables non valorisées lors de cette première coupe de façon à préserver la plus grande potentialité de reconstitution du peuplement commercial : le marquage en réserve systématique des tiges d'avenir situées à proximité des tiges exploitables par l'ONF, l'application par les bûcherons de méthodes d'abattage contrôlé et la planification des pistes de débardage principales avant exploitation sont trois



S. Guillet, ONF

Éclatement d'un arbre suite à une mauvaise technique d'abattage

récentes mesures dans le nouveau cahier des clauses des ventes qui devraient permettre de réduire significativement l'impact de l'exploitation sur le peuplement résiduel et les sols.

### Limiter l'ouverture de la canopée par l'exploitation : la télédétection comme outil de contrôle de la régénération

En forêt tropicale encore plus qu'ailleurs, le dosage de la lumière est un paramètre essentiel conditionnant le devenir du peuplement. La sylvigénèse en forêt naturelle se base sur une régénération des trouées simples apparaissant à l'occasion de la mortalité de gros arbres isolés et apportant la lumière nécessaire au développement de plantules d'espèces semi-tolérantes ou héliophiles, et à l'expression d'une banque de semences dormantes (théorie de la perturbation intermédiaire). Sur la base des connaissances déjà acquises sur la dynamique des peuplements après perturbation, on considère que des trouées d'abattage peu nombreuses, dispersées et de petite taille (< 400 m<sup>2</sup>), similaires aux chablis naturels, permettent de dynamiser la croissance du peuplement sans en bouleverser la composition spécifique. Les chablis multiples créés par la chute de plusieurs arbres auraient au contraire un effet négatif, favorisant l'apparition d'espèces pionnières héliophiles peu intéressantes d'un point de vue commercial. Pour une même intensité d'exploitation,

les effets de la coupe sur le peuplement peuvent donc être très variables en fonction de la répartition du prélèvement et de la qualité de l'abattage. Des techniques de télédétection mises au point par le CIRAD permettent aujourd'hui de mesurer l'ouverture de la canopée. Les premiers résultats obtenus sur deux parcelles faiblement exploitées (1 à 2,7 tiges/ha) montrent ainsi que les grosses trouées d'abattage (400 m<sup>2</sup>) contribuent à la destruction de 4 à 5 % du couvert forestier total de ces parcelles. L'ouverture atteint même 10 à 15 % dans certaines unités de prospections.

### Attention sols fragiles !

Les sols guyanais, « vieux » sols formés sous climat tropical humide, présentent une très faible fertilité chimique concentrée dans les vingt premiers centimètres. Leurs caractéristiques physiques sont largement influencées par la qualité du drainage, de nombreux sols forestiers présentant des horizons limoneux intermédiaires à l'origine de nappe perchée ou d'engorgement temporaire. Il en découle une forte sensibilité des sols au tassement et à la perte de fertilité. Le parcours anarchique des engins de débardage n'est pas sans conséquence, et les ornières dépassant 1 m de profondeur sont relativement fréquentes sur des pistes principales mal étudiées où plus de 500 m<sup>3</sup> de bois peuvent transiter (voir aussi le dossier des *Rendez-vous techniques* n° 8 à ce sujet). L'optimisation du tracé de ces pistes principales de débardage doit donc être envisagée d'autant plus que les réseaux actuels présentent des linéaires excessifs au regard des volumes sortis ; ils dépassent en effet 120 ml par hectare effectivement exploité, soit environ 30 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (ce ratio est de l'ordre de 20 à 25 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> dans les forêts tropicales certifiées du Bassin amazonien).

### Plus de prélèvement et moins de dégâts ?

L'ensemble de ces constats démontre la nécessité de faire évoluer les pratiques d'exploitation habituelles :

■ l'intensification de la récolte (objectif de 5 à 6 tiges/ha en moyenne) sur les

parcelles aménagées est indispensable à l'amortissement des lourds investissements réalisés par le gestionnaire ;

■ parallèlement, la maîtrise de l'impact des exploitations doit être améliorée pour répondre aux exigences de gestion durable imposées par la démarche de certification des forêts.

