



Milieux ouverts forestiers, lisières et biodiversité

De la théorie à la pratique



Wallonie



Photo : Olivier Kints

Milieux ouverts forestiers, lisières et biodiversité

De la théorie à la pratique

Violaine Fichet

et

Etienne Branquart

Hugues Claessens

Louis-Marie Delescaille

Marc Dufrière

Eric Graitson

Jean-Yves Paquet

Lionel Wibail

2011

Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole

(Service Public de Wallonie – Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles
et de l'Environnement)

Série « Faune – Flore – Habitats », n° 7

Gembloux

Citation recommandée / Recommended citation :

Livre / Book :

Fichefet, V.¹, Branquart, E.¹, Claessens, H.², Delescaille, L.-M.¹, Dufrière, M.^{1,2}, Graitson, E.³, Paquet, J.-Y.⁴ & Wibail, L.¹, 2011. Milieux ouverts forestiers, lisières et biodiversité. De la théorie à la pratique. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW-DGARNE), Série « Faune – Flore – Habitat » n° 7, Gembloux, 184 pp.

- 1 Service Public Wallon (SPW) – Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DG03) – Département de l'Étude du Milieu naturel et agricole (DEMNA), Av. Maréchal Juin 23, B-5030 Gembloux
- 2 Université de Liège – Gembloux Agro Bio Tech (GxABT) – Département Forêts Nature Paysage, unité de gestion des ressources forestières et des milieux naturels, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux
- 3 Université de Liège – Département des sciences et gestion de l'environnement, Service de biologie de l'évolution et de la conservation, aCREA. Sart Tilman, Institut de Botanique, B22, bd du rectorat 27, B-4000 Liège
- 4 Aves-Natagora – Département Etudes, Rue Nanon 98, B-5000 Namur – Belgium

Mise en page et imprimeur :
Chauveheid s.a. - Stavelot

Photos de couverture :
Yvan Barbier (haut) et
Marc Dufrière (bas)

Editeur responsable :
Claude Delbeuck, Directeur général
du Service Public de Wallonie

Dépôt légal : D/2011/11802/60

© 2011, DEMNA

Droits de traduction et de reproduction réservés pour tous pays. Aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite par un quelconque procédé, photocopie, microfilm ou tout autre moyen. En outre, l'utilisation des informations contenues dans les tableaux et les graphiques est interdite pour un usage commercial sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm, or any other means, nor is it permitted to use data taken from tables or graphs in the book for commercial use, without written permission from the publisher.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder anderen Möglichkeiten. Der Gebrauch der Informationen zu kommerziellen Zwecken (Tafeln und Abbildungen) ist ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers nicht gestattet.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier toutes les personnes qui ont apporté leur concours dans cet ouvrage de synthèse.

Parmi celles-ci, citons pour leurs relecture complète et corrections, Philippe Goffart, Patrick Verté et Jean-Yves Baugnée (SPW/DGARNE/DEMNA), François Delacre et Jean Laroche (SPW/DGARNE/DNF) ainsi que Christophe Bouget (IRSTEA (ex-Cemagref), Unité de recherche sur les écosystèmes forestiers au centre de Nogent-sur-Vernisson (France)).

Différents scientifiques et/ou gestionnaires ont partagé leur expérience dans des domaines précis et ont dès lors aidé à la rédaction de certains paragraphes. Merci à Alain Licoppe, Laurence Delahaye, Jean-Yves Baugnée et Jean-Marc Couvreur (SPW/DGARNE/DEMNA), Bernard Vandoren et René Dahmen (SPW/DGARNE/DNF), Gérard Jadoul (projet Life+ ELIA), Dominique Lafontaine et Olivier Kints (projet Life Papillons), Jean Delacre (gestionnaire privé), Vinciane Schockert (convention mammifères SPW – Ulg) et Pierrette Nyssen (Natagora / Plecotus).

Merci à Hugues Lecomte (SPW/DGARNE/DNF) de nous avoir communiqué la plupart des statistiques tirées de l'Inventaire Permanent Forestier.

Françoise Laruelle, dont le talent n'a d'égal que sa gentillesse, a réalisé l'ensemble des illustrations présentées dans cet ouvrage. Merci pour sa chaleureuse collaboration.

Une partie importante des mesures expliquées dans ce livre ont été étudiées et partiellement mises au point au cours d'une recherche financée au sein des Accords-Cadres « Recherche forestière » 1999-2004 et 2004-2009, par le Service Public de Wallonie et exécutée au sein de l'Unité des Professeurs Delvingt et Rondeux, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux.

Enfin, les programmes d'inventaire et de surveillance de l'environnement wallon par les bioindicateurs (papillons de jour, chauves-souris, mammifères, oiseaux, reptiles...) financés par le Service Public de Wallonie ont aidé à mieux connaître les exigences écologiques de ces différents groupes et à réaliser cette mise au point à la fois théorique et pratique.

Le comité de rédaction

Sommaire

<i>Remerciements</i>	5
<i>Sommaire</i>	7
<i>Introduction</i>	11
Partie I • Les milieux ouverts en forêt : notions de base	13
I. D'hier.....	13
II. à aujourd'hui	17
III. Des milieux dynamiques en interaction.....	23
IV. Quand lumière rime avec biodiversité.....	24
IV.1. Les végétaux supérieurs.	25
IV.2. Les papillons de jour	28
IV.3. Les syrphes	31
IV.4. Les reptiles	31
IV.5. Les oiseaux	33
IV.6. Les mammifères	34
V. Forêt = refuge ?.....	37
VI. Quand la forêt s'assombrit	38
VII. L'importance du bois mort et des vieux arbres dans les milieux ouverts forestiers	44
Partie II • Stratégie globale de gestion des milieux ouverts à l'échelle d'un massif	47
I. Vers un substitut au métaclimax.....	47
II. Conception d'un réseau de milieux ouverts en forêt.....	48
II.1. Ouvrir ou ne pas ouvrir, telle est la question	49
II.2. Peu d'intérêt pour les sites isolés.	49
III. Méthodologie de mise en place du réseau	51
IV. Exemples d'application	54
Partie III • Fiches techniques	59
Fiche 1. Les lisières externes et internes.....	59
Description	59
Des visages multiples	60
Utiles, pourtant rares	61
Intérêt spécifique pour la biodiversité	63
Aménagement et entretien	64
Lisières externes	64
Lisières internes.....	68

Fiche 2. Les ouvertures linéaires (layons, chemins, coupe-feu...)	79
Description et bénéfices	79
Aménagements et entretien	79
1/ Largeur de l'ouverture	79
2/ Techniques d'élargissement	80
3/ Orientation optimale	82
4/ Rognage des carrefours	86
5/ Bois mort et zones refuges	87
Fiche 3. Les chablis	93
Description	93
Intérêt pour la biodiversité	95
Aménagements et/ou entretien	97
Fiche 4. Les coupes de taillis et taillis-sous-futaie	99
Description	99
Intérêt pour la biodiversité	100
Aménagements	104
Entretien	104
Fiche 5. Les coupes à blanc	107
Description	107
Intérêt et impact pour la biodiversité	107
Aménagements	111
Entretien	115
Fiche 6. Les fonds de vallée	117
Description	117
Intérêt pour la biodiversité	117
Aménagement	120
Entretien	125
Fiche 7. Les lignes à haute tension	129
Description	129
Intérêt pour la biodiversité	129
Aménagements	130
Entretien	132
Fiche 8. Les lambeaux de landes	135
Description	135
Intérêt pour la biodiversité	136
Aménagements	137
Entretien	137
Fiche 9. Les autres milieux marginaux	139
Description	139
Intérêt pour la biodiversité	139
Aménagements	140
Entretien	140
Subventions et autres aides financières	144

Partie IV • Quelques exemples concrets d'aménagements	145
Exemple 1 : Aménagements dans le massif forestier du Sart Tilman en faveur de la couleuvre à collier	145
Exemple 2 : La conservation du damier de la succise et le lancement du projet Life papillons	152
Exemple 3 : Actions en faveur des lézards vivipares en forêt de Soignes	157
Exemple 4 : Ouvertures de layons et chemins en faveur des papillons de jour forestiers sur le triage de Frasnes (Couvin)	160
Exemple 5 : Restauration de taillis-sous-futaie dans les bois communaux de Meix devant Virton	164
Bibliographie	169

Introduction

La forêt naturelle dans laquelle ont évolué les espèces forestières actuelles, bien avant que l'homme n'y pose son empreinte, était sans aucun doute beaucoup plus ouverte et hétérogène que l'image véhiculée par notre imaginaire collectif. Loin d'être un ensemble figé, elle se transformait continuellement, apportant de la lumière de manière périodique au sol.

Préserver les espèces des milieux ouverts forestiers revient donc, dans nos modes de gestion modernes, à perpétuer de manière imparfaite la dynamique de ces forêts naturelles.

Ce livre à la fois théorique et pratique aide à mieux comprendre les facteurs qui favorisent cette biodiversité forestière « héliophile¹ » ainsi que les différentes mesures préconisées dans le cadre de la gestion courante des forêts. Il rappelle que la forêt n'est pas un espace fermé,

que les lisières, les clairières et autres trouées font partie intégrante de l'écosystème forestier, et que l'apport de lumière est primordial pour sa biodiversité. Bon nombre d'espèces forestières *sensu stricto* dépendent d'ailleurs, à un moment de leur cycle de vie, de l'existence de ces zones ouvertes.

Le guide s'adresse tout particulièrement aux propriétaires et gestionnaires forestiers, qu'ils soient privés ou publics, en présentant de manière très concrète des mesures compatibles avec la production de bois, et dont l'impact positif sur la biodiversité est assuré.

¹ Du grec ancien *helios* « soleil » et du suffixe *-phile*, se dit d'une espèce qui aime l'exposition au soleil. Ces espèces forestières héliophiles peuvent ne dépendre de la lumière qu'à un stade de développement ou uniquement pour certaines activités.

I Les milieux ouverts en forêt : notions de base

I. D'hier...

L'imaginaire collectif se représente généralement la forêt comme un milieu fermé et immuablement ombragé, issu de la nuit des temps. Pourtant, dans nos régions d'Europe moyenne, les massifs feuillus fermés n'ont succédé aux toundras et aux steppes arborées que depuis 5 à 8000 ans, alors que l'homme occupait déjà, bien que modestement, le territoire. De surcroît, cette forêt s'est toujours développée sous l'influence de diverses perturbations naturelles, à savoir des événements localisés et imprévisibles qui endommagent ou tuent des être vivants, y compris des arbres, voire des communautés entières, créant des espaces ouverts et une occasion de colonisation par de nouveaux organismes. Les intempéries, le feu, la chute d'arbres sénescents, les épidémies d'insectes et d'agents pathogènes ainsi que l'activité des castors ou des

grands herbivores (lesquels voient eux-mêmes leur population fortement fluctuer selon la prédation, les maladies, les ressources disponibles...) participent à la création, au renouvellement et à l'entretien des trouées, jouant ainsi un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers.

Progressivement toutefois, les trouées ouvertes par les perturbations tendent à se refermer spontanément, tandis que de nouvelles ouvertures se créent ailleurs dans la matrice forestière. Les trouées sont en effet typiquement des milieux dynamiques et temporaires que la forêt recolonise progressivement, d'abord par le développement de buissons (sureau, ronces, framboisier, épineux,...) et d'essences héliophiles (bouleau, saule marsault, sorbier,...). Ces essences, qui ne peuvent s'installer que dans des ouvertures de dimension suffisante, cicatrisent les trouées de leur couvert clair



Ouvertures en forêt naturelle de Bialowieza (Pologne) et dans le Parc Naturel du ballon des Vosges.

Photos : Etienne Branquart

et préparent le terrain à des essences plus sciaphiles² qui bénéficient de la restauration du microclimat forestier (hêtre, charme, sapin,...). A cette succession ligneuse se superpose une succession d'espèces herbacées et animales qui se répartissent en plusieurs cortèges inféodés à chacun des stades de la colonisation et de leurs espèces constitutives.

Bien que d'apparence statique à notre échelle temporelle de perception, la forêt naturelle est donc un environnement dynamique, un paysage changeant sous l'influence des perturbations, où coexistent dans une grande

² Du grec ancien *scia-*, *scio-*, *σκία* « ombre » et du suffixe *-phile*, se dit d'une espèce qui se plaît à l'ombre.

mosaïque des milieux ouverts et différents stades de la succession écologique au sein d'une matrice forestière plus fermée. C'est ce qu'on appelle aujourd'hui en écologie « le métaclimax ».

Chacune des grandes formations forestières d'Europe atlantique et continentale se distingue par son propre régime de perturbations, défini par la fréquence, l'intensité et la distribution spatiale de celles-ci (Figure 1).

En raison de leur forte inflammabilité, les grandes forêts résineuses des régions boréales sont naturellement soumises à des incendies de grande amplitude ; ceux-ci se répètent en moyenne une fois par siècle à un endroit donné, rajeunissant régulièrement les



La chute d'un seul arbre permet une nouvelle dynamique.

Photo : Quentin Smits

peuplements, et sont à l'origine d'un paysage constitué de grandes unités plus ou moins homogènes, où la régénération est le fait d'espèces pionnières qui précèdent le retour d'espèces plus sciaphiles.

À l'inverse, les forêts sub-montagnardes d'Europe occidentale telles que les hêtraies, les hêtraies sapinières ou les érablières de ravin constituent des écosystèmes plus stables qui s'auto-entretiennent et se régénèrent facilement sous le couvert. Elles sont plus rarement soumises à des perturbations de grande ampleur ; toutefois de petites trouées de chablis allant jusqu'à 10 ou 15 ares s'y forment régulièrement suite à la chute de vieux arbres (chablis démographiques), à l'action de vents violents ou à l'instabilité du substrat. Cette dynamique plus douce produit des peuplements irréguliers où des arbres de tailles variées sont intimement mélangés.

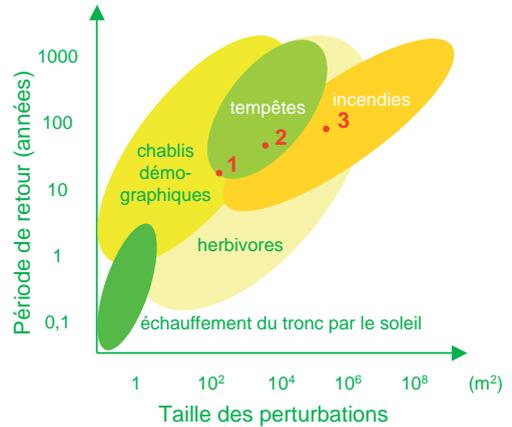


Figure 1 – Relation entre l'échelle spatiale et la fréquence (période de retour) des perturbations dans les écosystèmes forestiers naturels. Notons que les perturbations de grande amplitude tendent à s'exercer moins fréquemment que celles qui affectent des surfaces plus réduites. Chaque grande formation forestière est caractérisée par son régime de perturbation : (1) forêts sub-montagnardes, (2) forêts tempérées de plaine et (3) forêts boréales. Modifié d'après Spies & Turner 1999.



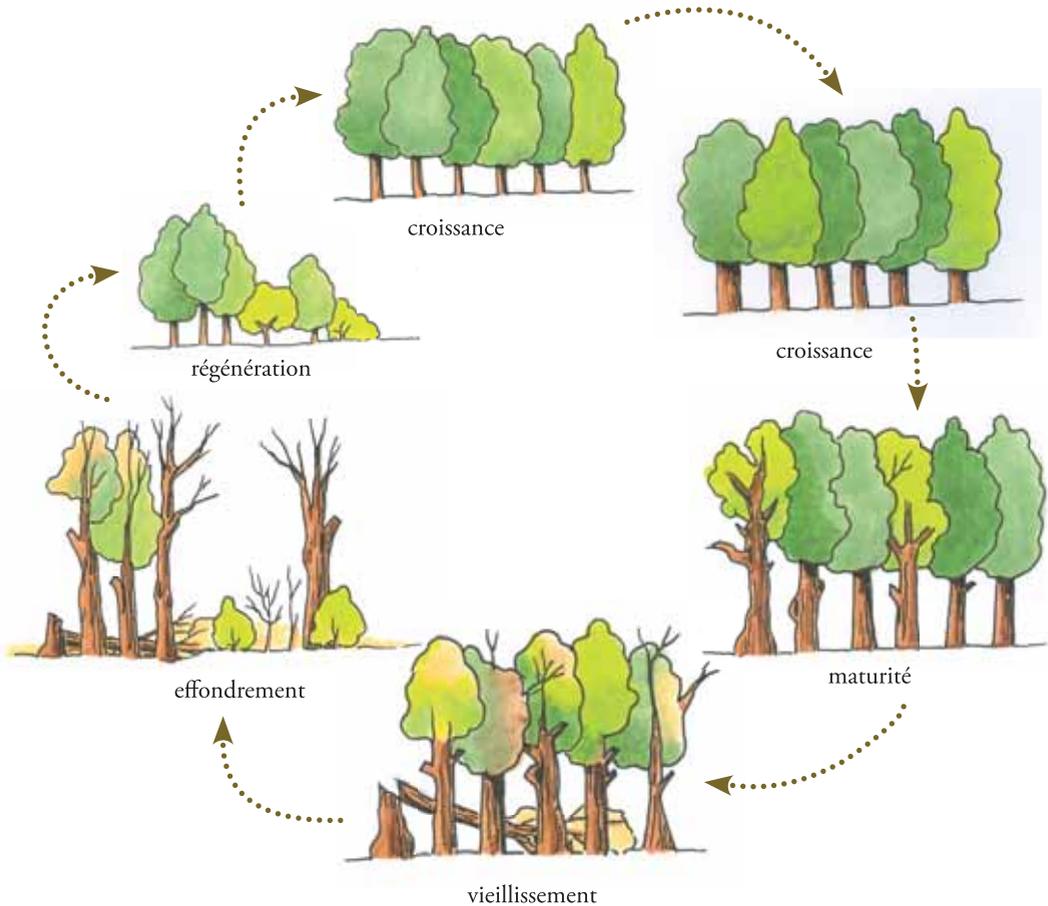
Pessière submontagnarde de Bayerisches Wald après une explosion démographique de scolyte (événement assez rare).

Photo : Patrick Verté

Les forêts feuillues de plaine sont caractérisées par un régime de perturbations intermédiaire où le vent, le feu et les grands herbivores interviennent conjointement. Même s'ils jouent un rôle moins important que dans les forêts boréales et méditerranéennes, les incendies restent relativement fréquents dans les pinèdes et les chênaies de plaine, en particulier sur les sols sablonneux pauvres en nutriments.

Les études récentes représentent le paysage originel d'Europe occidentale, vers 5 à 6000 ans

BP, comme une matrice forestière omniprésente plus ou moins dense selon les stades de succession, ponctuée d'ouvertures correspondant aux milieux inhospitaliers (marais, rochers, lithosols xériques,...) ou naturellement créées par des perturbations abiotiques ou biotiques, comme les barrages de castors ou l'abroustissement par les grands herbivores (auroch, bison d'Europe,...). Dans ce contexte, l'homme a manifestement joué son rôle en participant à l'entretien des trouées pour faciliter la chasse.



Cycle sylvo-génésique des forêts naturelles et gérées. Source : Nageleisen *et al.* (2010).

Auteur : Françoise Laruelle

Ainsi, il y a quelques milliers d'années, peu avant l'installation des premiers agriculteurs, les forêts naturelles d'Europe occidentale formaient un vaste paysage boisé ponctué de milieux ouverts temporaires et permanents.

II. ... à aujourd'hui

Dès l'installation des premiers agriculteurs au Néolithique, les pratiques agricoles et pastorales favorisent le développement de milieux ouverts. Les troupeaux de vaches et de moutons remplacent progressivement ceux d'aurochs, de bisons et de cervidés qui peuplaient nos forêts naturelles, perpétuant ainsi le rôle tenu par ces grands herbivores dans l'entretien des espaces forestiers ouverts.

La population humaine augmentant (période antique), la pression sur la forêt se fait plus forte. L'exploitation du bois produit des peuplements plus clairs, tandis que le pacage³ en forêt se développe et que l'essartage⁴ devient un mode de culture traditionnel. Progressivement, des surfaces de forêts disparaissent au

profit d'immenses parcours pastoraux faits de landes et pelouses, tandis que les forêts résiduelles sont traitées en taillis-sous-futaie et en taillis, générant des ouvertures périodiques du couvert.

En l'absence de pétrole, l'industrialisation naissante est très consommatrice de bois, notamment sous forme de charbon de bois, et justifie une surexploitation encore accrue des forêts. Le paysage devient de plus en plus ouvert, jusqu'à ce que la matrice paysagère devienne le milieu ouvert, encore extensif à cette époque du Moyen-Age.

De surcroît, parmi cette faible proportion de forêts, beaucoup, surexploitées, étaient très claires et ne contenaient que peu de gros bois et de bois mort. A ce titre, elles n'étaient sans doute pas favorables à un large pan d'espèces

³ Action de faire paître le bétail sur des terrains en friche ou dans les forêts.

⁴ Action de défricher et de brûler une parcelle boisée ou broussailleuse dans le but la cultiver pendant quelques années.

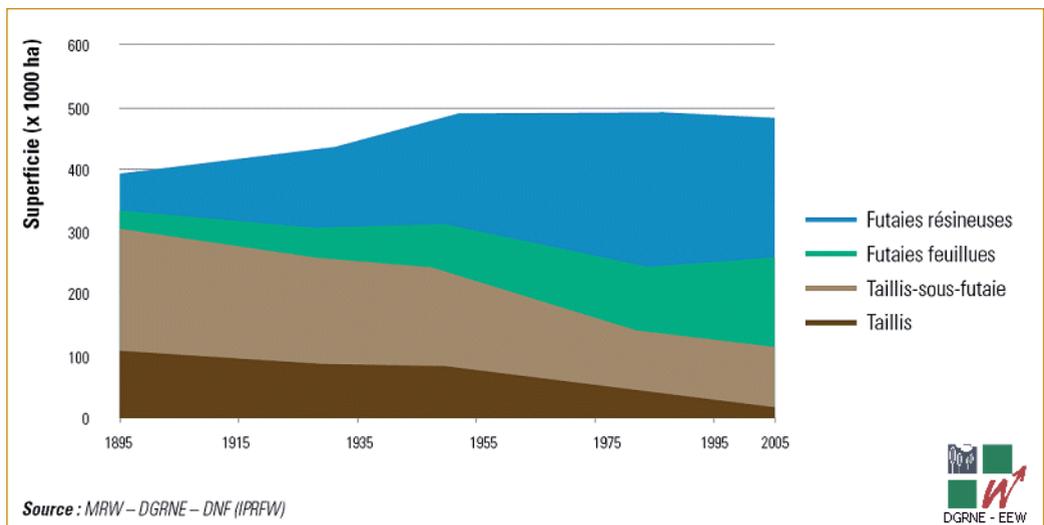


Figure 2 – Superficie des différents régimes sylvicoles en Région wallonne. Source : Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007.

typiquement forestières. A ce moment, la biodiversité des milieux ouverts a sans doute connu son plus grand développement depuis le retour de la forêt après la dernière glaciation, à l'inverse de celle des forêts matures et sombres.

Au début du 19^e siècle, le sud du sillon sambro-mosan prend l'aspect d'une vaste mosaïque d'habitats où les espaces agricoles extensifs alternent régulièrement avec des espaces forestiers tandis que de nombreuses zones de lisières progressives se développent entre ces différents compartiments. Autour des villages, les espaces agricoles ouverts sont régulièrement ponctués de vergers, de bosquets et de haies vives qui assurent la continuité avec le paysage forestier. C'est à ce moment que la surface forestière est à son minimum dans toute l'Europe occidentale, avec un taux de boisement de l'ordre de 10 %.

Dès la seconde moitié du 19^e siècle, alors que les troupeaux de moutons déclinent sous la concurrence de l'Australie, l'utilisation du territoire s'intensifie considérablement. L'accroissement des surfaces boisées est encouragé par la loi de 1847 promulguant la valorisation des terrains incultes (landes, tourbières, pelouses...) et par la mise en place de pépinières d'Etat. Les forestiers font appel au pin sylvestre pour replanter les landes, puis, en raison de sa rusticité et de sa haute productivité en sols pauvres, l'épicéa devient quasi exclusif sur les landes de l'Ardenne dès la fin du 19^e siècle (Figure 2). Il remplace de l'ordre de 75.000 ha de forêts feuillues appauvries, puis, après la seconde guerre mondiale, les terres agricoles marginales. Ainsi, en un peu plus d'un siècle, la surface forestière wallonne a augmenté d'environ 40% pour atteindre un demi-million d'hectares dont la moitié en résineux, pourtant quasi inexistant au début



Tentative de plantation d'épicéas sur sol tourbeux. Source : Rondeux, J (1997). La forêt et les hommes. Arrêt sur images 1900-1930. Presses agronomiques de Gembloux.

du 19^e siècle. Durant la même période, le régime du taillis-sous-futaie glisse vers celui de la futaie, alors que le régime du taillis est progressivement abandonné. Celui-ci, particulièrement intéressant pour une frange de la biodiversité en raison des ouvertures récurrentes du couvert, a perdu environ 85% de la surface qu'il couvrait au début du 20^e siècle en passant de 105.000 ha en 1895 à 15.000 ha en 2005 et perd encore de sa surface actuellement.

Parallèlement, la surface de forêts feuillues est passée de 335.000 ha en 1895 à 251.000 ha en 2005 (en comptabilisant les zones de taillis, taillis-sous-futaie et futaies) alors que les enrésinements ont connu un accroissement net et continu, quadruplant les surfaces initiales.

Donc, si la forêt a reconquis une partie de sa place, c'est sous une forme bien différente de

celle de la forêt originelle, tant dans sa composition que dans sa structure. Gérée intensément et quasi exclusivement pour la ressource en bois, elle ne cesse de se densifier et les perturbations sont autant que possible évitées ou réparées par plantation. Les milieux ouverts deviennent dès lors de plus en plus rares, alors qu'en dehors des massifs forestiers, l'espace agricole, très intensif, n'offre plus qu'une capacité d'accueil dérisoire pour les espèces des milieux ouverts extensifs. Finalement, seuls quelques milieux agricoles marginaux, certains types de lisières, les petites trouées d'exploitation réalisées dans les peuplements irréguliers et les complexes de mises à blanc dans les futaies régulières offrent encore une opportunité à la biodiversité héliophile. Les coupes de régénération constituent en quelque sorte le seul substitut aux perturbations qui interviennent dans les forêts naturelles.



Les coupes d'exploitation sont devenues les seules « perturbations » génératrices de trouées. Ici, développement d'épilobes dans une mise à blanc récente.

Photo : Philippe Moës

Le pâturage en forêt

À la fin de la dernière glaciation, le continent nord-européen a été progressivement recolonisé par la forêt. De grands herbivores (aurochs, tarpans, bisons, cerfs, chevreuils, sangliers, élans) parcouraient librement ces vastes espaces forestiers, au gré des conditions climatiques et des disponibilités alimentaires. Même si le type de paysage façonné par ces grands herbivores est difficile à reconstituer, – s’agissait-il de formations semi-ouvertes de type « savane arborée » ou de forêts plus ou moins fermées, entrecoupées de clairières ? – ils ont dû jouer un rôle majeur dans sa composition et dans sa structure. Un des arguments avancés pour étayer le caractère semi-ouvert du paysage est le fait que la flore et la faune d’Europe occidentale comportent un nombre considérable d’espèces d’écotones (espèces de lisières), aussi bien parmi les plantes que parmi les oiseaux ou les insectes. Dans une certaine mesure, les troupeaux domestiques des premiers agriculteurs-éleveurs auraient occupé une partie des niches écologiques utilisées par les grands herbivores sauvages. Devenus des concurrents directs, ces derniers furent exterminés (tarpan, auroch) ou repoussés en des contrées lointaines (élan, bison).



Vieux chênes typiques des prés-bois (Slovaquie)

Etienne Branquart (bas) et Patrick Verté (haut)

Le pâturage en forêt fut pratiqué partout en Europe, probablement depuis le Néolithique. Suivant les contraintes environnementales locales, divers systèmes sylvo-pastoraux combinant pâturage et production de bois et de produits dérivés (fruits, écorces) ont été développés par les communautés paysannes. Certains de ces systèmes ont subsisté jusqu'à nos jours, pratiquement inchangés ou diversement adaptés aux réalités modernes, notamment sur le pourtour méditerranéen et dans les zones montagneuses. En plaine, l'exemple le plus connu est celui de la New Forest au sud-ouest de l'Angleterre. De nombreux massifs forestiers repris dans le réseau des « forêts proches de l'état naturel – *Ürwald* » en Allemagne et ailleurs en Europe sont en fait d'anciennes forêts pâturées reconnaissables à l'architecture caractéristique des plus vieux arbres. Chez nous, le pâturage en forêt a disparu depuis longtemps suite à la mise en valeur systématique des forêts pour la production ligneuse et à la spécialisation de l'agriculture. Il n'en subsiste guère que des noms de lieux ou quelques vieux arbres isolés ayant miraculeusement échappé à la hache ou à la tronçonneuse.

La diversité structurelle de la végétation des forêts pâturées est le facteur-clé de leur diversité biologique. On y rencontre en effet une mosaïque de milieux ouverts (sur)pâturés, de milieux délaissés par les animaux et de milieux forestiers avec des arbres isolés ou en bouquets. Les formations ouvertes se différencient en fonction de la richesse et de l'humidité du sol et sont constituées de landes, de pelouses sèches, de prairies maigres ou de bas-marais. Au sein des secteurs délaissés par le bétail, les espèces de lisière peuvent subsister et la colonisation forestière peut se dérouler, souvent à l'abri d'arbustes épineux ou de plantes toxiques. La présence de vieux arbres morts ou dépérissants situés en bordure de clairières ensoleillées permet le développement d'une riche faune entomologique (notamment certaines



Mâle de lucane cerf-volant.

Photo : Violaine Fichet

espèces de *Cerambycidae* et de *Syrphidae* dont les larves sont saproxylophages et les adultes butineurs). Un grand nombre d'arthropodes saproxylophages menacés de disparition en Europe occidentale sont d'ailleurs liés à ces anciens pâturages boisés. Le pique-prune (*Osmoderma eremita*) et le lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), deux espèces concernées par la Directive Habitat, en sont des exemples parmi beaucoup d'autres. Les vieux arbres sont aussi colonisés par des lichens corticoles spécialisés qui ne peuvent survivre dans les forêts sombres.

Le pâturage en forêt aujourd'hui

Jusqu'à présent, le pâturage par de grands herbivores domestiques de races rustiques a surtout été utilisé pour le maintien d'écosystèmes herbacés ouverts. Toutefois, beaucoup de sites gérés de cette manière englobent des parties boisées où il est possible d'étudier les effets du pâturage. Le régime alimentaire des grands herbivores domestiques (bovins, poneys et chevaux) est essentiellement constitué de plantes herbacées, ce qui les différencie nettement des cervidés qui consomment aussi beaucoup de rameaux et de feuillage. De telles expériences demandent cependant des surfaces importantes où les animaux peuvent vivre toute l'année sans soins particuliers et donc pourvues d'une végétation diversifiée, alternant pâturages herbeux et boisements. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'expérience de ce type en Région wallonne, contrairement aux régions voisines. Pour pouvoir développer de telles initiatives, il est nécessaire d'opérer une remise en question fondamentale de notre définition de la forêt « naturelle » et du rôle des grands herbivores dans la genèse des paysages européens.



Photo : Louis-Marie Delescaille

III. Des milieux dynamiques en interaction

La plupart des **milieux ouverts forestiers** ont, par définition, un caractère éphémère. Les zones en régénération et les taillis fraîchement recépés sont caractérisés par une croissance rapide de la végétation ligneuse et par une fermeture graduelle de la canopée. En moyenne, les espèces végétales et animales typiques des milieux forestiers ouverts se maintiennent sur une coupe pendant environ dix ans après celle-ci, avant de céder la place à un autre cortège d'organismes. Bien entendu, ce laps de temps est une moyenne : certaines espèces spécialisées dans les habitats très ouverts disparaissent assez vite tandis que d'autres subsistent beaucoup plus longtemps, dans des plantations à large écartement par exemple. Pourvu qu'elles ne soient pas systématiquement exploitées, les zones de chablis

sont également des ouvertures temporaires particulièrement intéressantes parce qu'elles apportent une hétérogénéité structurale (présence de quilles, semenciers, matière ligneuse au sol...) et sont riches en bois mort exposé au soleil. Ce bois mort est favorable à d'autres espèces que celles liées au bois mort ombragé.

La **lisière forestière** se définit quant à elle comme une zone de transition plus ou moins abrupte entre deux formations végétales dont l'une au moins est un peuplement forestier fermé : il s'agit donc d'une interface entre deux habitats. Tout peuplement forestier qui jouxte un milieu ouvert voit ses propriétés climatiques modifiées sur une bande large de plusieurs dizaines de mètres. Cette zone bénéficie en effet d'un apport de lumière très important tandis qu'elle subit des fluctuations de température et présente un déficit d'humidité plus élevé que la forêt profonde. Dans les



Trouée en voie de fermeture, avec sa part de bois mort.

Photo : Patrick Verté



Lisière abrupte au plus près des limites. Exemple d'écotone défavorable.

Photo : Violaine Fichet

écosystèmes forestiers naturels, les lisières sont progressives, dynamiques et mouvantes. Elles ne constituent en réalité qu'un stade jeune de la succession forestière, qui progresse ensuite dans l'espace et dans le temps pour étendre la forêt. Par contre, dans les paysages actuels, régis par le plan de secteur, les délimitations de l'espace entre forêts et autres occupations du sol (cultures, pâtures, zones bâties,...) produisent généralement des lisières abruptes et statiques, figées par l'utilisation maximale et concurrentielle, voire conflictuelle, des espaces. Il en est de même au sein de la forêt, en bordure des coupes, le long des chemins ou des coupe-feu, dont l'organisation spatiale répondant aux contraintes d'une exploitation intensive laisse peu de place aux espaces de transition jugés non productifs.

IV. Quand lumière rime avec biodiversité

Le bref historique qui précède nous montre que, d'hier à aujourd'hui, les espaces ouverts et leurs lisières ont toujours occupé une place importante dans la mosaïque des paysages forestiers. Pour diverses raisons, ces habitats accueillent aujourd'hui encore des communautés végétales et animales à la fois originales et diversifiées qui ne trouvent plus leur place que dans les trouées de la matrice forestière, milieux ouverts extensifs et leurs interfaces.

L'importance biologique de ces milieux est détaillée dans ce volet pour quelques groupes biologiques particulièrement bien connus.

IV.1. Les végétaux supérieurs

Contrairement aux idées reçues, beaucoup d'espèces herbacées forestières n'ont pas nécessairement besoin d'ombre pour survivre ; elles se développent d'ailleurs souvent mieux dans les trouées où elles fleurissent et fructifient (p. ex. la bistorte, la primevère officinale, la violette hérissée, la reine-des-prés, etc.). De même, près de trois quarts des arbres et arbustes sont héliophiles, comme le pommier sauvage, le néflier ou le nerprun. Certaines de ces espèces ne supportent d'ailleurs pas du tout l'ombrage dans leur jeune âge et ne peuvent se régénérer que dans des trouées de taille suffisamment importante, dont elles constituent les essences colonisatrices, à l'instar du bouleau verruqueux, du tremble ou des saules.

Beaucoup d'espèces des milieux ouverts ont pu survivre autrefois dans l'espace forestier au sens large. Si certaines espèces typiquement forestières profitent d'ouvertures occasionnelles (chablis...) pour fleurir et fructifier, d'autres espèces dites « de coupes » n'apparaissent que dans ces ouvertures. C'est par exemple le cas de la digitale pourpre, de l'épilobe en épi, de la belladone, du séneçon de Fuchs, du séneçon des bois, du séneçon visqueux, du millepertuis des montagnes, des bardanes, etc. ... Elles profitent de l'afflux de lumière et de la nitrification de la litière pour se développer. Ces espèces disparaissent assez rapidement au profit d'espèces ligneuses pionnières (ronces, framboisier, saules, sureaux...). Entre deux mises en lumière, elles survivent dans les lisières ou sous forme de graines dormantes dans le sol (banque de graines).

D'autres ouvertures plus ou moins permanentes comme les banquettes alluviales remodelées lors des crues hivernales, les zones humides (p. ex. autour des barrages de castors, le long des bras morts des rivières, etc.), les tourbières bombées ou les grands escarpements rocheux peuvent accueillir des espèces « non-

forestières » au sein de la matrice forestière. Ces ouvertures ont pu fournir un certain contingent d'espèces aux milieux ouverts (landes, pelouses, lisières herbacées, ...). Par contre, certaines espèces strictement forestières réagissent négativement à la mise en lumière, même temporaire, du sol : ce sont des espèces sciaphiles strictes. Ainsi, la mercuriale vivace, la parisette à quatre feuilles, la circée



L'épilobe en épi, une espèce de coupes forestières.

Photo : Lionel Wibail



La parisette à quatre feuilles, une espèce sciaphile stricte.

Photo : Lionel Wibail

de Paris, le millet, la fétuque des bois, l'orge des bois, les luzules, la langue de cerf, la néottie nid d'oiseau sont résistantes à l'ombre et font la plupart de leur photosynthèse lorsque

les arbres sont en feuilles. En plein soleil, leur feuillage est brûlé et elles disparaissent si le couvert forestier ne se reconstitue pas rapidement.

En dormance ou voyageuses ?

En dormance dans la banque de graines du sol depuis la dernière ouverture de la canopée qui les a fait fleurir, de nombreuses héliophiles attendent patiemment la lumière amenée par la coupe suivante (petite centaaurée, millepertuis couché, salicaire, espèces herbacées des coupes forestières en général...). En particulier, les joncs, l'euphorbe des bois, le genêt à balais ou encore les digitales, connus pour posséder des graines longévives, peuvent ainsi envahir les parterres d'éclaircies et surtout les mises à blanc.

Des zones nouvellement ouvertes peuvent également être colonisées de plantes héliophiles situées à l'extérieur de la forêt ou dans des ouvertures forestières permanentes proches (chemins, layons, coupes de taillis voisines...) par le biais de mécanismes de dispersion efficaces comme le vent (épilobes, séneçons, cirses et chardons, bouleaux, saules,...) ou les oiseaux, particulièrement intéressés par les coupes et lisières (sorbier, sureau, framboisier, merisier,...). Parmi les herbacées, la plupart sont des bisannuelles ou vivaces de courte durée.

Enfin, c'est aussi directement par drageons (prunellier, tremble) ou rhizomes (fougère aigle) que certaines espèces héliophiles envahissent les ouvertures forestières à partir des lisières.



Coupe envahie par la fougère aigle.

Photo : Lionel Wibail

Lierre grimpant et faune

Bien que souvent éliminé des forêts sous prétexte qu'il limite la croissance des arbres, voire, selon une croyance populaire, qu'il les parasite, le lierre grimpant est une aubaine pour de nombreux animaux, pourvu qu'il soit en situation ensoleillée. Ceux-ci y trouvent gîte et couvert, à toutes saisons. Sa floraison tardive et massive représente en effet la dernière ressource alimentaire importante de l'automne, pour d'innombrables insectes. Certains sont d'ailleurs étroitement spécialisés, comme l'abeille du lierre *Colletes hederæ*, dont la femelle n'approvisionne ses larves qu'avec du pollen et du nectar de cette plante. Ses fruits, mûrissant dès l'hiver, permettent à divers oiseaux de s'alimenter et de survivre durant cette saison de disette. Le feuillage toujours vert sert de refuge toute l'année. En été, les feuilles sont rongées par les chenilles de plusieurs espèces de papillons, comme la tordeuse du lierre *Clepsis dumicolana*. Le bois, surtout quand il est âgé, abrite également toute une faunule particulière constituée de coléoptères xylophages et d'hyménoptères parasites associés. Enfin, l'enchevêtrement des tiges de lierre autour de leur support crée de multiples petits abris très recherchés par de petits mammifères et invertébrés, comme le citron *Gonepteryx rhamni* qui y hiberne.



Tordeuse du lierre.

Photo : Jean-Yves Bagnée



Photo : Lionel Wibail



Abeille du lierre.

Photo : Yvan Barbier

IV.2. Les papillons de jour

Avec environ 50 espèces (soit environ la moitié de la faune wallonne) de papillons de jour utilisant fréquemment les lisières, les clairières forestières et les sous-bois clairs, la forêt est le deuxième milieu le plus riche dans nos régions pour ce groupe, talonnant d'assez près les pelouses calcaires. La moitié de ces espèces ne se développent jamais dans des paysages peu boisés et présentent une forte dépendance vis-à-vis de la végétation forestière. Même si elles s'aventurent rarement à l'intérieur des peuplements âgés ou denses, ces espèces peuvent être considérées comme typiquement forestières. L'autre moitié utilise quant à elle fréquemment le milieu forestier sans en dépendre totalement. Ces espèces trouvent



Le tircis est un des rares papillons à s'aventurer dans les massifs plus fermés (où il investit toutefois les petites poches de lumière).

Photo : Violaine Fichet

Tableau 1 : Identification des papillons de jour liés à diverses essences ligneuses feuillues

	Théclas	Morio	Grande Tortue	Robert-le-Diable	Mars	Gazé	Damier du frêne	Flambé	Citron	Sylvains	Total
<i>Populus (tremula, nigra)</i>		•	•		•		•			•	5
<i>Salix sp.</i>		•	•	•	•		•				5
<i>Prunus sp.</i>	•	•	•			•		•			5
<i>Crataegus sp.</i>	•			•		•		•			4
<i>Ulmus sp.</i>	•	•	•	•							4
<i>Betula sp.</i>	•	•	•								3
<i>Pyrus sp.</i>	•	•	•								3
<i>Rhamnus cathartica</i>	•								•		2
<i>Frangula alnus</i>	•								•		2
<i>Alnus sp.</i>	•				•						2
<i>Lonicera sp.</i>				•						•	2
<i>Corylus avellana</i>	•			•							2
<i>Fraxinus excelsior</i>							•				1
<i>Sorbus aucuparia</i>						•					1
<i>Quercus sp.</i>	•										1
<i>Tilia sp.</i>	•										1
Total	11	6	6	5	3	3	3	2	2	2	



Le piéride de la moutarde fréquente les forêts feuillues claires, clairières, coupes, lisières et chemins forestiers ensoleillés où il pond sur diverses fabacées.

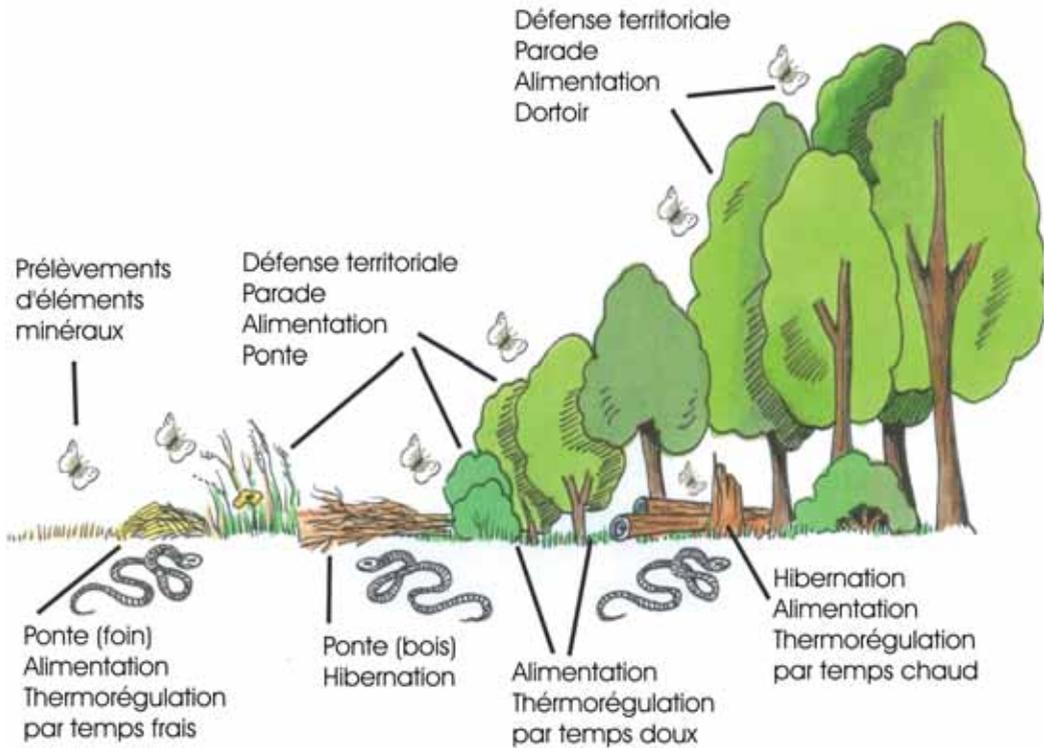
Photo : Yvan Barbier

en forêt des conditions climatiques particulièrement clémentes (protection contre les vents) et utilisent fréquemment les arbres et les arbustes comme perchoirs ou comme dortoirs.

Pour la majorité des papillons forestiers (typiques ou fréquents), les chenilles se sont spécialisées dans la consommation de plantes forestières herbacées (primevères, mélanope, violettes, etc.) ou arbustives (aubépines, bouleaux, nerprun, bourdaine, ormes, prunellier, saules, peuplier tremble, etc.) situées en lumière (voir Tableau 1). Ces plantes-hôtes, généralement héliophiles, doivent occuper des zones ensoleillées pour croître et assurer le développement des chenilles.

Plusieurs études anglaises ont d'ailleurs clairement mis en évidence que le nombre d'espèces et d'individus de papillons de jour décline drastiquement avec l'augmentation de l'ombre dans les trouées.

Grâce à la multiplication des essences et la diversification de la flore qu'elles induisent, les lisières progressives présentant différentes ceintures de végétation permettent à plusieurs espèces de papillons de jour se partageant différemment l'espace d'évoluer ensemble. D'autant qu'elles remplissent également la fonction de lieux de « rendez-vous » dans la recherche de partenaires pour la reproduction.



Les lisières étagées, de par leur composition et leur structure variées, profitent à de nombreuses espèces de papillons de jour. Pour peu qu'elles possèdent du bois mort, des tas de foin ou de pierres, elles sont également utilisées par les reptiles.

Auteur : Françoise Laruelle

IV.3. Les syrphes

Les syrphes sont sans doute les insectes floricoles les plus abondants en forêt, prospectant les peuplements forestiers à la recherche de sites de ponte favorables au développement de leurs larves (suivant les espèces : bois mort et végétation en décomposition, cavités arboricoles, suintements de sève sur l'écorce, excréments, colonies de pucerons, etc.) et de ressources florales pour s'alimenter. En plus du nectar, beaucoup de ces insectes utilisent le pollen produit par les fleurs comme source de nourriture, parfois indispensable au développement des ovaires et à la production d'œufs.



Le syrphé *Ceriana conopsoidea* est localisé aux massifs forestiers feuillus avec des arbres âgés, ainsi qu'aux vieux parcs. La larve de cette espèce rare se développe dans les écoulements de sève et les cavités des vieux arbres, en particulier du peuplier tremble et des ormes. Les adultes visitent les fleurs, celles des ombellifères, du sorbier des oiseleurs, des euphorbes, des ronces, etc.

Photo : Jean-Yves Baugnée

Dans la mesure où elles sont les seuls milieux forestiers à fournir de telles ressources tout au long de l'année, les ouvertures et lisières constituent des habitats de prédilection pour ces animaux. Les fleurs à corolle ouverte (aubépines, ombellifères, renoncules, ronces, saules, etc.) sont particulièrement recherchées car elles offrent des ressources nectarifères facilement utilisables par la plupart des espèces.

IV.4. Les reptiles

Bien qu'aucune espèce de reptile ne soit à proprement parler purement forestière, toutes les espèces de notre faune fréquentent les milieux forestiers et péri-forestiers (voir dessin p. 29). Plusieurs espèces de reptiles comme la vipère ou le lézard vivipare atteignent d'ailleurs leur optimum écologique dans les milieux pré-forestiers et ouverts en forêt (vieilles landes, layons...). Elles y trouvent quelques-uns de leurs principaux refuges et peuvent y constituer des populations particulièrement abondantes. Deux facteurs majeurs contribuent à cette abondance des reptiles en forêt : la structure de la végétation d'une part (1), la présence de bois mort d'autre part (2).

(1) Des végétations variées, présentant à la fois un couvert dense et de petites plages dégagées, sont particulièrement favorables aux reptiles car les animaux peuvent s'y exposer et s'y alimenter tout en restant à l'abri des prédateurs. Les lisières étagées, tant internes qu'externes et bien exposées au soleil, comptent ainsi parmi les milieux les plus importants pour la conservation des reptiles. Les autres espaces ouverts en forêt, particulièrement bien abrités du vent, constituent le plus souvent des habitats favorables en raison des contraintes liées à la thermorégulation qui pèsent sur ces animaux.

(2) Le bois mort au sol est exploité par les reptiles de multiples façons, pourvu qu'il

se trouve en situation ensoleillée. Ainsi, les tas de branches, de bûches abandonnés ou d'écorces, les vieilles grumes, les arbres morts laissés au sol, les souches, les cavités qui se forment entre les racines constituent autant de milieux :

- permettant d'assurer leur thermorégulation (exposition sur le bois ou par contact sous une écorce par exemple) ;
- servant de sites d'hibernation à l'abri du gel et des inondations (notamment les vieilles souches) ;
- servant de sites de ponte ou de lieux de mise bas. La couleuvre à collier, en particulier, recherche les volumineux amas de matières organiques en décomposition pour y déposer ses œufs. Un gros tas de branchage ou un tronc en décomposition peut fournir la chaleur et l'humidité nécessaires à

l'incubation des œufs ;

- servant d'abris contre les prédateurs (en particulier contre les sangliers lorsqu'ils sont abondants).



Jeune couleuvre à collier.

Photo : Quentin Smits



Gîte à reptiles aménagé dans une coupe forestière.

Photo : Olivier Kints



En forêt, le rougequeue à front blanc niche dans des peuplements feuillus clairs ou des coupes. Il se rencontre aussi bien au sein de la forêt qu'au niveau des lisières externes et internes.

Photo : Philippe Moës

IV.5. Les oiseaux

En forêt tempérée, un grand nombre d'espèces d'oiseaux forestiers présentent une densité de population plus élevée à la lisière qu'au cœur des massifs. C'est ce qu'on appelle « l'effet-lisière » positif. Plusieurs mécanismes expliquent ce phénomène: augmentation des ressources alimentaires, présence de strates de végétation supplémentaires offrant refuges et ressources, juxtaposition d'habitats différents... Les lisières bien étagées (types 4 et 5, voir page 60) comptent parmi les structures de végétation potentiellement les plus riches en oiseaux. Dans certains paysages simplifiés (forêts denses très fermées alternant avec des cultures intensives), les lisières deviennent aussi parfois le dernier refuge d'espèces comme le pipit des arbres. Globalement

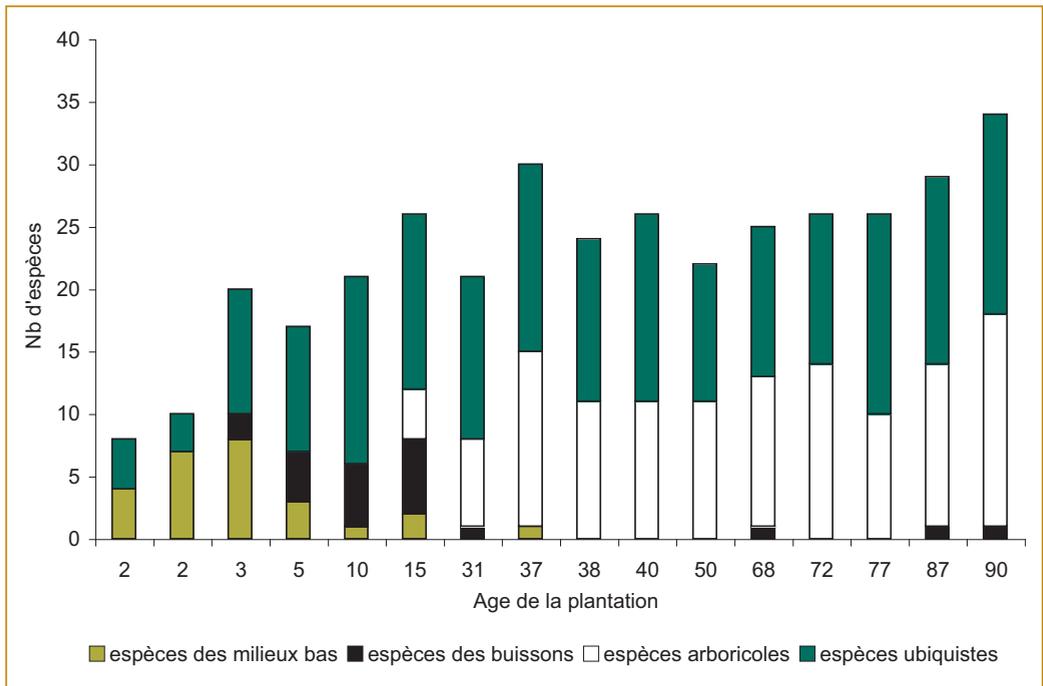


Figure 3 – Impact de l'âge de la plantation sur la diversité des communautés d'oiseaux nicheurs dans les peuplements d'épicéas en Ardenne belge. Les espèces se succèdent à mesure que grandissent les jeunes plants et que le couvert forestier se referme. Les oiseaux typiques des milieux ouverts forestiers (milieu bas ou buissonnants) comme les fauvettes, les pouillots et les traquets disparaissent 10 à 15 ans après une nouvelle plantation. Les jeunes stades abritent un moins grand nombre d'espèces, mais ces espèces sont plus spécialisées (adapté d'après Deuceuninck & Baguette 1991).

cependant, les lisières n'accueillent pas ou peu d'oiseaux spécialisés dans cet « habitat » particulier. En outre, l'augmentation des risques de prédation ou la compétition inter-spécifique explique que certaines espèces des milieux ouverts (comme l'alouette des champs) cherchent à s'éloigner des lisières.

Dans les forêts très claires ou les milieux ouverts en forêt (clairières, coupes, jeunes plantations...), on rencontre généralement moins d'oiseaux, mais plus d'espèces spécialisées (pie-grièche grise, tarius pâtre, locustelle tachetée, engoulevent d'Europe, torcol fourmilier...). Les communautés d'espèces des ouvertures forestières temporaires, y compris des coupes à blanc en résineux, présentent une valeur conservatoire élevée, c'est-à-dire qu'elles comprennent une grande proportion d'espèces en déclin ou patrimoniales. C'est ainsi que la pie-grièche grise, dont la population wallonne est une des dernières en Europe du Nord-ouest, s'est probablement maintenue en Ardenne grâce aux coupes de résineux, alors qu'elle est initialement liée aux milieux ouverts piquetés d'arbres (landes et fagnes arborées). L'engoulevent d'Europe, nicheur en danger en Wallonie, occupe quant à lui les milieux ouverts parsemés de bouleaux, saules et autres essences feuillues qui lui assurent une abondance de proies. Même si ces habitats (jeunes plantations, chablis en voie de recolonisation...) sont temporaires, il est tout à fait possible d'envisager la préservation à long terme de ces espèces spécialisées en assurant une disponibilité permanente de coupes par la rotation des exploitations à l'échelle du massif.

IV.6. Les mammifères

Plusieurs mammifères présents en Wallonie exploitent les zones ouvertes en forêt. Quelques exemples bien documentés méritent d'être mis en évidence.

Le hérisson est particulièrement inféodé à des milieux où une végétation basse (pelouses, prairies rases) lui permet de chasser ses proies aisément. Mais, dans le choix de son habitat, il accorde une importance primordiale à la présence de structures verticales telles que les haies ou les lisières forestières à proximité desquelles il passera plus de la moitié de son temps, en moyenne. Il y trouve des endroits propices et des matériaux idéaux (feuilles) pour construire ses nids. Durant les étés secs, il y rencontre des conditions d'humidité favorisant la présence de proies devenues rares en milieu ouvert.

Les lisières forestières sont également des endroits favorables pour l'établissement en toute sécurité des terriers du blaireau. La nuit, il quitte le couvert végétal pour rechercher les lombrics dans les prairies alentour. Il consomme également mûres et baies de sureau de façon assidue une fois la saison venue. En raison de son besoin de zones ouvertes sur de grandes étendues, il ne s'installe quasi jamais au cœur des grands massifs boisés, lui préférant naturellement la périphérie.



Blaireau européen.

Photo : Violaine Fichet

Dans les lisières feuillues, du printemps au début de l'automne, on peut aussi rencontrer des muscardins, amateurs de mûres, framboises, noisettes, etc. Leurs nids sont d'ailleurs régulièrement aménagés dans des ronciers. Ils peuvent également occuper l'intérieur de la forêt pour autant que la strate arbustive y soit



Chevreuril en lisière de peuplement.

Photo : Roger Herman

suffisamment riche. Le loir et l'écureuil roux, plus sylvestres, profitent eux aussi de la diversité alimentaire rencontrée dans les bordures de massifs. Des essences comme le noisetier, le prunellier ou le sureau sont donc à privilégier dans les lisières étagées ou les gagnages.

Les grands mammifères qui trouvent refuge dans la forêt ont eux aussi besoin de milieux ouverts. C'est le cas du cerf, qui utilise les landes et clairières lors de la période du rut et du chevreuil, espèce de lisière par définition.

Les chauves-souris exploitent toujours les forêts, mais l'intensité de cette utilisation varie suivant les espèces. Parmi les 21 espèces connues en Belgique, certaines y établissent leur gîte d'hibernation ou de reproduction, d'autres les utilisent comme terrain de chasse, soit occasionnellement soit exclusivement. Toutes les strates de la forêt sont susceptibles d'être utilisées comme territoire de chasse : la canopée, le sous-bois, le sol forestier, les points d'eau, les clairières mais aussi les corridors tels que les chemins, les cours d'eau forestiers, les lisières... Les espaces dégagés et les interfaces entre les milieux ouverts et les milieux forestiers sont particulièrement riches en proies, rassemblant la faune issue des deux milieux. Ils sont d'autant plus utilisés qu'ils sont proches des gîtes ou



Le grand rhinolophe, reconnaissable à son museau en forme de fer à cheval.

Photo : Jean-Louis Gathoye

établissent la connexion entre deux terrains de chasses favorables. A titre d'exemple, si les noctules sont capables de capturer leurs proies très haut, bien au-dessus des arbres, c'est principalement en milieu ouvert et à la lisière des peuplements feuillus qu'elles chassent. Il a d'ailleurs été démontré qu'elles sont incapables de capturer des proies dans des milieux fermés et ce en raison de leur faible manœuvrabilité. Le petit rhinolophe ne s'aventure jamais en terrain découvert mais suit les bandes boisées, les haies et les lisières. Le grand rhinolophe chasse également au niveau des boisements clairs, des alignements d'arbres, des lisières forestières feuillues ou des grandes haies qui délimitent les pâtures. Il chasse à l'affût, accroché à des branches horizontales basses, tout en scannant la végétation qu'il surplombe.

Gibier, quel rôle ?

L'influence des cervidés sur la biodiversité est indéniable. S'ils peuvent être considérés comme des alliés dans la gestion des milieux ouverts (comme les landes), dans la création de zones ouvertes en forêt et dans leur entretien, leur surabondance est un frein à la régénération et à la diversification des espèces, ce qui amène à un effet globalement négatif sur la diversité biologique.

En forêt, le sanglier joue un rôle certain dans la dispersion des graines par voie interne et des plantes par épizoochorie. En outre, ses retournements peuvent stimuler la croissance des arbres. Par contre, de trop fortes densités peuvent mener à la destruction de la strate herbacée, à l'altération de la régénération des arbres, à la diminution de l'activité biologique du sol, à une accélération de l'érosion et à une destruction de la faune évoluant ou nichant au sol (certains papillons de jour, engoulevent, gélinotte, vipère péliade, coronelle lisse, orvet...).

Le concept « équilibre forêt – gibier » implique la régulation des populations de grand gibier pour atteindre des niveaux compatibles avec le fonctionnement naturel des écosystèmes. Il est censé mener à la disparition, à terme, des gagnages artificiels et des actions de nourrissage (hormis en cas de pénurie en conditions écologiques extrêmes). Cet objectif peut être atteint en favorisant la diversité des strates au sein des massifs, en aménageant et en entretenant les fonds de vallée, trouées, lisières progressives, layons herbeux, qui sont autant de gagnages herbeux naturels. Conserver localement le régime du taillis simple, garder systématiquement les essences de brout (saules, sorbiers, sureau...) et conserver ou restaurer des zones de transition (bandes herbeuses, jachères cynégétiques...) entre les zones cultivées et les zones forestières sont d'autres mesures favorables au grand gibier.



Impact du gibier sur la strate herbacée en forêt.

Photo : Denis Parkinson



Zone de nourrissage de sangliers.

Photo : Marc Dufrêne

V. Forêt = refuge ?

Un certain nombre d'espèces des milieux forestiers (comme la renouée bistorte, la reine des prés, la callune ou encore la campanule à feuilles rondes) sont « sorties du bois » lors du développement de l'agriculture et des parcours pastoraux extensifs au cours des siècles passés. Toutefois, il faut aussi considérer qu'au cours de la seconde moitié du XX^e siècle, l'intensification de l'agriculture a radicalement et systématiquement détruit les écosystèmes semi-naturels traditionnels de l'espace rural, entraînant la régression de nombreuses espèces spécialisées, et poussant la grande majorité des espèces sauvages à se replier dans les forêts, seuls milieux ayant échappé à l'intensification extrême. Forêts claires, clairières, coupe-feu, lisières étagées et coupes à blanc ont pu servir de refuge à un cortège d'espèces des milieux ouverts et bocagers.

En Belgique, les coupes à blanc ont ainsi permis le maintien d'oiseaux autrefois inféodés aux landes, friches et prairies de fauche extensives qui couvraient de grandes surfaces en Ardenne (tarier pâtre, pies-grièches, engoulevent...) ; en Angleterre, des inventaires menés sur quelques massifs ont montré que 60% à 65% de la flore était composée d'espèces de milieux ouverts, tandis que ce concept de forêt-refuge a également été proposé pour les carabides de milieu ouvert.

Le maintien des espèces issues de milieux ouverts extra-forestiers donne dès lors une dimension supplémentaire à l'intérêt de proposer des clairières, des coupe-feu, voire même des coupes à blanc au sein des massifs forestiers, et d'en gérer les lisières pour leur capacité d'accueil. Si la responsabilité du forestier est engagée, elle ne doit toutefois pas occulter celle de l'agriculteur quant à la « ré-extensification » d'une partie du paysage agricole.



Le tarier pâtre est une espèce en forte augmentation en Wallonie en raison notamment de la réouverture à grande échelle des forêts enrésinées d'Ardenne (tempêtes de 1990 et arrivée à maturité de nombreuses plantations de conifères).

Photo : Olivier Embise

VI. Quand la forêt s'assombrit

Depuis les changements socio-économiques qui ont provoqué le redéploiement de la forêt il y a plus de 150 ans (1847), la mission des forestiers a été de reconstituer les forêts surexploitées.

La densification progressive des massifs forestiers qui a suivi a restauré des conditions plus proches des stades climaciques des forêts, favorisant les espèces dépendantes des peuplements matures et des arbres de grande dimension, comme la cigogne noire, le pic mar, certaines espèces de chauves-souris, de bryophytes ou de champignons. Et ce d'autant plus qu'une partie des forêts feuillues de Wallonie est très ancienne, caractérisée par une longue continuité temporelle du couvert. En effet, celles-ci étaient déjà présentes



Cigogne noire.

Photo : Gérard Jadoul

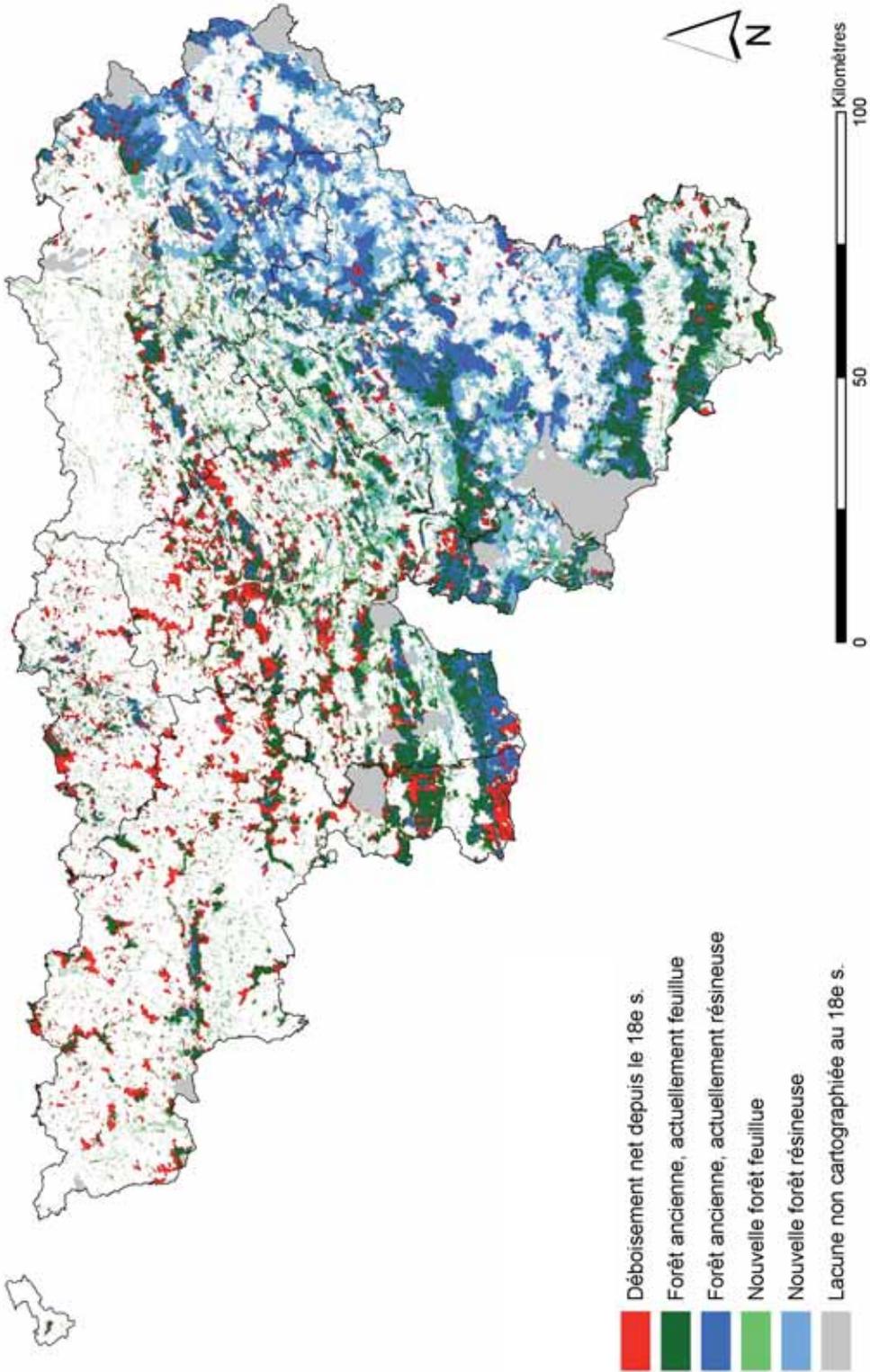
du temps de Ferraris (1775) et se retrouvent sur les cartes qu'il a dressées. Cet aspect joue un rôle positif important dans le maintien d'un pool d'espèces à faible pouvoir de dispersion comme c'est le cas de nombreuses espèces saproxyliques (champignons, lichens, insectes, ...), de certaines espèces de plantes, de reptiles...



Pic mar.

Photo : Olivier Embise

S'il faut bien entendu se réjouir de ces effets positifs, ce redéveloppement d'espèces après des siècles difficiles ne constitue malheureusement qu'une facette de notre patrimoine faunistique et floristique. Ainsi, l'abandon du taillis et du taillis-sous-futaie a privé les forêts des nombreux milieux ouverts temporaires que produisaient ces régimes, et a favorisé les peuplements denses desquels les essences héliophiles ont été progressivement exclues. L'inventaire forestier wallon a montré que cette dynamique perdure : en 20 ans, entre les années 1985 et 2008, le volume de bois sur pied (bois fort tige sur écorce) en forêt a augmenté de 30 %. On peut par ailleurs regretter la perte de 60 % des forêts feuillues présentes du temps de Ferraris (voir carte ci-contre).



Mutation de la forêt wallonne depuis la carte de Ferraris (1775).

Auteur : Thierry Kervyn



Enrésinement de la Fagne de la Goutte.

Photo : Frédéric Degrave

Fermeture complète du couvert, augmentation des volumes de bois sur pied, disparition des taillis, enrésinement généralisé des landes et des incultes ont produit de grands massifs fermés et sombres, seulement ouverts çà et là par des coupes rases formant des ouvertures temporaires. Mais ces mises à blanc ne constituent bien souvent qu'un piètre substitut face à l'architecture complexe des trouées qui émaillent les forêts naturelles ou à la multitude des parcours de troupeaux qui ont longtemps diversifié la mosaïque de nos paysages.

De nombreux ligneux héliophiles typiques des forêts claires comme le sorbier, l'alisier, le pommier sauvage, ... sont ainsi devenus tout à fait marginaux, tandis que tremble ou saule marsault, qui ont fait l'objet d'une lutte permanente en raison de la faible valeur de leur bois, ne trouvent pas souvent les espaces ouverts favorables à leur développement. En outre, la tendance actuelle à la futaie dense

favorise irrémédiablement les essences scia-philes. La situation est particulièrement criante lorsque le hêtre entre en jeu, comme dans la majeure partie de l'Ardenne où il élimine progressivement le chêne. Ce constat est confirmé par le dernier Inventaire Forestier National Suisse, qui a pu corrélérer l'assombrissement des peuplements avec la régression ou la perte de nombreuses plantes héliophiles.



Pommier sauvage.

Photo : Lionel Wilbail

Saule marsault et entomofaune

Arbuste ou petit arbre pionnier des milieux ouverts, lisières et coupes forestières, le saule marsault, *Salix caprea*, est une des premières essences à débourrer au printemps. En effet, la floraison a lieu en mars-avril, en même temps que d'autres saules d'ailleurs. Les saules étant tous dioïques, il existe des individus mâles et des individus femelles. Les mâles, plus voyants que les femelles, présentent une inflorescence typique sous forme de chatons dressés, sessiles, jaune poussin, libérant un abondant pollen et produisant également, si la température le permet, du nectar en quantité. Les saules femelles, plus discrets, portent des chatons vert-gris qui sécrètent seulement du nectar.

Ces ressources alimentaires de premier ordre que sont le pollen et le nectar sont exploitées par un grand nombre d'insectes butineurs et en premier lieu les abeilles sauvages, dont certaines espèces sont même étroitement associées aux saules. Mais de nombreux autres organismes visitent également ces fleurs, comme les coccinelles, les papillons et divers autres hyménoptères qui parviennent ainsi à reconstituer leurs « forces » à la sortie de leur diapause hivernale. Le feuillage du saule marsault héberge un remarquable cortège d'insectes phytophages se comptant en centaines d'espèces parmi les coléoptères (chrysomèles, charançons, etc.), les lépidoptères, les hyménoptères (tenthrèdes en particulier), les hémiptères (cicadelles, ...). Mais l'intérêt de cet arbuste pour la biodiversité ne s'arrête pas là... En effet, le bois sert de site de développement pour les larves de divers insectes xylophages parfois très rares tels que buprestes, longicornes et sésies.



Photo : Lionel Wibail

La situation n'est guère plus brillante pour les papillons de jour qui fréquentent les habitats forestiers, et dont la présence est directement liée au développement de strates herbacée et arbustive variées. Ces insectes sont absents des forêts sombres et denses comme les hêtraies ou les pessières. Parmi les espèces de papillons de jour strictement dépendantes des milieux forestiers (soit environ 25 espèces), la moitié sont menacées à des degrés divers. Le constat est identique dans la plupart des pays. En Suisse, une étude a par exemple démontré la perte de plus de 40% du nombre d'espèces de papillons forestiers au cours de ces 70 dernières années (Schiess et Schiess-Bühler 1997), des espèces qui fréquentaient auparavant des milieux fréquemment perturbés par les pratiques de gestion traditionnelles (coupes de taillis, pâturage en forêt...).

Toutes les espèces de reptiles ont également régressé consécutivement à la fermeture des milieux forestiers et péri-forestiers ainsi qu'au déclin drastique des lisières étagées et de la quantité de bois mort au sol. Les espèces normalement les plus répandues en milieu ouvert forestier, comme le lézard vivipare et la couleuvre à collier, s'y rencontrent désormais avec des densités le plus souvent faibles. Les espèces plus spécialisées, comme la vipère péliade et la coronelle lisse, ont disparu de nombreux grands massifs forestiers. A l'instar des papillons, les reptiles de nos régions sont absents des forêts sombres, et singulièrement des pessières, qui constituent en outre des barrières infranchissables pour ces espèces dont les capacités de colonisation sont assez médiocres.



Tabac d'Espagne (mâle). Une espèce non menacée dont les chenilles se nourrissent de différentes espèces de violettes forestières.

Photo : Yvan Barbier

Du côté des mammifères, si l'augmentation des superficies boisées en Région wallonne a pu favoriser l'écureuil roux et d'autres grands mammifères, il est clair que la disparition des zones ouvertes, des taillis et des taillis-sous-futaie a désavantagé d'autres espèces, plutôt inféodées aux lisières forestières étagées ou nécessitant une diversité trophique importante au niveau des strates inférieures de la forêt. Ceci est très certainement le cas du muscardin. Quant au hérisson, s'il est absent de l'intérieur des massifs forestiers (y compris dans les zones ouvertes intérieures), l'appauvrissement des lisières autour des zones boisées n'est pas propice à cet insectivore qui y trouve aisément le gîte et le couvert. Une majorité de mammifères de plus grande taille sont cependant moins sensibles à la réduction des milieux ouverts forestiers, étant donné leurs possibilités de déplacement plus élevées.

De nombreuses espèces d'oiseaux ont également souffert de la fermeture des paysages forestiers ou de la disparition des lisières étagées, en particulier par reboisement des landes et abondance de la pratique du taillis, et sont aujourd'hui en mauvaise posture ; c'est notamment le cas de l'engoulevent d'Europe, de l'alouette lulu ou du torcol fourmilier. Certaines espèces hantant autrefois les landes arborées d'Ardenne comme la pie-grièche grise, le tarier pâtre ou l'engoulevent d'Europe tendent alors à adopter les grandes mises à blanc comme habitat de nidification. Ces coupes n'étant que temporaires, leur dynamique doit impérativement s'accorder avec la dynamique des populations. L'émergence de ces habitats de substitution n'est toutefois qu'une maigre consolation au regard de la disparition des milieux ouverts maigres que ces espèces occupaient naturellement.



Engoulevent d'Europe, qui trouve dans les coupes forestières un habitat de substitution aux landes et milieux ouverts semi-arborés.

Photo : Philippe Moës

La gestion forestière est donc arrivée à un tournant stratégique. La politique de recapitalisation mise sur pied il y a maintenant plus d'un siècle et demi a produit ses fruits. Mais il ne faut pas que cet aspect de balancier produise un nouveau déséquilibre. Il importe donc de redéployer la biodiversité en ajoutant des milieux ouverts et semi-ouverts de qualité à la trame forestière nouvellement reconstituée. On pourrait retisser de cette manière les liens forts qui unissaient jadis les différentes composantes du métaclimax, et avec eux, la biodiversité dans une dimension plus complète.

VII. L'importance du bois mort et des vieux arbres dans les milieux ouverts forestiers

Contrairement à certaines idées reçues, l'importance du bois mort ne se limite pas aux peuplements fermés. L'abondance de bois mort sous forme de chandelles, de chablis, de galettes racinaires, etc. est une caractéristique des ouvertures des forêts naturelles succédant à la destruction locale de la forêt en place. Des études scientifiques réalisées en Suède (Kouki *et al.* (2001)) ont mis en évidence que la différence de volume de bois mort entre forêts naturelles et gérées est encore plus forte dans les jeunes stades ouverts que dans les peuplements matures fermés. Ainsi, le bois mort des milieux ouverts forestiers est un élément clé pour le développement de la biodiversité.

Il constitue une ressource providentielle pour une multitude d'organismes cavernicoles, épixyliques⁶ et saproxyliques⁷. De nombreuses espèces de lichens, de champignons lignicoles et d'insectes se développent en effet spécifiquement au niveau du bois chablis, du bois mort et des vieux arbres bien exposés à la lumière.



L'arbre mort en situation ensoleillée est favorable à toutes sortes d'organismes.

Photo : Patrick Lighezzolo

Le bois mort des trouées et lisières est particulièrement intéressant aussi pour sa proximité avec les ressources florales... Ces dernières sont en effet très importantes pour de nombreux insectes forestiers (syrphes...), y compris les espèces dites de forêt profonde. En Suède, on estime par exemple que plus de la moitié des espèces liées au bois mort⁸ au stade larvaire (comme les cérambycides) sont en fait

⁶ Caractérise un thalle qui se développe à la surface d'un morceau de bois.

⁷ Organismes qui dépendent pendant une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou mourant.

⁸ Soit 59 % des 542 Invertébrés saproxyliques protégés en Suède.



L'arbre mort... ne l'est pas, et sert de lieu de vie à une faune et une flore spécialisées.

Photo : Marc Dufrêne

floricoles au stade adulte et dépendent donc des ouvertures riches en fleurs pour assurer leur développement. Puisque le bois mort est surtout présent dans les stades sur-âgés, ces espèces ont besoin de la juxtaposition spatiale des stades sénescents et juvéniles de la succession écologique. Cette condition n'est que rarement remplie dans le système d'exploitation forestière actuel qui ampute généralement le cycle naturel de ses phases de sénescence et de recolonisation progressive du milieu ouvert (exploitation précoce des arbres, plantation immédiate des trouées après extraction des bois morts).

Les études de Johnsson (1993) et Rolstad *et al.* (2000) montrent aussi que les mises à blanc riches en bois mort constituent des sites



Leptura quadrifasciata, un cérambycide dont la larve est saproxylique.

Photo : Jean-Yves Baugnée

d'alimentation très recherchés par le pic noir. Qui plus est, celui-ci sélectionne typiquement les coupes rases pour creuser ses loges de nidification, pourvu que quelques gros arbres résiduels y soient maintenus. Contrairement à ce que l'on a longtemps cru, cette espèce ne recherche donc pas les peuplements fermés et semble peu affectée par la fragmentation des massifs forestiers. Ces constats ont conduit à l'adoption de pratiques d'exploitation visant à maintenir de petits bouquets d'arbres morts ou sénescents dans les mises à blanc réalisées dans les forêts boréales soumises à la certification forestière (« green tree retention »). De cinq à dix arbres sont ainsi maintenus par hectare, en visant particulièrement les arbres à cavité, les individus mal conformés, les essences compagnes, les chandelles et les arbres morts sur pied. Au vu des études réalisées (Kaila *et al.* 1997, Hazel & Gustafsson 1999, Hedenas 2002, Brazaitis & Kurlavicius

2003), ces mesures sont extrêmement efficaces et favorisent le développement de nombreuses espèces épixyliques, saproxyliques et cavernicoles.

Le bois mort constitue en outre le principal refuge de nombreux petits vertébrés : amphibiens, reptiles, mammifères dont les chauves-souris (gîtes).



Une raison clairement affichée de réserver des arbres morts sur pied...

Photo : Marc Dufrêne.

II. Stratégie globale de gestion des milieux ouverts à l'échelle d'un massif

I. Vers un substitut au métaclimax

La stratégie globale de gestion des milieux ouverts en forêt découle de deux constats majeurs. D'une part, sous l'effet d'une gestion conservatrice de la ressource en bois, la forêt se densifie, devenant de plus en plus fermée et inhospitalière pour tout un pan de la biodiversité qui nécessite, au moins à un moment

de sa vie, un milieu lumineux. Et de surcroît, cette biodiversité peut rarement trouver refuge en dehors des forêts car les milieux y sont très artificialisés.

D'autre part, en considérant la densité de population humaine et l'occupation concurrentielle du territoire, régie par un plan de secteur, il n'est pas concevable de restaurer la grande mosaïque originelle du métaclimax



L'élargissement de chemins forestiers est une mesure très rapidement favorable à la biodiversité.

Photo : Violaine Fichet

où se côtoyaient milieux ouverts, végétations pionnières et forêts denses dans un ensemble dynamique entretenu par des perturbations naturelles, moteur du déploiement maximal de la biodiversité. En effet, la gestion forestière, largement dévolue à la production de bois de qualité, s'accommode mal de ces phénomènes aléatoires et destructeurs.

Dans ce contexte, la marge de manœuvre est limitée et le développement de milieux ouverts doit être contrôlé. L'objectif se réduit donc plutôt à maintenir et développer au sein de la trame forestière une série d'éléments et de structures de substitution qui puissent offrir une bonne capacité d'accueil pour une biodiversité spécifique.

II. Conception d'un réseau de milieux ouverts en forêt

Pour ce faire, on se basera sur les éléments de milieux ouverts permanents ou temporaires qui sont disponibles occasionnellement dans les massifs forestiers :

- des reliquats de milieux ouverts permanents de grand intérêt biologique comme des prairies humides de fond de vallée, des landes et tourbières (voir fiches 6, 8 et 9) ;
- des éléments linéaires fixes comme des coupe-feu, layons, pistes forestières, lignes électriques,... (voir fiches 2 et 7) ;
- des ouvertures temporaires du couvert comme les mises à blanc, coupes de taillis et zones de chablis (voir fiches 3, 4 et 5) ;



Ces quelques arbres abandonnés servent de refuge à bon nombre de petits animaux, dont les reptiles.

Photo : Violaine Fichet

- des milieux clairs comme les coupes de taillis-sous-futaie (voir fiche 4).

A chacune de ces ouvertures seront associées, selon leur emplacement par rapport au massif, des lisières internes et des lisières externes étagées (Fiche 1).

Dès que possible, du bois mort sera préservé en situation ensoleillée dans chacune de ces ouvertures (chablis, andains,...).

II.1. Ouvrir ou ne pas ouvrir, telle est la question

Il convient toutefois de considérer attentivement l'intérêt de l'ensemble des espèces et des habitats naturels lorsque l'on envisage ce genre d'opérations au sein d'un massif. La création de zones ouvertes permanentes entraîne la diminution de la surface de certains habitats forestiers. L'exécution de mises à blanc de grande taille peut quant à elle entraîner la disparition d'une partie de la flore sciaphile locale et d'autres espèces liées à un couvert forestier continu et ayant un faible pouvoir de dispersion.

Il n'est donc pas question de développer ces éléments au détriment des zones forestières de haute qualité biologique que sont les habitats d'intérêt communautaire, prioritaires, les réserves intégrales, les massifs de forêts anciennes où une biodiversité typiquement forestière s'est développée au cours du temps, conférant à ces milieux une haute valeur conservatoire à ne pas dégrader.

A titre d'exemple, il serait regrettable que l'ouverture de fonds de vallée se fasse au détriment de forêts alluviales indigènes, qui sont par ailleurs des habitats prioritaires pour le réseau Natura 2000, et forment souvent des éléments structurant du réseau écologique.



La langue de cerf ou scolopendre est une espèce sciaphile typique des forêts de pente, éboulis ou ravins.

Photo : Lionel Wibail

Certaines des actions préconisées dans la suite du présent ouvrage sont en conséquence soumises à autorisation ou dérogation dans les sites Natura 2000.

II.2. Peu d'intérêt pour les sites isolés

Il ne faut pas que les milieux ouverts forestiers apparaissent comme autant d'îlots perdus au milieu de la matrice forestière. La plupart d'entre eux constituent des milieux temporaires, ce qui signifie que les espèces qui leur sont liées ne disposent d'un habitat favorable à un endroit donné que durant un laps de temps limité, généralement compris entre 10 et 15 ans. Au-delà de cette période, les populations d'espèces des trouées doivent émigrer à la recherche d'un autre site favorable à leur développement, récemment ouvert par une coupe ou une perturbation à distance raisonnable. Cette dynamique spatio-temporelle au sein des massifs forestiers doit être prise en compte dans le cadre de la conservation des espèces liées aux jeunes stades de la succession.