Plus de prélèvement et moins d'impact ! L'équation peut paraître insoluble mais les techniques d'exploitation à faible impact ou RIL (reduced impact logging) fournissent des solutions techniques à bon nombre de problèmes posés, l'organisation des opérations étant la clef de voûte de ce système développé au cours de ces dernières années par la recherche et les gestionnaires. La prise en compte de ces solutions se heurte cependant à plusieurs contraintes de taille.

**Premier obstacle :** la sous-qualification avérée des opérateurs de terrain en charge de l'exploitation. Les conditions de travail en forêt, très difficiles, rebutent les actifs malgré des niveaux de rémunération relativement élevés. La main-d'œuvre présente sur les chantiers est en règle générale non diplômée, fréquemment analphabète et non francophone. Aucun encadrement qualifié n'existe sur le terrain pour contrebalancer cette situation.

**Deuxième obstacle :** l'absence de structuration de la filière bois. Le secteur, dominé par les petites unités industrielles ou artisanales, est dans l'incapacité de développer significativement de nouveaux marchés qui permettraient de mieux valoriser la diversité des essences présentes localement. Le secteur peine également à rester compétitif face à la concurrence toujours plus grande des bois importés ou produits illégalement.

Au-delà du développement technique mené par l'ONF sur le sujet, l'accompagnement de la filière est donc un facteur essentiel pour la réussite de ce défi. Cet effort se traduit par l'organisation de formations techniques à l'attention des exploitants-scieurs : abat-

tage contrôlé, reconnaissance botanique, utilisation du GPS, méthode de débardage. Il doit aussi aboutir à la mise en œuvre de chantiers pilotes, en collaboration avec les exploitants locaux, permettant d'aider les entreprises à organiser leurs chantiers tout en démontrant les bénéfices conséquents de ces techniques, tant pour l'environnement que pour le rendement économique de leur activité. Ces actions devraient prendre corps en 2005-2006.

**Stéphane GUITET**

ONF, DR Guyane  
pôle technique  
stephane.guitet@onf.fr

### Remerciements

à tous les personnels de l'ONF qui ont permis la réalisation de ce bilan, ainsi qu'aux stagiaires et VCAT qui ont largement contribué aux différentes phases de terrain.

### Bibliographie

BRUNAUX O., DEMENOIS J., 2003. Aménagement forestier et exploitation en FTH guyanaise. *Revue forestière française*, vol. 55, n° spécial 2003, pp. 260-272

DEMENOIS J., GOURLET-FLEURY S., FUHR M., JOURGET J.G., 2003. Sylviculture en FTH guyanaise. *Revue forestière française*, vol. 55, n° spécial 2003, pp. 273-290

GUITET S., 2004. Évaluation des dégâts d'exploitation sur le peuplement forestier résiduel en forêt aménagée de Guyane française. Rapport interne ONF DR Guyane. 13 p.

MOKRANI A., 2004. Analyse de la spatialisation des trouées d'abattage par télédétection dans les FTH de la bande côtière de Guyane française. Rapport de césure.

ONF, 2004. Méthode de contrôle des exploitations : Diagnostic Post-Exploitation. Note Régionale ONF DR Guyane. 14 p.

## Quelques techniques de protection des arbres lors des exploitations

Lors d'une exploitation forestière, la protection des tiges réservées a toujours été incluse dans les clauses de vente ou de travaux de débardage. Un « toujours » qui remonte au moins à l'Ordonnance de 1669 qui, dans l'article XLIII du chapitre « assiette, balivage, martelage & ventes des bois » indique que « les arbres seront abattus [...] sans endommager les arbres retenus à peine de dommages et intérêts contre le Marchand ».

Il est clair que c'était alors les dégâts à l'abattage qui étaient visés. Le débardage était réalisé avec des chevaux ; ils causent très peu de dégâts.