La théorie prédit que la plupart des espèces inféodées aux milieux ouverts forestiers ont un pouvoir de dispersion beaucoup plus important que celui des espèces liées aux stades âgés du cycle sylvogénésique. Celle-ci est généralement confortée par les observations de terrain ; dans leur étude sur les carabides des forêts ardennaises, du Bus de Warnaffe & Lebrun (2004) montrent par exemple que les communautés des mises à blanc sont beaucoup plus riches en espèces macroptères⁹, capables de se déplacer sur de plus grandes distances, que les assemblages d'espèces caractéristiques des pessières matures.

⁹ Dont les ailes sont de grande taille.

Toutefois, le pouvoir de dispersion des espèces qui colonisent les petites trouées qui se créent au sein des forêts feuillues est loin d'être illimité et est, par exemple, bien moins important que celui des espèces qui fréquentent les milieux ouverts des forêts boréales, régulièrement perturbées par des incendies de grande ampleur. La capacité de dispersion des espèces végétales, des papillons de jour ou des reptiles reste fortement limitée par rapport à celle d'autres groupes plus mobiles comme les oiseaux. On considère par exemple que la distance de dispersion de certains reptiles comme la vipère péliade ou de papillons forestiers excède rarement 1,5 à 2 km. Pour ces derniers, la colonisation d'habitats ouverts situés à plus de 5 km d'une population source constitue un événement hautement improbable. La



La succisa a un pouvoir de dispersion très limité. Elle peut toutefois couvrir de belles plages en milieux ouverts forestiers.

Photo : Olivier Kints

capacité de dispersion de nombreuses espèces herbacées est également très limitée, comme la succise, qui ne progresse que de maximum 4 mètres par an (généralement 2).

La colonisation de nouveaux îlots d'habitats ouverts dans la matrice forestière apparaît donc comme un événement hasardeux pour de nombreuses espèces et devient d'autant moins probable qu'augmente la distance entre les milieux favorables. Ce point est particulièrement critique pour les espèces menacées de Wallonie, comme c'est le cas pour la plupart des damiers et des théclas (papillons de jour) : celles-ci sont rendues particulièrement vulnérables à l'altération de leur habitat du fait de leur piètre propension à la dispersion.

Il importe donc d'établir un réseau de milieux ouverts interconnectés au sein de la matrice forestière, sans déformer les habitats forestiers proprement dits. Ainsi, tout en garantissant la migration des espèces d'une ouverture à l'autre, ce réseau assurerait aussi le développement de lisières riches en biodiversité ainsi que des interactions entre milieux ouverts et forêts matures dont la juxtaposition est nécessaire à une série d'espèces voyageant d'une ouverture à l'autre selon leur stade de développement (carabes, syrphes,...) ou selon leurs activités (cigogne noire, chauves souris,...).

III. Méthodologie de mise en place du réseau

L'établissement d'un réseau de milieux ouverts au sein d'une forêt doit bien entendu se reposer sur les potentialités spécifiques au massif. Il n'existe pas de « réseau-type ». La richesse en milieux ouverts préexistants (landes à bruyère, tourbières, fonds de vallées ouverts,...), la présence d'un réseau hydrographique structurant et la densité du réseau linéaire (coupe-

feu, voiries forestières, lignes électriques,...) sont autant d'opportunités d'entretenir des ouvertures et d'établir des couloirs de liaison. Au niveau de l'aménagement forestier, l'organisation spatio-temporelle des mises à blanc produira aussi son contingent d'ouvertures temporaires, dont la durée de vie et la capacité d'accueil pourront être maximisées par des techniques spécifiques.

Afin d'optimiser la répartition des différentes actions (élargissement de chemins et layons, création de lisières étagées, exploitation de taillis...) à mener dans l'espace et dans le temps au sein d'un massif forestier, il y a lieu d'adopter une méthodologie d'analyse en trois étapes :

(1) identifier des habitats forestiers clés (ouverts ou fermés). Pourvu qu'ils hébergent des espèces spécialisées rares ou menacées en Wallonie, qu'ils présentent des conditions de station très particulières (comme des sols tourbeux ou paratourbeux, des argiles blanches régulièrement humides, des sols alluviaux, superficiels secs ou de fortes pentes) et/ou qu'ils possèdent une forte densité d'arbres d'intérêt biologique ou morts, ces habitats sont particulièrement importants à conserver.

Dans la logique de réseau écologique, ces milieux d'intérêt patrimonial existants doivent être identifiés en tant que ZCO ou ZCF (**Zones Centrales Ouvertes ou Fermées** correspondant à la zone 1 de la « Circulaire Biodiversité »¹⁰).

¹⁰ Branquart, E. & Liégeois, S. 2005. Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier. Complément à la circulaire n° 2619 du 22 septembre 1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier. Ministère de la Région wallonne, DGRNE, Jambes. 86p.

Prairie humide à bistorte enclavée en milieu forestier,
Zone Centrale Ouverte.

Photo : Marc Dufrène



(2) identifier des zones où le potentiel biologique est toujours important (espèces relictives), mais où des actions de restauration sont préconisées ou nécessaires pour augmenter leur surface, améliorer leur connectivité ou encore créer des Zones Centrales dans des massifs dégradés. Ces travaux de restauration sont souvent indispensables à la fois pour augmenter les chances de survie des espèces concernées, mais aussi pour atteindre une taille critique permettant une gestion moins coûteuse. Ces zones concernent, dans la majorité des cas, des plantations sur sols marginaux improductifs comme des pessières sur tourbe, des pineraies calcicoles sèches, des peupleraies marécageuses déperissantes,... Dans la logique de réseau écologique, ces milieux sont appelés les **Zones Centrales Restaurables (ZCr)**.

(3) réfléchir à la connectivité de ces Zones Centrales dans le cadre de la gestion forestière courante, de manière à atteindre, si les conditions naturelles le permettent, moins d'un kilomètre entre des habitats voisins analogues. Ce maillage peut s'opérer par la mise en place de zones dans lesquelles la conservation des espèces et des habitats est le co-produit d'une exploitation économique. Elles servent de couloir potentiel de liaison, de zones tampon,..., sont liées à une activité humaine plus extensive que dans la matrice (taillis, fauche ou pâturage des fonds de vallée,...) et permettent de garantir un certain équilibre entre conservation de la nature et revenus économiques.



Pessièrre déperissante sur sol paratourbeux, Zone Centrale Restaurable.

Photo : Lionel Wibail

Dans certains cas (notamment dans des massifs ardennais comme celui de Saint-Hubert), la valorisation économique y est souvent problématique à cause des conditions particulières d'humidité ou de topographie. Des coûts d'investissements importants seraient dès lors nécessaires pour tenter une valorisation économique significative, sans pour autant garantir une production adéquate. Ces zones participent aussi généralement à la réalisation de différents services écosystémiques comme la pondération des variations des flux hydriques, l'amélioration de la qualité de l'eau, la protection des sols contre des activités irréversibles, la diversification des ressources alimentaires pour le gibier, ... mais la biodiversité bénéficie en contrepartie de l'extensification qui y est effectuée, de façon continue ou discontinue (des périodes de pause succèdent à des phases d'exploitation intensive). Ce sont des zones qui nécessitent une moindre protection que les zones centrales mais qui doivent être différenciées des zones de production traditionnelle.

Dans la logique de réseau écologique, ces milieux sont appelés les **Zones de Développement** (ZD).

Il convient donc de planifier, à l'échelle d'un massif, une gestion qui tienne compte à la fois des ouvertures permanentes (layons, chemins...) et d'une juxtaposition de stades temporaires. La maille de cette juxtaposition doit être suffisamment fine que pour permettre une colonisation de nouveaux sites par les espèces concernées. **Le maintien de ce réseau de sites interconnectés représente donc le véritable défi de la conservation de cette fameuse partie « héliophile » de la biodiversité forestière.**

En Fagne et Famenne, on estime que des papillons forestiers comme le damier de la succise ont besoin d'habitats favorables (trouées, lisières...) sur au moins 5 % de la surface d'un massif.

À l'échelle d'un massif, ce pourcentage équivaut par exemple à une combinaison de zones avec un minimum :

- de parcelles ouvertes de 50 ares tous les 10 hectares ;
- de bandes maintenues ouvertes de 100 mètres de long x 10 mètres de large tous les deux hectares ;
- de bordure de layons ou de chemins dégagés sur 50 mètres de long x 10 m de large tous les hectares.

Ces zones favorables doivent ensuite être imbriquées de manière à obtenir un réseau d'habitats interconnectés.

IV. Exemples d'application

La mise en pratique de ces recommandations peut prendre des formes variées selon les régions, les moyens ou les objectifs fixés. Quelques cas très concrets d'application de ces principes théoriques sont présentés en fin de livre au travers de 5 interviews de gestionnaires forestiers et de scientifiques.



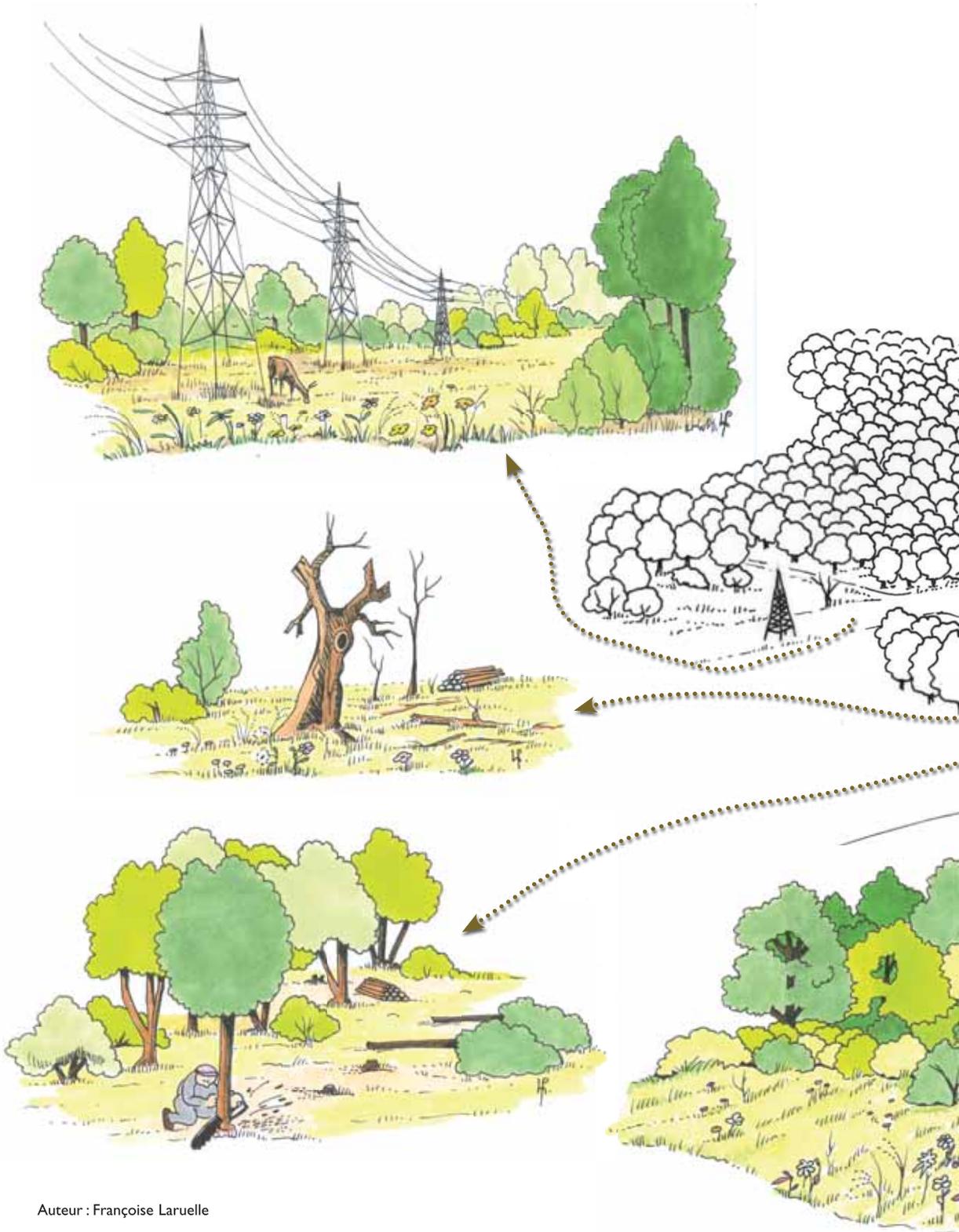
Coupe de l'étage inférieur du taillis-sous-futaie, Zone de Développement.

Photo : Olivier Kints



Chemin élargi, Zone de Développement.

Photo : Violaine Fichet



Auteur : Françoise Laruelle

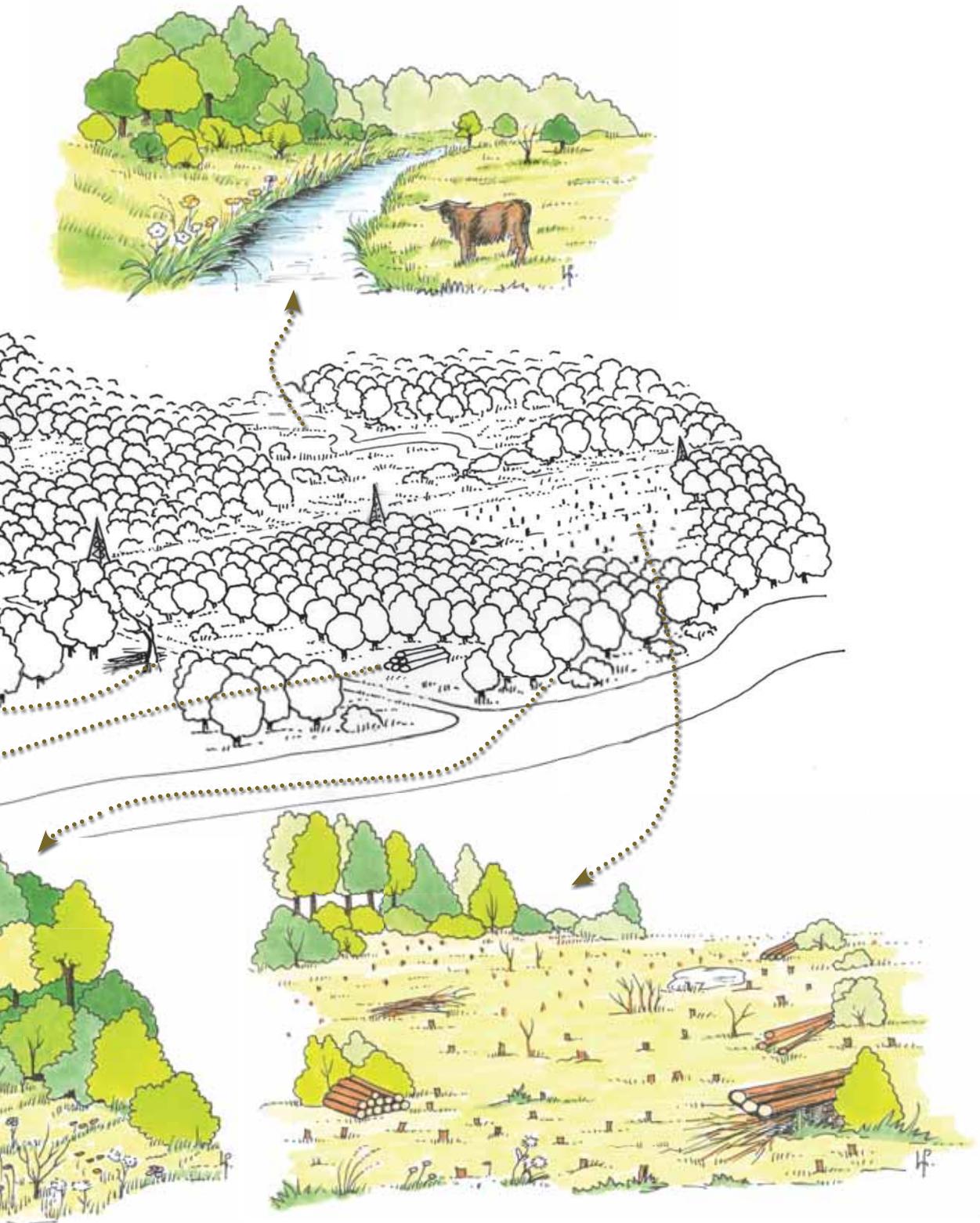


Photo : Philippe Moës



III. Fiches techniques

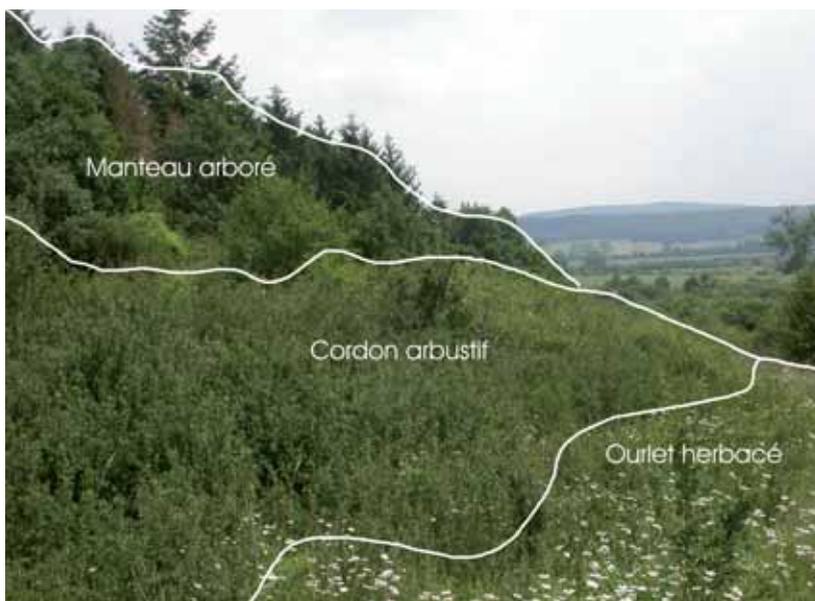
Fiche 1 : Les lisières externes et internes

Description

La **lisière externe** est définie comme le milieu de transition entre la forêt et la zone ouverte agricole. Certaines sont abruptes lorsque le peuplement d'arbres jouxte directement l'espace agricole, sans végétation intermédiaire. D'autres sont par contre dites étagées, progressives ou graduelles lorsqu'une végétation intermédiaire (cordon arbustif et

ourlet herbacé) existe entre l'espace agricole et forestier.

Ecosystèmes de transition entre la forêt et les ouvertures forestières (trouées, bords de cours d'eau, bords de chemins, layons, coupe-feu...), les **lisières internes** présentent aussi des faciès progressifs ou raides, selon que le peuplement de production jouxte directement ou non le milieu ouvert.



La lisière étagée est composée d'une première ceinture appelée **ourlet**, composée de hautes herbes qui ne sont pas exploitées de façon intensive et de quelques jeunes arbres ou arbustes disséminés. Derrière l'ourlet, prend place une deuxième ceinture appelée **cordon**, composée d'arbrisseaux et d'arbustes se développant dans la lumière. La troisième ceinture qui est aussi la première bordure de la forêt constitue le **manteau forestier** composé d'arbres. Elle est encore clairsemée, si bien que les espèces pionnières comme les bouleaux, les peupliers trembles ou les saules peuvent y prospérer.

Photo : Violaine Fichet

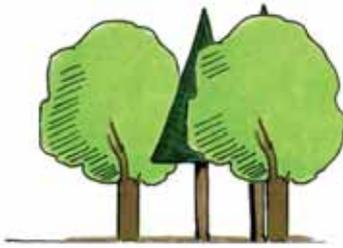
Des visages multiples

La largeur du cordon arbustif et la largeur de l'ourlet herbacé sont deux paramètres clés de la structure des lisières, permettant de faire la distinction entre six faciès structuraux différents :

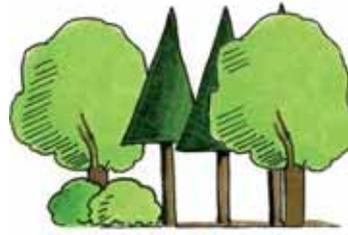
- Trois faciès présentent un ourlet herbacé assez réduit ; ils se distinguent l'un de l'autre sur base de l'extension du cordon de buissons qui peut être absent (**faciès 1**), très réduit et surplombé par les houppiers des arbres du manteau forestier (**faciès 2**) ou former une ceinture qui s'étend au-delà du manteau (**faciès 3**).
- Deux autres faciès se caractérisent par le développement simultané d'un cordon de

buissons et d'un ourlet herbacé extensif. Lorsque le cordon forme une ceinture de végétation assez large qui tend à envahir l'ourlet par drageonnement, la lisière forme une transition très graduelle en limite de boisement (**faciès 4**). Le **faciès 5** présente quant à lui une structure diffuse résultant de la colonisation spontanée d'une ancienne coupe par des plantes herbacées et ligneuses. L'ourlet et le cordon sont ici intimement mélangés.

- Le **faciès 6**, déterminé par un large ourlet et par l'absence de cordon arbustif, est quant à lui caractéristique des zones bénéficiant de Mesures Agro-environnementales (MAE) et ne s'applique donc qu'aux lisières externes.



Faciès 1 : Arbres en bordure de forêt, sans cordon arbustif



Faciès 2 : Cordon arbustif peu étendu, surplombé par les arbres de bordure



Faciès 3 : Cordon arbustif qui s'étend au-delà des arbres de bordure



Faciès 4 : Large cordon et ourlet de hautes herbes



Faciès 6 : Large ourlet et absence de cordon.

Auteur : Françoise Laruelle

Utiles, pourtant rares

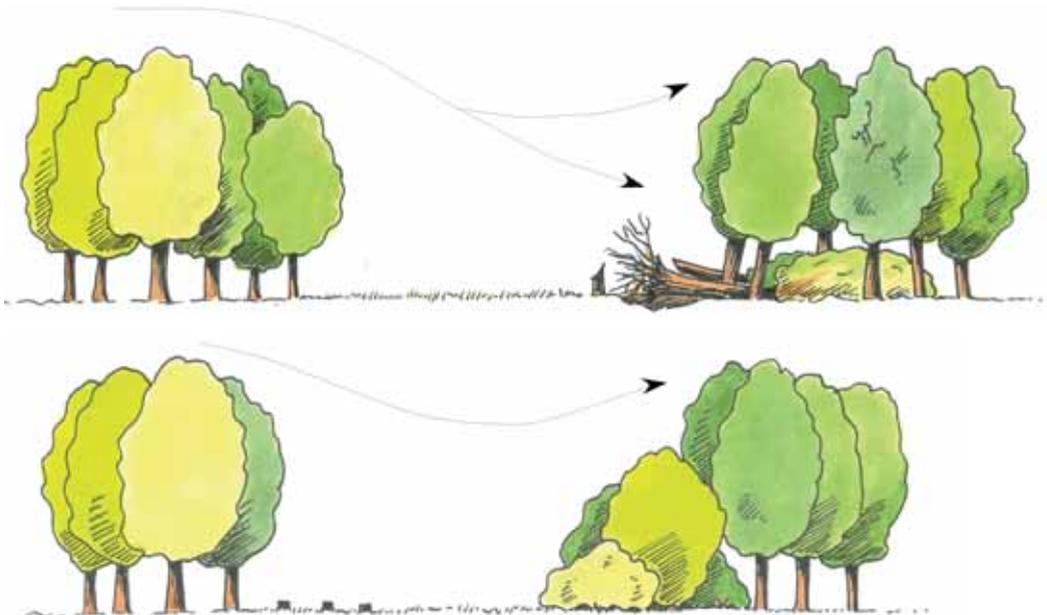
Alors que les lisières étaient autrefois graduelles et changeantes, elles sont aujourd'hui nettement plus figées et abruptes. La loi de 1847 relative à la valorisation des terres incultes (landes, pelouses, milieux humides...), la privatisation ou la spécialisation de l'espace qui en a résulté et, surtout, la modification des pratiques de gestion ont progressivement transformé ces milieux de transition semi-naturels. La plantation, la fauche, le labour, la pose de clôtures au plus près des limites

sont des manières de rentabiliser au maximum les surfaces disponibles, de matérialiser clairement les limites territoriales, mais aussi de conférer une image de « propreté » et de « netteté », généralement associée à « rentabilité ». En Région wallonne, on constate par exemple que la grande majorité des lisières externes ne développent pas de cordon et/ou d'ourlet herbacé, et que moins de 10 % présentent à la fois un cordon et un ourlet larges de cinq mètres chacun. Souvent accusées de diminuer la surface exploitée, ces lisières graduelles procurent pourtant des



Chablis causé par le vent.

Photo : Marc Dufrêne



La lisière progressive exposée au vent protège les arbres des risques de chablis.

Auteur : Françoise Laruelle

bénéfices multiples compensant rapidement les pertes de production pure, que ce soit au niveau sylvicole ou agricole.

Parmi ces avantages écosystémiques, citons :

- **une réduction de l'exposition du peuplement au vent.** Il est préférable d'avoir une lisière étagée et perméable aux courants d'air, plutôt qu'une muraille fermée et imperméable d'arbres qui générera, à l'arrière, des tourbillons dévastateurs. La lisière étagée agit à la fois comme un tremplin et comme un filtre protégeant les arbres des risques de chablis et de l'effet desséchant du vent (voir page précédente). Cet effet protecteur concerne surtout les lisières les plus exposées aux vents dominants, établies du côté ouest ou sud-ouest des peuplements ;
- **une protection contre le stress hydrique.** Une lisière feuillue en bordure de peuplement résineux protège les arbres du stress hydrique, provoqué par une augmentation

des expositions solaire et éolienne, et propice aux attaques de scolytes ;

- **une réduction des dégâts aux racines** dans le cas de lisières contiguës aux cultures ;
- **une réduction de l'ensoleillement direct**, souvent défavorable à la qualité du bois des arbres de bordure (moins de gourmands et de nœuds sur les troncs, pas de « coup de soleil » sur des espèces qui y sont sensibles, comme le hêtre...). Cet effet bénéfique concerne surtout les lisières établies du côté sud des peuplements ;
- **une augmentation de l'offre alimentaire pour le gibier** (plantes herbacées, essences ligneuses de brout...), réduisant les dégâts d'écorcement, d'abrouissement ou de frotture sur la régénération forestière et les peuplements. En offrant des structures buissonnantes, ces lisières constituent également de bonnes zones de quiétude (cachettes, remises...)



Epicéas scolytés.

Photo : Violaine Fichet



Chevreuil caché dans les herbes hautes de l'ourlet.

Photo : Lionel Wibail

- **une amélioration de la valeur du paysage** en formant une transition harmonieuse entre les zones ouvertes et les milieux boisés. La densité du couvert végétal permet par ailleurs de canaliser les promeneurs sur les chemins et d'éviter leur dispersion dans les sous-bois ;
- **l'augmentation de la sécurité des voiries** : La réduction de la hauteur des peuplements en bordure de voirie permet de réduire dans une large mesure les quantités de feuilles qui tombent en automne, assure un meilleur ressuyage de la voirie et réduit les risques de formation de givre en hiver. Par ailleurs, en cas d'accident, les fourrés arbustifs constituent d'excellentes barrières de sécurité naturelles, au contraire des gros arbres responsables de nombreux accidents graves en cas de collision. Enfin, les risques liés aux chutes d'arbres ou de branches sont également beaucoup plus limités ;



Photo : Patrick Lighezzolo

- **l'accueil d'une faune prédatrice naturelle** (ou « espèces auxiliaires ») des ravageurs des peuplements forestiers et des cultures ;
- **l'accueil d'auxiliaires utiles pour les agro-systèmes**. Plusieurs études ont clairement prouvé les effets très positifs de voisinage des forêts sur la pollinisation des cultures et les populations d'insectes butineurs, e.a. les abeilles. La fréquence de visite des fleurs par les pollinisateurs diminue ainsi à mesure qu'ils s'éloignent de la forêt. Cet effet de voisinage peut être plus important encore pour des pollinisateurs secondaires et moins mobiles comme les coléoptères et les syrphes.

Les forêts et les lisières fleuries au voisinage des cultures et vergers offrent :

- des ressources florales diversifiées, dont les dates de floraison sont étalées dans le temps, et qui constituent des hôtes floraux de substitution quand les cultures et vergers sont hors fleurs. Au printemps, les abeilles bénéficient, pour nourrir leurs colonies, du nectar des plantes sauvages à floraison précoce (saules, bugle rampante, merisier), à un moment où aucune plante cultivée ne fleurit sur les champs ;
- un sol peu perturbé (malgré le tassement sur les chemins et les coupes, il n'existe aucun labour), épargnant les nids souterrains et procurant des refuges aux reines fondatrices de colonies ;
- des micro-habitats de nidification et d'hivernage (arbres à cavités, bois mort...), accroissant le taux de survie hivernale.

Intérêt spécifique pour la biodiversité

La faune et la flore des **lisières externes** se sont adaptées à cet ensemble dynamique de milieux intermédiaires entre cultures et futaies. Quatre groupes d'espèces peuvent s'y rencontrer :

- les espèces ubiquistes utilisant à la fois le milieu forestier et agricole (ex. : le chevreuil, certains rapaces...)



Le renard occupe des milieux très variés : grands massifs forestiers, bosquets, haies, friches... Il chasse à découvert dans des clairières, prairies, champs cultivés ou, comme sur cette photo, au niveau des lisières.

Photo : Roger Herman

- les espèces à affinité agricole, mais qui ont tout de même besoin d'une ambiance forestière proche, d'un ourlet ou d'arbustes (ex : la pie-grièche écorcheur ou l'aurore) ;
- les espèces à affinité forestière, trouvant en lisière des conditions particulières (lumière, chaleur, nourriture) (ex : le pommier sauvage, la fourmi rousse ou le pipit des arbres) ;
- les espèces strictement liées à la lisière, exigeant la présence simultanée d'herbes, d'arbres/arbustes et de lumière (ex : les théclas).

Les **lisières internes** créées lors de toute ouverture du massif favorisent quant à elles, pour peu qu'elles présentent une végétation progressive (strate arbustive et strate herbacée), un cortège d'espèces à plus ou moins grande affinité forestière. C'est dans ce type de milieu que la plupart des insectes forestiers évoluent préférentiellement et que les reptiles trouvent quelques-uns de leurs principaux refuges.

Des suivis biologiques menés en Wallonie montrent aussi que le nombre d'espèces d'oiseaux, de plantes à fleurs et de papillons de jour s'accroît significativement avec la complexité structurale des lisières, qu'elles soient internes ou externes. La présence d'un ourlet herbacé extensif et d'arbustes (faciès 4 et 5) est à ce titre particulièrement intéressante car elle permet le développement de floraisons abondantes tout au long de la saison de végétation.



Photo : Olivier Kints

Aménagement et entretien

Lisières externes

La largeur totale de la lisière doit idéalement dépasser les 10 mètres (environ 5 mètres pour l'ourlet et 8 mètres pour le cordon). Il paraît logique que la gestion de l'ourlet soit prise en charge par l'agriculteur, et que celle du cordon et du manteau relève de la gestion sylvicole. Ce partage des rôles, parfois difficile à mettre en œuvre, doit être adapté au cas par cas.

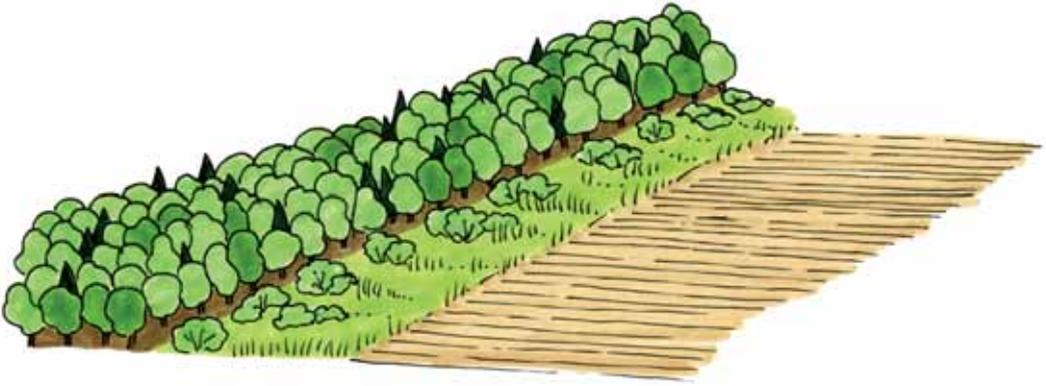
Les méthodes permettant de générer et d'entretenir des lisières étagées sont globalement identiques à celles décrites pour les lisières internes (voir point suivant). Lors de ces aménagements, une attention particulière peut être portée au tracé : une lisière sinueuse permet en effet l'installation de plus nombreuses espèces animales et végétales en leur offrant des conditions plus variées (différentes expositions au vent, au soleil...) et un effet bordure plus important.



Photo : Olivier Kints



Photo : Patricia Lighezzolo



Différentes formes de tracé de la lisière externe. Une lisière rectiligne offre un intérêt généralement moindre pour la biodiversité qu'une forme plus sinueuse. Un type plus extrême, dans lequel les différents stades seraient davantage imbriqués, pourrait être assimilé au pré-bois (voir encart page 20).

Auteur : Françoise Laruelle

Ce que prévoit la loi

Les dispositions de l'article 35 du **code rural** précisent que la distance des plantations situées près de la limite séparative de deux fonds est de deux mètres pour les arbres de haute tige et de 50 cm pour les autres arbres et haie vives, et cela à défaut d'usage constant et reconnu.

L'article 35bis du **code rural** prévoit de garder une distance de 6 mètres entre une plantation forestière et une parcelle agricole : « Dans les parties du territoire réservées à l'agriculture, il n'est pas permis de procéder à des plantations forestières à moins de six mètres de la ligne séparative de deux héritages et sans avoir obtenu l'autorisation du collège des bourgmestre et échevins (...). Les dispositions de l'alinéa précédent sont applicables également à la zone réservée aux plantations forestières le long de la zone réservée à l'agriculture. ».

L'article 71 du **code forestier** prévoit de garder un cordon de 10 mètres **en forêt publique** :

« Dans les bois et forêts des personnes morales de droit public, par massif appartenant à un même propriétaire, sont appliquées les mesures de conservation suivantes :

(...) 4° la création d'un cordon d'espèces feuillues arbustives d'au moins dix mètres de large pour les nouvelles régénérations en lisière externe de massif ».

Dans l'article 3, 4° de l'Arrêté du Gouvernement wallon portant sur les mesures préventives générales applicables aux sites **Natura 2000** ainsi qu'aux sites candidats au réseau Natura 2000 (M.B. 03.05.2011), est interdite :

« (...) hors bois et forêts bénéficiant du régime forestier, dans les propriétés de plus de deux hectares et demi, toute intervention en lisière externe de massif qui n'assure pas le maintien ou la création d'un cordon d'essences arbustives d'au moins dix mètres de large comprenant au maximum trois arbres de plus de cent centimètres de circonférence à un mètre cinquante du sol par cent mètres linéaires ».

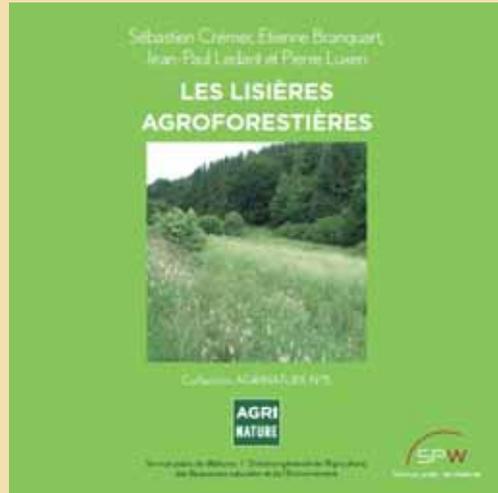
Le cordon arbustif sera obtenu de préférence par recolonisation naturelle. En cas de plantation, des essences indigènes, héliophiles et nectarifères devraient être privilégiées, comme le stipule le complément à la circulaire n°3619 du 22/09/1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier.

Toutes les informations relatives à la législation sont consultables sur le site internet <http://environnement.wallonie.be/legis/>

Puisque cette gestion est susceptible d'impliquer le gestionnaire de la parcelle agricole voisine, il est conseillé de se référer par ailleurs à l'ouvrage de référence en la matière :

Crémer, S., Branquart, E., Ledant, J.-P., Luxen, P. (2009). Les lisières agroforestières. Collection AGRINATURE n°5, SPW, DGARNE, 206 p.

Une version PDF de ce document est disponible sur le site internet <http://agriculture.wallonie.be> (Documentation > publications (gratuites et téléchargeables) > Collection AGRINATURE).



Lisières internes

Créer une lisière interne étagée revient à

- laisser une bande de minimum 10 mètres de large où l'essence principale ne sera pas replantée (privilégier la recolonisation naturelle) => création d'un **ourlet herbeux** et d'un **cordon arbustif** ;
- du côté du **manteau**, soit au-delà des 10 mètres ouverts, planter l'essence principale à large écartement sur au moins 10 mètres de profondeur afin de permettre à la végétation herbacée et aux ligneux d'accompagnement de se développer entre les arbres.

L'entretien consiste ensuite

- pour le manteau, à
 - o le traiter en futaie claire, en taillis ou en taillis-sous-futaie ;
 - o réserver les arbres intéressants d'un point de vue biologique (avec trous de pic, par ex.) ;
 - o laisser les branches et une partie du bois coupé sur place (une fois mis en tas, il servira, entre autres, de refuge pour les reptiles) ;

- o combattre les éventuelles espèces invasives.

- pour le cordon arbustif, à
 - o réaliser des coupes régulières sur de petites surfaces (coupes en rotation) ;
 - o diminuer l'ombrage porté à l'ourlet ;
 - o laisser une partie du bois coupé sur place, ainsi que le produit de la fauche de l'ourlet (refuge pour les reptiles notamment) ;
 - o combattre les éventuelles espèces invasives.
- pour l'ourlet herbacé, à
 - o effectuer une fauche la moins destructrice possible, c-à-d menée à un moment bien choisi (voir encart suivant) et en rotation, de manière à préserver des « zones refuges » pour les animaux ;
 - o faucher à une hauteur de 20 cm ;
 - o éviter tout apport chimique ;
 - o déposer ponctuellement des tas de foin (*), de pierres, maintenir des mares... ;
 - o combattre les éventuelles espèces invasives.

Choix des dates de fauche et du système de rotation

La fauche a un impact différent sur la biodiversité selon qu'elle est menée en début de saison ou tardivement, sur l'ensemble de sa surface ou en rotation. Il n'est pas toujours aisé de trouver une période qui satisfasse à la fois les entomologistes, herpétologues et botanistes.

La solution la plus simple, et qui contente généralement le plus grand nombre, est la **fauche de fin de saison** (après le 15 juillet, idéalement en septembre-octobre). Ce fauchage tardif permet d'épargner davantage la petite faune mais réduit les floraisons en fin de saison. Pour dynamiser les floraisons, l'idéal est en effet de faucher une première fois assez tôt (fin mai-début juin) et une seconde fois fin septembre-début octobre. Ces périodes de fauche peuvent également être adaptées aux espèces que l'on cible. Par exemple, lorsque l'aménagement est prévu pour le damier de succise, on préconise une fauche mi-juin-début juillet, car les œufs et les chenilles sont alors sous les rosettes des feuilles de succise.



Photo : Gilles San Martin

En forêt, une fauche en rotation sur 2-3 ans est à privilégier. Ce travail doit être réalisé en période sèche et sans décaper le sol (sabots réglés en position haute si cela est possible techniquement). Une rotation sur deux ans peut être envisagée si la végétation est nitrophile et développe de grands ronciers. Dans ce cas, faucher en alternance de chaque côté du chemin est une option à privilégier. Une rotation sur 3 ans est par contre envisagée lorsque les sols sont pauvres, avec une végétation assez rase, sans développement de ronces ni d'arbustes. Si la fauche doit avoir lieu chaque année, l'idéal est de faucher une partie fin mai-début juin (assez haut et en veillant à éviter les nichées), une autre fin septembre-début octobre.

En bord de route où se posent des questions de sécurité routière, une fauche fin mai-début juin sur 1 mètre de large peut être recommandée en bordure de la voirie (sur quelques mètres dans les carrefours) et une fauche fin septembre-début octobre (principe de la fauche tardive) sur toute la largeur, éventuellement 1 an sur 2.

(*) L'enlèvement du foin est une opération assez lourde et coûteuse, qui n'est nullement obligatoire. Elle peut d'ailleurs porter préjudice aux espèces du sol en détruisant des pontes ou des chenilles, et a intérêt à ne pas

être menée sur toute la surface. Par contre, une partie du produit de la fauche peut être systématiquement mise en tas **dans les zones de moindre intérêt floristique** (lieu de ponte pour la couleuvre à collier).

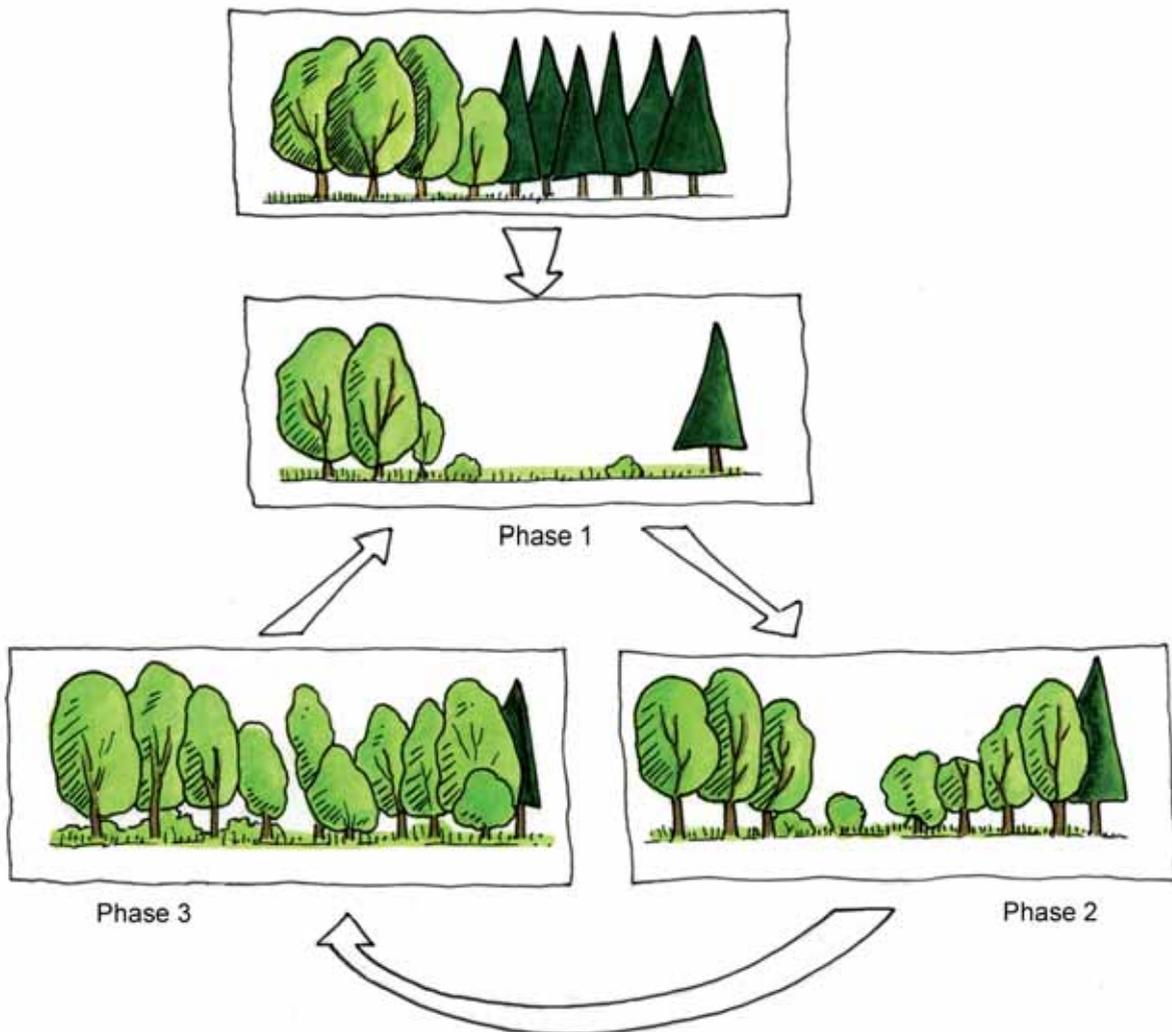
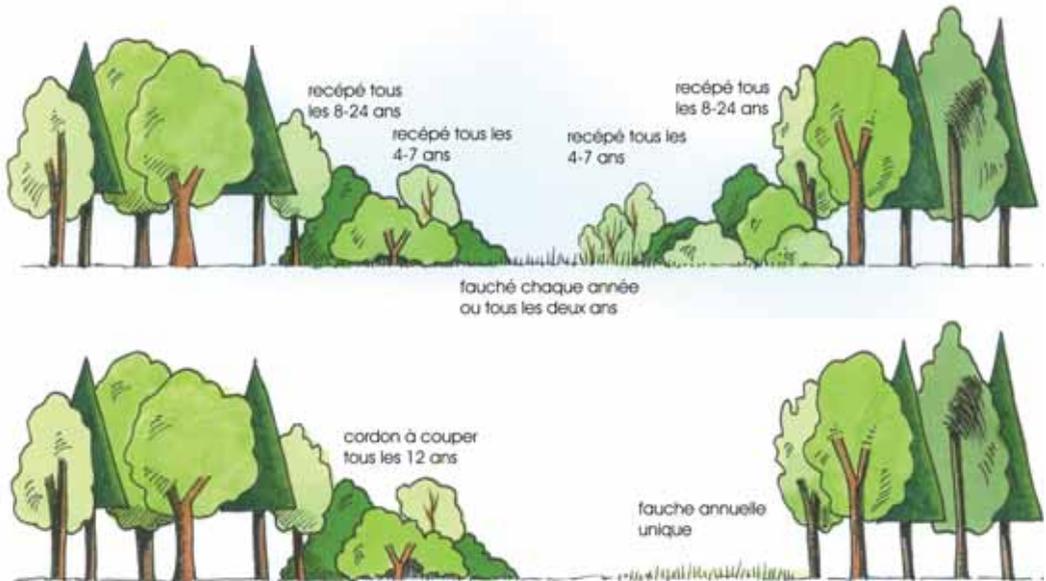


Schéma général de la création de lisières dynamiques.

Auteur : Françoise Laruelle

Notons enfin que l'aménagement d'une lisière feuillue étagée peut également être réalisé en périphérie de peuplements résineux. Lors de la mise à blanc du peuplement, il suffira soit :

- de maintenir une bande non plantée d'au moins 10 mètres de large pour permettre la recolonisation spontanée (ourlet herbacé et cordon arbustif) ;
- de planter l'essence principale à large écartement sur les dix premiers mètres du peuplement (2 fois l'écartement standard) pour permettre l'installation d'une végétation herbeuse et ligneuse feuillue.



Exemples de gestion des bords de chemins forestiers permettant de maximiser l'ensoleillement, de reconstituer une lisière étagée et de favoriser les espèces héliophiles. La largeur recommandée pour les layons est de 1,5 fois la hauteur maximale des arbres du peuplement limitrophe. D'après Warren & Fuller 1993.

Auteur : Françoise Laruelle



Lisière feuillue étagée en périphérie de peuplement résineux.

Photo : Violaine Fichet



Fauche ou
pâturage extensif
(subvention MAE)



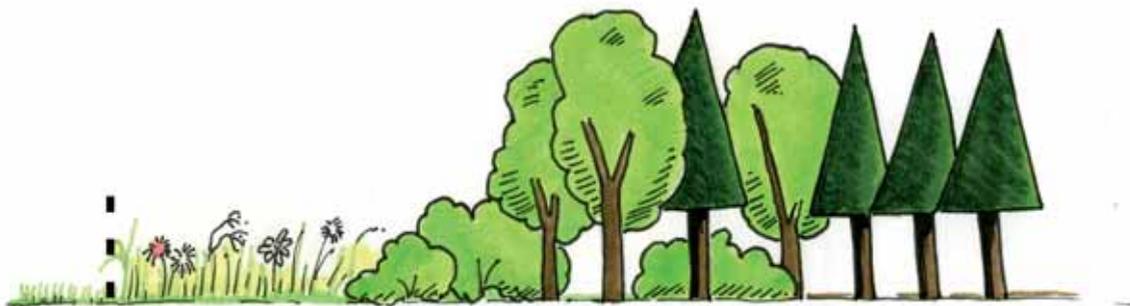
Plantation de
feuillus/
régénération
naturelle



Plantation
à large
écartement



Plantation
à forte
densité



Création d'une lisière feuillue en bord de plantation de résineux.

Auteur : Françoise Laruelle

La vipère péliade

La simplification des groupements de lisières a engendré un recul de toutes les espèces de reptiles indigènes, à commencer par l'espèce la plus spécialiste : la vipère péliade. Cette dernière est ainsi devenue le reptile le plus menacé de Wallonie. Elle n'est plus présente que dans l'extrême sud-ouest de la Wallonie, de part et d'autre de la pointe de Givet. Elle ne dépasse pas les villes de Dinant vers le nord, Chimay vers l'ouest et Saint-Hubert vers l'est.

Ce serpent fréquente des milieux très variés, secs, frais ou humides (landes à bruyères et à genêts, lisières et layons forestiers, friches et fourrés...) peu fréquentés par l'homme et le gibier, et est très exigeant quant à la structure du tapis végétal. Il recherche des surfaces d'ourlets herbeux ponctuées de petites zones dégagées (herbes sèches, tapis de mousses) où il peut s'exposer aux radiations solaires. Ces taches de superficies réduites doivent être imbriquées dans une couverture herbacée dense et être combinées à la présence d'arbustes bas où les animaux se réfugient en cas de menaces ou lorsqu'il fait trop chaud.

Comme les vipères sont très sédentaires, elles restent fidèles durant plusieurs années à leurs habitats tant que ceux-ci demeurent propices.



Type de milieu ouvert forestier favorable à la vipère.

Photo : Olivier Kints



La vipère est reconnaissable à son dos brunâtre ou jaunâtre orné d'un zigzag continu brun foncé ou noir. Le dessus de la tête triangulaire est fréquemment marqué d'un dessin en forme de V.

Photo : Jean Delacre

La lucine

Ce papillon de jour fréquente les lisières, clairières ensoleillées, prairies maigres bocagées, pelouses sèches buissonnantes où elle pond sur les primevères (*Primula elatior*, *Primula veris*) et sur les oseilles (*Rumex spp.*). Cette espèce printanière vole en une génération surtout de mai à début juin, avec un pic vers la fin mai.

La Lucine est essentiellement représentée en Fagne-Famenne-Calestienne. Ailleurs, elle est encore renseignée ponctuellement dans la Haute-Meuse dinantaise et elle n'est plus que rarement renseignée en Lorraine. Son aire de répartition actuelle ne représente que 40% de la totalité de son aire (1950-2007), suite à son déclin récent en Lorraine et à sa disparition plus ancienne en Ardenne occidentale et en Condroz.



Cette espèce, qui dépend des primevères, est brune à nombreuses taches fauves.

Photo : Vildaphoto – Jeroen Mentens

Le muscardin

Petit rongeur arboricole, difficile à observer, le muscardin vit dans les forêts feuillues peu perturbées, les lisières étagées à au moins deux strates de végétation ligneuse, de préférence riches en sous-arbrisseaux. Il s'y nourrit de bourgeons, fleurs, graines et fruits (baies de bourdaines et de sorbiers, framboises, mûres, myrtilles, noisettes, prunelles, etc.).



Photo : Jean Delacre

Peu mobile et très vulnérable, le muscardin est particulièrement discret (activité nocturne, nid construit dans des fourrés impénétrables, dans un arbre creux ou dans un nichoir). Les effectifs ont fortement baissé ces dernières décennies. Il se rencontre aujourd'hui surtout dans les massifs forestiers de Fagne-Famenne et en Lorraine. On peut aussi l'observer plus ponctuellement en Ardenne et dans le Condroz. L'espèce est considérée comme vulnérable en Wallonie.

La conservation du muscardin nécessite donc la restauration de ronciers, de vastes cordons arbustifs et de manteaux bien éclaircis en lisière des massifs forestiers. La conservation des arbres à cavité lui est également favorable. Il souffre de l'enrésinement des lisières et de la surdensité du gibier, qui contrecarre le développement de la végétation arbustive.

Le torcol

Cet oiseau des lieux ensoleillés et secs fréquente potentiellement une gamme de milieux assez large : vieux vergers à hautes-tiges, bois clairs, lisières forestières, landes, anciennes pessières étendues, fonds de vallée piquetés d'arbres ou de bois morts sur pied, chemins et layons forestiers... pourvu qu'ils soient proches de végétations claires et d'espaces de sols nus qui permettent de chasser facilement les fourmis (proie principale). Il affectionne par exemple, sur certains plateaux ardennais, les lisières de hêtraies éclaircies suite aux attaques de scolytes et situées au voisinage de coupes où les souches pourrissantes hébergent de nombreuses fourmilières. Au retour d'hivernage, il a besoin de cavités de nidification encore disponibles dans de vieux arbres, chandelles, bois morts, essences à bois tendre...



Torcol fourmilier.

Photo : Philippe Moës



Lisière abrupte en bordure de peuplement résineux. Photo : Lionel Wibail



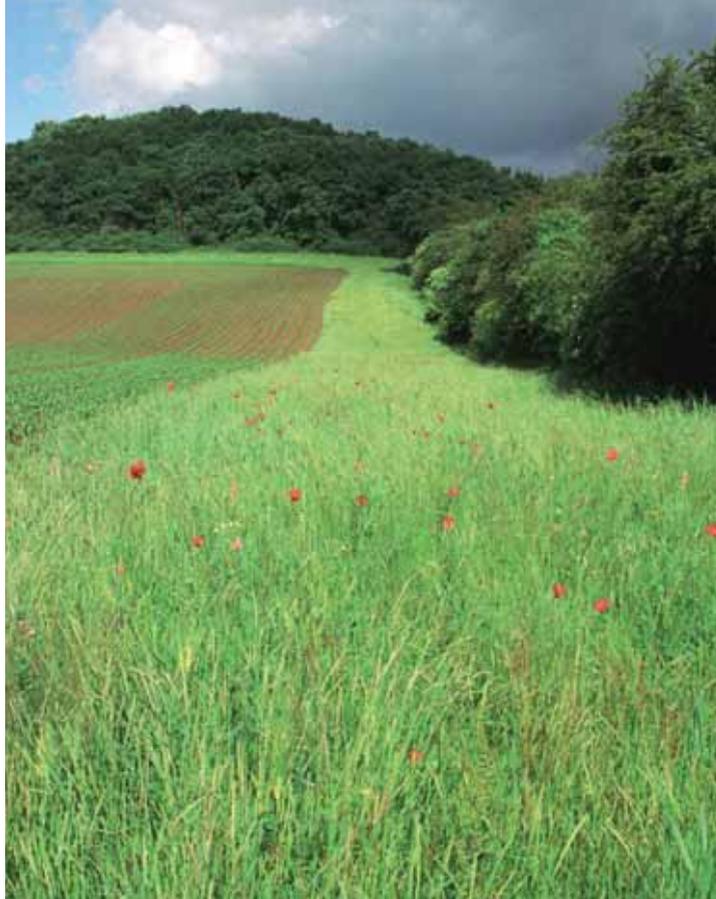
Lisière abrupte en bordure de peuplement feuillu. Photo : Violaine Fichet



Lisière externe étagée. Photo : Marc Dufrêne



Lisière externe étagée. Photo : Patrick Lighezzolo



Zone agricole située en périphérie de massif boisé et bénéficiant de Mesures Agri-Environnementales.

Photo : Lionel Wibail



Lisière interne étagée. Photo : Olivier Kints

Fiche 2 : Les ouvertures linéaires (layons, chemins, coupe-feu...)

Description et bénéfices

La perte de surface exploitée liée à l'élargissement de layons, chemins, coupe-feu... constitue une perte de surface productive. Cette perte doit toutefois être mise en balance avec les différents avantages liés aux autres fonctions de la forêt. Outre les nombreux bénéfices attendus pour la biodiversité en général, ces milieux linéaires constituent des zones de gagnage naturel privilégiées pour le gibier, de bonnes lignes de tir pour les chasseurs, des ambiances particulières pour les promeneurs...

L'intérêt biologique des ouvertures est présenté de manière complète dans la première partie du livre.

Aménagements et entretien

1/ Largeur de l'ouverture

La largeur optimale d'un chemin, layon,... est déterminée sur base de la hauteur du peuplement voisin et doit être égale à cette hauteur multipliée par un facteur de 1,5. Autrement dit, pour un peuplement de 20 mètres de hauteur, la largeur totale de la zone ouverte (chemin + ourlets + cordons) doit idéalement être de $(20 \times 1,5) = 30$ mètres. Ce calcul est surtout utile pour apporter de la lumière lorsque la hauteur de la futaie est élevée. Lorsque cette largeur est difficilement atteignable car trop importante, il est conseillé d'ouvrir le massif sur une largeur minimale de 10 mètres **de part et d'autre** du chemin ou du layon. En



Photo : Olivier Kints

delà de cette largeur, l'aménagement n'aura qu'un impact limité sur la biodiversité, par manque de lumière sur la zone.

2/ Techniques d'élargissement

L'élargissement peut être réalisé de deux manières :

1/ **d'un seul tenant.** Ce type d'ouverture unique, et donc permanente, nécessite un entretien, contrairement à la méthode des portions successives décrite ci-dessous. Il peut facilement être mis en place après une mise à blanc, au moment de la plantation. Pour plus d'informations sur les techniques de restauration et d'entretien, se référer à l'encart technique proposé en fin de fiche. L'établissement de lisières étagées peut être mis en place grâce aux conseils prodigués dans la fiche 1 relative aux lisières.

2/ **par portions successives** (méthode « progressive »), en créant des trouées en lisière le long du chemin ou du layon par de petites coupes à blanc (profondeur d'au moins 10 mètres et inférieure à la longueur totale de l'ouverture, qui peut atteindre jusqu'à 50 voire 100 mètres). Ce bois peut être valorisé en bois de chauffage, plaquettes..., ce qui permet de financer l'entretien des lisières.

Cette opération doit ensuite être répétée lors des passages en $\frac{1}{4}$ rotation¹¹ de façon décalée dans l'espace (de préférence dans une zone proche voire connexe), autant de fois que possible jusqu'au commencement d'un nouveau cycle.

¹¹ La durée de rotation d'environ 24 ans peut être adaptée aux conditions de la station et des essences que l'on veut sélectionner (coudrier, charme...).



Photo : Violaine Fichet

En complément, il est recommandé de

- laisser s'installer naturellement la végétation herbacée et arbustive et d'éviter donc de semer et/ou replanter ;
- maintenir des arbres fruitiers sauvages (poiriers, pommiers, merisiers, alisiers,...) et laisser s'installer des essences dites « non rentables » comme la bourdaine, le nerprun, le prunellier, le tremble ou les aubépines ;
- maintenir du bois mort (debout ou couché) en situation ensoleillée ;
- entasser quelques branchages ou disposer des tas de bois en lisière, de manière à offrir un abri pour la petite faune.

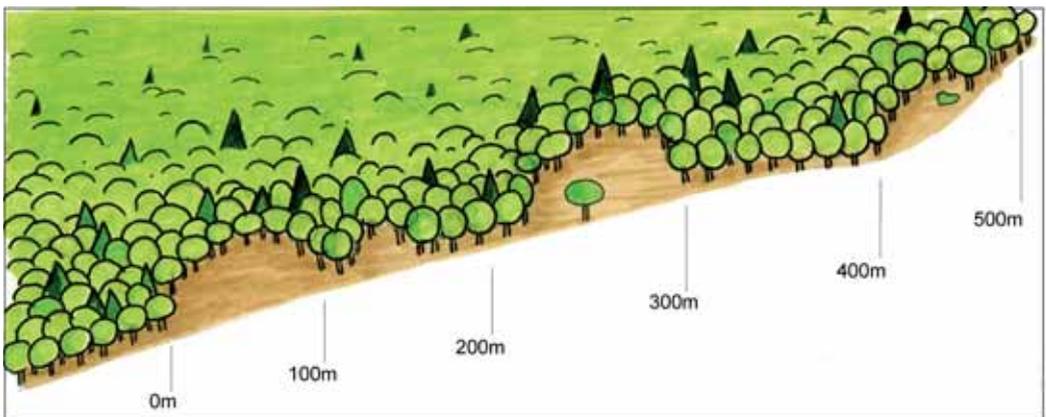
Cette méthode de gestion répartie dans le temps et dans l'espace permet d'offrir simultanément des zones ouvertes et des stades intermédiaires de recolonisation végétale.



Photo : Olivier Kints

Les ouvertures peuvent se refermer naturellement sans nuire aux espèces qui les ont colonisées, pour peu que soient ouvertes de nouvelles trouées dans leur environnement proche (principe du traitement en rotation

des taillis). Elle présente par ailleurs l'intérêt majeur de ne nécessiter aucun entretien et de diminuer les perturbations liées au vent, qui s'engouffre davantage dans les longs couloirs droits et réguliers.



Auteur : Françoise Laruelle

L'ensemble de ces travaux peuvent être facilités en

- coupant le manteau et/ou en recépant le cordon lors du passage en éclaircie dans les parcelles voisines ;
- en transformant en bois de chauffage les arbres issus du cordon arbustif.

Création de gîtes à reptiles

Avec peu de moyens, la création de gîtes à reptiles leur fournit des abris nocturnes et des sites d'hivernage. Elle permet d'augmenter les effectifs des populations, notamment en offrant des abris contre certains prédateurs, en particulier les sangliers. Il s'agit de stocker sous forme de tas de minimum 1m³, dans des endroits bien exposés, des branchages, restes de bois, souches et autres matériaux (foin résultant d'un débroussaillage...). Si des ronciers sont présents à proximité, il est opportun de créer des tas volumineux de façon à éviter le recouvrement total et rapide par les ronces. Lors de la construction de ces gîtes, il est recommandé d'alterner les matériaux afin de ménager dans l'abri des zones plus ou moins denses, avec des cavités. La décomposition progressive des tas de branches contribue à leur effondrement et il peut donc être utile de recharger occasionnellement les tas pour conserver leur fonctionnalité.



Photo : Olivier Kints



Photo : Olivier Kints

3/ Orientation optimale

Toutes les ouvertures, même bien structurées, ne possèdent pas les mêmes capacités d'accueil. Leur intérêt variera notamment selon leur structure, mode de gestion, forme ou orientation...

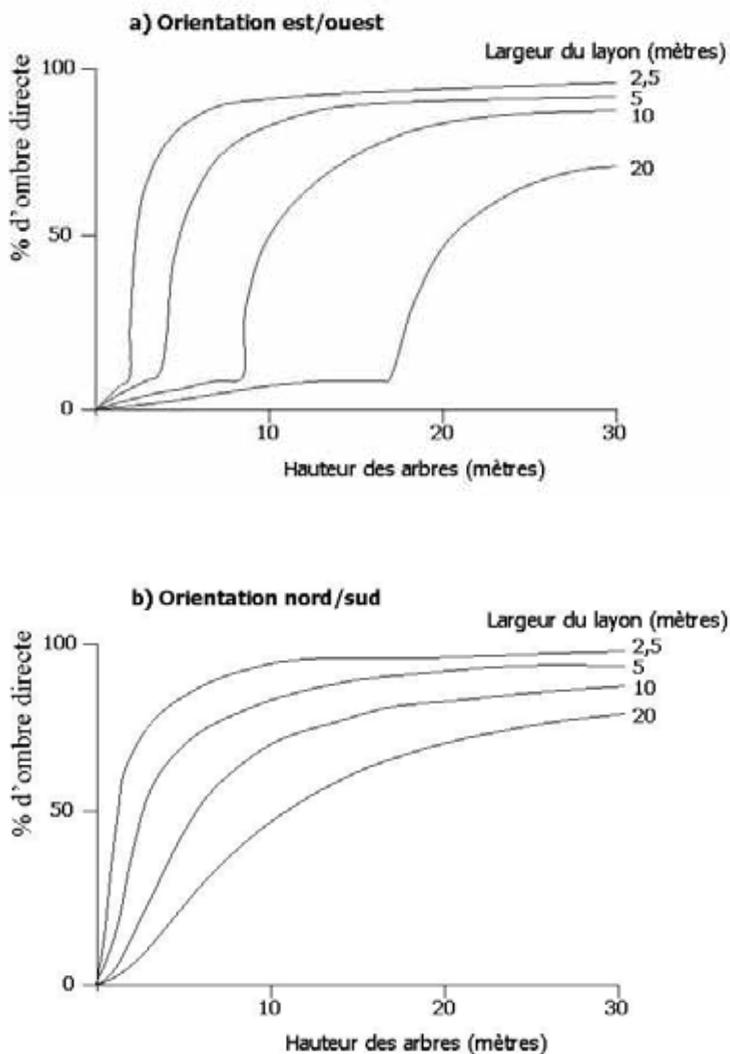
On sait par exemple que la quantité de lumière directe reçue dépend de la largeur de l'ouverture, de son orientation ainsi que de la hauteur et de l'emplacement des arbres les plus proches. Ainsi,

- Les ouvertures larges apportent logiquement plus de lumière que des ouvertures plus étroites.
- A largeur égale, les ouvertures orientées est-ouest reçoivent plus de lumière, se réchauffent plus vite dans l'année et se refroidissent plus tardivement que celles orientées nord-sud :
 - o En termes de surface éclairée : Les figures 3 et 4 montrent qu'orientée est-ouest, une ouverture de 20 mètres de large dans un peuplement de 20 mètres de haut sera ombragée sur 50 % de sa

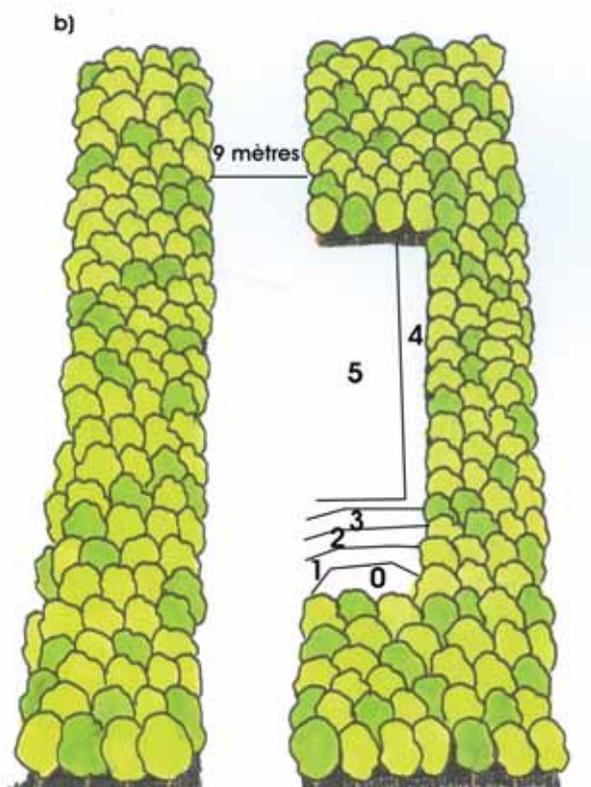
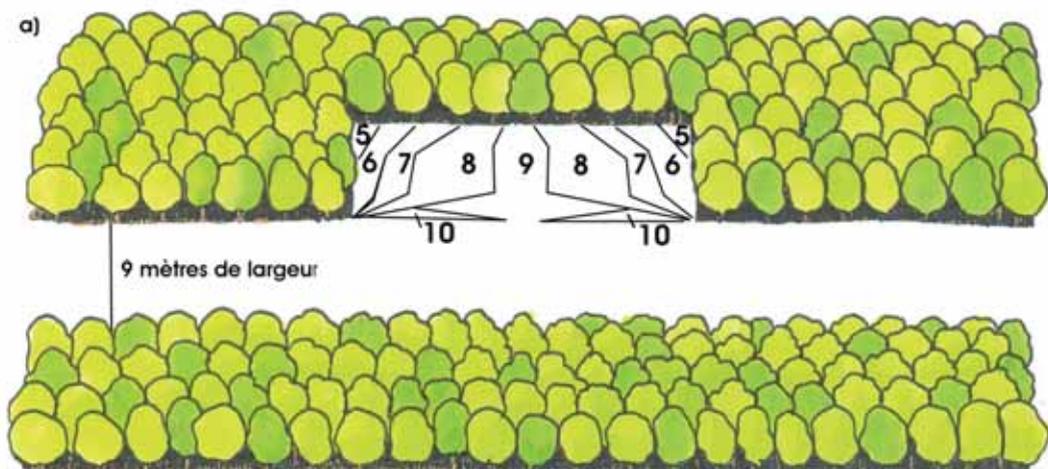
surface (testé en juin). Si elle est orientée nord-sud, la zone sera ombragée sur au moins 70 % de sa surface.

- o En termes de durée d'ensoleillement : à date et peuplement adjacent similaires (22 juin, hauteur des arbres = 15m), des différences flagrantes de la durée d'ensoleillement peuvent être mises en

exergue entre des trouées de même taille (25 x 50 mètres) mais d'orientation différente (nord-sud et est-ouest) (figures 5 et 6). La comparaison révèle de façon claire un ensoleillement nettement plus long dans les trouées d'orientation est-ouest.



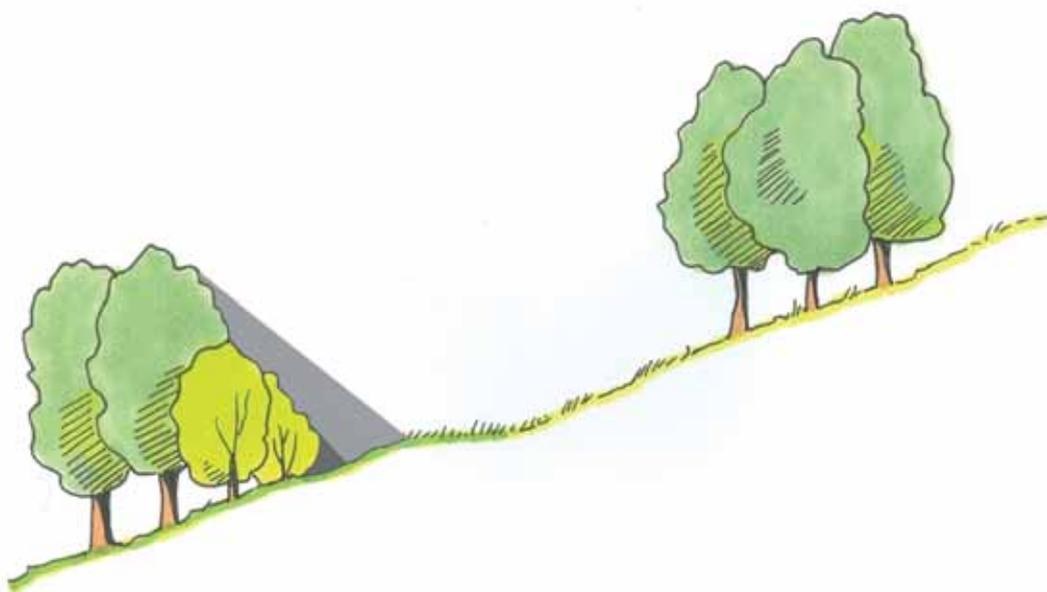
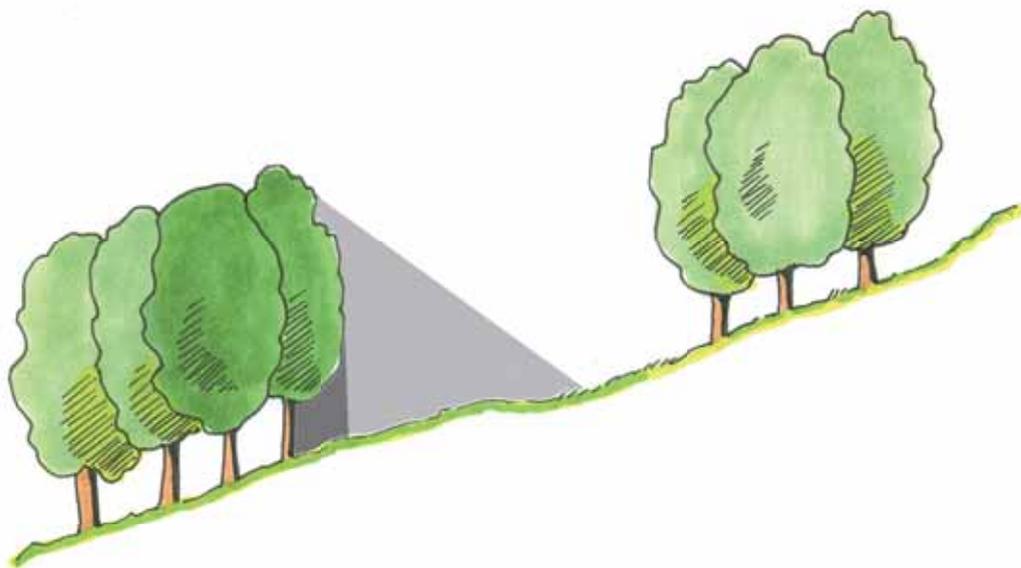
Figures 3 et 4 – Relation entre le pourcentage d'ombre directe et la hauteur des arbres dans des layons de différentes largeurs et orientations en juin. a) ouvertures orientées est-ouest b) ouvertures orientées nord-sud. (d'après Warren, 1985).



Figures 5 et 6 – La figure a) montre le nombre d'heures d'ensoleillement dans une trouée créée le long du chemin orienté est-ouest en juin. Hauteur des arbres adjacents : 15 mètres, dimensions de la trouée : 25x50 mètres. La figure b) montre l'équivalent dans une trouée orientée nord-sud.

Auteur : Françoise Laruelle

- Sur sols pentus, l'abattage de quelques arbres situés du côté ombragé permet l'ensoleillement de toute la partie centrale et de la partie opposée.

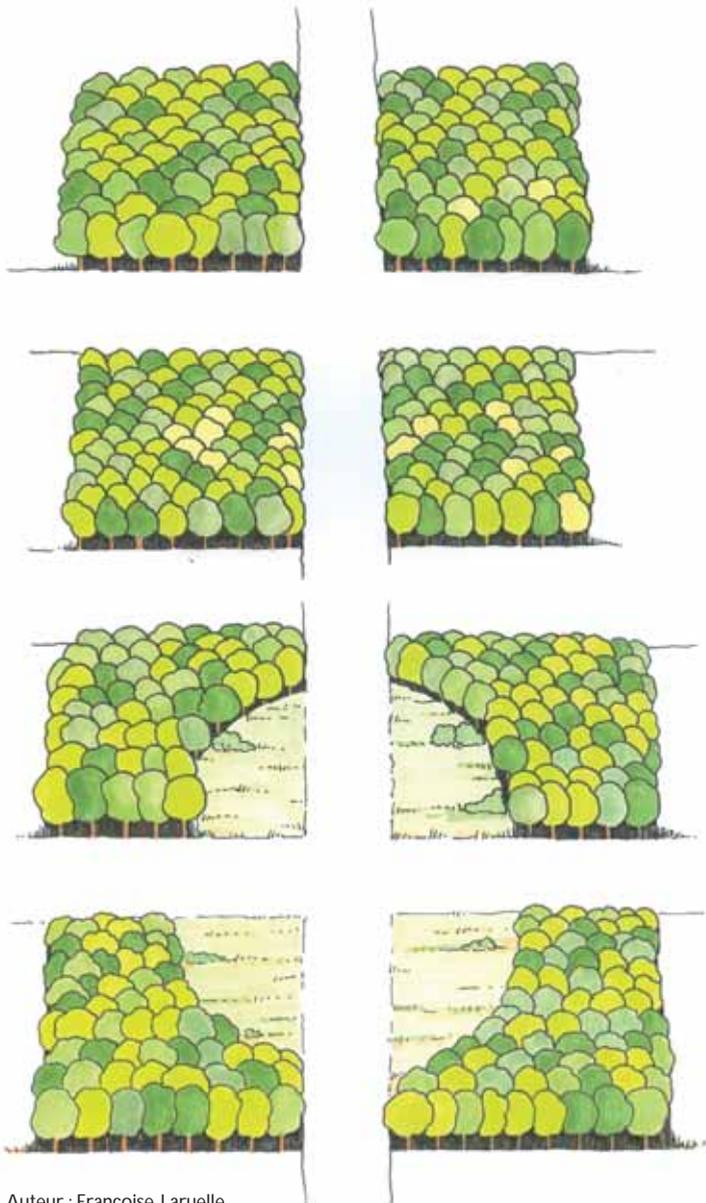


Auteur : Françoise Laruelle

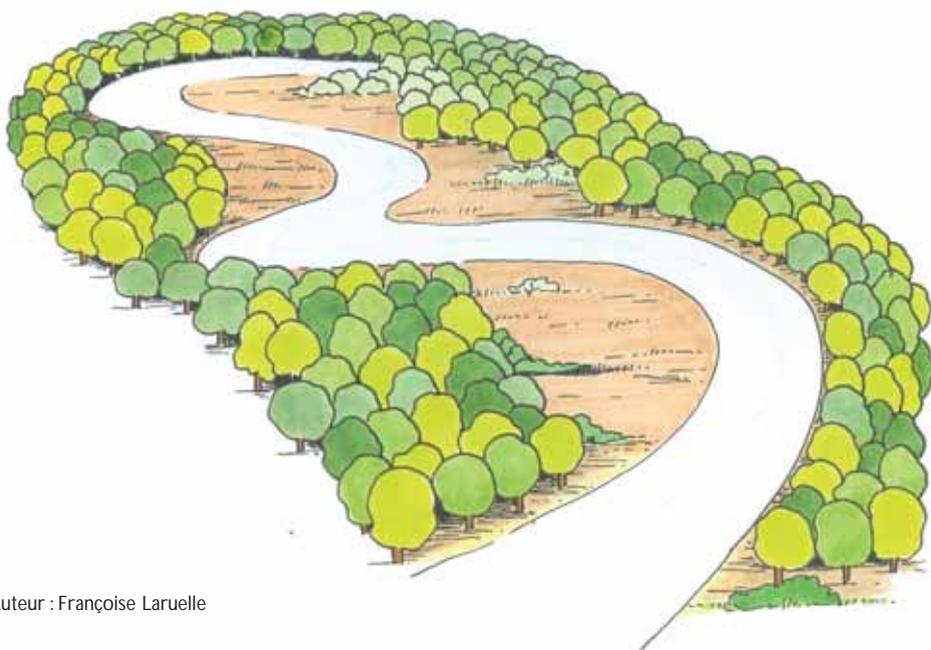
4/ Rognage des carrefours

L'élargissement des carrefours forestiers situés à la croisée de chemins, layons, coupe-feu... permet la création de zones ouvertes temporaires bien ensoleillées et faciles d'accès. Ouvrir la végétation dans les lacets de routes sinueuses permet également de créer tout un réseau de petites zones fleuries.

Cette approche s'avère particulièrement intéressante dans les massifs de petite taille, dans lesquels l'élargissement des chemins entraînerait une perte de surface des peuplements forestiers difficilement acceptable.



Auteur : Françoise Laruelle



Auteur : Françoise Laruelle

5/ Bois mort et zones refuges



Maintien des pieds de callune pendant les travaux de restauration de layons herbeux. Ici, une petite rogneuse de souches est utilisée pour ne pas détruire le milieu.

Photo : Olivier Kints

Dans tous les cas (ouvertures temporaires, permanentes...), la présence de bois mort doit être favorisée le long des zones ensoleillées. Tout arbre mort (sur pied ou couché) ou dépérissant doit être réservé, pour peu qu'il ne constitue pas un danger pour les promeneurs. Au même titre, les zones de suintement, les pieds de callune... sont autant de micro-habitats qu'il convient de préserver lors de l'exploitation.

Quels engins et quelles techniques utiliser lors de la restauration et de l'entretien des layons herbeux permanents, clairières florifères, fonds de vallée ouverts,...

Phase de restauration :

1- Le gyrobroyage des souches est une étape indispensable pour permettre de faucher aisément ces zones. Ce travail peut être réalisé par un broyeur forestier classique, qui parvient à broyer les rémanents de coupes et à raser les souches sans les extraire. Ces engins lourds doivent être utilisés surtout dans les zones les moins sensibles (sous-bois assez pauvre, sol sec,...). Lorsque le milieu est sensible et riche en espèces fragiles, une petite rogneuse de souches, maniable mais puissante, permettra d'araser les souches avec peu d'impact au sol. Le dessouchage avec mise en andain peut être envisagé, mais il s'agit d'une technique plus lourde.

2- Après le fraissage, il est recommandé de herser le terrain en vue de répartir le matériel broyé et d'aplanir le terrain (méthode testée dans les vallées d'Ardenne de l'est). Le broyage doit être réalisé en août-septembre voire octobre, lorsque le sol est bien sec. Le hersage s'opère quant à lui quelques mois plus tard, soit en mars-avril (meilleure répartition du produit fraisé).

3- Sur les sols marneux lorrains ou argilo-schisteux de Fagne-Famenne, un peignage suivi d'un étrépage des couches superficielles du sol peut être envisagé pour reconstituer une végétation maigre. Le produit du dessouchage et de l'étrépage peut être andainé (ce qui constituera un gîte pour les reptiles et la petite faune). Ces andains dans lesquels les ligneux se développeront peu à peu pourront, à terme, jouer le rôle de haies et de lisières arborées.



Etrépage réalisé dans le cadre du projet Life « papillons ». Photo : Olivier Kints

Phase d'entretien :

- Lorsque la phase de restauration est terminée, la fauche peut être envisagée (primes MAE pour les agriculteurs lors de l'entretien de fonds de vallée, par ex.). Dans les anciennes prairies de fauche ardennaises (sol brun), le produit de la fauche est exporté. Dans les parcelles très dégradées (ornières, touradons, branches), un mulchage peut être réalisé par l'agriculteur la première année (primes MAE). Cette opération permet d'égaliser encore un peu le terrain et de corriger les derniers « défauts » dans la parcelle. La fauche plus classique, avec exportation, peut ensuite commencer.
- Les machines de fauche à couteaux horizontaux, tournoyant parallèlement au sol constituent l'équipement idéal. Ces engins sont les seuls qui permettent le survol de la faune sans la blesser. Il est important de caler, par un système de patins, la hauteur de fauche à 20 cm du sol pour empêcher les lames de descendre trop bas et épargner ainsi la plupart des animaux vivant dans les herbages.
- Les machines à barre de coupe dont la hauteur de coupe est réglée à minimum 20 cm peuvent être envisagées. Ces machines qui utilisent des lames cisailantes sont cependant beaucoup plus fragiles, et ne peuvent être employées que pour les layons florifères

« anciens » sans le moindre obstacle. Les dégâts liés à l'utilisation de ce type de matériel en forêt peuvent entraîner des frais récurrents de réparation. En outre, la conduite de ces outils est toujours problématique en forêt (nombreux obstacles) et est surtout adaptée à la fauche des prairies.

- Les machines de gyrobroyage dont les couteaux, les marteaux ou les chaînes fixés sur un cylindre rotatif tournoient perpendiculairement au sol, sont à éviter. En effet, par un phénomène d'aspiration, la faune du sol est envoyée dans les lames. Si les plantes peuvent s'en remettre facilement, la petite faune au déplacement lent, les nids, les jeunes ou les larves sont déchiétés par les couteaux qui arasent le sol. Ces machines ne sont adaptées qu'aux travaux lourds de restauration, ou à l'entretien de fin de saison (après octobre).
- Pour les travaux d'entretien les plus précis (notamment lorsqu'une espèce est particulièrement ciblée par la gestion), une motofaucheuse peut être utilisée.



Tracteur et faucheuse à lames horizontales dont les patins permettent de faucher à 20 cm.

Photo : Jean Delacre



Tracteur et gyrobroyeur à cylindre, avec marteaux tournant perpendiculairement au sol. A n'utiliser que pour les restaurations lourdes, car trop destructeurs en entretien pour la petite faune.

Photo : Olivier Kints



Motofaucheuse utilisée dans les prairies de fauche en pente ou trop étroites pour les machines agricoles classiques. Elle peut également être équipée d'une balloteuse pour ramasser le produit de fauche.