Dans les chantiers classiques – abattage manuel et débardage par débuseur sans cloisonnement – une étude suisse (Butora et Schwager, 1989) montre que plus de 33 % des tiges sont blessées, 70 % de ces blessures étant dus à la phase de débardage. L'intervention d'une abatteuse – bien conduite cela va de soi – réduit très fortement les dégâts d'abattage. L'intervention d'un porteur modifie aussi fortement les problèmes. Les ranchers<sup>1</sup> de cet engin, en fait peu traumatisants pour les peuplements, peuvent parfois blesser les arbres au-dessus de 2 m de haut. Et si, comme souvent, mais des constructeurs ont su corriger ce problème, les boggies<sup>2</sup>

avant et les boggies arrière ne suivent pas les mêmes traces, les arbres peuvent être très abîmés dans les virages. Comment protéger les arbres lors de la phase de débardage lorsqu'est utilisé le processus de sortie des bois à l'aide d'un débuseur ?

### Les outils de protection

#### Présentation

Notre propos ne veut, au sens vrai du terme, qu'illustrer la phrase du manuel d'exploitation forestière (Armeff & CTBA, 1993) qui préconise « d'utiliser des manchons de protection autour des arbres exposés (spécialement au coin des couloirs) ».



Jean-Pierre Deruelles, ONF

Le manchon de protection est constitué de rémanents sautés sur la tige à protéger. Les sangles sont tendues à l'aide de boucles métalliques mises en place comme indiqué. Il existe aussi des lattes présaillées beaucoup plus faciles à installer que des rémanents



Jean-Pierre Deruelles, ONF

Une butée de renvoi, accessoire développé par l'Institut fédéral de recherches forestières de Birmensdorf (Suisse). Deux tubes et trois fers plats soudés suffisent à fabriquer cet accessoire

1 Ranchers : montants verticaux sur les côtés d'une remorque.  
2 Boggie : châssis à deux essieux rapprochés.

## interview

Avis de Franck Linck qui a débardé au tracteur la coupe de la photo

« Avec l'agent, sur ses conseils, nous avions prévu d'utiliser des souches laissées hautes dès la visite du chantier. Il y en a un peu partout sur les 26 ha d'une coupe délicate, à la fois vaste, en pente et très dense. Cette mise en place et le soin à faire passer les charges sur ces pivots ont pris du temps mais nous en avons tenu compte lors de l'achat et la commune de Hombourg-Haut l'a admis. Après la coupe, il n'y a aucun dégât ni aux troncs ni aux racines. Je pense que ces souches hautes pourraient encore servir pour la prochaine coupe. Elles sont devenues un accessoire précieux de l'ensemble sylviculture et exploitation. »

C. Apffel, ONF



En forêt communale de Hombourg-Haut (Moselle) lors d'une éclaircie dans un peuplement très dense, dans un virage de cloisonnement, les souches laissées hautes servent de pivots pour que la charge tourne sans blesser les tiges restantes. Il est facile d'imaginer ce qui se serait passé sans leur présence

Nous illustrerons également la technique suisse des « butées de renvoi » et rappellerons le matériel annexe de débusquage qu'est le « sabot de débardage ». Des tiges peuvent aussi servir de glissières puis être enlevées en laissant, les souches très hautes (0,5 à 1 m environ).

#### Quand faut-il installer ce type de protections ?

Une fois l'abattage fait, il est relativement facile d'anticiper le trajet que devra suivre la charge surtout si des

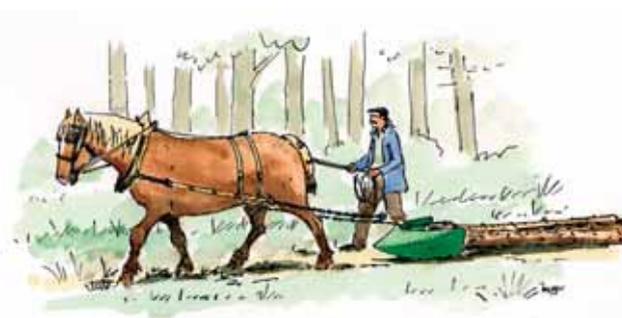
cloisonnements existent. C'est à ce moment qu'il faut mettre une protection, très vite enlevée dans la plupart des cas. Elle devra être maintenue plus longtemps sur les tiges situées vers la sortie des chantiers.