Photo : René Dahmen



En général, le retour d'une végétation intéressante et typique des trouées forestières est envisageable pour peu que soient respectées les recommandations précédentes. Il peut toutefois s'avérer utile d'avoir recours à des plantations, semis ou épandage de foin (produit de la fauche de milieu similaire à celui que l'on veut restaurer) pour accélérer ce processus et permettre l'installation rapide d'espèces caractéristiques et peu mobiles. Cette pratique doit se faire en concertation avec les gestionnaires, l'administration et les scientifiques.



Vu la capacité de dispersion très faible de la succise, l'équipe du Life papillons a parfois recours à la récolte et au semis de graines dans les zones restaurées pour accélérer le processus de colonisation de l'espèce.

Photo : Olivier Kints



Photo : Marc Dufrêne



Photo : Marc Dufrêne



Photo : Olivier Kints



Chemin à élargir. Les zones les plus pauvres d'un point de vue sylvicole sont généralement choisies, pour des raisons économiques et biologiques (haut potentiel de restauration). Des plages de succise et de bruyère sont déjà présentes en de nombreux endroits dans ce sous-bois. Photo : Olivier Kints



Une fois la coupe réalisée, le passage d'un gyrobroyeur à 5 cm dans le sol permet de calmer la repousse des rejets et d'éliminer les souches. Photo : Olivier Kints



Un an plus tard, la zone commence à reverdir, plusieurs plantes intéressantes et papillons de jour font déjà leur apparition. Photo : Olivier Kints

Fiche 3 : Les chablis

Description

Au sens large, le terme chablis désigne les arbres déracinés ou cassés naturellement par le vent, la neige ou d'autres facteurs naturels (pourrissement, foudre, chute d'un arbre voisin, sénescence...). Il peut aussi s'appliquer à un ensemble d'arbres renversés, le plus souvent par des vents violents.

L'impact du vent sur un peuplement donné est grandement influencé par la topographie locale, par les caractéristiques du sol et par le type de sylviculture appliqué au niveau des peuplements voisins. Plusieurs facteurs propres à l'arbre, au peuplement et/ou liés à l'action du sylviculteur peuvent aussi jouer un rôle dans sa vulnérabilité au chablis :

- l'essence et son système racinaire, qui déterminent la solidité de l'ancrage de la tige ;

- la densité du peuplement et les caractéristiques dendrométriques des arbres qui en découlent (hauteur, effilement, proportion de cime,...) ;
- la structure du peuplement ;
- l'état sanitaire des arbres, surtout au niveau racinaire ;
- l'exposition au vent, la période de l'année...

En Wallonie, les chablis dus à des événements climatiques sont présents dans 7 % des peuplements. Ce pourcentage est plus élevé dans les peuplements résineux (particulièrement ceux d'épicéas) et de hêtre en raison des caractéristiques propres de ces essences et à leur traitement (enracinement plus superficiel, forme élancée). La nature des sols dans lesquels ces essences sont plantées est également un facteur explicatif majeur.



Photo : Marc Dufréne



Photo : Lionel Wibail



Photo : Lionel Wibail



Photo : Lionel Wibail

Intérêt pour la biodiversité

Les tempêtes fortes comme celles de 1990 (Vivian) ou de 1999 (Lothar) ont été de bonnes occasions pour les scientifiques de comparer la biodiversité des zones de chablis et des zones intactes. Les études suisses, allemandes et françaises réalisées sur ce thème apportent des résultats très éloquentes.

Dans chacune de ces études, le nombre d'espèces d'arthropodes est clairement plus important dans les zones de chablis (de l'ordre de 20 à 60%) qu'en milieu forestier fermé. Par ailleurs, l'exploitation de ces zones semble plus toucher la composition spécifique que la richesse spécifique. Ainsi, les insectes forestiers *sensu stricto* (saproxyliques), certains

bryophytes et les reptiles apparaissent plus abondants dans les zones de chablis non exploitées riches en bois mort. Les études suisses et françaises ont en effet démontré (1) que le nombre de lézards vivipares comptés dans les forêts avait considérablement augmenté et (2) que les clairières résultant des chablis de tempêtes fournissaient de bons habitats pour plusieurs espèces de serpents, les veilles souches en particulier étant utilisées comme abri.

A l'inverse, les herbacées (graminoïdes, annuelles, bisannuelles...), les arbres, les papillons de jour, les syrphes, les carabes ou les abeilles préfèrent les zones de chablis exploitées. Cette affluence d'insectes aurait également une influence positive sur la diversité de mammifères et d'oiseaux.



Recolonisation naturelle d'une zone de chablis d'épicéas.

Photo : Patrick Lighezzolo

Les petites mares naturellement produites au pied des chablis sont rapidement colonisées par une faune diversifiée (amphibiens, libellules, coléoptères aquatiques...). Au même titre, les mini-falaises formées par la base de l'arbre déraciné fournissent des habitats originaux exploités par tout un cortège d'espèces, dont des hyménoptères, des reptiles qui viennent y pondre ou encore le martin pêcheur.



Photo : Marc Dufrêne



L'Odynère est un hyménoptère qui peut utiliser les mini-falaises des galettes de chablis pour nidifier.

Photo : Jean-Marc Michalowski



Photo : Lionel Wibail

Aménagements et/ou entretien

A l'échelle du paysage, ces ouvertures naturelles créées de manière asynchrone permettent la présence de différents stades de colonisation végétale. Vu leur contribution significative à la diversité spécifique régionale, ces zones de chablis devraient idéalement être considérées comme des îlots d'habitats hétérogènes riches en biodiversité, à laisser évoluer naturellement lorsque cela est possible, notamment sur les sols marginaux peu productifs ou dans des zones possédant un statut de protection ou de conservation.

Compte tenu de ce qui précède, il est recommandé, après chablis :

- de ne pas replanter les **sols très marginaux** (tourbeux, marais...) ; cette mesure vise à laisser évoluer naturellement la faune et la flore liées à des habitats d'intérêt patrimonial par ailleurs peu productifs ;
- de mener une sylviculture extensive sur **les sols peu productifs** comme les argiles blanches ;

- de ne pas replanter, sur **sols productifs**, les zones de chablis qui s'étendent sur quelques ares seulement* ; cette mesure sera favorable à la biodiversité tout en évitant un tassement excessif du sol lors de l'exploitation ;
- de favoriser l'établissement de lisières internes et externes favorables à la biodiversité lorsque des zones de moyenne à grande surface sont replantées sur sols productifs.

* En période de chablis, le prix des bois chute suite au caractère massif et brutal des volumes de bois mis sur le marché et les conditions d'exploitation sont difficiles et dangereuses. Dès lors, il n'est pas toujours justifié de relever tous les chablis, notamment les petits groupes isolés ou ceux qui sont les plus difficiles à mobiliser (en fonction de leur accessibilité, de la pente...). La crise de la maladie du hêtre a montré que dans certains cas, la récolte systématique de tous les chablis dans l'urgence de manière peu contrôlée peut aussi mener à une généralisation des dégâts au sol, n'apportant ni revenu conséquent, ni bénéfices sylvicoles pour la forêt.

Photo : Violaine Fichet



Fiche 4 : Les coupes de taillis et taillis-sous-futaie

Description

Le taillis est un régime d'exploitation à courte révolution basé sur la capacité de régénération végétative des essences aptes à rejeter de souche après coupe. Leur mode d'exploitation est la coupe rase, produisant un milieu ouvert temporaire qui se refermera par rejets de souche. Leur rotation était traditionnellement de 15 à 30 ans selon les produits recherchés (essentiellement du bois de chauffage mais aussi certains produits annexes (piquets, tuteurs et jadis écorces à tan, charbon de bois, etc.)). A l'heure actuelle, les rotations sont irrégulières ; une partie des taillis vieillit sans coupe, une autre est convertie en futaie souvent par plantation et les mises à blanc correspondent plutôt à des opportunités qu'à un programme de gestion.

Le taillis-sous-futaie est un régime d'exploitation mixte caractérisé par deux types de régé-

nération : régénération par semis de la futaie (les arbres sont dits francs de pied) et régénération par rejets de souches ou drageons pour le taillis. Il présente ainsi deux niveaux de végétation bien marqués : un étage inférieur de taillis simple avec des baliveaux¹³, et un étage supérieur de futaie peu dense et irrégulière, appelée la réserve, destinée à du bois d'œuvre. Périodiquement (tous les 20 à 30 ans), le taillis était totalement exploité, laissant une réserve claire et un sous-bois lumineux jusqu'à ce que le taillis reprenne vigueur.

Pendant des siècles, les régimes du taillis et du taillis-sous-futaie ont été les principales sources d'ouvertures périodiques (totales ou partielles) de nos forêts feuillues.

¹³ Jeune arbre droit et vigoureux pouvant devenir un bel arbre d'avenir.



Photo : Violaine Fichet



Photo : Violaine Fichet

Avec l'évolution des conditions socio-économiques et de l'industrie, la consommation de petits bois issus de taillis a sans cesse diminué au cours du siècle dernier, tandis que le bois d'œuvre a été de plus en plus recherché. L'intérêt de ce régime a dès lors disparu, entraînant des conversions vers la futaie en plein, par vieillissement ou par plantation de résineux. Le taillis est devenu tout à fait marginal (3% de la forêt wallonne) et le taillis-sous-futaie, qui s'étend sur un peu plus du tiers de la forêt feuillue, est presque partout en conversion vers la futaie dense et n'est pratiquement plus traité par mise à blanc du taillis.

Intérêt pour la biodiversité

Il est important que le régime du taillis perdure dans les forêts feuillues pour différentes raisons biologiques et/ou culturelles :

Le régime de taillis simple et, dans une moindre mesure, de taillis-sous-futaie permettent

d'alterner, sur de faibles surfaces et en de courts laps de temps, des espaces ouverts (coupes à blanc étoc), semi-fermés (jeune taillis) et fermés (vieux taillis). A chaque stade correspond une biocénose (ensemble d'espèces) adaptée. On trouvera ainsi dans les coupes récentes des espèces héliophiles qui profitent de la nitrification de la litière consécutive à la mise en lumière (espèces des coupes forestières), comme les digitales, les épilobes, le fraisier des bois, la belladone, les cirses, etc. Ces espèces sont absentes dans les vieux taillis mais persistent dans le sol sous forme de graines dormantes (banque de graines) et sont réactivées et remultipliées à chaque coupe. La structure particulière de l'habitat est favorable à l'avifaune des espaces ouverts comme l'engoulevent d'Europe, autrefois surtout présent dans les landes. Ce stade correspond aussi au développement optimal du tapis herbacé avec les floraisons massives de certaines espèces forestières *sensu stricto* : violettes, primevères, anémone des bois, ficaire, jonquille,... ; il permet



La succise peut apparaître les années succédant aux coupes de taillis, rendant possible le développement du papillon qui lui est associé, le damier de la succise. Photo : Olivier Kints



à certains insectes, e.a. des papillons (damier athalie, nacrés ou grand collier argenté), de trouver leurs plantes-hôtes en quantité et idéalement situées (ensoleillement optimal).

Lorsque le jeune taillis repousse, les espèces de coupe s'effacent ; les espèces herbacées forestières persistent mais fleurissent beaucoup moins. L'avifaune est alors composée d'espèces nichant essentiellement dans les fourrés (fauvettes, ...). Au stade le plus sombre, les espèces herbacées se maintiennent à l'état végétatif, tandis que l'avifaune redevient plus typiquement forestière. Certaines espèces de papillons de jour liées aux arbustes (comme les théclas) sont plus abondantes dans ces stades

Belladone.

Photo : Violaine Fichet

ultérieurs du cycle du taillis. La plupart du temps, les milieux fréquentés par les reptiles sont beaucoup plus ouverts et lumineux que le taillis. Toutefois, les peuplements occupés par des baliveaux peuvent abriter des reptiles lorsqu'ils bénéficient d'un ensoleillement suffisant, comme les lézards vivipares, couleuvres à collier et parfois orvets. Pour ces espèces, les coupes sont plus intéressantes lorsqu'elles jouxtent un milieu voisin attractif (petites landes à bruyères, fougères, milieux rocheux).

Et le cycle reprend après chaque coupe.

S'il est aujourd'hui difficile d'inverser la tendance à l'échelle de la Wallonie, des actions sont encore possibles localement pour tenter de restaurer des conditions plus favorables à la biodiversité. Il subsiste en effet quelques opportunités de conserver le régime du taillis, notamment sur les sols très secs ou en pente très ensoleillées où la spéculation forestière de production est délicate voire impossible. On évitera par contre d'utiliser ce mode de traitement dans les forêts d'intérêt communautaire comme les forêts de ravin hygrosclaphiles (éablières).

Le grand collier argenté

En Wallonie, le grand collier argenté (*Boloria euphrosyne*) est une espèce menacée, qui ne présente jamais de populations très fournie. Elle était autrefois connue partout (y compris au nord du sillon sambro-mosan) sauf en Ardenne centrale. Aujourd'hui, elle n'est plus observée qu'en Fagne-Famenne-Calestienne, où sa stabilité est relative. En effet, l'espèce est surtout bien connue dans la Fagne et en Lesse-et-Lomme, tandis qu'elle semble avoir encore disparu de plusieurs stations famenniennes. Par ailleurs, aucune observation n'a été réalisée récemment en Lorraine, ce qui fait craindre sa disparition.

Le grand collier argenté est lié aux coupes forestières en bois feuillus clairs. Une étude anglaise a d'ailleurs démontré une réponse rapide et importante de ce papillon à la mise en place du régime du taillis, environ 2 ans après les coupes. Selon cette étude, la densité de la population connaît un pic au moment de la phase la plus ouverte du cycle du taillis puis décline rapidement. Ce régime, où des surfaces sont successivement coupées de proche en proche, est donc particulièrement recherché.



Le grand collier argenté, qui possède quelques taches nacrées sur le dessous des ailes, apprécie particulièrement les coupes de taillis.

Photo : Vildaphoto – Jeroen Mentens

Il peut également fréquenter les mises à blanc dans les futaies, les clairières, layons... où fleurissent les violettes (*Viola hirta*, *Viola riviniana*, *Viola canina*...) dont les chenilles se nourrissent. Le grand collier argenté n'est pas le seul à dépendre des violettes. C'est le cas de la plupart des nymphalidés forestiers comme le grand nacré, petit nacré, moyen nacré, tabac d'Espagne, petite violette ou encore petit collier argenté.

Le mélitée du mélampyre, ou le damier athalie

Melitaea athalia fréquente les forêts feuillues claires et sèches (chênaies, chênaies-charmaies, chênaies-boulaies, boulaies...), les clairières herbeuses, les coupes de taillis... où elle pond principalement sur le mélampyre des prés (*Melampyrum pratense*). Elle peut aussi s'observer dans les prairies maigres jouxtant ce type de boisement, mais pond alors sur le plantain (*Plantago lanceolata*) ou la véronique petit-chêne (*Veronica chamaedrys*). Tout comme le grand collier argenté, ce papillon connaît une croissance de population importante 2 ans après les coupes de taillis.

Le damier athalie reste aujourd'hui relativement stable à l'échelle wallonne, mais décline localement. Par contre, de très nombreuses populations ont disparu en Ardenne, Lorraine et Condroz au cours du siècle dernier à tel point que son aire de répartition actuelle ne représente que 55 % de l'aire totale connue (1950-2007).



Le damier athalie présente une certaine uniformité de sa coloration, les fines bandes noires alternant avec les bandes fauves. Il peut affluer dans les jeunes stades du taillis.

Photo : Yvan Barbier

La gélinotte

Devenue très rare dans nos forêts, la gélinotte des bois est l'oiseau des taillis par excellence. Elle se nourrit de feuilles de ronce, chatons de bouleau et de noisetier en hiver, bourgeons en débourrement et jeunes pousses ligneuses au printemps, insectes, framboises et myrtilles en été, baies et graines d'arbuste en automne. Elle affectionne les peuplements forestiers bien structurés et riches en végétations herbacée et arbustive. A ce titre, les régimes de taillis et de taillis-sous-futaie lui sont particulièrement favorables.

Aménagements

Des vieux taillis de charme, chêne ou bouleau sont encore présents localement, notamment sur des sols marginaux (comme des versants) difficiles à exploiter. La coupe de ces taillis permet le rajeunissement des cépées tout en assurant une récolte de bois de chauffage ou de bois énergie sans investissement préalable.

Le retour au régime du taillis peut aussi être localement envisagé, mais en dehors de zones sensibles ou d'habitats d'intérêt communautaire matures tels que des érablières de ravin ou de vieilles hêtraies.

Il est assez difficile d'envisager de produire de nouveaux taillis-sous-futaie. Toutefois, localement, le système d'exploitation ancestral avec mise à blanc du taillis et maintien d'une réserve peu dense (de l'ordre de 10 m² maximum de surface terrière) mérite d'être relancé.

Entretien

Les zones de taillis recépées sont caractérisées par une croissance rapide de la végétation ligneuse et par une fermeture graduelle de la canopée. En moyenne, les espèces végétales et animales typiques des milieux ouverts forestiers se maintiennent environ dix ans après la coupe, avant de céder la place à un autre cortège d'organismes. Cette durée pendant laquelle l'intérêt biologique d'un site est im-

portant est donc par définition assez courte. Le maintien d'une continuité spatiale et temporelle entre les coupes est un point capital dans la gestion du taillis. Une étude anglaise a par exemple démontré la sédentarité de plusieurs espèces de papillons (dont le grand collier argenté) dans les forêts gérées en taillis. Puisque les individus se déplacent rarement en dehors des zones récemment ouvertes, les nouvelles coupes doivent se situer assez près des populations existantes pour être colonisées.

Dès lors, on peut idéalement organiser la gestion du taillis par paquets de maximum 1 ha, exploités à révolution de l'ordre de 20 ans, en progressant de proche en proche de telle manière qu'un nouveau milieu ouvert s'ouvre tous les 3 à 10 ans.



Alisier torminal.

Photo : Lionel Wibail

En cas d'éloignement de ces coupes, des zones de liaison sont créées au sein du massif afin de permettre la colonisation des espèces vers de nouvelles trouées. La plupart des organismes sont en effet capables de se disperser le long de layons, coupe-feu et autres chemins forestiers, ensoleillés et fleuris lorsque les milieux d'origine viennent à se refermer (voir fiche 2).

Il est important de garder dans la réserve (ne pas couper) quelques individus des essences rares comme les alisiers, alouchiers, sorbiers, poiriers et pommiers sauvages, genévriers, pour leur intérêt intrinsèque (rareté) ou extrinsèque (production de fleurs et de fruits, faune associée).



Photo : Lionel Wibail

La locustelle tachetée adopte fréquemment les recrûs sur coupes assez étendues et les jeunes plantations forestières enherbées.

Photo : Philippe Moës



Fiche 5 : Les coupes à blanc

Description

La régénération de la forêt peut prendre plusieurs formes. Dans le cycle sylvogénésique classique, qui est mis à profit dans le système de la futaie jardinée, seules de petites trouées très temporaires et peu éclairées apparaissent à la suite de l'exploitation d'arbres isolés. Elles favorisent toutefois l'apparition de quelques espèces des coupes peu exigeantes comme la digitale, mais leur recolonisation par les arbres du peuplement est très rapide.

La régénération naturelle par coupes progressives ouvre quant à elle le couvert de manière plus massive, produisant une ambiance forestière plus ou moins comparable à celle du taillis-sous-futaie après une coupe de taillis. Ce mode de régénération est toutefois très rare et de mise en application complexe.

La régénération par coupe à blanc, dans laquelle tous les arbres sont récoltés en même temps, crée de grandes ouvertures en forêt, où la biodiversité héliophile prend tout son développement.



Photo : Lionel Wibail

Une fois que le diamètre de la trouée dépasse le double de la hauteur du peuplement, on considère alors que l'ambiance forestière ne joue plus vraiment son rôle et qu'une biodiversité spécifique s'installe. Dans le contexte de la hêtraie à luzule, Degen (2006) a montré que les essences héliophiles comme les saules et le peuplier tremble ne colonisent les trouées qu'au delà de 28 ares. A l'inverse, en dessous de 5 à 10 ares (selon l'espèce), l'ambiance forestière est peu modifiée et le hêtre et le chêne, qui se régénèrent directement, cicatrisent très rapidement l'ouverture.

Intérêt et impact pour la biodiversité

Dans les futaies jardinées, chaque ouverture est rapidement recolonisée par les espèces présentes dans les trouées proches, voire dans les peuplements matures voisins. Dans les futaies (régulières) exploitées à blanc étoc, par contre, chaque coupe crée un milieu particulier que peuvent coloniser (temporairement) des espèces évoluant dans les friches, les landes,

les prairies ou même les terres agricoles. Ces espèces (comme l'engoulevent ou la pie-grièche grise) peuvent se maintenir dans les coupes à blanc et les jeunes plantations caractéristiques de la sylviculture appliquée traditionnellement aux plantations équiennes de résineux.

Les coupes à blanc sont également des habitats très appréciés par certains reptiles. Le lézard vivipare y est de loin l'espèce la plus fréquente, et peut y devenir rapidement abondant. La couleuvre à collier peut aussi s'y observer. Les autres reptiles, qui possèdent des capacités de dispersion réduites ou qui sont plus exigeants quant à la struc-

ture de la végétation, comme l'orvet et la vipère péliade, peuvent profiter des coupes à blanc pour assurer leur dispersion. Ils n'établiront toutefois que rarement des populations dans ces milieux qui se referment habituellement trop vite et ne leur permettent pas de rencontrer leurs contraintes biologiques.

Pie-grièche grise

Cet oiseau affectionne particulièrement les milieux ouverts riches en proies et parsemés de perchoirs. En Fagne-Famenne et Lorraine, il n'occupe plus que ponctuellement les régions agricoles. En Ardenne, les nicheurs se concentrent surtout dans les fagnes (Hautes-Fagnes, plateau des Tailles) et ont adopté un nouveau type d'habitat : les grandes coupes forestières en résineux et les jeunes plantations. La pratique du gyrobroyage sur de vastes surfaces constitue un danger pour l'espèce car elle se voit privée de la nourriture et des perchoirs dont elle a besoin. La mise en place de petites coupes successives et le maintien d'une structure diversifiée dans laquelle seraient présents des cordons arbustifs et ourlets herbacés, des bouquets de recrûs non gyrobroyés et des rémanents andainés auraient pour effet de favoriser cette espèce assez rare, dont la population wallonne constitue un des tous derniers noyaux significatifs en Europe occidentale.



Photo : Philippe Moës

Les papillons de jour qui fréquentent ces vastes ouvertures, bien qu'ils soient moins nombreux que dans les plus petites coupes de taillis, s'observent essentiellement dans les zones abritées du vent (soit le long des lisières ou dans les zones colonisées par la régénération naturelle). L'intérêt de ces coupes culmine donc quelques années après la mise à blanc, lorsque les zones ouvertes herbacées sont intimement mélangées aux jeunes ligneux.

Si ces mises à blanc peuvent être favorables aux groupes précités, elles constituent par contre une forte perturbation du milieu pour les espèces forestières vivant en futaie, et imposent leur émigration. Lors de la coupe rase, l'évacuation du bois défavorise les espèces qui décomposent le bois (Cerambycidae, Elateridae, et autres xylophages).

Par ailleurs, la mise à blanc s'accompagne le plus souvent de dégradations plus ou moins fortes du milieu. En particulier, le tassement du sol et la destruction complète de la couverture du sol (branches, strates arbustive et herbacée, humus) pour « nettoyer le terrain » avant plantation.

Tassement du sol

La circulation d'engins affecte l'état de surface des aires de coupe (orniérage ou scalpage des couches superficielles) et tasse les sols. Ce processus de compaction des sols est particulièrement préoccupant, compte tenu du fait qu'il provoque une diminution de la porosité du sol – une propriété essentielle à la bonne circulation de l'eau et des gaz – et la formation de zones d'imperméabilité. Ces phénomènes perturbent significativement le développement des arbres en compromettant la survie des racines fines, voire des racines plus grosses, et accentuent l'impact de

certaines maladies ou prédateurs. La liaison étroite entre compaction du sol et attaques de la maladie de l'encre sur châtaignier a par exemple été démontrée récemment au Portugal.

En fonction de l'époque de passage des engins, de l'humidité du sol, de l'intensité et de la profondeur du tassement, des modifications à court et moyen terme sont observées sur la flore et la faune du sol, mais les effets cumulatifs à long terme restent mal connus. Le tassement des sols affecte peu le nombre d'espèces, mais change la répartition d'abondance entre les espèces. Certaines d'entre elles, très recouvrantes et/ou adaptées à l'hypoxie (laïches, joncs, molinie) peuvent être favorisées, souvent au détriment des espèces forestières, alors que d'autres sont à l'inverse sensibles au tassement. Ces effets peuvent se prolonger plusieurs décennies ou bien plus encore en cas de tassements forts ou d'orniérages profonds en terrains humides.



Apparition de jonc sur sols tassés.

Photo : Lionel Wibail



Photo : Lionel Wibail



Apparition de molinie sur sols tassés.

Photo : Lionel Wibail

Pour minimiser les effets négatifs, la mise en place de cloisonnements d'exploitation est de plus en plus demandée. En canalisant la circulation des engins, ces réseaux permettent de mieux maîtriser l'impact des machines sur les sols forestiers.



Destruction de la couverture du sol pour enrésiner un morceau de vieille forêt feuillue.

Photo : Violaine Fichet

Destruction de la couverture du sol

Le gyrobroyage plus ou moins profond faisant éventuellement suite à la coupe rase détruit quant à lui les horizons superficiels, détruit la strate herbacée et buissonnante. Il favorise également le lessivage des éléments fins (risques de pollution physique des cours d'eau par érosion) ou la libération des produits issus de la dégradation de la litière (pollution chimique par les acides organiques ou les dérivés azotés). Ces pratiques détruisent aussi directement la faune du sol et soumettent par ailleurs les espèces subsistantes à une pression de compétition de la part des espèces colonisant les coupes.

Si les grandes coupes (>2 ha) sont aujourd'hui nécessaires comme habitats de substitution aux espèces de prairies extensives, landes et friches, elles peuvent menacer les espèces forestières typiques et créer à terme des communautés formées uniquement d'espèces généralistes capables de résister aux régimes de perturbations intenses. Ce constat doit toutefois être nuancé en fonction du type de peuplement.



Erablaie-tillaie à scolopendre.

Photo : Lionel Wibail

Aménagements

Vu cet impact potentiellement néfaste pour la biodiversité et l'environnement forestier, la coupe à blanc est l'opération pour laquelle le conflit entre la restauration de milieux ouverts et la conservation des habitats feuillus matures est le plus délicat.



Mise à blanc dans une plantation de douglas.

Photo : Lionel Wibail

Or, ces perturbations varient en fonction de la nature des peuplements. On peut distinguer trois cas :

- En raison des priorités de la politique de conservation de la nature, les habitats prioritaires au sens de Natura 2000 sont bien entendu à protéger et ne peuvent faire l'objet de mise à blanc. Il s'agit des boulaies tourbeuses, des forêts alluviales et des érablières de ravin. Ces dernières hébergent une flore sciaphile caractéristique.
- En raison de leur antécédent souvent agricole ou pastoral, les plantations résineuses sont assez pauvres en espèces typiquement forestières tandis que leurs mises à blanc possèdent souvent un bon potentiel biologique quant aux espèces liées aux landes ou milieux forestiers ouverts. Ce sont donc les milieux à privilégier pour introduire des milieux ouverts en forêt. Il est utile, à cet égard, de rappeler la réglementation en vigueur (voir encart).
- Les autres forêts feuillues qui forment la trame des massifs forestiers (hêtraies, chênaies et chênaies-charmaies) ont en priorité une vocation de conservation de la biodiversité des forêts matures, en particulier ceux qui ont une longue continuité forestière. Les mises à blanc sont à envisager après analyse minutieuse, en privilégiant les faciès dégradés (vieilles hêtraies sans régénération, chênaies surexploitées, futaies sur souches, anciens essarts,...) mais en les évitant dans les forêts matures où le cycle sylvogénésique assure un bon fonctionnement de l'écosystème. On distinguera les chênaies, dont la régénération demande des trouées, des hêtraies, qui fonctionnent dans le système de la futaie irrégulière voire jardinée. En règle générale, on évitera en toutes circonstances des mises à blanc de plus de 50 ares en hêtraie ou de plus de 1 ha en chênaie.

Règlement en vigueur en matière de mises à blanc

Ce que prévoit le Code forestier (pour les propriétaires privés et publics) :

- Art. 38 : Il est interdit de pratiquer des coupes à blanc supérieures à 5 ha d'un seul tenant (c'est-à-dire distantes de moins de 50 m) dans les peuplements présentant une surface terrière de plus de cinquante pour cent de résineux, et appartenant au même propriétaire. Cette superficie passe à 3 ha pour les peuplements feuillus. L'interdiction de mise à blanc de plus de 3 ha (feuillus) ou 5 ha (résineux) est valable pour une période de 3 ans. Cela signifie qu'après une première mise à blanc de 3 ou 5 ha, il faudra attendre 3 ans pour réaliser une nouvelle mise à blanc jointive.
- Art 40 : Toute régénération artificielle au moyen d'essences qui ne sont pas en conditions optimales ou tolérées selon le fichier écologique des essences est interdite.
- Art 42 : Il est interdit d'utiliser des herbicides, fongicides et insecticides (sauf exceptions comme la lutte contre la fougère aigle)
- Art 43 : Pour les nouvelles régénérations, il est interdit de drainer et d'entretenir les drains sur une bande de 25 mètres de part et d'autre des cours d'eau. Pour rendre efficace le réseau de drainage en amont, la création de collecteurs aboutissant au cours d'eau reste permise. Pour les nouvelles régénérations, il est également interdit de drainer les sols tourbeux, para-tourbeux et hydromorphes à nappe permanente, zones qui sont pour la plupart impropres à la sylviculture. Une exception existe cependant pour la populiculture pour laquelle une autorisation peut être demandée.
- Art 44 : Le brûlage des rémanents est interdit. Il y a exception pour les surfaces inférieures à 50 ares d'un seul tenant, ainsi que sur les pentes supérieures à 10 % pour lesquelles la réalisation d'andains et le broyage sont particulièrement difficiles.
- Art 46 : Le Code Forestier interdit d'occasionner des dégâts au sol. Cette mesure doit encore être précisée par le Gouvernement wallon.

Ce que prévoit le Code forestier (uniquement pour les propriétaires publics):

- Art 71 : Le Code Forestier interdit de planter des résineux sur une largeur de douze mètres de part et d'autre de tous les cours d'eau. Cette distance est portée à vingt-cinq mètres dans le cas des sols alluviaux, des sols hydromorphes à nappe temporaire et à nappe permanente, et des sols tourbeux et paratourbeux tels que déterminés par la carte pédologique de Wallonie.

Toutes les informations relatives à la législation sont consultables sur le site internet <http://environnement.wallonie.be/legis/>

Ce que prévoit Natura 2000

Mesures générales :

Dans l'article 4, 8° de l'Arrêté du Gouvernement wallon portant sur les mesures préventives générales applicables aux sites Natura 2000 ainsi qu'aux sites candidats au réseau Natura 2000 (M.B. 03.05.2011) sont soumis à autorisation préalable, au sens de l'article 28, §4, alinéa 2 de la loi du 12 juillet 1973 sur la conservation de la nature, ci-après désignée « la loi » :

les coupes à blanc de peuplements feuillus d'essences indigènes :

- a) sur toutes les propriétés en site Natura 2000 ou en site candidat au réseau Natura 2000 : sur une superficie de plus d'un hectare à moins de cent mètres d'une coupe antérieure de moins de six ans ;
- b) dans les propriétés contenant moins de cent hectares de bois et forêts en site Natura 2000 ou en site candidat au réseau Natura 2000 : sur une superficie totale de plus de cinq hectares par cinq ans et par propriété de bois et forêts incluse en site Natura 2000 ou en site candidat au réseau Natura ;
- c) dans les propriétés contenant cent hectares ou plus de bois et forêts en site Natura 2000 ou en site candidat au réseau Natura 2000 : sur une superficie totale de plus de cinq pour cent par cinq ans de la surface de la propriété de bois et forêts incluse en site Natura 2000 ou en site candidat au réseau Natura 2000 ;

Mesures spécifiques (M.B. 03.06.2011) :

Art. 8. Dans l'unité de gestion 6 « Forêts prioritaires » (= forêts de ravin et de pente, boulaies tourbeuses...), toute coupe d'arbres d'essence indigène vivants ou morts, sauf les arbres vivants à forte valeur économique unitaire et hormis les interventions pour cause de sécurité publique, est soumise à autorisation du directeur.

Art. 9. Dans l'unité de gestion 7 « Forêts prioritaires alluviales » (= forêts alluviales, chênaies climaciques sur terrasses alluviales, forêts marécageuses etc.), sont soumis à autorisation du directeur :

- les coupes à blanc et toute récolte de bois ou d'arbres morts hormis les interventions pour cause de sécurité publique
- le dessouchage et la destruction des rémanents (gyrobroyage, brûlage, exportation), sauf gyrobroyage localisé sur les lignes des plantations :

Art. 10 et 11. Dans l'unité de gestion 8 « Forêts indigènes de grand intérêt biologique » (= hêtraies à luzule, forêts du métaclimax des hêtraies, forêts thermophiles climaciques, etc.) et l'unité de gestion 9 « Forêts habitats d'espèces » (= forêts abritant ou susceptible d'abriter des forêts feuillues indigènes (non habitat d'intérêt communautaire) de la série évolutive de la hêtraie à luzule ou des habitats de reproduction et de nourrissage de certaines espèces), le dessouchage et la destruction des rémanents (gyrobroyage, brûlage, exportation), sauf intervention localisée sur les lignes des plantations sont soumis à autorisation du directeur.

Dans le cas d'ouvertures de mise à blanc, plusieurs aménagements permettent de maximiser leur capacité d'accueil :

- éviter le broyage en plein (privilégier le broyage localisé ou l'andainage) ;
- prolonger la durée de vie du milieu ouvert en cas de plantation (retard, large écartement) ;
- maintenir la végétation des coupes : que l'on opte pour la plantation d'essences ou pour la régénération naturelle, il est important de maintenir la végétation des coupes ne concurrençant pas directement les arbres à préserver lors des dégagements. Cette végétation sera importante pour augmenter la qualité des plants, et sera très favorable pour la biodiversité (gibier, insectes, oiseaux...) ;
- maintenir quelques bois morts en pleine lumière : le maintien de petits bouquets d'arbres morts ou sénescents dans les mises à blanc permet également de favoriser les nombreuses espèces saproxyliques, cavernicoles et épiphytiques liées au bois mort en situation ensoleillée (voir page 44) ;
- ne pas regarnir systématiquement les vides lors des plantations. Des semis naturels se développent dans les zones de non reprise et peuvent amener un peu de diversité. Il s'agit aussi de micro-clairières très appréciées par le gibier et très favorables à la biodiversité en général.
- générer des lisières progressives (voir fiche 1) ;



Très grande coupe sur sol pentu. La taille de ces coupes ne devrait pas excéder 1 ha sur les pentes de 15 à 30 ° et 0,5 ha sur les pentes supérieures à 30°.

Photo :Violaine Fichet



Photo : Yvan Barbier

Entretien

Les coupes à blanc sont donc des milieux dynamiques dont la durée de vie en tant que milieu ouvert est de l'ordre de 10 à 15 ans selon les circonstances. Elles ne nécessitent aucun entretien particulier. C'est plutôt la rotation des mises à blanc et leur relation avec le réseau qui est à considérer, de manière à offrir en permanence des milieux ouverts dans la

trame du massif. Mais il est très complexe de proposer des lignes directrices à ce sujet tant les situations sont multiples.

Lorsque les mises à blanc sont susceptibles d'évoluer vers un milieu ouvert d'intérêt patrimonial, les conseils d'entretien doivent être adaptés au cas par cas. Dans le cas du retour d'une lande, les recommandations présentées dans la fiche 8 peuvent être suivies.

Photo : Lionel Wibail



Fiche 6 : Les fonds de vallée

Description

Anciennement, la plupart des fonds de vallée ardennais étaient occupés par des prés de fauche fournissant la nourriture hivernale du bétail ou la litière. Dans le courant du 20^e siècle, la plupart de ces prairies ont été abandonnées et enrésinées. Ces changements d'affectation ont eu des répercussions très négatives pour la biodiversité : destruction des zones humides par le drainage, modification de la qualité physico-chimique des cours d'eau, érosion des berges, réduction de l'offre alimentaire pour les espèces gibier...

Intérêt pour la biodiversité

Les plantations très serrées d'épicéas empêchent la lumière d'arriver au sol pendant la



Tourbière drainée.

Photo : Lionel Wibail



Photo : Lionel Wibail

grande majorité de la révolution. L'absence de lumière et l'acidité de l'humus entraînent le développement d'une flore pauvre et peu originale, guère attractive pour l'entomofaune et la biodiversité en général. En dehors des quelques espèces d'oiseaux et de champignons liées aux conifères, essentiellement l'épicéa (bec-croisé des sapins, casse-noix moucheté,...), ces plantations monospécifiques sont largement défavorables à la biodiversité. Par ailleurs, les plantations de résineux au bord des cours d'eau ont pour effet de colmater les fonds et les frayères en accélérant l'érosion des berges (impact important, par exemple pour la moule perlière).

L'exploitation des peuplements résineux en fonds de vallée permet à tout un cortège floristique et faunistique de se réinstaller. Lorsque ces vallées sont maintenues dégagées, des couloirs migratoires très fleuris sont alors créés pour les espèces des milieux ouverts (prairies, mégaphorbiaies,...), ce qui permet d'éviter l'isolement génétique de leurs populations.

Les espèces des cordons alluviaux profitent par contre davantage de la recolonisation



Caractéristique des forêts subalpines clairiérées, le moiré fascié ne vole plus chez nous que dans quelques vallées d'Ardenne orientale où l'exploitation forestière est restée relativement extensive jusqu'ici. Son habitat se caractérise par la juxtaposition de forêts claires à sous-bois riche en graminées, et de prés semi-naturels humides dans les fonds de vallée ou secs sur les versants.

Photo : Thierry Kinet



Mégaphorbiaie à reine des prés.

Photo : Lionel Wibail

naturelle de ces zones par les feuillus, pouvant aboutir à des habitats d'intérêt communautaire comme les forêts riveraines (saulaies, aulnaies marécageuses) voire les boulaies tourbeuses.

L'habitat ouvert de type mégaphorbiaie ou prairie humide peut se maintenir tel quel

pendant de longues années si la végétation herbeuse est bien développée (inhibition de la strate arbustive à cause d'une litière abondante et du grand développement des herbes hygrophiles). Cependant, dans certains cas, on peut être amené à faucher ou à faire pâturer le site pour empêcher l'embuissonnement.

Le grand sylvain



Ce papillon, remarquable par sa grande taille et son allure foncée, est parfois confondu avec les mars changeants. C'est une espèce emblématique des forêts humides riches en peuplier tremble. Photo : Violaine Fichet

Le grand sylvain (*Limenitis populi*) apprécie surtout les forêts feuillues humides ainsi que les fonds de vallées dégagés riches en peupliers indigènes (noir et tremble), dont les chenilles se nourrissent.

Les œufs sont déposés individuellement sur le dessus des feuilles de peuplier situées sur les branches périphériques les plus basses. Les arbres, de 1 à 3 mètres de haut, doivent idéalement être plutôt chétifs et exposés au soleil dès le matin. Comme les adultes volent en densités très faibles, les mâles et les femelles doivent adopter un comportement spécial pour se rencontrer. Celui-ci consiste à voler autour du sommet des arbres les plus hauts et remarquables, dominant tous les autres.

Autrefois assez répandu au sud du sillon sambro-mosan, le grand sylvain a subi un déclin extrêmement important en Wallonie. Son aire de répartition actuelle ne représente plus que 15 % de son aire totale connue (1950-2007) en raison d'une régression sévère en Ardenne, en Condroz et en Lorraine. Aujourd'hui, l'espèce semble avoir disparu en Lorraine et continue de se raréfier en Fagne-Famenne-Calestienne et en Ardenne. Le principal noyau actuel se situerait autour de la botte de Givet.

Aménagement

Après le déboisement des fonds de vallée en résinés, le gestionnaire a le choix entre trois axes majeurs :

- Favoriser la régénération naturelle lorsqu'elle est envisageable (semenciers feuillus proches). Cette option est la meilleure lorsque des habitats forestiers d'intérêt communautaire (forêts alluviales, chênaies et frênaies humides, boulaies tourbeuses...) ou patrimonial (aulnaies marécageuses,...) reprennent naturellement possession des lieux ;



Ce fond de vallée maintenu ouvert est favorable au cuivre de la bistorte, papillon protégé aux échelles régionale et européenne.

Photo : Louis-Marie Delescaille



Dans cette vallée, le gestionnaire a opté pour la plantation d'aulnes.

Photo : Violaine Fichet

- Planter un mélange d'essences feuillues indigènes adaptées à la station (aulnes glutineux, frênes communs...) ;
- Restaurer des milieux ouverts dans le but précis de favoriser des habitats et/ou des espèces rares à l'échelle wallonne, voire menacés à l'échelle européenne (cuivré de la bistorte, nardaies...).

Exploitation de la matière ligneuse

Lorsque les peuplements résineux de fonds de vallée ont une certaine valeur économique, leur exploitation suit la filière classique d'abattage et de vente. En fonction de l'intérêt écologique des stations, des techniques particulières d'exploitation sont envisageables pour éliminer un maximum de biomasse ligneuse (treuillage, télétreuillage) tout en évitant le tassement du sol. Ces techniques sont aussi utilisables dans les stations inaccessibles aux engins forestiers (sols tourbeux, pentes fortes). Par contre, les jeunes peuplements, les semis naturels ou les arbres n'ayant pas de valeur marchande (notamment ceux situés dans les zones les plus fangeuses et difficiles d'accès) sont gyrobroyés, coupés manuellement ou annelés. Dans certaines conditions, une indemnité peut être versée aux propriétaires pour compenser le préjudice économique lié à l'abattage prématuré de certains peuplements (voir point « subventions »).

La matière ligneuse qui n'est pas valorisée directement par l'exploitant doit être évacuée ou concentrée afin de permettre une remise en lumière du sol et faciliter l'entretien ultérieur. Dans certains cas, les rémanents d'exploitation peuvent être valorisés dans la filière bois-énergie. Si une valorisation économique n'est pas possible, ces rémanents peuvent être mis en andains ou en tas (en dehors de la zone inondable). Une succession d'andains transversaux permet à la fois de cloisonner les différentes parcelles, de créer des zones abritées

du vent et d'offrir le gîte à de nombreuses espèces animales (micro-mammifères, insectes du bois mort, oiseaux, reptiles...). Notons que la décomposition de ces andains est généralement très rapide, et que leur impact paysager est donc de courte durée. Par contre, la végétation qui se développe sur ces andains a souvent un caractère nitrophile accusé (orties, épilobes...).

Des arbres isolés coupés manuellement ou annelés peuvent être laissés sur place de manière à favoriser les espèces xylophages ou cavernicoles (insectes, pics...).

La destruction des souches par broyage/fraisage est recommandée si on envisage un entretien par fauche. Un gyrobroyage des résidus peut être envisagé pour mettre en lumière la banque de graines.

Pour davantage d'informations à ce sujet, se référer à l'encart technique présenté page 88.



Annelage de bouleau dans le cadre de l'entretien de milieux semi-naturels ouverts.

Photo : Patrick Lighezzolo



Tas constitués par les résidus de l'exploitation.

Photo : Denis Parkinson

De l'importance de préserver les cours d'eau

Lors des réouvertures de fonds de vallée, les exploitations forestières peuvent avoir des impacts négatifs sur les cours d'eau. Les problèmes surviennent lors des traversées par les engins, mais aussi lorsque les rémanents d'exploitation sont laissés sur les berges ou dans le lit mineur du cours d'eau, lorsque des dessertes sont aménagées parallèlement à la pente ou encore lorsque le lit des ruisseaux est emprunté par les engins d'exploitation.

Ces pratiques ont pour conséquence la déstabilisation des berges et du fond des cours d'eau, la modification des vitesses d'écoulement, des pollutions organiques, physico-chimiques (e.a. nitrate, hydrocarbure, huile...), la destruction directe de la faune aquatique par écrasement et, surtout, le colmatage des fonds par introduction de boue en quantité anormale dans le cours d'eau. Ce colmatage altère, voire supprime, les échanges entre l'eau courante et l'eau présente dans les interstices de son lit. Il conduit à une asphyxie du lit du cours d'eau sur une profondeur pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres de profondeur.

Ces problèmes sont particulièrement délicats sur les ruisseaux et petits rus des têtes de bassin. En raison de leur faible puissance, ces hydrosystèmes de faibles dimensions ne peuvent se décolmater aisément. La restauration des cours d'eau colmatés reste un processus complexe, peu connu, qui pourrait nécessiter plusieurs dizaines d'années.



Les rémanents déposés sur les berges provoquent à la fois une pollution organique du ruisseau liée à leur décomposition et des apports de terres.

Photo : Life Moule perlière



Création d'une desserte parallèle au sens de la pente. Erosion et lessivage contribuent à augmenter le problème de colmatage des fonds.

Photo : Life Moule perlière

La valeur écologique et le rôle fonctionnel des cours d'eau de têtes de bassins restent encore sous-estimés et mal connus. De par leurs faibles dimensions, ces milieux sont souvent peu pris en compte dans les réflexions d'aménagement.



Les rémanents encombrant le lit mineur du cours d'eau modifient la vitesse d'écoulement et peuvent provoquer une érosion non naturelle des berges ainsi qu'une pollution organique.

Photo : Life Moule perlière



Destruction des berges d'un cours d'eau et ses conséquences, en terme de colmatage, sur les zones aval.

Photo : Life Moule perlière



Utilisation du lit d'un ruisseau comme desserte d'exploitation.

Photo : Life Moule perlière



Cours d'eau de catégorie 2. La photo est prise 6 km en aval de traversées non aménagées lors de débit plein bord.

Photo : Life Moule perlière

Restauration hydrique

Les plantations de résineux sur sols tourbeux ou très humides ont généralement nécessité la création de drains. La restauration de ces fonds de vallée passe donc inévitablement par la restauration du régime hydrique naturel, en colmatant les drains et/ou en créant des barrages. Selon la nature du sol et des travaux, le colmatage peut se faire avec de l'argile, de la tourbe ou avec les résidus de l'étrépage.

Dans certains cas, placer ponctuellement des obstacles de taille réduite comme des souches peut être envisagé pour permettre un rehaussement progressif du lit mineur. En effet, les plantations résineuses en bord des cours d'eau provoquent souvent une accélération du débit qui peut surcreuser le lit alluvial et qui contribue alors à drainer la nappe alluviale. Dans ces situations, le niveau de la nappe est alors trop faible pour



Drain colmaté grâce aux rémanents.

Photo : Violaine Fichet



Vue aérienne des travaux effectués par le Life « tourbières » à Saint-Hubert. Les désenrésinements et les colmatages de drains ont été accompagnés de creusement de mares.

Photo : Gérard Jadoul

permettre une restauration naturelle des conditions écologiques optimales des biotopes alluviaux.

Le colmatage des drains et l'ennoïement par digues (en argile, PVC ou bois avec trop plein naturel ou avec tuyau + coude PVC) peuvent s'accompagner de creusement de points d'eau permanents (impact positif pour les libellules, oiseaux, amphibiens...).

Entretien

Par pâturage

Le pâturage est particulièrement recommandé pour entretenir les anciens parcours pastoraux (landes, landes herbeuses, prés maigres, prés-bois), les prés de fauche abandonnés (prairies marécageuses, mégaphorbiaies, roselières), les habitats en cours de restauration (friches,



Pâturage d'une grande clairière par des chevaux.

Photo : Olivier Kints



Pâturage par les Highlands.

Photo : Louis-Marie Delescaille

coupes forestières) et les habitats (semi)forestiers (parcs, plantations de pins). En fond de vallée, l'utilisation de chevaux ou de bovins est préférable en raison de leur robustesse et de l'hétérogénéité qu'ils génèrent sur la végétation (voir Tableau 2).

L'entretien par pâturage doit être mené de manière très extensive. On estime en général que la charge en bétail ne doit pas dépasser 0,2 UGB¹⁴/ha/an mais cette valeur doit être définie en fonction de l'objectif poursuivi

(habitat-cible ; espèces à favoriser), de la productivité de la végétation, de la manière dont le pâturage est pratiqué (semi-permanent ou temporaire, etc.), du type de bétail. En période de restauration, il peut être nécessaire d'augmenter sensiblement la charge afin de pousser les animaux à consommer les espèces qui posent problème ; dans ce cas, il est préférable de pratiquer avec une charge instantanée élevée mais pendant une période assez courte. L'option de pâturage nécessite inévitablement la pose de clôtures permanentes.

¹⁴ UGB = Unité de Grand Bétail. 1 UGB = 1 vache adulte de 600 kg. 0,2 UGB/ha/an correspond donc à une vache sur cinq hectares de terrain à pâturer pendant un an ou à une vache sur un hectare de terrain pendant environ 2 mois et demi. Les UGB correspondant aux autres races sont calculés selon une grille d'équivalence (par exemple, une brebis-mère nourrice = 0.15 UGB ; un bovin Galloway adulte = 0.8 UGB). 0,2 UGB/ha/an correspond donc à 1 Galloway sur 4 hectares pendant un an.

Tableau 2 : Influence de différents types d'herbivores sur les milieux

	Piétinement	Sélectivité	Diversité des espèces consommées	Hauteur du tapis végétal
Bovins	important	faible	élevée	assez haut - refus
Ovins	faible	forte	moyenne	ras
Caprins	faible	forte	faible	ras
Equins	important	moyenne	très élevée	ras - refus

Cas concrets

Trois coupes forestières dégagées dans le cadre du projet LIFE Saint-Hubert sont pâturées par des bovins Highland et/ou des poneys. La charge maximale instantanée pratiquée est de 1 – 1,5 UGB/ha mais les petits troupeaux ne stationnent qu'entre 2 et 4 mois sur chaque parcelle. De cette façon, la charge annuelle moyenne atteint 0,2 à 0,3 UGB/ha/an. Pour certaines parcelles, cette charge est suffisante alors que pour d'autres, plus productives, une augmentation serait souhaitable pour faire régresser la molinie.

Par fauchage

La fauche implique que le site à entretenir soit facilement accessible aux machines. Si tel est le cas, l'exportation du foin devrait favoriser la restauration progressive de prés maigres de fauche diversifiés. Ce travail doit être effectué par un tracteur et une andaineuse à faible portance lorsque les sols sont particulièrement fragiles. Quelques ballots ou tas de foin stockés en lisière seront exploités par toutes sortes d'espèces (dont les reptiles).

Des agriculteurs locaux peuvent se charger de cette tâche et bénéficier ainsi de primes MAE.



Photo : Olivier Kints

En rotation

Quelle que soit la méthode utilisée (fauchage, pâturage ou simple recépage de ligneux), une gestion d'entretien peut être trop agressive si elle concerne l'ensemble du site. Il est donc préférable de travailler sur une portion de terrain chaque année (ou tous les 2-3 ans selon les cas), de manière à laisser des zones de refuge pour la végétation et la faune. Ce système de rotation pluriannuelle (linéaire,

en mosaïque...) séparant la parcelle en unités distinctes, est surtout applicable sur les sites de grande taille. Dans les sites de petite taille, la gestion doit de préférence être manuelle et légère.

Dans les milieux les plus fragiles ou abritant des espèces sensibles, il est toujours possible d'établir un exclos¹⁵ de manière à épargner la zone de la gestion générale menée sur le site. Une intervention très ciblée, manuelle, peut alors être mise en place pour cette seule zone. Ce dispositif est en principe temporaire et peut être retiré lorsque l'état du milieu ou de la population ciblée s'est stabilisé.



Installation de clôtures en fond de vallée pour permettre l'alternance du pâturage.

Photo : Louis-Marie Delescaille

¹⁵ Installation de clôtures autour d'une zone devant être épargnée par le pâturage ou tout autre mode de gestion non ou peu sélectif.

Semis manuels ou mécanisés

En général, le retour d'une végétation typique des bas-marais, des mégaphorbiaies, des cariçaies voire des landes est possible pour autant que les espèces subsistent dans la banque de graines du sol ou dans des ouvertures proches. La reconstitution de certains milieux (prairies de fauche, prairies à molinie) s'avère plus délicate lorsque les espèces ont disparu du tapis végétal et n'existent plus dans le voisinage ; la plupart de ces espèces ne disposent pas de moyens de dispersion sur de longues distances

et peu d'entre elles ont des graines longévives. Dans ce cas, il faut envisager d'apporter les semences soit en semis direct, soit en étalant du foin récolté dans un site adéquat. Cette pratique doit se faire en concertation avec les gestionnaires, l'administration et les scientifiques.

L'octroi de subventions pour la restauration et/ou l'entretien de ces milieux est possible dans les sites Natura 2000.

Ce que prévoit la loi...

Dans l'Article 3 de l'Arrêté du Gouvernement wallon portant sur les mesures préventives générales applicables aux sites Natura 2000 ainsi qu'aux sites candidats au réseau Natura 2000 sont interdits :

1° hors bois et forêts bénéficiant du régime forestier, la plantation de résineux et la sylviculture favorisant les semis naturels de résineux à moins de douze mètres des crêtes de berges des cours d'eau et plans d'eau ;

Selon l'article 43 du code forestier :

Pour toute nouvelle régénération, il est interdit de drainer ou d'entretenir un drain sur une bande de vingt-cinq mètres de part et d'autre des cours d'eau, à moins de vingt-cinq mètres autour des sources et des zones de suintement, à moins de cent mètres autour des puits de captage, à moins de cent mètres autour des lacs de barrage et dans les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, tels que déterminés par la carte pédologique de Wallonie.

Sur les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, les plantations de peupliers peuvent être drainées moyennant l'autorisation préalable de l'agent désigné comme tel par le Gouvernement.

Selon l'article 71 du code forestier :

Dans les bois et forêts des personnes morales de droit public, par massif appartenant à un même propriétaire, sont appliquées les mesures de conservation suivantes :

5° l'interdiction de planter des résineux sur une largeur de douze mètres de part et d'autre de tous les cours d'eau. Cette distance est portée à vingt-cinq mètres dans le cas des sols alluviaux, des sols hydromorphes à nappe temporaire et à nappe permanente, et des sols tourbeux et paratourbeux tels que déterminés par la carte pédologique de Wallonie.

Toutes les informations relatives à la législation sont consultables sur le site internet <http://environnement.wallonie.be/legis/>

Fiche 7 : Les lignes à haute tension

Description

En Belgique, les lignes électriques à haute tension qui forment le réseau de transport s'étendent sur 75 000 km dont 900 km de lignes à très haute tension (380 kV), auxquels s'ajoutent 113 000 km de lignes à basse tension. Plus de 200 km de lignes électriques traversent des massifs forestiers. L'entretien de ces infrastructures s'effectue habituellement par la coupe et le gyrobroyage de la végétation lorsqu'elle menace de toucher les câbles. Le mode de gestion peut être amélioré pour augmenter l'intérêt biologique de ces milieux linéaires.

Un projet intégré visant à maintenir ouverte l'emprise de ces lignes à haute tension tout en favorisant la biodiversité est en cours auprès d'ELIA, propriétaire et gestionnaire du réseau (projet LIFE+ biodiversité 2011-2016). Par ailleurs, des projets ponctuels ont déjà donné entière satisfaction.

Intérêt pour la biodiversité

Les ouvertures maintenues sous les lignes à haute tension passant dans des massifs forestiers sont des milieux favorables à de nombreuses espèces d'oiseaux (engoulevent d'Europe, pie-grièche grise, locustelle tachetée, hypolaïs polyglotte, tarier pâtre,...), de reptiles (vipère péliade, couleuvre à collier,...), de papillons (damier de la succise, damier athalie, morio, divers nacrés,...) ou de plantes (orchidées,...). Elles permettent à des habitants rares de se reconstituer (landes sèches, pelouses calcicoles,...).

L'entretien de la végétation (gyrobroyage, fauche) sous ces lignes étant susceptible d'avoir un impact négatif non négligeable sur les populations de certaines espèces (nichées,



Photo : Lionel Wibail



Photo : Violaine Fichet



Photo : Olivier Kints



Photo : Olivier Kints



Hypolaïs polyglotte Photo : Philippe Moës

reptiles, chenilles, dispersion d'invasives,...), il convient de respecter un cahier des charges strict pour optimiser les effets pour la nature.

Aménagements

Actuellement, les travaux d'ouverture sont pris en charge soit par le gestionnaire du réseau, soit par des projets à objectif de conservation de la nature, tels les LIFE. Ils concernent :

- L'élimination de la végétation ligneuse sur une largeur de 50 mètres. Ce travail est réalisé après le 1^{er} octobre ;
- Les entretiens annuels ou bisannuels (fauche alternée) pris en charge soit par le gestionnaire du réseau, soit par les propriétaires du terrain moyennant le paiement par le premier d'une indemnité forfaitaire à l'hectare.



Photo : Lionel Wibail



Ouverture récente d'une ligne à haute tension Photo : Olivier Kints

Entretien

La fauche n'est envisageable qu'après l'élimination des souches par broyage ou fraisage (voir conseils pratiques de la fiche 2). Un gyrobroyage profond peut être indiqué **dans la phase de restauration**, pour contrecarrer la repousse des ligneux au cours des saisons suivantes et ramener des graines à la surface du sol. Par contre, l'étrépage est une technique qui ne devrait être envisagée que pour des types de végétation particuliers (présence de touradons de molinie, banques de graines à réveiller...).

Dans un premier temps, **l'entretien** consiste à éliminer les broussailles dans la partie centrale (hors lisières) en utilisant soit des débroussailluses manuelles dans les endroits sensibles (pour épargner la petite faune) ou difficiles d'accès pour les machines (fossés, dénivellation prononcée...), soit des tracteurs équipés de faucheuses à lames tournant parallèlement au sol, à plus ou moins 20 centimètres de

hauteur*. Afin d'éviter la couverture du sol par un tapis de buissons bas, des passages occasionnels et localisés à une hauteur plus basse sont recommandés.

Après quelques années de ce type de traitement, les ligneux devraient progressivement s'effacer au profit d'un couvert herbacé varié avec quelques buissons çà et là. A ce stade, l'entretien pourra être entièrement mécanisé et simplifié par de simples fauches alternées, tout en respectant la hauteur minimale de coupe. Dans un premier temps, il sera sans doute nécessaire de garder un rythme d'intervention rapproché de façon à limiter l'extension des buissons ; par la suite, la fauche pourra se réaliser sur la base de rotations de 2 à 4 ans (en fonction du milieu). La fauche peut être réalisée par « portions » longitudi-

* le gyrobroyage avec « marteaux rotatifs » dans l'axe vertical est à exclure car trop destructeur, sauf pour la phase initiale de restauration (voir encart technique de la fiche 2).



Photo : Jean Delacre

nales ou transversales en damier, d'une surface maximale de ± 1 ha (en respectant toutefois quelques mètres de lisières non fauchées) soit, par exemple, 40 x 250 m ou 20 x 500 m, et en rotation pluriannuelle, de manière à maintenir à tout moment côte à côte des structures de végétation variées et à offrir des zones refuges pour la faune.

Afin de limiter leur impact sur la faune, les interventions de gestion (fauche ou débroussaillage) doivent se faire entre le 1^{er} octobre

et le 31 mars, soit en dehors des périodes de floraison et de reproduction de la faune.

Pour les zones dont l'intérêt biologique est reconnu (site Natura 2000, réserve naturelle ou forestière, zone humide d'intérêt biologique ou site de grand intérêt biologique dont l'intérêt a été signalé à la Société par le Département de la Nature et des Forêts), les mesures d'entretien seront éventuellement assorties de prescriptions supplémentaires précisées par le Département de la Nature et des Forêts.

Recul de lisières le long des voies ferrées



Photo : Jean-Marc Lovinfosse



Photo : Eric Graitson

Les voies ferrées sont des habitats potentiellement riches en reptiles. Toutes les espèces de lézards et de serpents de notre pays fréquentent ce type de milieu, parfois avec des populations abondantes. De nombreuses espèces de papillons, parfois rares, y trouvent également leurs plantes-hôtes.

Lors de la traversée d'un massif forestier, les abords des voies ferrées sont cependant parfois trop ombragés pour accueillir une faune diversifiée de reptiles et de papillons. Des reculs de lisières, de part et d'autre de la voie sont alors opportuns, d'autant que ces reculs ne nécessitent bien souvent que des abattages de faible ampleur, le passage de la voie induisant déjà une trouée dans le massif ; ils permettent aussi dans une certaine mesure d'éviter les chutes d'arbres sur les caténaires et font (en principe) partie de l'entretien normal des voies, pourvu que tout traitement aux herbicides soit proscrit.

Les voies ferrées qui longent des fonds de vallées bien exposés, au pied de forêts de pentes, sont également de grand intérêt pour ces deux groupes. Un recul de lisière dans ces situations permet à la fois d'augmenter l'ensoleillement sur la voie ferrée en supprimant les arbres de bas de pente pouvant causer ombrage tout en renforçant les objectifs de sécurité (chutes d'arbres ou de branches sur la voie ferrée). **Attention toutefois de n'effectuer ces reculs de lisière qu'en dehors des habitats prioritaires potentiellement présents dans ces circonstances, comme les forêts alluviales ou les érablières de ravin.**



Chrysochraon brachypterus, un criquet fréquent dans les landes et que l'on retrouve également sur certaines pelouses calcicoles.

Photo : Jean-Yves Baugnée



Coranus woodroffei, une punaise prédatrice typique des landes à callune méso-hygrophiles.

Photo : Jean-Yves Baugnée



Femelle d'*Oxyopes sp.* sur son cocon. Cette araignée ne vit que dans les vieilles landes.

Photo : Jean-Yves Baugnée



Exochomus nigromaculatus, une coccinelle étroitement liée aux landes à bruyère plutôt sèches.

Photo : Gilles San Martin



Colletes succinctus, une abeille solitaire approvisionnant sa progéniture exclusivement avec du pollen de callune.

Photo : Nicolas Vereecken

Fiche 8 : Les lambeaux de landes

Description

Les landes sont des formations végétales dominées par les espèces « éricoides » (callune, bruyère quaternée, myrtilles, petits genêts) occupant des sols secs (landes à callune et myrtilles) à humides (landes à bruyère quaternée), très pauvres en éléments nutritifs et généralement acides. Leur origine est liée à diverses pratiques agropastorales ancestrales. Le maintien de la lande est en effet lié au pâturage extensif, à la fauche, à l'étrépage ou à l'écobuage¹⁶. En cas d'abandon, les éricoïdes finissent par mourir et leur régénération est impossible sur l'épaisse litière acide. La plupart des landes sèches ont été mises en culture, enrésinées, ou se sont boisées spontanément. Les landes humides ont subi le même processus de dégradation et ne se maintiennent, souvent dans un état dégradé, qu'en périphérie des zones tourbeuses des hauts-plateaux ardennais. Celles qui subsistent sont souvent

¹⁶ Technique agricole ancestrale de débroussaillage par le feu.



Photo : Lionel Wibail

de petite taille, isolées et, en général, en voie de boisement.

En Wallonie, les landes constituaient jadis un paysage largement répandu en Moyenne et Haute Ardenne et dans les régions à sol pauvre, sableux (Lorraine, nord du bassin de Mons, bassin de la Dyle) ou schisteux (Fagne-



Photo : Olivier Kints



Photo : Lionel Wibail



Photo : Louis-Marie Delescaille



Lande sous pessière.

Photo : Lionel Wibail

Famenne). Actuellement, elles ne se maintiennent qu'à la faveur de circonstances particulières, notamment dans les grands camps militaires de Lagland et d'Elsenborn et dans les espaces protégés, principalement sur les hauts-plateaux ardennais.

Il n'est cependant pas exceptionnel de voir réapparaître la callune et d'autres espèces typiques des landes dans des coupes forestières et certains layons de chasse.

Intérêt pour la biodiversité

Les landes sont relativement pauvres en espèces, mais celles-ci sont très spécialisées.

Les landes sèches sont dominées par des sous-arbrisseaux comme la callune, la myrtille, les

genêts. Il s'agit notamment d'un habitat de prédilection pour le lézard des souches et la coronelle lisse. Plusieurs autres espèces phares y trouvent les conditions propices à leur développement, pour autant que les surfaces soient suffisantes, comme l'engoulevent d'Europe et l'alouette lulu, deux espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire. Certains papillons pondant sur les genêts ou la callune sont également typiques de ces milieux (azuré de l'ajonc, thécla de la ronce...), ainsi que certaines coccinelles ou abeilles.



Lézard des souches.

Photo : Sébastien Krickx

Les landes humides abritent, elles aussi, des communautés végétales et animales rares, menacées et typiques. Ce sont des formations dominées par des sous-arbrisseaux comme la callune, la bruyère quaternée, la myrtille des loups (en Ardenne), le saule rampant.... Ces espèces y côtoient la laïche à deux nervures, le scirpe cespiteux, la linaigrette à feuilles étroites, la gentiane pneumonanthe, la molinie et diverses espèces de sphaignes. Parmi les espèces phares, citons la pie grièche grise, le hibou des marais, le damier de la succise, la vipère péliade, le tétras lyre, l'argus vert, les linaigrettes, certains orthoptères, etc. Il est à noter également que ces milieux sont souvent en étroite relation avec les tourbières, ce qui leur confère un intérêt supplémentaire en termes de réseau écologique.



Lande à callune en cours de recolonisation par les ligneux.

Photo : Patrick Lighezzolo

Les espèces animales des landes au sens large sont fréquemment associées à un ou plusieurs stades de développement des bruyères ou callunes : stades jeunes avec sol nu, stades matures avec buissons très florifères, stades de dégénérescence avec vieux buissons.

Aménagements

En cas d'abandon, les vieux buissons (bruyères, myrtilles...) finissent par mourir et la régénération par semis est impossible sur l'épaisse litière acide. Dans ces conditions, la molinie devient l'espèce dominante dans les zones moyennement humides ou à régime hydrique alternatif. La colonisation forestière par les essences frugales pionnières comme les bouleaux, le sorbier des oiseleurs, le saule à oreillettes mais aussi l'épicéa ou, localement, le pin sylvestre est souvent lente, surtout lorsque la molinie est présente. Toutefois, la callune et certaines espèces typiques constituent des stocks de graines très longévives et peuvent donc reparaitre après une exploitation forestière (plus de 50 ans pour la callune sous épicéas).

La restauration des landes enfrichées et embroussaillées doit d'abord reconstituer le microclimat favorable : il faut donc éliminer les ligneux selon les techniques habituelles. Des tas de bûches et de branchages seront éventuellement disposés dans les lisières pour favoriser la petite faune.

En outre, il est souvent nécessaire d'enlever la couche d'humus qui s'est accumulée sous la callune, soit par étrépage, soit par mise à feu contrôlée (à éviter toutefois sur les zones forestières de petite taille ou dominées par la molinie, dont le caractère pionnier et compétitif lui permet de s'implanter avec beaucoup de vigueur après un incendie), d'autant que les jeunes callunes rejettent de souche après le passage du feu. Par contre, les vieux arbustes ne rejettent plus mais les semis ne tardent pas à apparaître sur le substrat mis à nu. Lorsque la molinie domine, l'étrépage doit être suffisamment profond que pour éliminer les gros touradons. Etant donné la sensibilité des espèces constitutives, ces pratiques devront être réalisées sur des surfaces limitées, en rotation.

Entretien

La gestion des landes est nécessaire : elle a pour but de limiter le dépérissement des buissons éricoïdes, tout en maintenant un équilibre entre les différentes classes d'âges. A cette fin, il faut régénérer les bruyères, limiter l'accumulation de litière et empêcher la colonisation par les ligneux, les fougères ou les graminées sociales.

Différentes techniques sont possibles et doivent être envisagées en rotation sur un cycle long de façon à garantir la présence de faciès jeunes, matures et sénescents sur une même lande. On considère en effet qu'un cycle dure entre 25 et 40 ans.

- Le **recépage** en rotation des buissons limite leur dépérissement. Il faut toutefois pratiquer en rotation pas trop longues (5 à maximum 10 ans) car plus les buissons sont âgés, moins ils rejettent de souche. En outre, la litière s'accumule et empêche l'installation de nouveaux semis ;
- Le **fauchage** est utile et rapide pour maintenir des petites surfaces de lande. Il est surtout efficace pour gérer des buissons nains de callune. Il n'est donc pas adapté lorsque

l'embroussaillage est trop dense, lorsque les surfaces sont trop raides, rocheuses ou présentent des souches d'arbres, ou encore lorsque l'on souhaite préserver des stades âgés de la lande (vieilles callunes). Le fauchage maintient le milieu dans un stade dynamique grâce à un rajeunissement régulier de la végétation, et maintient donc également de la callune dans ses premières phases de croissance ;

- Le **pâturage et la gestion par le feu** sont des techniques réservées aux landes de grande taille.

Fauchage ou recépage ne suffisent cependant pas à conserver l'habitat à long terme et il est nécessaire d'éliminer la couche d'humus qui finit par s'accumuler sous la lande. Autrefois, la régénération de la lande à callune était d'ailleurs obtenue par le décapage de la couche organique du sol (étrépage ou essartage). L'étrépage permet en outre le maintien des végétations pionnières des sols sableux secs (pelouses à corynéphore) ou des sols tourbeux (groupements à rossolis et lycopode inondé, p. ex.) qui précèdent l'installation de la lande. L'enlèvement des produits de fauche permet d'éviter toute accumulation de la litière.



Chantier de gestion dans une lande.

Photo : Yvan Barbier

Les landes étant des milieux sensibles de grand intérêt biologique, il est conseillé aux gestionnaires qui souhaitent restaurer et entretenir ces milieux de prendre contact avec le DEMNA.

L'octroi de subventions pour la restauration et/ou l'entretien de ces milieux est possible dans les sites Natura 2000.

Fiche 9 : Les autres milieux marginaux

Description

En bordure ou au sein des massifs forestiers, divers autres milieux semi-naturels peuvent s'observer. Il peut en particulier s'agir de pelouses sèches, de fourrés thermophiles comme les buxaies, de friches ou encore d'affleurements rocheux naturels ou artificiels (anciennes carrières). La plupart de ces milieux se rencontrent sur des sols très secs, peu productifs, pauvres en éléments nutritifs, ou sur de fortes pentes.

Beaucoup de massifs forestiers comportent également des zones humides très riches en biodiversité (amphibiens, libellules...) et peu productives (croissance ralentie, voire impossible, des arbres).

Intérêt pour la biodiversité

L'intérêt biologique de ces milieux est souvent très élevé. Ils accueillent un grand nombre d'espèces rares et menacées dans nos régions. Par exemple, la majorité des espèces de papillons de jour et toutes les espèces de reptiles de notre faune peuvent être observées dans les milieux secs précités, et la flore y est particulièrement remarquable.

Un certain nombre de ces milieux de grande valeur patrimoniale sont érigés en réserve naturelle ou sont repris dans le périmètre des sites Natura 2000. Des petites pelouses, certains milieux rocheux, diverses friches, des zones de suintement ou des mégaphorbiaies ne bénéficient toutefois pas encore d'un statut de protection fort ou d'une gestion appropriée à leur sauvegarde. Il arrive par exemple

La coronelle lisse

La coronelle n'est présente en Wallonie que le long du sillon Sambre-et-Meuse et au sud de celui-ci. Sa répartition est assez semblable à celle de la couleuvre à collier; elle est toutefois moins répandue que cette dernière car très sélective dans le choix de ses habitats. En effet cette couleuvre affectionne surtout les milieux chauds et secs : rochers, anciennes carrières, voies ferrées, vieux murs, pelouses calcaires, landes sèches, talus bien ensoleillés. Elle fréquente aussi les bois thermophiles, les clairières ensoleillées et les groupements de lisières, en particulier les ourlets. Les coronelles sont très sédentaires et fidèles durant plusieurs années à leurs habitats tant que ceux-ci demeurent propices. Ce serpent très discret passe facilement inaperçu. Les coronelles restent souvent immobiles lorsqu'on les approche car elles comptent sur leur mimétisme pour ne pas être vues.



On reconnaît la couleuvre lisse au trait sombre qui orne sa tête, allant du museau au cou en traversant l'œil. Sur la nuque, une large tache noire en forme de croissant aide aussi à son identification.

Photo : Lionel Wiball

fréquemment que les forestiers aient recours au drainage pour augmenter la productivité des zones humides. Cette action a bien sûr des répercussions négatives sur le monde aquatique, condamné à migrer ou disparaître. Tous ces milieux méritent donc une attention particulière de la part des gestionnaires.

Aménagements

Les reptiles et les papillons présents dans les pelouses sèches, friches et milieux rocheux affectionnent particulièrement les stations bien ensoleillées. Comme mentionné précédemment, la structure de la végétation pour ces espèces est d'une grande importance. Ils apprécient une alternance de plages à végétation herbacée dense, de pelouses rases, de pierriers et de petits fourrés. La présence de bois mort (vieux tas de bois et de branchages) est également appréciée par les reptiles.

Les principaux aménagements à réaliser consistent à maintenir le milieu ouvert à semi-ouvert, en coupant les arbres et arbustes causant un ombrage important, éventuellement par arrachage des fourrés envahissants (technique plus avantageuse que la coupe car réduisant fortement les rejets). Idéalement, les opérations de déboisement et débroussaillage seront effectuées en période hivernale, afin de causer un minimum de perturbation à la faune et à la flore.



Photo : Yvan Barbier

De même, il convient de garder humides les zones qui le sont naturellement (suintements, sources, fossés, étangs,...), et d'éviter tout drainage. Le dégagement de certaines zones en exploitant les arbres sur place doit pouvoir s'envisager, mais uniquement en dehors d'habitats forestiers prioritaires ou d'intérêt patrimonial (de type aulnaies marécageuses, boulaies tourbeuses,...).

Entretien

En raison de la valeur biologique élevée des pelouses, milieux rocheux, suintements, mégaphorbiaies... mais aussi de la grande sensibilité de ces habitats aux interventions humaines, il est opportun d'établir un plan de gestion spécifique à chaque habitat.

Il est conseillé aux gestionnaires qui souhaitent restaurer et entretenir ces milieux de prendre contact avec le DEMNA.

Rappel de l'Article 43 du Code forestier : Pour toute nouvelle régénération, il est interdit de drainer ou d'entretenir un drain sur une bande de 25 mètres de part et d'autre des cours d'eau, à moins de 25 mètres autour des sources et des zones de suintement, à moins de 5 mètres autour des puits de captage, à moins de 100 mètres autour des zones de barrage et dans les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente.

Circulaire biodiversité page 52 : Veiller à préserver les zones de suintement lors des exploitations, qui ne peuvent de toute façon pas être traversées par les engins forestiers, comme le prévoit la circulaire n°2619 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier.



Photo : Lionel Wibail



Photo : Lionel Wibail



Carrière abandonnée. Photo : Lionel Wibail



Pelouse calcaire dans un environnement forestier. Photo : Violaine Fichet



Poche tourbeuse plantée d'épicéas. Photo : Marc Dufrêne



Tuf. Photo : Lionel Wibail



Photo : Patrick Lighezzolo



Photo : Marc Dufrêne



Photo : Patrick Lighezzolo

Subventions et autres aides financières

En sites Natura 2000, l'octroi de différents soutiens financiers est possible.

Les informations relatives aux indemnités agricoles, aux indemnités forestières (non agricoles), aux subventions à la gestion des milieux ouverts non agricoles, aux subventions à l'exploitation de résineux, aux subventions à la restauration des pelouses et des landes ainsi qu'aux autres travaux de restauration se trouvent en ligne sur la page <http://biodiversite.wallonie.be/fr/soutiens-financiers.html?IDC=837>

Parmi les actions subventionnées, on retrouve, **par exemple**,

- le déboisement (montant forfaitaire : 4000 euros/an) ;
- le débroussaillage (montant justifié par facture et plafonné à 2000 euros/ha) ;
- la pose de clôtures (montant justifié par facture et plafonné à 10 euros/mètre et pour maximum 250 m/ha) ;
- l'installation d'abris à moutons (40 % du montant des travaux, plafonnés à 3000 euros et maximum 1 abri / 5 ha).

à condition que

- la parcelle se situe en Natura 2000 ;
- la parcelle possède un potentiel biologique ;
- le propriétaire maintient le milieu ouvert (par débroussaillage ou pâturage) ;
- ce maintien doit durer 15 ans à partir de l'octroi de la subvention.

IV. Quelques exemples concrets d'aménagements

Exemple 1 : Aménagements dans le massif forestier du Sart Tilman en faveur de la couleuvre à collier

Luc Schmitz est chargé de la gestion du domaine universitaire du Sart Tilman à Liège. En collaboration avec le Service de Biologie de l'Évolution et de la Conservation de l'ULg, il a mis en œuvre différentes mesures afin de favoriser la population de couleuvres à collier présente dans le massif forestier et ses abords.

(Interview réalisée par Eric Graitson)

Pouvez-vous nous présenter le site où les couleuvres font l'objet de préoccupations ?

Le domaine de l'Université de Liège au Sart Tilman s'étend sur 760 ha dont une grande

partie est occupée par un massif forestier appartenant à l'Ardenne condrusienne. Situé principalement sur le territoire de la ville de Liège, au sud de celle-ci, le domaine est un promontoire formé par les vallées de la Meuse et de l'Ourthe. L'altitude varie entre 70 et 270 mètres. Le site est découpé par plusieurs ruisseaux qui érodent en direction des cours d'eau principaux. Un de ces vallons, le Blanc gravier, et ses abords abritent une population de couleuvre à collier connue de longue date.

Le peuplement forestier est une vaste chênaie-hêtraie à luzule, et la chênaie-boulaie prend place dans les faciès les plus jeunes. La végétation dominante au sol est composée de fougères aigles et de ronces, plus localement de luzule des bois, de canche flexueuse, de myrtille et de callune. Le massif est bordé par quelques prairies, zones de parcs, quelques petites friches et surtout par des zones urbanisées.



Roncier situé en lisière et fréquenté par des couleuvres à collier.

Photo Jacques Bultot

La couleuvre à collier

Serpent le moins rare de Wallonie, la couleuvre à collier (*Natrix natrix helvetica*) est relativement bien répandue au sud du sillon Sambre-et-Meuse. Elle est surtout présente aux abords des grandes vallées et, comme les autres serpents de notre faune, évite de s'aventurer dans les zones de plateau.

Elle fréquente des habitats variés qui vont des forêts aux bords de prairies, des milieux très secs comme des anciennes carrières aux zones humides (marais, bords de rivières...). A l'instar de nos autres reptiles, les habitats riches en abris sont les plus fréquentés : les roncières et autres fourrés d'épineux, les pierriers, les talus embroussaillés, les lisières riches en bois mort, les berges enrochées des rivières, les friches...

La couleuvre à collier est le seul serpent ovipare de notre faune. Au mois de juin, les femelles pondent de 10 à 50 œufs dans des tas de matières végétales (compost, tas de branches ou de foin...) dont la décomposition produit la chaleur nécessaire au bon développement des œufs. Il arrive fréquemment que plusieurs grandes femelles se retrouvent sur les mêmes endroits de ponte donnant lieu à des rassemblements spectaculaires. Il en va de même au moment des éclosions, qui se produisent au mois d'août, les couleuvreaux pouvant alors être observés en grand nombre.

Comment la reconnaître ?

Avec une taille adulte comprise entre 50 et 120 cm, la couleuvre à collier est le plus grand serpent de Wallonie. Le cou de l'animal est orné d'un collier jaune, parfois blanc, bordé vers l'arrière de taches noires. Chez les vieux animaux, ainsi que dans les jours qui précèdent la mue, ce collier clair est cependant moins visible. La queue est longue et le corps devient épais avec l'âge. La couleur du dos et des flancs est gris-olive ou vert-olive, parfois brunâtre, avec de petits traits verticaux noirs sur les flancs. Le ventre clair est orné de taches noires en damier.



Couleuvre à collier pondant dans un tas de foin.

Photo : Quentin Smits

Pourquoi prendre des mesures en faveur de cette espèce dans le massif forestier ?

La présence d'une population de serpents sur le territoire d'une grande ville comme Liège est tout à fait remarquable et le Sart Tilman est un endroit propice à la sensibilisation du public à la protection de la nature. Cette population de couleuvres est toutefois de plus en plus menacée par l'isolement et la réduction

des milieux semi-naturels, essentiellement les forêts et les friches, suite à l'urbanisation croissante de la région. Le noyau de la population est situé sur le domaine de l'université. En outre, une partie importante du domaine (240 ha) est érigée en réserve naturelle agréée. Le maintien des habitats propices à l'espèce sur les terrains de l'ULg est donc primordial pour la conservation de cette population dont l'espace vital se réduit en périphérie du site au fur et à mesure que l'urbanisation progresse.



Une lisière en bord de chemin avant et après les travaux de recul. Photos : Eric Graitson

En quoi consistent les aménagements effectués ?

Les aménagements réalisés en faveur des couleuvres sont variés :

- Restauration de lisières étagées le long de chemins forestiers.
- Création et entretien de clairières.
- Contrôle de ronciers dans les clairières et les friches.
- Création de gîtes à reptiles avec les rémanents d'exploitation.
- Aménagements de sites de pontes pour les couleuvres, sous forme de gros tas de déchets verts.

Comment avez-vous sélectionné les lisières à restaurer ?

Un chemin forestier longe un versant exposé au sud-est du vallon du Blanc Gravier, une exposition idéale pour les reptiles. Quelques couleuvres à collier ont été observées dans les parties les plus ensoleillées qui bordent ce chemin. Toutefois, avant les coupes d'arbres, qui ont débuté à partir de 2000, ces zones propices aux serpents étaient très réduites. Des arbres ont dès lors été abattus de part et d'autre du chemin afin de mettre les abords de celui-ci en lumière et restaurer des lisières étagées bien ensoleillées.

Un critère pratique important nous a également conduits à sélectionner les bords de ce chemin. En effet, celui-ci est situé au sommet d'une rupture de pente. Seul un nombre réduit d'arbres ont dès lors dû être abattus du côté de la pente afin de mettre en lumière l'autre côté du chemin. Sur ce dernier, un recul de lisière a été effectué sur environ 20 mètres de profondeur afin de permettre la restauration d'une lisière étagée.

Au total un kilomètre de lisières situées en bordure de chemin a ainsi été mis en lumière dans les secteurs fréquentés par les couleuvres. Les travaux ont été effectués en quatre phases : tous les deux ans environ, le recul de lisière a été effectué sur une longueur d'un quart du chemin et ce, uniquement durant la période hivernale.

Comment avez-vous constitué les gîtes à reptiles ?

C'est très simple, les rémanents ont été mis en tas de volumes variés le long de la lisière (en moyenne un tas tous les 20 mètres) ainsi remise en lumière afin de servir d'abris pour la petite faune, en particulier les couleuvres. Les souches et quelques troncs de faible valeur économique ont également été maintenus en place en raison de leur intérêt biologique élevé.

Et l'entretien ?

Les travaux d'entretien consistent en un recépage occasionnel des recrus ligneux effectué en rotation selon un cycle de 8 ans environ sur un quart de la longueur des lisières (250 mètres). On réalise donc en moyenne une intervention tous les deux ans. Ce recépage est effectué à la tronçonneuse en période hivernale. Les arbustes coupés sont laissés sur place et mis en tas afin de créer des refuges pour la petite faune.

Ce genre de travail est-il coûteux ?

Le coût de l'aménagement est quasi nul. En effet, l'évacuation des bois étant aisée, celui-ci a été principalement exploité comme bois de chauffage, compensant entièrement le coût lié aux travaux d'exploitation.

Le travail d'entretien des 250 mètres de lisières nécessite l'équivalent de deux journées de travail une fois tous les deux ans pour un ouvrier forestier.

Vous avez également évoqué la création et l'entretien de clairières envahies par des ronciers ?

Les clairières sont peu nombreuses sur le massif forestier. Le plan de gestion prévoit cependant l'exploitation des quelques parcelles enrésinées sans replantation ultérieure.

La mise à blanc, en 2002, d'une parcelle de près de 1 ha planté d'épicéas a été suivie d'une colonisation très rapide par les couleuvres qui fréquentent notamment cette zone lors de l'hibernation. Les ronciers et les bouleaux ont cependant montré une dynamique rapide dans la clairière ainsi créée, conduisant à une fermeture du milieu.

Afin de contrer cette fermeture et préserver un espace favorable aux espèces des milieux semi-ouverts comme les couleuvres à collier, deux actions sont menées dans la clairière :

- Un contrôle annuel des ronciers.
- Un recépage occasionnel des bouleaux.