Quant au cône ou sabot de débardage, le Manuel d'exploitation forestière cité indique « qu'ils sont très prisés en Scandinavie. Ils diminuent la résistance à la traction en empêchant les bois de se ficher dans le sol et évitent en grande partie l'arrêt sur les souches en

jouant le rôle de déflecteur ». Il va donc « glisser » sur les souches et moins les abîmer. Notons que la moindre résistance à la traction en fait un accessoire utile pour le débardage à l'aide d'un cheval, ce facteur étant primordial dans ce cas. Ce sabot n'est utilisable que pour des grumes de dimensions réduites (1 m<sup>3</sup> au plus).

#### D'autres techniques directes et indirectes

Bien entendu, il existe d'autres techniques pour diminuer les dégâts aux arbres. Certaines seront à introduire par le gestionnaire dans ses pratiques sylvicoles et les autres seront le fait de l'exploitant.



Jean-Pierre Deruelles, ONF



Jean-Pierre Deruelles, ONF

Un sabot – ou cône ou traîneau – de débardage est fait d'une solide coque en plastique munie d'accessoires d'accrochage

## Prise en compte lors de la sylviculture

■ La désignation de tiges-objectif est un moyen de bien identifier les tiges de haute qualité qui doivent impérativement être préservées de toute altération lors du débardage et que le conducteur d'engin doit pouvoir bien visualiser lors de son travail.

■ Des sylvicultures fortes avec des interventions peu fréquentes vont, bien entendu et globalement, dans le sens d'une bonne protection des tiges.

■ Des cloisonnements pas trop espacés (pas obligatoirement géométriquement installés, ils doivent permettre aux grumes d'être accessibles sans treuil. Une vingtaine de mètres – 30 à 40 m pour des peuplements adultes – est un chiffre correct) pour ne pas conduire à des distances de câblages longues. Cela est également valable pour le débardage par câble téléphérique, la phase halage au sol pour rapprocher le bois de la ligne de débardage étant celle qui génère les dégâts aux tiges.

■ Des martelages ou des consignes d'exploitation corrects. Sur un chantier mécanisé récent, le marquage avait été bien fait « par le haut ». Mais du coup, les tiges dominées ont subsisté en assez forte densité et lors de l'abattage, elles ont été souvent blessées donnant du chantier un aspect déplorable bien que sans conséquence sur l'avenir du peuplement. L'autorisation de couper ces tiges eut permis un travail plus net et plus rapide, ces tiges gênant de plus le travail de l'abatteuse.

■ Une désignation faite en prenant en compte les techniques d'exploitation.

## Mise en œuvre lors de l'exploitation

■ Une direction d'abattage, le câblage des arbres corrects sont des savoir-faire capitaux pour accompagner l'efficacité d'un cloisonnement ; cela est valable pour faciliter toutes les techniques de débardage qui vont suivre pour enlever des bois de toutes natures et dimensions.

■ Une exploitation en bois de courtes longueurs limite beaucoup les impacts.

■ Une poulie de renvoi accrochée à un arbre permettra de dévier les trajectoires.

■ L'exploitation hors sève limite fortement les risques.

■ Bien réfléchir à l'organisation générale du chantier avant de démarrer les travaux.

## Protéger ou payer ?

Toutes les techniques présentées sont de fait préventives. Dans un autre registre, les six alinéas de l'article 39 du cahier des clauses générales des ventes de coupes en bloc et sur pied (CCG) – héritiers lointains mais directs de l'ordonnance de 1669 – traitent des réparations financières dues au propriétaire en cas de dégâts aux tiges réservées.