Le contrôle des ronciers est effectué en période hivernale afin de ne pas tuer ou blesser de reptiles qui sont très sensibles au travail mécanisé durant leur période d'activité. Il est effectué à l'aide d'un tracteur pourvu d'une faucheuse à fléau. Le but n'est pas de supprimer l'entièreté des ronciers, mais d'éviter un envahissement total de la clairière et de maintenir ainsi quelques zones herbeuses. Le recépage des bouleaux est quand à lui effectué à la tronçonneuse. Les arbustes sont mis en tas ou en andains afin de servir d'abris aux reptiles.



Une clairière fréquentée comme site d'hibernation par la couleuvre à collier avant et après recépage hivernal.

Photo : Eric Graitson

Le contrôle d'une partie des ronciers dans la clairière par un tracteur, auquel on peut ajouter le débroussaillage de quelques ares de ronciers dans des friches voisines de la clairière par la même technique, nécessite moins d'une journée de travail par an. Certaines années ce travail n'est pas nécessaire, ainsi durant l'hiver 2010-2011, l'enneigement important a nettement contribué au tassement des ronciers. Le travail de recépage est effectué par une équipe de quatre ouvriers forestiers durant une journée, on prévoit cette intervention à peu près tous les 6 ans.

Comment avez-vous sélectionné les endroits où aménager des sites pour la ponte des couleuvres ?

Deux sites de pontes ont été aménagés sur le domaine : il s'agit de volumineux tas de déchets verts et de broyat de rémanents. Leur emplacement a été soigneusement choisi : il s'agit de clairières et de friches facilement accessibles aux serpents, situées à l'écart des voiries, bénéficiant d'une certaine quiétude (pas ou peu de passage du public) ainsi qu'à des emplacements n'abritant pas de végétation rare ou remarquable telle qu'une lande à callunes ou une prairie à orchidées. Ce der-



Les déchets verts sont amenés tout au long de l'année puis sont entassés et compactés en hiver.

Photo : Eric Graitson

nier point est important, car l'aménagement de ce type de sites de pontes, qui est en fait un volumineux tas de matière organique, enrichit considérablement le sol. Après quelques années, les abords immédiats de ces tas sont totalement envahis par des espèces nitrophiles comme l'ortie.

En quoi consiste l'aménagement de ces sites de pontes ?

Le premier a été constitué en 2000. Il s'agit d'une accumulation des déchets verts provenant du domaine universitaire. L'essentiel de ces déchets a pour origine l'entretien des haies et de la végétation des zones de parcs ou encore les produits d'élagages. Ces déchets comprennent donc majoritairement des branchages, c'est-à-dire du matériel ligneux accompagné de feuillage. La végétation herbacée y est pratiquement absente.

Les déchets verts sont amenés dans des remorques ou camions et s'accumulent tout au long de l'année, pour totaliser plusieurs dizaines de m³. En période hivernale, tous ces branchages sont entassés et compactés à l'aide d'un grappin (« bac crocodile ») monté sur un chargeur agricole.



Chaque année, le volumineux tas de déchets verts abrite la ponte de plusieurs dizaines de couleuvres à collier.

Photo : Eric Graitson

Les sites de pontes à couleuvres : quels matériaux organiques utiliser ?

La décomposition de la matière organique mise en tas dégage la chaleur nécessaire à l'incubation des œufs de couleuvres qui ne tardent généralement pas à trouver ces futures nurseries si elles sont bien situées. En effet, plus le tas est volumineux, plus il est attractif pour un grand nombre d'individus.

A peu près n'importe quel type de matière organique peut être utilisée : vieux ballots de foin, plantes coupées lors de l'entretien des zones humides (massettes, roseaux), produit de la taille des haies et de l'élagage des arbres, déchets verts divers. Le compost de crottin de cheval semble particulièrement recherché par la couleuvre à collier.

Les tas de branchage ont un avantage énorme sur les autres matériaux: ils chauffent beaucoup plus longtemps car la matière ligneuse prend beaucoup plus de temps à se décomposer. Une fois ce type de tas créé, il est fonctionnel durant plus d'une décennie contrairement aux tas de foin qui doivent être alimentés chaque année. L'inconvénient est que la matière ligneuse chauffe moins fort lors de sa décomposition, il faut donc une quantité de matière beaucoup plus grande pour constituer le tas et donc une intervention mécanisée à l'aide d'un tracteur.

Les nombreux rémanents issus des travaux forestiers de grande ampleur (coupes à blancs...) peuvent offrir de belles opportunités pour aménager en une seule opération des sites propices à la ponte des couleuvres à collier pour de nombreuses années.

A partir de 2007, un second compost a été aménagé à 500 mètres du premier afin de fournir un milieu de ponte alternatif au cas où le premier tas ne serait plus opérationnel suite à un manque de fermentation à long terme. A l'avenir, les deux tas pourront ainsi être alimentés alternativement par de nouveaux déchets verts au fur et à mesure que leur décomposition sera avancée.

S'agit-il d'un aménagement coûteux ?

Le transfert des déchets verts au sein du domaine universitaire et leur stockage en un endroit précis sont moins coûteux que leur transport systématique vers des parcs à déchets verts ou des centres de compostage plus éloignés. Cette opération est donc bénéfique d'un point de vue économique. L'entretien se limite à une recharge occasionnelle en matière organique et compactage de

chaque tas. Ce travail est réalisé en moins d'une demi-journée chaque hiver.

Le coût est donc très réduit, mais l'opération nécessite un certain équipement, en l'occurrence la disponibilité une fois par an d'un chargeur agricole. Une remorque nous est également utile tout au long de l'année.

Tous ces aménagements ont-ils été bénéfiques aux serpents ?

Oui, et pas qu'à eux. Les reculs de lisières ont également profité à d'autres reptiles ainsi qu'aux papillons. Les composts ont également profité aux orvets ainsi qu'à des petits mammifères. Les promeneurs et les cyclistes apprécieraient aussi la restauration de lisières étagées qui offrent plus de perspectives et de lumière que les lisières abruptes.

La population de couleuvre à collier a bénéficié d'un suivi poussé avant et après les aménagements. Le Service de Biologie de l'Évolution et de la Conservation de l'ULg a suivi la population par capture-marquage-recapture ainsi que par radio-pistage sur des couleuvres équipées d'émetteurs en 2009 et 2010. Les recherches menées par Eric Graitson ont permis de confirmer l'efficacité des aménagements et gestions réalisés en vue de favoriser les couleuvres à collier.

Les résultats obtenus sont très encourageants, ils montrent notamment que :

- Les couleuvres fréquentent régulièrement les lisières et les clairières aménagées en leur faveur.
- Les rémanents mis en tas servent régulièrement de refuge pour les animaux.
- L'entretien automnal et hivernal des ronciers est tout à fait compatible avec la présence des reptiles qui continuent à fréquenter ces milieux sans avoir à souffrir du travail mécanisé.
- Le bois mort maintenu dans les lisières et clairières, en particulier les vieilles souches, est utilisé préférentiellement comme site d'hibernation.
- Les sites de pontes aménagés sont très attractifs et efficaces. Ils sont exploités par une majorité de femelles de la population et ont manifestement contribué à augmenter de façon sensible le nombre de couleuvres présentes sur le site.

Les couleuvres à collier sont donc très réactives à ces différentes actions. Dès le printemps suivant les opérations de restauration, plusieurs individus ont déjà fréquenté les lisières et clairières remises en lumière. L'accumulation de fanes de fougères aigles mais aussi les abords des ronciers et les tas de branches sont particulièrement appréciés par les serpents qui y trouvent à la fois des places où prendre le soleil et des refuges abondants. Les lisières restaurées depuis moins d'une décennie abritent déjà plusieurs dizaines de serpents.

Durant la période de ponte, au mois de juin, plusieurs dizaines de femelles se rassemblent sur les deux composts aménagés afin de déposer leurs œufs. Dès la fin de l'été, après les éclosions, des juvéniles s'observent en grand nombre aux abords de ces composts qui sont de véritables nurseries.

Pour conclure, signalons aussi que des panneaux didactiques ont été placés en différents endroits du domaine afin de présenter au public la couleuvre à collier ainsi que le but des actions menées.

Exemple 2 : La conservation du damier de la succise et le lancement du projet Life papillons

Philippe Goffart travaille en tant qu'attaché scientifique à la Direction de la Nature et de l'Eau du Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole (SPW - DGARNE). Coordinateur du suivi des libellules et papillons de jour pendant plus de dix ans (programme de surveillance de l'état de l'environnement wallon par les bioindicateurs), il travaille actuellement sur les espèces de la Directive européenne Habitats.

(Interview réalisée par Violaine Fichet)

Pourquoi cet intérêt plus particulier pour le damier de la succise ?

Comme beaucoup de papillons de jour, il est assez attractif par ses couleurs et ses comportements. Mais au-delà du pur attrait esthétique, qui explique évidemment une bonne part de la passion qui entoure ces insectes, il s'agit d'une espèce devenue très rare en Wallonie où elle est aujourd'hui particulièrement menacée : elle ne subsiste en effet que dans une poignée de stations (pas plus d'une douzaine), même si les populations peuvent y être encore parfois très florissantes... au moins certaines années car elles subissent de fortes fluctuations d'origine naturelle. Le déclin du nombre de populations sur le territoire wallon a été en tout cas très manifeste au cours des trente dernières années et certains petits noyaux disparaissent encore régulièrement. Si on a l'occasion de l'étudier, comme ce fut mon cas, ce papillon se révèle également très intéressant sur le plan de sa biologie. Les œufs sont en effet pondus en groupes compacts (de plusieurs dizaines, voire centaines d'unités) sous les feuilles de la plante nourricière (la succise principalement, mais aussi quelques autres espèces). Les jeunes chenilles vivent en groupe dans des « nids » de soie qu'elles tissent

à la base de celle-ci, puis constituent un nid plus dense dans la végétation en fin d'été, où elles vont passer l'hiver en diapause. Les adultes n'éclosent qu'au mois de mai et volent jusqu'à la mi-juin environ, se nourrissant sur diverses fleurs, mais pas sur la succise qui fleurit plus tard, en fin d'été le plus souvent chez nous.



Damier de la succise (*Euphydryas aurinia*).

Photo : Yvan Barbier

Aussi attirante et intéressante soit-elle, pourquoi focaliser des actions de conservation sur une unique espèce de papillon ? Ne risque-t-on pas d'oublier tout le reste ?

Si ce papillon fréquente des milieux assez divers, des plus humides (bas-marais) au plus secs (pelouses calcaires), en passant par les milieux ouverts forestiers, il apparaît néanmoins très exigeant quant à la qualité de ceux-ci : les endroits où il prospère sont en général assez vastes et riches sur le plan botanique, entomologique (autres papillons et insectes), mais aussi herpétologique (reptiles), etc. En ce sens, il s'agit d'une espèce parapluie, dont la conservation permet de protéger toute une série d'autres espèces plus ou moins menacées. Son attrait en fait du coup un très bon

ambassadeur. L'espèce est de plus très sensible aux actions de gestion tels que la fauche, le pâturage etc. L'entretien des milieux où il vit nécessite de ce fait une attention toute particulière, en adoptant des régimes en rotation, afin de ne pas mettre à mal les populations. Ceci s'avère également bénéfique pour une série d'autres espèces souffrant d'une gestion d'entretien trop systématique, comme le sont certains serpents tels la vipère péliade et la coronelle lisse.

action, il est vite apparu que ces mesures restaient encore trop modestes et qu'il fallait les étendre à tout un massif forestier et au-delà, si l'on voulait réellement assurer la survie à long terme de la population. En effet, l'évolution de la situation en Wallonie et diverses études menées ailleurs en Europe ont progressivement démontré que les populations de ce papillon, comme celles de nombreuses autres espèces animales et végétales, ont besoin de

véritables réseaux de milieux favorables pour pouvoir survivre. Les populations isolées finissent effectivement par s'éteindre tôt ou tard. Il s'agissait donc d'amplifier ce type



Photo montage : Olivier Kints

Quelles furent les premières actions menées en faveur du damier ?

La première action a été menée en Famenne, dans la région de Barvaux, où une population avait été découverte par des collègues hollandais. Ces derniers s'inquiétaient d'une opération de drainage entreprise dans une coupe forestière où volait le papillon. Après information du cantonnement de la DNF concerné et de la commune propriétaire, il fut décidé de procéder à l'élargissement d'un grand layon et de maintenir des clairières dans deux coupes de pins sylvestres. L'entretien fut assuré par le locataire de la chasse. Si cette population se maintient toujours depuis lors grâce à cette

d'action afin de recréer des milieux similaires aux alentours des populations existantes, dans un rayon de quelques centaines de mètres, afin de permettre leur redéploiement de proche en proche. C'est ce qui a motivé le lancement du projet Life+ « papillons » centré sur cette espèce ainsi que deux autres, le cuivré de la bistorte (*Lycaena helle*) et le cuivré des marais (*Lycaena dispar*) figurant, comme le damier, à l'Annexe II de la Directive européenne « Habitat-Faune-Flore » à l'origine du réseau Natura 2000.

Comment a été conçu ce projet Life+ « papillons » ?

Ce projet a été monté en 2007 par l'association Natagora et le DEMNA, en concertation avec le DNF et il a pu démarrer en 2009 suite à son acceptation par la Région wallonne et la Commission européenne. On a choisi des sites Natura 2000 dans cinq régions de travail, sur base des populations qui subsistaient et des besoins en actions de conservation, en privilégiant les parties du territoire qui n'avaient pas fait encore l'objet de projets Life antérieurs. Trois de ces régions visent le damier de la succise, à savoir la Fagne, la Famenne et la Haute Semois en Lorraine, les deux premières étant seules concernées par des actions en forêt. L'idée est donc de renforcer les populations en leur offrant de nouveaux habitats dans un rayon inférieur au kilomètre, si possible, de manière à permettre le fonctionnement en « méta-population » (échanges entre plusieurs populations voisines). On cherche donc à travailler de façon centripète à partir des noyaux existants. En fin de projet, l'objectif est d'avoir restauré des réseaux d'habitats favorables interconnectés suffisamment denses et étendus (totalisant un minimum de 100 ha par réseau) de façon à garantir la survie à long terme des populations.

Quelles sont les actions concrètes menées en forêt ?

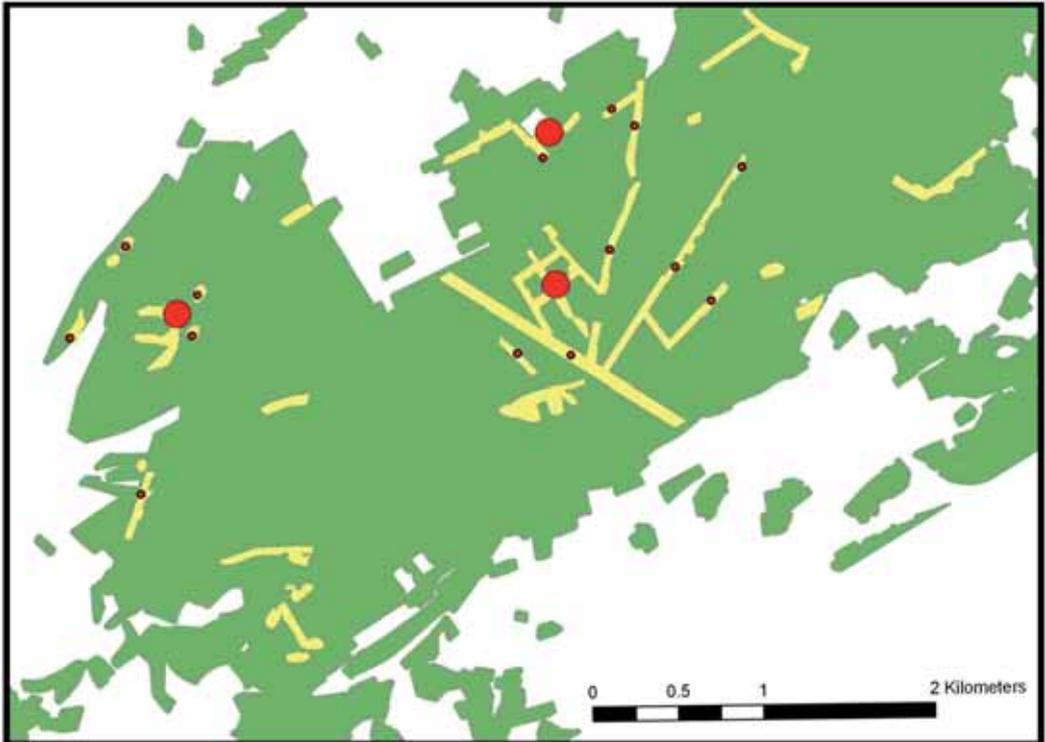
En forêt, il s'agit, comme dans l'expérience initiale de Barvaux, d'élargir des layons, de créer des clairières, de gérer des dessous de lignes à haute tension etc. Les travaux comprennent la coupe, anticipée ou non, d'arbres en bordure de peuplements, résineux de préférence, avec dédommagement des propriétaires qu'ils soit publics (communes) ou privés pour l'éventuelle « perte de valeur d'avenir » et la « perte de jouissance » pour trente ans

(car on leur propose de signer une convention par laquelle ils s'engagent à ne pas replanter durant ce laps de temps au minimum). Les dédommagements atteignent environ 5600 euros l'ha pour les résineux et 4000 pour les feuillus.

Ensuite, divers travaux de nettoyage des surfaces de coupe sont effectués par entreprise : un gyrobroyage plus ou moins profond avec destruction des souches. Dans certains cas afin d'éviter une couche trop épaisse de broyats néfaste au retour de la zone à l'état prairial, un peignage supplémentaire du sol est réalisé avec mise en andain des rémanents en bordure du peuplement. Pour certaines prairies amendées, un décapage/étrépage des couches superficielles du sol est réalisé. En fonction du type de restauration nécessaire, son prix peut varier dans une fourchette allant d'environ 2000 et 3500 euros/ha. Une fois le sol « nettoyé », des semis de graines de succise sont pratiqués en automne, après récolte et culture de cette plante qui affectionne particulièrement les sols lourds et pauvres de Fagne et Famenne, mais dont la dispersion naturelle est très lente car les graines sont lourdes (progression de 2 mètres par an). La gestion sera ensuite assurée par une fauche annuelle, au cours des premières années, puis en rotation tous les deux ans lorsque la succise sera bien installée. Elle sera effectuée au moyen de tracteurs forestiers qui seront achetés dans le cadre du projet Life+ et pratiquée par des ouvriers domaniaux. Dans certains cas, la gestion sera prise en charge par les locataires de chasse.

Observe-t-on déjà des résultats concrets positifs de ces actions ?

Oui, les résultats sont très encourageants ! Certaines populations au bord de l'extinction se sont maintenues, alors que d'autres commencent à essaimer aux environs. Des pontes et des groupes de chenilles ont été trouvés



Ce schéma montre les premiers résultats positifs du projet Life dans une des régions concernées. Les trois gros points rouges indiquent les sites sur lesquels l'espèce était présente initialement. Le réseau d'ouvertures en cours de réalisation est représenté en jaune au sein du massif forestier, en vert. Ce réseau couvre une 40aine d'hectares soit un peu moins de 4% du massif et les ouvertures sont inter-distantes de maximum 1 kilomètre. Grâce aux conditions climatiques favorables à la reproduction de l'espèce depuis le début du projet Life, les effectifs présents sur les trois sites noyaux ont considérablement augmenté, ce qui a favorisé la dispersion de l'espèce. Les petits points rouges présentent les observations de l'espèce sur les nouveaux sites restaurés.

Auteur : Olivier Kints

dans des layons récemment élargis ou créés *de novo* et ensemencés en succise il y a deux ans (il faut deux ans à la succise pour fleurir après germination des graines).

Cette expérience pourrait-elle être appliquée ailleurs ?

Assurément ! Par le biais de projets Life+ ou de plans d'action régionaux, si la volonté politique se fait jour. Ceci serait profitable au damier bien sur, mais aussi à de nombreuses espèces de papillons et à la faune et à la flore

en général. Les résultats ne seront sans doute pas aussi spectaculaires qu'en Fagne et Famenne où la situation de départ est encore très favorable (ce sont les derniers gros réservoirs de papillons forestiers en Wallonie) par rapport à d'autres régions, mais si ces aménagements sont étendus aux massifs voisins, de Calestienne, d'Ardenne et du Condroz, l'état des populations s'améliorera progressivement ailleurs aussi après une ou deux décennies. Les papillons sont assez gratifiants à ce sujet car ils répondent généralement très vite aux actions de restauration en leur faveur.



En collaboration avec le DNF, un chemin forestier est choisi. Ce choix est influencé par le potentiel de restauration du site, la présence de la succise, la faible valeur sylvicole du peuplement, et d'autres aspects liés aux différents usages de la forêt.

Photo : Olivier Kints



La zone est ensuite déboisée.

Photo : Olivier Kints



Afin d'accélérer le retour de la végétation, les résidus de coupe sont peignés et mis en tas le long des lisières. Ces tas de branches seront favorables à de nombreuses espèces.

Photo : Olivier Kints



Le passage d'un gyrobroyeur à 5 cm dans le sol permet de calmer la repousse des rejets. Le but est également d'éliminer les souches afin de permettre le passage ultérieur et récurrent d'une faucheuse pour l'entretien du milieu ouvert.

Photo : Olivier Kints



La fauche se fait au moyen d'une faucheuse à lames horizontales surélevées à 20 cm du sol de manière à préserver au maximum l'ensemble de la microfaune du sol. Avec l'évolution de l'ouverture à l'état prairial, la fauche aura lieu en alternance bisannuelle. Photos : Olivier Kints



Exemple 3 : Actions en faveur du lézard vivipare en Forêt de Soignes

Membre du personnel de l'IBGE, Noël Méganck s'occupe au quotidien de la gestion de la Forêt de Soignes. Sous son impulsion, un plan de gestion est adopté par l'IBGE afin de préserver une des dernières populations du lézard vivipare de la Région bruxelloise.

(Interview réalisée par Eric Graitson)

En quoi la Forêt de Soignes est-elle importante pour la préservation de ce petit lézard ?

Bien que répandu dans une grande partie de la Wallonie, le lézard vivipare est plus rare au nord du sillon Sambre-et-Meuse. En Région bruxelloise, ce lézard est très rare et il n'y est représenté que par un très petit nombre de populations, la principale est située en forêt

de Soignes. Cette forêt n'abrite que deux espèces de reptiles : l'orvet et le lézard vivipare, tous deux localisés dans les parties les plus clairiérées du massif.

Ne s'agit-il pas d'un lézard pourtant répandu en forêt ?

C'est le cas dans de nombreux massifs du sud de la Wallonie, par exemple en Famenne, où les ouvertures en forêt sont encore bien présentes. C'est loin d'être le cas dans la forêt de Soignes. Cette vieille futaie cathédrale de hêtres de 200 ans ne s'ouvre que localement sous les effets du dépérissement du massif, des chablis de tempête et des exploitations. Les lézards occupent des zones restreintes sur ce massif. Il s'agit des clairières situées de part et



Photo : Eric Graitson

d'autre de la ligne de chemin de fer Bruxelles-Luxembourg, à la limite sud de la partie bruxelloise de la forêt de Soignes.

Les nombreuses souches, les bois mort éparpillés, les grumes abandonnées, une végétation basse et clairsemée devraient convenir parfaitement à l'installation des lézards.

Pourtant, le rajeunissement des peuplements est amorcé depuis plusieurs années et ces

milieux, accueillants dans un premier temps après exploitation, font l'objet d'un broyage lourd (avec élimination des rémanents et du bois mort, diminution de la hauteur des souches, disparition de la végétation favorable remplacée par les ronces qui prolifèrent vite dans ces conditions) pour préparer les plantations qui, elles, deviennent rapidement inhospitalières pour les lézards.

Le lézard vivipare

Le lézard vivipare est le reptile le plus répandu dans les forêts wallonnes. Il fréquente surtout les lisières et clairières ensoleillées riches en bois mort : bords de chemins, coupes à blancs, quais à bois, friches. On le retrouve aussi dans les landes à bruyères, les talus, les éboulis, ainsi que d'autres milieux frais comme les haies, prés humides, zones de suintement, mégaphorbiaies, ... Par temps pas trop chaud, on peut l'observer se chauffant au soleil sur l'herbe sèche, sur des souches, des troncs d'arbres morts, ... Il est souvent repéré par le bruit de sa fuite dans la végétation.

Comme d'autres lézards, ses capacités de dispersion sont très limitées ce qui le rend sensible à la fragmentation et l'isolement des habitats. Présent dans toutes les régions biogéographiques, il a pourtant subi une régression importante à partir de la seconde moitié du 20^e siècle, du fait de l'abandon des anciennes pratiques agropastorales et de l'enrésinement des landes et terres vaines.



Plus petit lézard de Wallonie (11 à 17 cm), le lézard vivipare se caractérise par un corps trapu et peu aplati, des pattes courtes, une petite tête, un cou large et une queue modérément élancée.

Photo : Quentin Smits

Quelles sont actions les menées en forêt de Soignes en faveur du lézard vivipare ?

L'objectif consiste d'une part à gérer deux des sites qui paraissent les plus importants en « réservoir » de population ; d'autre part de développer un maillage de dispersion pour

permettre aux lézards de gagner les nouvelles clairières.

Il s'agit concrètement de

- maintenir des bandes larges le long de la voirie forestière lors des plantations ;
- abandonner le broyage des bords des chemins ;

- abandonner le broyage de préparation aux plantations ;
- contrôler la végétation envahissante (ligneux, ronces et fougères-aigles)
- poser du bois mort.

Quels sont les moyens mis en œuvre ?

A partir de 2007, une équipe de 2 à 3 ouvriers forestiers s'est attaqué au débroussaillage des ronces, à la coupe des jeunes ligneux (bouleaux et saules marsaults principalement) avec leur mise en andain, au dégagement des souches qui sont des petits biotopes fort appréciés par les lézards et à la constitution de petits tas de bois mort.

Ces travaux sont effectués avec du matériel léger : scie égoïne, sécateur, faux, débroussailleuse et tronçonneuse. En moyenne, 20 heures de travail sont consacrées annuellement à ces petits travaux.

Après cinq années d'intervention, avez-vous obtenus des résultats satisfaisants ?

Tout a fait. Les populations de lézard se maintiennent bien dans les deux zones réservoirs et ont même considérablement augmenté dans la plus grande des clairières.

De plus, les chemins de débardage gérés semblent jouer parfaitement leur rôle dans la dispersion vers les nouvelles clairières où les lézards étaient déjà nombreux en 2009.

On a rapidement constaté que l'apport de bois mort favorise fortement l'installation des reptiles.

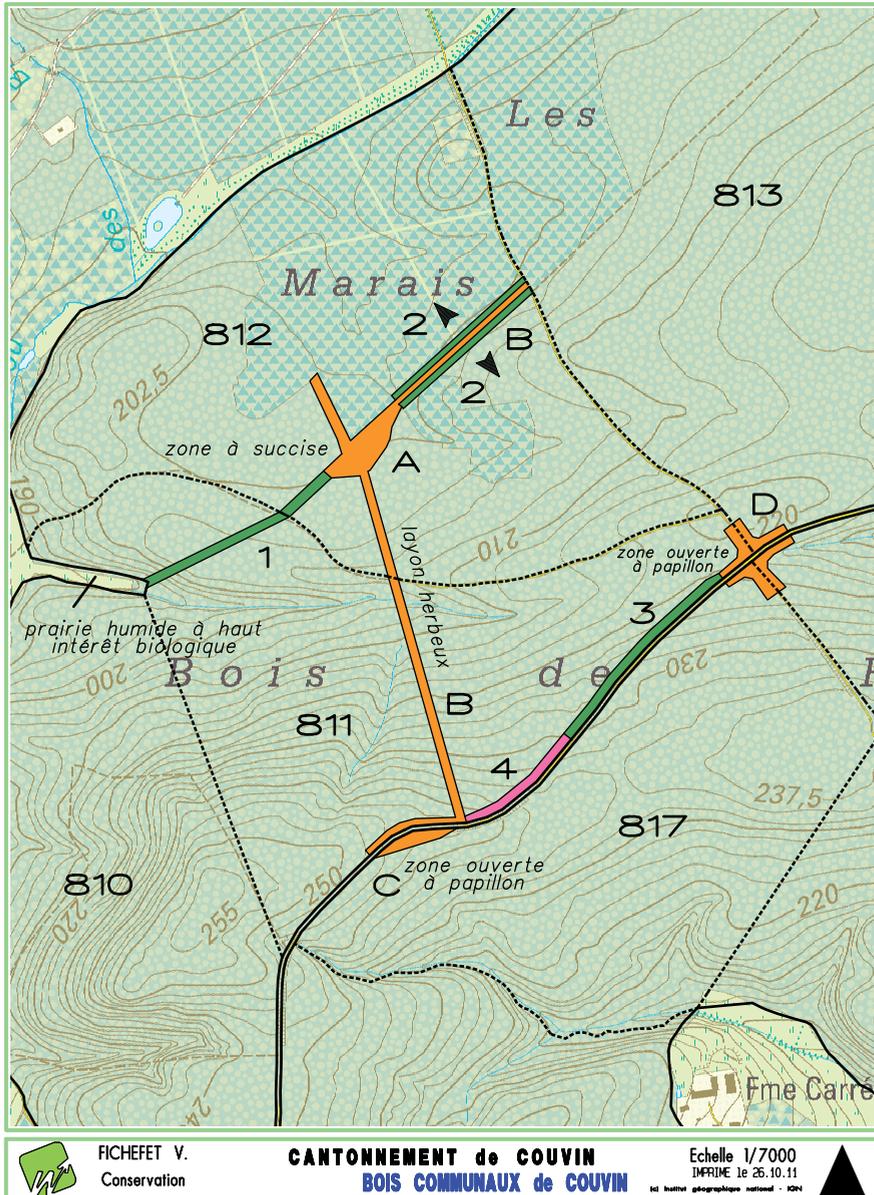
De plus, l'entretien des ces zones ouvertes en forêt bénéficie aussi à l'orvet qui est rare en Région bruxelloise. Les actions profitent également au lycopode en massue (*Lycopodium clavatum*), une espèce végétale rarissime découverte en 2009.

Deux petits bémols toutefois sont à signaler. Le hêtre est le seul bois disponible sur le site et il s'agit d'une essence dont le bois pourrit très vite et ne convient donc pas longtemps. Il faut alors recharger plus fréquemment les tas de bois qu'avec d'autres types d'essences. Deux techniques de contrôle des ronces ont été pratiquées sans résultats probants: le fauchage-débroussaillage et le piétinement avec bastonnade des tiges. Seul l'arrachage des pieds a été très efficace sur l'are et demi qui a été traité mais cette méthode est trop fastidieuse pour être envisagée sur de grandes surfaces.

Exemple 4 : Ouvertures de layons et chemins en faveur des papillons de jour forestiers sur le triage de Frasnes (Couvin)

Rencontre avec Monsieur Jean Laroche, ingénieur de cantonnement à Couvin.

(Interview réalisée par Violaine Fichetef)



Auteur : Olivier Caudron

Légendes :

Aménagements réalisés en 2005

- A Mise en lumière d'une zone où la présence de la succise est avérée (zone noyau)
- B Création de layons ou élargissement (l) de layons existants
- C Création de zones ouvertes en bordures des voiries principales
- D Création de zones ouvertes à l'intersection de voiries principales

+ coupe rase du taillis sur les parcelles à rotation (mesure temporaire appliquée à l'entièreté de la zone)

Actions en projet (2011-2012)

- 1 Création d'un layon pour assurer la liaison entre la zone à succise et la prairie humide de haut intérêt biologique
- 2 Dégagement (suppression de la végétation arbustive) et élargissement (coupe du taillis et d'arbres de futaie) du layon
- 3 Exploitation du taillis sur bordure d'une voirie principale (15 m de large)

Action en projet (2012-2013)

- 4 Exploitation du taillis sur bordure d'une voirie principale (15 m de large)

+ exploitation du taillis dans les coupes à rotation (mesure temporaire)

Dans quel contexte géographique et stationnel nous situons-nous ?

Le grand bois de Frasnes est situé dans le secteur écologique de la Fagne et est propriété forestière communale de Couvin. Il s'agit d'un bloc de 407 ha d'un seul tenant géré par le cantonnement forestier de Couvin, Triage de Frasnes. Ce grand bois est composé pour l'essentiel de chênaies charmaies à stellaire sur sols à régime hydrique alternatif.

Pourquoi et comment avez-vous débuté des aménagements en faveur des papillons de jour forestiers ?

En 2005, une station de damier de la succise, espèce de papillon de jour protégée aux échelles régionale et européenne, a été identifiée sur ce triage. L'agent DNF local, Mr Bodart, a alors entrepris de restaurer des zones propices au développement de la succise, sa plante-hôte, en réseau autour de cette zone noyau.

C'est ainsi que trois types d'interventions furent réalisées :

- élargissement de layons de chasse existants ou création de nouveaux layons ;
- création de lisières ouvertes (coupe rase du taillis et enlèvement des quelques arbres de futaie) en bordure de voiries principales et création de zones ouvertes à l'intersection de voiries principales ;
- mise à blanc du taillis (mesure temporaire).

Quels résultats avez-vous obtenus ?

Suite à ces interventions, la succise s'est développée très rapidement et a colonisé une partie des lisières et des layons sur les sols les plus humides. Malheureusement, après 5 ans, on a constaté que :

- les layons étaient colonisés par une végétation à base de graminées et de laïches sur les sols mieux drainés ;
- une partie des layons, non entretenus régulièrement, étaient colonisés partiellement par le recru forestier dont le prunellier, l'aubépine, les saules... ;
- certains layons étaient transformés en bourniers à cause de la forte fréquentation par le sanglier, entraînant la disparition de la végétation recherchée.

Quelles décisions avez-vous prises pour rectifier le tir ?

En 2011, le DNF a donc décidé de mettre en œuvre les actions suivantes :

- dégager les layons qui se sont refermés, la préférence allant à la restauration des layons orientés est-ouest ;
- élargir certains layons par coupe du taillis situé en bordure ;
- entretenir régulièrement des layons (accord avec les chasseurs) ;
- interdire toute zone de nourrissage du sanglier aux abords directs des zones ouvertes pour la succise ;
- effectuer des coupes rases dans le taillis (sur une largeur de 15 à 20 m) en bordure des voiries principales (les voiries étant larges, la lumière apportée aux zones ouvertes est plus importante) en privilégiant les interventions sur voirie orientée est-ouest ;

- créer de nouveaux layons de façon à mettre en contact les zones à succise avec une prairie humide à haut intérêt biologique qui est enclavée dans le massif ;
- maintenir des coupes rases de taillis sur une partie du massif de manière à créer des trouées temporaires dispersées dans l'espace ;
- créer une réserve intégrale de 23,8 ha au lieu-dit « les Marais » (compartiments 813 pie et 814 pie), une forêt vieillissante caractéristique des sols à régime hydrique alternatif en contact direct avec des zones ouvertes.

Un suivi biologique précis devra également être mis en place afin d'évaluer la performance de ces mesures...



Création de lisières ouvertes sur intersection de voiries principales.

Photo : Jean Laroche



Mise à blanc du taillis dans une parcelle en régime du taillis-sous-futaie.

Photo : Jean Laroche



Layon à succise en cours de recolonisation par les arbustifs.

Photo : Jean Laroche



Layon surfréquenté par le sanglier, apparition de zones nues, boueuses, disparition progressive de la succise, apparition de laîches et de joncs.

Photo : Jean Laroche



Coupe du taillis et d'une partie de la futaie pour création de lisières en bordure des voiries principales.

Photo : Jean Laroche

Exemple 5 : Restauration de taillis-sous-futaie dans les bois communaux de Meix devant Virton

*Les premières restaurations de taillis sur le cantonnement de Virton ont maintenant 10 ans. Réalisées dans la vallée de Laclairéau dans un but premier de conservation de la nature, en l'occurrence la conservation de la population locale de gélinotte des bois (*Bonasia bonasia*), elles ont marqué une rupture avec la politique de conversion des taillis et taillis-sous-futaie en futaie menée depuis plus de 50 ans. Depuis, l'expérience accumulée a conduit le cantonnement de Virton à envisager la restauration de 150 ha de taillis-sous-futaie dans les bois communaux de Meix devant Virton à l'occasion de la révision des aménagements forestiers, soit près de 10 % de la surface soumise à l'aménagement.*

Rencontre avec le chef de cantonnement de Virton, Bernard Van Doren.

(Interview réalisée par Patrick Verté)

Comment se présentent les bois communaux de Meix ?

Il s'agit essentiellement d'un massif feuillu situé sur la cuesta sinémurienne, sur sable et grès calcaire donc, traversé par les vallées de la Chevratte et du Lamframba, rivières à l'origine d'une proportion importante de sols pentus : un peu plus de 200 ha (12,5 %) de forêts se trouvent sur des pentes moyennes à fortes (>15°). Ces forêts de versant, des chênaies-charmaies pour l'essentiel, étaient gérées jusqu'à la fin des années 1940 en taillis-sous-futaie. Dans le cadre d'une politique générale de conversion vers la futaie, ces anciens taillis-sous-futaie n'ont plus connu de coupe de taillis depuis plus de 60 ans tandis que la réserve était progressivement enrichie, essentiellement en chênes, parfois en hêtre.

Comment en est-on arrivé à envisager de restaurer des taillis-sous-futaie ?

Dans le cas de Meix, le raisonnement qui mène à la restauration d'importantes surfaces de taillis-sous-futaie est à la fois économique, sylvicole et biologique. Ces restaurations ne concernent ici que les forêts de pente, sur des sols souvent sableux (texture Z à la carte des sols). Du fait de la pente, la couverture de limon s'est érodée, ce qui rajoute aux difficultés d'exploitation mécanisée une texture sableuse où la plupart des essences de production sont en exclusion au fichier écologique des essences. Seul le pin sylvestre est en optimum tandis que le mélèze d'Europe est en tolérance. En cas de plantations de pins sylvestres, sur base d'une révolution de 100 ans et de plantations à 2.500 plants / ha, le taux interne de rentabilité attendu tourne autour de 0,5 à 1 % selon le prix du bois pour 320 m³ de bois par hectare. En taillis-sous-futaie, sur base d'un investissement nul, d'une coupe du taillis tous les 36 ans fournissant 200 à 250 stères de bois énergie entre 5 et 10 € le stère vendu sur pied, le taux interne de rentabilité attendu avoisine les 2 %.

Et en pratique, cela s'est confirmé ?

Du point de vue économique, jusqu'à présent les lots de bois de chauffage ont trouvé acquéreurs sans problème, à des prix plus élevés qu'initialement prévu grâce au renchérissement du pétrole : actuellement on est entre 10 et 15 € le stère. Notez que le réseau de chemin permet le plus souvent une vidange aisée par le bas de la pente.

Mais cette coupe de taillis délivre davantage que 36 ans d'accroissement...

Effectivement, le taillis avait été coupé pour la dernière fois il y a plus de 50 ans. Ce qui a une autre conséquence : les souches ne rejettent plus et on risque, dans un contexte général d'appauvrissement de la diversité en essences des forêts feuillues, de perdre le charme de nos taillis-sous-futaie.

Alors que cette essence fournit le bois de chauffage le plus réputé...

Pour permettre au taillis-sous-futaie de repartir sur de bonnes bases, il est donc indispensable de régénérer le charme. Ce qui oblige à travailler par bandes étroites, de 20 à 25 m de large, de manière à fournir à cette essence sciophile des conditions ombragées favorables à son établissement par semis et la préserver de la concurrence des espèces plus héliophiles, comme le bouleau ou la ronce. Le charme sème par ailleurs très tard, au cours de l'hiver. Pour réussir son semis, il faut donc avoir un peuplement âgé de charme sous le vent maintenu l'hiver pour ensemer la bande créée par la coupe de bois de taillis. Les vents dominants étant orientés ouest – sud/ouest chez nous, c'est en fonction de leur orientation que les coupes de taillis sont délimitées sur le terrain.

Ne perd-on pas alors de l'intérêt des coupes de taillis pour la biodiversité ?

Lorsque l'on voulait travailler uniquement pour la biodiversité, on a effectué des coupes de 1 ha de manière à avoir un ensoleillement suffisant. On est ici dans un compromis entre l'impératif sylvicole de restaurer le taillis-sous-futaie en régénérant le charme et l'intérêt de

la conservation de la biodiversité propre aux ouvertures en forêt. C'est aussi ce qui permet d'envisager de restaurer du taillis-sous-futaie sur 10 % de la propriété quand la circulaire biodiversité ne prévoit un objectif minimum que de 2 % pour les réserves dirigées.

Par ailleurs, 4-5 ans après la coupe, on a obtenu un beau semis de charme et on a pu procéder à la coupe suivante, éventuellement adjacente. Une fois le charme réimplanté et à même de régénérer de souche, on pourra prévoir des coupes de plus grande surface.

Les restaurations de taillis ne sont par ailleurs pas les seules actions menées en faveur des espèces des milieux ouverts forestiers. Les réouvertures de fonds de vallée permettent de relier entre elles les différentes coupes.

150 ha de taillis sur 36 ans font 4 ha ou 800 à 1.000 stères par an. La population de la commune peut-elle absorber tout ce bois de chauffage ?

Non, la demande locale en bois de chauffage n'est pas extensible à l'infini, d'autant plus que le taillis se rajoute aux premières éclaircies dans les jeunes perchis et aux houppiers. C'est pourquoi le cantonnement de Virton a essayé de vendre cet automne un lot de taillis en vente marchande. Avec un bon résultat puisque cette coupe de 90 m³ de taillis est partie à 33,50 € du m³, avec une exploitation mécanisée possible (plateau).

Quid de la réserve ?

Elle est gérée en même temps que la futaie voisine. Approximativement 20 arbres sont conservés par hectare, essentiellement des chênes.

Sur la vallée du Lamframba, on retrouve différents types de gestion côte à côte, du fond de vallée réouvert à la réserve intégrale. Comment se décide l'affectation d'une zone ?

Au niveau du fond de vallée, la partie réouverte correspond à d'anciens prés de fauche qui avaient été plantés en épicéas après guerre. Elle est actuellement gérée par pâturage extensif par des bœufs dans le cadre du projet « bœuf des prairies gaumaises ». La limite avec la partie de forêt alluviale correspond à la limite de la forêt ancienne sur la carte de Ferraris.