Sur trois chantiers récents et variés couvrant 18 ha au total, (1) abattage manuel et porteur, (2) abatteuse et porteur (3) abattage manuel et débusqueur ou porteur suivant les zones, les blessures ont été inventoriées en suivant le protocole européen COST 3. Sont notés la nature des blessures (de « éraflé » à « bois fortement endommagé »), leur emplacement (racines jusqu'à 1 m de la base du tronc, empatement, jusqu'à 1 m de haut entre 1 et 2 m, au-delà de 2 m), la surface des blessures et ce en relativisant les choses par la prise en compte du devenir estimé de l'arbre (... intact).

Nous avons appliqué le barème d'indemnisation prévu au 39.3 du Cahier des clauses générales des ventes de bois sur pied sans prendre en compte la présence – pourtant réelle – de tiges d'élite puisque celles-ci n'avaient pas été marquées au préalable.

Pour les trois chantiers, l'indemnité se montait à 4 500 €. L'achat et la mise en place de protections sur les tiges les plus belles ou situées dans les lieux où devaient tourner les engins ont été estimés entre 500 et 700 €. Et un minimum de tiges d'avenir aurait été blessé, permettant de conduire à terme le peuplement comme prévu dans les guides de sylviculture.

Il faut noter, et les observations faites sur nos trois chantiers le confirment, que la proportion de tiges d'élite blessées est plus forte que pour les tiges

« normales » (Butora et Schwager, 1989. Bartoli, 2000). Pour l'un des 3 chantiers cités, 4 % des arbres codominants sont blessés, mais 7 % des arbres dominants le sont déjà. Cela tient au fait que les coupes sont réalisées au profit de ces arbres et que les tiges à exploiter se trouvent donc plus près d'elles que la moyenne. L'intérêt d'une protection physique préventive se révèle vraiment utile.

## Conclusion

La protection des tiges réservées n'est pas simplement l'affaire de l'entrepreneur de travaux forestiers ni des pénalités des clauses de la vente. Il existe des techniques simples pour les prévenir au mieux lors de l'exploitation bien sûr mais aussi lors des opérations de sylviculture.

**Michel BARTOLI**

ONF, direction technique  
département forêts  
michel.bartoli@onf.fr

## Remerciements

Il faut remercier Christian Apffel (agent patrimonial à l'agence de Metz) et Franck Linck (ETF à Lutzelbourg) pour le soin qu'ils ont mis à organiser leur exploitation et à la réaliser. La relecture d'Emmanuel Cacot (AFOCEL) a permis d'améliorer ce travail.

## Bibliographie

BARTOLI M., 2000. L'optimisation de l'exploitation forestière dans le Parc national des Cévennes. Document interne, 34 p.

BUTORA A., SCHWAGER G., 1989. Dégâts d'exploitation dans les peuplements d'éclaircie. Institut fédéral de recherches forestières. Rapport n° 288, 41 p.

Armfef – CTBA, 1993. Manuel d'exploitation forestière, T I.

## à suivre

### n 10 - automne 2005

#### Prochain dossier : les futaies hétérogènes

parution : novembre 2005

La problématique des futaies hétérogènes a largement évolué ces dernières années. Ce premier dossier consacré à cette thématique s'attachera avant tout à présenter ces peuplements qui rassemblent les futaies irrégulières (en structures) et les futaies mélangées (en essences), et leurs enjeux en matière de gestion.

#### Retrouvez *RenDez-Vous techniques* sur *intraforêt*

Tous les textes de ce numéro sont accessibles au format PDF dans la rubrique qui lui est désormais consacrée dans le portail de la direction technique (Recherche et développement/Documentation technique). Accès direct à partir du sommaire.

Pour rechercher un article particulier, utilisez le moteur de recherche de la base documentaire



#### **Si vous désirez nous soumettre des articles, prenez contact avec nous :**

ONF - Département recherche  
Dominique de Villebonne  
Tél. : 02 38 65 02 86  
Mail : dominique.de-villebonne@onf.fr

#### **Pour se procurer RDV techniques :**

ONF - Documentation technique  
Boulevard de Constance  
77300 Fontainebleau  
Tél. : 01 60 74 92 24 - Fax 01 64 22 49 73  
Mail : dtech-documentation@onf.fr