Au niveau des versants, le choix de la localisation de la réserve intégrale comprise dans les 3 % prévus par le code forestier s'est basé

sur des critères d'accessibilité (absence de chemin), d'opportunité (protection d'un captage situé au bas du versant) et d'occupation historique du sol (anciennes forêts).

Dans le cas des aménagements de Meix, la valorisation économique des taillis-sous-futaie restaurés se base essentiellement sur la valorisation en bois énergie des coupes de taillis, lequel taillis est dominé par le charme, essence fournissant un des meilleurs bois de feu. Une autre option a par exemple été suivie en Allemagne, dans le Land de Baden-Württemberg, où la restauration du taillis-sous-futaie passe par la réserve, en l'occurrence ± 30 merisiers, traités en arbres objectifs et élagués sur branches vertes.

Cette piste pourrait être suivie en réservant dans les abondantes brosses de semis

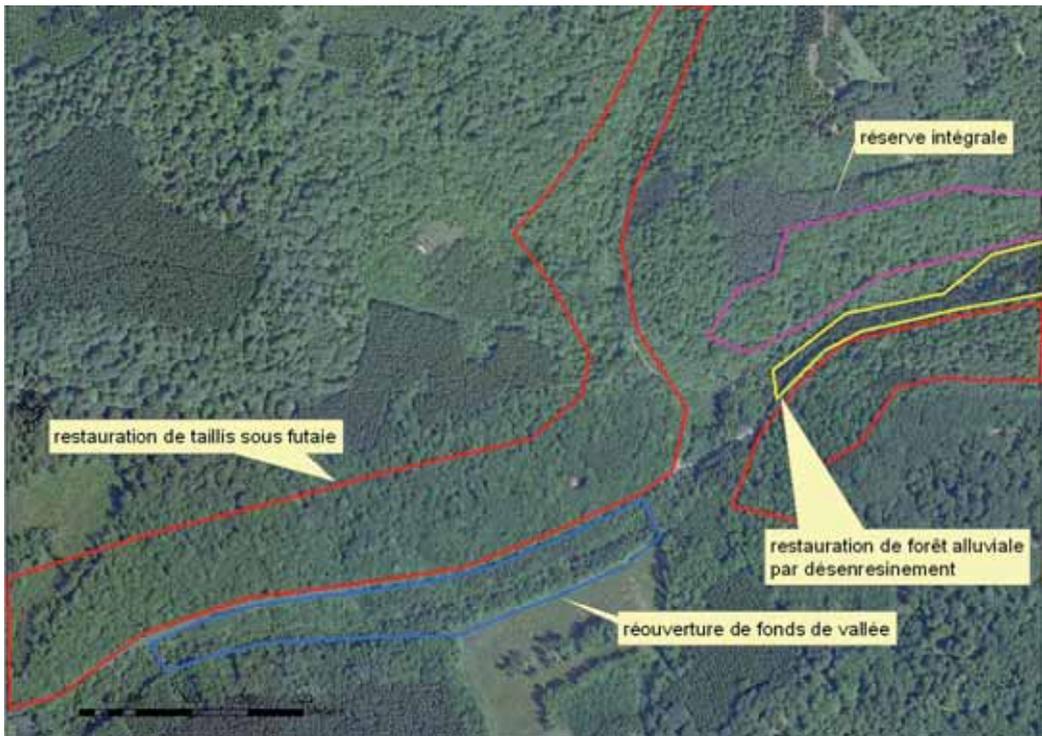


Figure 1 – Localisation des différents types d'usages sur la vallée du Lamframba.

Auteur : Patrick Verté

de charme quelques pieds d'essences héliophiles dont le couvert léger permettrait le maintien du taillis de charme : bouleau, mélèze, pin sylvestre, voire érable sycomore ou plane.

Au niveau du taillis-sous-futaie, deux grands cas de figure sont rencontrés en Région wallonne : des chênaies-charmaies climaciques en position de plaine ou plateau, sur sols argileux hydromorphes ou des chênaies-charmaies / chênaies-boulaies de substitution, sur versants, en Ardenne ou en Lorraine. En Ardenne, ce sont souvent les anciens taillis de chênes et bouleaux qui occupent les versants. Dans quelle mesure l'expérience de Meix-devant-Virton y est-elle transposable ? Le sol

plus acide limite le charme en Ardenne, qui n'est souvent présent que sur les colluvions de bas de versants. Le choix en essences résineuses est également plus vaste en Ardenne, les sols sableux de la première cuesta interdisant l'épicéa et le douglas en cas de texture « Z ».

Grâce à ce retour au régime du taillis-sous-futaie, caractérisé par des ouvertures temporaires à assiette mobile, bon nombre d'espèces animales et végétales pourront être conservées sur le long terme. Cette conservation sera d'autant plus efficace que ces ouvertures temporaires seront reliées par le couloir de circulation offert par le fond de vallée dégagé.



Site 1. Vue avant restauration



Site 2. Vue de suite après la coupe



Site 3. Vue 4 ans après la coupe



Brosse de semis de charme

Photos : Patrick Verté

Bibliographie

Cette liste de références dresse un large panel d'ouvrages généraux et de publications scientifiques plus précises relatives à la biodiversité forestière liée aux milieux ouverts, aux lisières et aux vieilles forêts. Ces références sont classées par sujet, afin de faciliter les recherches d'informations.

Gestion forestière et biodiversité

- Asaël, S., Messant, D., Reinbold, G., Genot, P. & Thinnes, M., 2007. Biodiversité et gestion forestière. Des conseils simples pour une gestion durable de notre patrimoine. Interreg IIIB ENO.
- Attiwill, P.-M., 1994. The disturbance of forest ecosystems : the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management* 63, 247-300.
- Auquière, P., Baar, F. & Van Driessche, I., 2008. Sylviculture Pro Silva, sylviculture proche de la nature. Aménagement et gestion, quels sont les besoins ? *Forêt wallonne* 93, 3-8.
- Baar, F., Auquière, P., Balleux, P., Barchman, G., Debois, C., de Wouters, P., Graux, G., Letocart, M. & Van Driessche, I., 2008. Sylviculture Pro Silva : définitions, objectifs et mesures sylvicoles préconisées. *Forêt wallonne* 95, 10-25.
- Bailey, S., 2007. Increasing connectivity in fragmented landscapes : An investigation of evidence for biodiversity gain in woodlands. *Forest Ecology and Management* 238, 7-23.
- Bailey, S., Haines-Young, R. H. & Watkins, C., 2002. Species presence in fragmented landscapes : modelling of species requirements at the national level. *Biological Conservation* 108, 307-316.
- Barbaro, L., Pontcharraud, L., Vetillard, F., Guyon, D. & Jactel, H., 2005. Comparative responses of bird, carabid, and spider assemblages to stand and landscape diversity in maritime pine plantation forests. *Ecoscience* 12, 110-121.
- Bengtsson, J., Nilsson, S. G., Franc, A. & Menozzi, P., 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management* 132, 39-50.
- Blerot, P., Van Driessche, I. & Auquière, P., 2006. La sylviculture Pro Silva, un atout économique pour l'administration forestière. *Forêt wallonne* 85, 38-42.
- Branquart, E. & Liégeois, S. 2005. Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier. Complément à la circulaire n° 2619 du 22 septembre 1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier. Ministère de la Région wallonne, DGRNE, Jambes. 86 p.
- Branquart, E., Noiret, O. & Lecomte, H., 2007. Les milieux forestiers. In : Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007, Ministère de la Région wallonne, Cellule de l'Etat de l'Environnement wallon, Namur, p. 1-736.
- Breman, P., 1993. Approche paysagère des actions forestières. Guide à l'usage des per-

- sonnels techniques de l'ONF. Cemagref-ONF, 76 p.
- Buckley, J.P. (ed), 1992. Ecology and management of coppice woodlands, Chapman & Hall, 336 p.
- Carbiener D., 1995. Les arbres qui cachent la forêt : la gestion forestière à l'épreuve de l'écologie. Edisud, 243 p.
- Chevalier, H., 2008. Evaluer le coût de pratiques sylvicoles en faveur de la biodiversité forestière. Mémoire de fin d'études, Agro-ParisTech, Cemagref, 120 p.
- Commission européenne, 2003. Natura 2000 et les forêts : défis et opportunités – guide d'interprétation. Bruxelles, 113 p.
- Cossalter, C. & Pye-Smith, C., 2003. Fast-Wood Forestry. Myths and Realities. CIFOR Bogor, Indonesia.
- Dassonville, N., 2001. L'expression du stock grainier dans les coupes à blanc de plantations d'épicéas en Région wallonne et son intérêt pour la conservation de la biodiversité. Travail de fin d'étude, Université Libre de Bruxelles, 125 p. + annexes.
- De Paul, M.-A. & Bailly, M., 2005. A propos de la pression exercée par les pneus, chenilles et sabots. Forêt wallonne 78, 21-33.
- De Paul, M.-A. & Bailly, M., 2005. La compaction des sols forestiers. Définition et principes du phénomène. Forêt wallonne 76, 39-47.
- De Paul, M.-A., Bailly, M. & Heyninck, C., 2009. Le cloisonnement d'exploitation pour préserver les sols forestiers. Forêt wallonne 101, 30-41.
- Decker, M., 1986. La tannerie et les taillis à écorces dans le canton de Wiltz (Luxembourg). Parcs nationaux 41, 69-77.
- Delvaux, A., 1998. Espèces sensibles cherchent mise à blanc d'accueil. Forêt wallonne 34, 11-17.
- Du Bus de Warnaffe, G., 2004. Impact des systèmes sylvicoles ardennais sur la biodiversité. Forêt wallonne 73, 48-56.
- Du Bus de Warnaffe, G., 2000. Protection de la biodiversité dans les systèmes agricoles et forestiers : un essai d'analyse. Parcs et Réserves 55, 10-17.
- Du Bus de Warnaffe, G. & Devillez, F., 2002. Quantifier la valeur écologique des milieux pour intégrer la conservation de la nature dans l'aménagement des forêts : une démarche multicritères. Annals of Forest Sciences 59, 369-387.
- DGRNE, 1998. Circulaire n° 2633 visant à la réglementation des amendements en forêts soumises.
- Ehrlich, P. R., 1996. Conservation in temperate forests : what do we need to know and do ? Forest Ecology and Management 85, 9-19.
- Faith, D. P., Walker, P. A., Ive, J. R. & Belbin, L., 1996. Integrating conservation and forestry production : exploring trade-offs between biodiversity and production in regional land-use assessment. Forest Ecology and Management 85, 252-260.
- Fenger, M., 1996. Implementing biodiversity conservation through the British Columbia Practices Code. Forest Ecology and Management 85, 67-77.
- Ferris, R. & Humphrey, J. W., 1999. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. Forestry 72, 313-327.
- Forest Innovations, 1999. Evolution of forest quality. Towards a landscape scale assessment. WWF – IUCN, Gland.
- Franklin, A. & Leentjes, V. (eds), 2001. Forest biological diversity. Inventory of EU policy and positions in multilateral agreements. Information document prepared by the Belgian Presidency on behalf of the European Community and its Member States. Royal Belgian Institute of Natural Sciences.
- Fuller, R. J. & Peterken, G. F., 1995. Woodland and scrub. In : Sutherland, W. J. & Hill, D. A. (eds), Managing habitats for conservation. Cambridge University Press, p. 327-361.

- Fuller R. J. & Warren M.S., 1993. Coppiced woodlands : their management for wildlife. Joint Nature Conservation Committee, 34 p.
- Gamborg, C. & Larsen, J. B., 2003. "Back to nature" - a sustainable future for forestry ? *Forest Ecology and Management* 179, 559-571.
- Génot, J.-C., 2000. Conservation de la nature : gérer les espèces ou les habitats? Le cas du parc naturel régional des Vosges du Nord, réserve de la biosphère. *Le courrier de l'environnement* 39, 1-9.
- Gérard, E., 2008. 2008, le nouveau code forestier. *Forêt wallonne* 96, 35-67.
- Gosselin, M. & Laroussinie, O., 2004. Biodiversité et gestion forestière : connaître pour préserver. Coll. Études du Cemagref, série Gestion des territoires n° 20, 416 p.
- Green, T., 2001. Ecological and socio-economic impacts of close-to-nature forestry and plantation forestry : a comparative analysis. *EFI Proceedings*.
- Groenendijk, D. & Wolterbeek, T., 2001. Bosranden en bosplantsoenen. In : *Praktisch Natuurbeheer : Vlinders en libellen*, p. 83-107. KNNV, Utrecht.
- Halkka, A., Lappalainen, L. & Karjalainen, H. (ed.), 2001. La protection des forêts en Europe. Rapport WWF, Paris, 36 p.
- Harmer, R. & Howe, J., 2003. The silviculture and management of coppice woodland, Forestry Commission, Edinburgh.
- Hartley, M. J., 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management* 155, 81-95.
- Heyninck, C., 2006. Subventions à la régénération : nouvel arrêté pour les forêts privées. *Forêt wallonne* 84, 55-57.
- Khanina, L. G., Bobrovsky, M. V., Karjalainen, T. & Komarov, A. S., 2001. A review of recent projects on forest biodiversity investigations in Europe including Russia. European Forest Institute, Internal report n° 3, 65 p.
- Landmann G., Gosselin, F. & Bonhême, I., 2009. Bio2. Biomasse et biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles. MEEDDM - Ecofor, p. 1-210.
- Lecomte, H. & Laurent, C., 1999. L'inventaire des ressources forestières de Wallonie, un outil d'évaluation de la gestion durable. *Forêt wallonne* 43, 16-22.
- Lecomte, H., Koestel, G. & Rondeux, J., 2002. La gestion forestière durable en Région wallonne, intégration d'indicateurs appropriés à l'inventaire permanent. *Les Cahiers Forestiers de Gembloux* 27.
- Liesse, D. & Delvingt, W., 2001. Etude et mise au point de techniques forestières permettant d'améliorer la biodiversité. FUSAGx, Gembloux, 65 p.
- Lindenmayer, D. B., 1999. Future directions for biodiversity conservation in managed forests : indicator species, impact studies and monitoring programs. *Forest Ecology and Management* 115, 277-287.
- Lindenmayer, D. B., Margules, C. R. & Botkin, D. B., 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14, 941-950.
- LSPN, 1995. La lisière, une zone frontière riche en espèces. Guide pour l'amélioration écologique des lisières.
- Malcolm, D. C., Mason, W. L. & Clarke, G. C., 2001. The transformation of conifer forests in Britain - regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management* 151, 7-23.
- Noirfalise, A. & Vanesse, R., 1975. Conséquences de la monoculture des conifères pour la conservation des sols et pour le bilan hydrologique. Association des Espaces verts, Bruxelles, 44 p.
- Noss, R. F., 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity : a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* 115, 135-146.

- Norton, T. W., 1996. Conservation of biological diversity in temperate and boreal forest ecosystem. *Forest Ecology and Management* 85, 1-7.
- Parviainen, J., 2003. Editorial. Introduction : maintaining forest biodiversity-intentions and reality. *Journal of Environmental Management* 67, 3-4.
- Peterken, G. F., 1996. Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions, Cambridge University Press, 540 p.
- Rameau, J.-C., Gauberville, C. & Drapier, N., 2000. Gestion forestière et diversité biologique : identification et gestion intégrée des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Wallonie et Grand-Duché de Luxembourg).
- Quine, C. & Humphrey, J., 2003. The future management of plantation forests for biodiversity. In : Humphrey, J., Ferris, R., & Quine, C. (eds), *Biodiversity in Britain's planted forests*. Forestry Commission, Edinburgh, p. 103-113.
- Saintenoy-Simon, J., 1999. Mesures à prendre dans les réserves naturelles forestières. *Parcs et Réserves* 54, 5-12.
- Schütz, J.-P., 2001. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management* 151, 87-94.
- Spies, T. A. & Turner, M. G., 1999. Dynamic forest mosaics. In : Hunter, M.L. (ed.), *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*, Cambridge University Press, p. 95-160.
- Vallauri, D. & Poncet, L., 2002. La protection des forêts en France. Indicateurs 2002. WWF France, Paris, rapport scientifique, 100 p. + annexes.
- Vallauri, D., 2000. Recréer les forêts ? Une vision écologique pour soutenir une stratégie de restauration après les tempêtes. WWF-France, Paris, 24 p.
- van der Horst, D. & Gimona, A., 2005. Where new farm woodlands support biodiversity action plans : a spatial multi-criteria analysis. *Biological Conservation* 123, 421-432.
- Veling, K., Smit, J. & Siebering, V., 2004. Bosrandbeheer voor vlinders en andere ongewervelden, KNNV, De Vlinderstichting en EIS Nederland.
- Yrjölä, T., 2002. Forest management guidelines and practices in Finland, Sweden and Norway. European Forest Institute, Internal report n° 11, 46 p.

Lisières

- Branquart, E., Doucet, J.-L., Liesse, D., Skelton, E., Jeanmart, P. & Delvingt, W., 2001. Quelle biodiversité pour nos lisières forestières ? *Parcs et Réserves* 56, 26-33.
- Breman, P., 2004. Les lisières forestières. Le pourquoi et le comment des interventions en faveur du paysage. *Rendez-vous techniques ONF n° 4*, 57-64.
- Bunnell, F. L., & Huggard, D. J., 1999. Biodiversity across spatial and temporal scales : problems and opportunities. *Forest Ecology and Management* 115, 113-126.
- Chacoff, N. P., & Aizen, M. A. 2006 Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. *Journal of Applied Ecology*, 43, 18-27.
- Chacoff, N., Aizen, M., Aschero, V., 2008. Proximity to forest edge does not affect crop production despite pollen limitation. *Proceedings of the Royal Society B* 275, 907-913.
- Crémer, S., Branquart, E., Ledant, J.-P. & Luxen, P., 2009. Les lisières agroforestières. Collection AGRINATURE n°5, SPW, DGARNE, 206 p.
- Doucet, J.-L. & Delvingt, W., 1998. Recherche sur l'intérêt patrimonial des lisières forestières et de leur gestion en zone 5b.

- Rapport final d'activités, FUSAGx-DNF, 80 p.
- Fautsch, M. & Vandevyvre, X., 2003. La lisière forestière : un potentiel d'accueil pour la biodiversité en Ardenne. *Parcs et Réserves* 58, 42-46.
- Fry, G. & Sarlöv-Herlin, I., 1997. The ecological and amenity functions of woodland edges in the agricultural landscape; a basis for design and management. *Landscape Urban Plann.* 37, 44-55.
- Jeanmart, P., Doucet, J.-L. & Delvingt, W., 1998. Vers une meilleure gestion des lisières forestières. Ministère de la Région Wallonne, Jambes, 28 p.
- Luken, J.O., Hinton, A.C. & Baker, D.G., 1991. Forest edges associated with powerline corridors and implications for corridor siting. *Landscape and Urban Planning* 20 (4), 315-324.
- Moës, P., 2001. "Hedge laying", restauration de haies et de lisières forestières. *Forêt wallonne* 51, 19-21.
- Murcia, C., 1995. Edge Effects in Fragmented Forests - Implications for Conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10(2), 58-62.
- Forêt primaire, pâturage en forêt et évolution des paysages**
- Adams, S. N., 1975. Sheep and cattle grazing in forests, a review. *Journal of Applied Ecology*, 12, 143-152.
- Antonsson, K. & Jansson, N., 2001. Ancient trees and their fauna and flora in the agricultural landscape in the County of Östergötland. In : Read, H. et al (eds), *Tools for preserving woodland biodiversity. The Nature Conservation Experience Exchange – NACONEX*, p. 37-41.
- Birks, H. J. B., 2005. Mind the gap : how open were European primeval forests ? *Trends in Ecology & Evolution* 20, 154.
- Bunzel-Drüke, M., Drüke, J. & Vierhaus, H., 1995. Wald, Mensch und Megafauna. Gedanken zur holozänen Naturlandschaft in Westfalen. *LÖBF-Mitteilungen*, 4/95, 43-51.
- Christensen, M. & Emborg, J., 1996. Biodiversity in natural versus managed forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 85, 47-51.
- Devillez, F. & Delhaise, C., 1991. Histoire de la forêt wallonne face à l'agriculture, des origines à nos jours. *Forêt wallonne*, 13, 2-12.
- De Vuyst-Hendrix, L.-M., 1976. Une tradition qui eut la vie dure : le pâturage en forêt. *Parcs nationaux*, 31 (2), 123-129.
- Feremans, N., 2004. Gestion de l'espace rural, nature et paysage en Wallonie, *Etudes et Documents CPDT 5*, Ministère de la Région wallonne, Namur, 193 p.
- Fuller, R. J. & Warren, M. S., 1991. Conservation management in ancient and modern woodlands : response of fauna to edges and rotations. In : Spellerberg, I. F., Goldsmith, F. B. & Morris, M. G. (eds), *The scientific management of temperate communities for conservation*. Oxford, Blackwell scientific publications, p. 445-471.
- Gerken, B. & Sonnenburg, H., 2002. Landscape development and species protection in woodlands, forests and pastures using large herbivores. In : Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken, U. & Schröder, E. (eds), *Pasture landscapes and nature conservation*. Springer, Berlin, Heidelberg, New-York, p 285-301.
- Gilg, O., 2004. Forêts à caractère naturel : caractéristiques, conservation et suivi. *Collection Gestion des milieux et des espèces, Atelier technique des espaces naturels, cahiers techniques n°74*, 96 p.
- Johnson, C. N., 2009. Ecological consequences of Late Quaternary extinctions of megafauna. *Proceedings of the Royal Society B* 276, 2509-2519.

- Kirby, K. J., Thomas, R. C., Key, R. S., Mac Lean, I. F. G. & Hodgetts, N., 1995. Pasture-woodland and its conservation in Britain. *Biological Journal of the Linnean Society*, 56 (suppl. A), 135-153.
- Kuiters, A. T., 1996. Begrazing van bossen door hoefdieren. Vijf jaar bosbegrazingsonderzoek op de Veluwe zandgronden. *Bosbouwvoorlichting* 35(7), 93-96
- Küster, H. & Keenleyside, C., 2009. The origin and use of agricultural grasslands in Europe. In : Veen, P. et al. (eds), *Grasslands in Europe of high nature value*, p. 9-14.
- Mitchell, F. J. G., 2005. How open were European primeval forests? Hypothesis testing using palaeoecological data. *Journal of Ecology* 93, 168-177.
- Mitchell, R. J., Palik, B. J. & Hunter, M. L. J., 2002. Natural disturbance as a guide to silviculture. *Forest Ecology and Management* 155, 315-317.
- Noirfalise, A., 1989. Les parcours pastoraux de l'Ardenne sous l'Ancien Régime. *Colloques phytosociologiques. XVI. Phytosociologie et pastoralisme*, Paris (1988), p. 241-247.
- Peterken, G. F., 1996. *Natural woodland : ecology and conservation in Northern temperate regions*. Cambridge University Press.
- Pienkowski, W. & Bignal, E. M., 2000. The historical and contemporary importance of herbivores for biodiversity. In : *Préserver la biodiversité par le pâturage extensif*. Colloque de Paris - La Villette / Sacy-le-Grand, 22 et 23 juin 1999, p. 27-37.
- Pott, R., 1996. *Biotoptypen. Schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen*. E. Ulmer Verlag, Stuttgart, 448 p.
- Pott, R. & Hüppe, J., 1991. *Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Münster*, 53 (1/2), 313 p.
- Pryor, S. N., Curtis, T. A. & Peterken, G. F., 2002. Restoring plantations on ancient woodland sites. *The Woodland Trust*, 32 p.
- Puttman, R. J., 1986. *Grazing in temperate ecosystems. Large herbivores and the ecology of the New Forest*. Croom Helm, London, 210 p.
- Rackham, O., 2003. *Ancient Woodland. Its history, vegetation and uses in England*, Castlepoint Press, 624 p.
- Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken, U. & Schröder, E. (eds). *Pasture landscapes and nature conservation*. Springer, Berlin, Heidelberg & New-York, 435 p.
- Rose, F., 1976. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In : Brown, D. H., Hawksworth, D. L. & Bailey, R. H., eds., *Lichenology : progress and problems*. Systematics Association, Special Volume n° 8, p. 279-307. London, Academic Press.
- Rozenberger, D. & Diaci, J., 2003. Comparative study of gap-phase regeneration in managed and natural beech forest in different parts of Europe. Report 21 of the Nat-Man Project, European Commission.
- Svenning, J.-C., 2002. A review of natural vegetation openness in north-western Europe. *Biological Conservation* 104, 133-148.
- Svenning, J.-C. & Skov, F., 2005. The relative role of environment and history as controls of tree species composition and richness in Europe. *Journal of Biogeography* 32, 1019-1033.
- Tallier, P.-A., 1998. L'histoire de la forêt belge contemporaine : fin du XVIIIe siècle à 1914. Pour une approche globale du patri-moine forestier. *Silva belgica* 105, 7-16.
- Tubbs, C. R., 2001. *The New Forest history, ecology & conservation*. New Forest ninth Century Trust, New Forest Museum, Lyndhurst, 400 p.
- Van Wieren, S. E., 1995. The potential role of large herbivores in nature conservation and extensive land use in Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 56 (suppl. A), 11-23.

- Vera, F. W. M., 2000. Grazing ecology and forest history. Owon, UK, CABI publishing, 506 p.
- Wesolowski, T., 2005. Virtual conservation : How the european union is turning a blind eye to its vanishing primeval forests. *Conservation Biology* 19 (5), 1349-1358.
- Wirth, V., 1995. Die Flechten Baden-Württembergs. E. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1008 p.

Perturbations

- Bouget, C. & Duelli, P., 2004. The effect of windthrow on forest communities : a literature review. *Biological Conservation* 118, 281-299.
- Fischer, A. (ed.), 1998. The development of biotic communities after windthrow. Ecomed, Landsberg.
- Nageleisen, J.-M., Piou, D., Saintonge, F.-X. & Riou-Nivert, P., 2010. La santé des forêts. Maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention, Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, DSF / IDE, 608 p.
- Niemelä, J., 1999. Management in relation to disturbance in the boreal forest. *Forest Ecology and Management* 115, 127-134.
- Wilhelm, G. J. & Watheis, W., 2005. Première évaluation sylvicole d'une régénération spontanée après la tempête de 1990. *Forêt wallonne* 78, 47-56.
- Wohlgemuth, T., Bürgi, M., Scheidegger, C. & Schülz, M., 2002. Dominance reduction of species through disturbance - a proposed management principle for central European forests. *Forest Ecology and Management* 166, 1-15.
- Zackrisson, O., 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. *Oikos* 29, 22-32.

Gestion des milieux ouverts

- Anonyme, 2005. Lande de Streupas. Université de Liège et les Amis du domaine du Sart Tilman, 28 p.
- Delescaille, L.-M., 2000. Considérations sur la gestion conservatoire des écosystèmes prairiaux dans les réserves naturelles. *Parcs et Réserves* 55, 2-10.
- Duran, V. & Devillez, F., 1995. Etude d'incidences de projets autoroutiers et ferroviaires. Méthodologie d'évaluation de l'impact sur la végétation des forêts et des haies. *Belgian Journal of Botany* 128, 106-116.
- Ghiette, P., Frankard, P. & Schumacker, R., 1995. Le plan de gestion de la réserve naturelle des Hautes-Fagnes. Documents de la Station scientifique des Hautes-Fagnes 22, 11-18.
- Goffart, P. & Waeyenbergh, M., 1995. Gestion des fonds de vallée ardennais et conservation des populations de papillons diurnes : vers une remise en question de la gestion traditionnelle ? *Les Cahiers des Réserves naturelles RNOB* 8, 45-56.
- Poschlod, P., Baumann, A. & Karlik, P., 2009. Origin and development of grasslands in Central Europe. In : Veen, P. et al. (eds), *Grasslands in Europe of high nature value*, p. 15-25.
- Verté, P., 2000. Les argiles blanches, une chance pour la multifonctionnalité de nos forêts ? *Parcs et Réserves* 55, 37-39.

Papillons

- Anthes, N., Fartmann, T., Hermann, G. & Kaule, G., 2003. Combining larval habitat quality and metapopulation structure - the key for successful management of pre-alpine *Euphydryas aurinia* colonies. *Journal of Insect Conservation* 7, 175-185.
- Baz, A. & Garcia-Boyero, A., 1995. The effects of forest fragmentation on butterfly

- communities in central Spain. *Journal of Biogeography* 22, 129-140.
- Beněš, J., Čížek, O., Dovala, J. & Konvička, M., 2006. Intensive game keeping, coppicing and butterflies : The story of Milovický Wood, Czech Republic. *Forest Ecology and Management* 237 (1-3), 353-365.
- Bink F. A., 1992. *Ecologische atlas van de dagvlinders van Noordwest-Europa*. Schuyt & Co Uitgevers, Harlem.
- Bulman, C., 2007. Managing woodlands for butterflies and moths. *Quarterly journal of forestry* 101, 29-37.
- Cizek, O. & Konvicka, M., 2005. What is a patch in a dynamic metapopulation ? Mobility of an endangered woodland butterfly, *Euphydryas maturna*. *Ecography* 28, 791-800.
- Dover, J. W. & Fry, G. L. A., 2001. Experimental simulation of some visual and physical components of a hedge and the effects on butterfly behaviour in an agricultural landscape. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100, 221-233.
- Feber, R. E., Brereton, T. M., Warren, M. S. & Oates, M., 2001. The impacts of deer on woodland butterflies : the good, the bad and the complex. *Forestry* 74, 271-276.
- Fichefet, V., 2006. Plein phare sur nos papillons forestiers. *Echo des réserves* 2, 9-11.
- Fichefet, V., Barbier, Y., Bagnée, J.-Y., Dufrière, M., Goffart, P., Maes, D. & Van Dyck, H., 2008. Papillons de jour de Wallonie (1985-2007). Publication du Groupe de Travail Lépidoptères *Lycaena* et du Département de l'Etude du Milieu Naturel et Agricole, Service Public de Wallonie, Série « Faune-Flore-Habitat », n°4, Gembloux, 320 p.
- Freese, A., Benes, J., Bolz, R., Cizek, O., Dolek, M., Geyer, A., Gros, P., Konvicka, M., Liegl, A. & Stettmer, C., 2006. Habitat use of the endangered butterfly *Euphydryas maturna* and forestry in Central Europe. *Animal conservation* 9, 388-397.
- Goffart, P., 1998. Quel avenir pour les papillons de jour en forêt wallonne? Constat du déclin et mesures de restauration préconisées. In : Santé et biodiversité en forêt wallonne, Ministère de la Région wallonne, DGRNE., Namur, Travaux n° 20, 167-180.
- Goffart, P., Bagueette, M., Dufrière, M., Mousson, L., Nève, G., Sawchik, J., Weiserbs, A. & Lebrun, P., 2001. Gestion des milieux semi-naturels et restauration de populations menacées de papillons de jour. Ministère de la Région wallonne, DGRNE, Namur, Travaux n° 25, 1-125.
- Gorissen, D., Merckx, T., Vercoutere, B. & Maes, D., 2004. Verandered bosgebruik en dagvlinders. Waarom verdwenen dagvlinders uit bossen in Vlaanderen ? *Landscap* 21.
- Goffart, P. & Waeyenbergh, M., 1995. Gestion des fonds de vallée ardennais et conservation des populations de papillons diurnes : vers une remise en question de la gestion traditionnelle ? *Les Cahiers des Réserves naturelles RNOB* 8, 45-56.
- Greatorex-Davies, J. N., Sparks, T. H., Hall, M. L. & Marrs, R. H., 1993. The influence of shade on butterflies in rides of coniferised lowland woods on southern England and implications for conservation management. *Biological Conservation* 63, 31-41.
- Groupe de travail des Lépidoptéristes, 1987. Les papillons de jour et leurs biotopes. Espèces. Dangers qui les menacent. Protection. Ligue Suisse pour la Protection de la Nature, 512 p.
- Hill, J. K., 1999. Butterfly spatial distribution and habitat requirements in a tropical forest : impacts of selective logging. *Journal of Applied Ecology* 36, 564-572.
- Hill, J. K., Hamer, K. C., Tangah, J. & Dawood, M., 2001. Ecology of tropical butterflies in rainforest gaps. *Oecologia* 128, 294-302.
- Huntzinger, M., 2003. Effects of fire management practices on butterfly diversity in the

- forested western United States. *Biological Conservation* 113, 1-12.
- Inoue, T., 2003. Chronosequential change in a butterfly community after clear-cutting of deciduous forests in a cool temperate region of central Japan. *Entomological Science* 6, 151-163.
- Kuussaari, M., Heliölä, J., Pöyry, J. & Saarinen, K., 2007. Contrasting trends of butterfly species preferring semi-natural grasslands, field margins and forest edges in northern Europe. *Journal of Insect Conservation* 11 (4), 351-366.
- Martel, J. & Mauffette, Y., 1997. Lepidopteran communities in temperate deciduous forests affected by forest decline. *Oikos* 78, 48-56.
- Pollard, E., Woiwod, I. P., Greatorex-Davies, J. N., Yates, T. J. & Welch, R. C., 1998. The spread of coarse grasses and changes in numbers of Lepidoptera in a woodland nature reserve. *Biological Conservation* 84, 17-24.
- Raes, D. & Maes, D., 1995. In het Zoniënbos hebben vlinders een toekomst! *Vlinders* 10, 4-6.
- Schiess, H. & Schiess-Bühler, C., 1997. Dominanzminderung als kologisches Prinzip : eine Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzungen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes in der Nordschweiz. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*, 72 (1), 3-127.
- Schmitt, T., 2003. Influence of forest and grassland management on the diversity and conservation of butterflies and burnet moths (Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea, Zygaenidae). *Animal Biodiversity and Conservation* 26 (2), 51-67.
- Schmitt, T., Varga, Z., Seitz, A., 2000. Forests as dispersal barriers for *Erebia medusa* (Nymphalidae, Lepidoptera). *Basic and Applied Ecology* 1, 53-59.
- Shreeve, T. G. & Mason, C. F., 1980. The number of butterfly species in woodlands. *Oecologia* 45, 414-418.
- Spitzer, K., Novotny, V., Tonner, M. & Leps, J., 1993. Habitat preferences, distribution and seasonality of the butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) in a montane tropical rain forest, Vietnam. *Journal of Biogeography* 20, 109-121.
- Tudor, O., Dennis, R. L. H., Greatorex-Davies, J. N. & Sparks, T. H., 2004. Flower preferences of woodland butterflies in the UK : nectaring specialists are species of conservation concern. *Biological Conservation* 119, 397-403.
- Wahlberg, N., Klemetti, T. & Hanski, I., 2002. Dynamic populations in a dynamic landscape : the metapopulation structure of the marsh fritillary butterfly. *Ecography* 25(2), 224-232.
- Wahlberg, N., Klemetti, T., Selonen, V. & Hanski, I., 2002. Metapopulation structure and movements in five species of checkerspot butterflies. *Oecologia* 130(1), 33-43.
- Waltz, E. M. & Covington, W. W., 2004. Ecological restoration treatments increase butterfly richness and abundance : Mechanisms of response. *Restoration Ecology* 12, 85-96.
- Warren, M. S., 1985. The influence of shade on butterfly numbers in woodland rides, with special reference to the wood white *Leptidea sinapis*. *Biological Conservation* 33, 147-164.

Saproxylisches et autres invertébrés

- Aizen, M. A., & Feinsinger, P., 1994a. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest. *Ecology* 75, 330-351.
- Aizen, M. A., & Feinsinger, P., 1994b. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco

- Serrano." *Ecological Applications* 4, 378-392.
- Lindhe, A., Lindelöw, Å. & Åsenblad, N. 2005 Saproxylic beetles in standing dead wood density in relation to substrate sun-exposure and diameter. *Biodiversity and Conservation* 14 (12), 3033-3053.
- Bouget, C. & Duelli, P., 2004. The effects of windthrow on forest insect communities : a literature review. *Biological Conservation* 118, 281-299.
- Dajoz, R., 1998. Les insectes et la forêt, rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. *Techniques et Documentation*, 594 p.
- Didham, R. K., 1997. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. In : Watt, A. D., Stork, N. E. & Hunter, M. D. (eds), *Forests and Insects*, Chapman and Hall, p. 303-340.
- Dirksen, T. & Mériguet, B., 2009. *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) dans l'Yonne : une nouvelle station menacée (Coleoptera Cetoniidae). *L'entomologiste* 65 (1), 55-59.
- Du Bus de Warnaffe, G. & Lebrun, P., 2004. Effects of forest management on carabid beetles in Belgium : implications for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 118, 219-234.
- Duelli, P., Obrist, M. K. & Fluckiger, P. F., 2002. Forest edges are biodiversity hotspots - Also for Neuroptera. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 48, 75-87.
- Kirby, K. J. & Drake, C. M. (eds), 1992. *Dead wood matters : the ecology and conservation of saproxylic invertebrates in Britain*. Proceedings of a British Ecological Meeting held at Dunham Massey Park. *English Nature*, 105p.
- Chevalier, H., Gosselin, M., Costa, S., Paillet, Y. & Bruciamacchie, M., 2009. Evaluation économique de pratiques favorables à la biodiversité saproxylique : intérêts et limites. *Rendez-vous techniques ONF* n° 25-26, p. 38-44.
- Fayt, P., Dufrêne, M., Branquart, E., Hastir, P., Pontégny, C., Henin, J.-M. & Versteirt, V., 2006. Contrasting responses of saproxylic insects to focal habitat resources : the example of longhorn beetles and hoverflies in Belgian deciduous forests. *Journal of Insect Conservation* 10, 129-150.
- Gardenfors, U. & R. Baranowski, 1992. Beetles living in open deciduous forests prefer different tree species than those living in dense forests. *Entomologisk Tidskrift* 113, 1-11.
- Good, J. A., 1997. The use of macroinvertebrate indicator assemblages for Pan-European habitat conservation of saproxylic communities. In : *Conservation, management and restoration of habitats for invertebrates : enhancing biological diversity*. Proceedings of a conference held in Killarney, Ireland, 26-29 May 1996, Council of Europe, p. 94-101.
- Grove, S. J., 2002. Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33, 1-23.
- Harz, B. & Topp, W., 1999. Deadwood in commercial forest : a source of danger for the outbreak of pest species ? *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 118, 302-313.
- Humphrey, J. W., Hawes, C., Peace, A. J., Ferris-Kaan, R. & Jukes, M. R., 1999. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *Forest Ecology and Management* 113, 11-21.
- Jonsell, M., Weslien, J. & Ehnstrom, B., 1998. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation* 7(6), 749-764.
- Juillerat, L. & Vögeli, M., 2004. *Gestion des vieux arbres et maintien des Coléoptères saproxyliques en zone urbaine et périurbaine*. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel, 20 p.
- Kaila, L., Martikainen, P. & Punttila, P., 1997. Dead trees left in clear-cuts benefit

- saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. *Biodiversity and Conservation* 6 (1), 1-18.
- Kouki, J., Lofman, S., Martikainen, P., Rouvinen, S. & Uotila, A., 2001. Forest fragmentation in Fennoscandia : Linking habitat requirements of wood-associated threatened species to landscape and habitat changes. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16 (suppl. 3), 27-37.
- Laussauce, A., Anselme, P., Lieutier, F. & Bouget, C. In press. Overmature coppices enhance saproxylic beetle biodiversity : a case study in French deciduous forests. *Forest Ecology and Management*.
- Lebrun, P., 1997. La qualité de l'entomofaune forestière. De la théorie aux faits. *Parcs et Réserves* 52, 14-22.
- Lindhe, A., Lindelow, A. & Asenblad, N., 2005. Saproxylic beetles in standing dead wood density in relation to substrate sun-exposure and diameter. *Biodiversity and Conservation*, 14 (12), 3033-3053.
- Ssymank, A., 1991. Die funktionale Bedeutung des Vegetationsmosaiks eines Waldgebietes der Schwarzwaldvorbergzone für blütenbesuchende Insekten - untersucht am Beispiel der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae). *Phytocoenologia* 19(3), 307-390.
- Vallauri, D., André, J. & Blondel, J., 2003. Le bois mort, une lacune des forêts gérées. *Revue forestière française* 55 (2), 3-16.
- Warren, M. S. & Key, R. S., 2011. Woodlands : past, present and potential for insects. In: Collins, N. H. & Thomas, J. A. (eds), *The conservation of insects and their habitats*. 15th Symposium of the Royal Entomological Society of London, p. 155-211. Academic Press, London.
- Wermelinger, B., Duelli, P. & Obrist, M. K., 2003. Windthrow stimulates arthropod biodiversity in forests. In : *Proceedings of the international symposium "Dead wood : a key to biodiversity"*, 29th – 31st May 2003, Mantova, p. 79-82.
- Végétaux supérieurs et épiphytes**
- Butaye, J., Jacquemyn, H. & Hermy, M., 2001. Differential colonization causing non-random forest plant community structure in a fragmented agricultural landscape. *Ecography* 24, 369-380.
- Corney, P. M., Le Duc, M. G., Smart, S. M., Kirby, K. J., Bunce, R. G. H. & Marrs, R. H., 2004. The effect of landscape-scale environmental drivers on the vegetation composition of British woodlands. *Biological Conservation* 120, 491-505.
- Deconchat, M., 2001. Gestion forestière et diversité végétale. Dossier de l'environnement de l'INRA 21, 145-150.
- Degen, T., 2006. Dynamique initiale de la végétation herbacée et de la régénération ligneuse dans le cas de trouées, au sein d'une hêtraie (*Luzulo-Fagetum*). Quels enseignements tirer de la tempête de décembre 1999 dans les Vosges du Nord ? Thèse de Doctorat, Faculté de Sciences, Louvain-la-Neuve.
- Degen, T., Devillez, F. & Jacquemart, A.-L., 2006. Influence des trouées sur la diversité végétale en hêtraie. Cas d'une hêtraie dans les Vosges du Nord. *Forêt wallonne* 81, 8-14.
- Devillez, F., Duran, V. & Renson, Y., 1995. Estimation de la valeur écologique de la végétation forestière et des haies. Application aux études d'incidences. *Belgian Journal of Botany* 128, 95-105.
- Hazell, P. & Gustafsson, L., 1999. Retention of trees at final harvest - evaluation of a conservation technique using epiphytic bryophyte and lichen transplants. *Biological Conservation* 90,133-142.
- Honnay, O., Hermy, M. & Coppin, P., 1999. Nested plant communities in deciduous forest fragments : species relaxation or nested habitats ? *Oikos* 84, 119-129.
- Honnay, O., Hermy, M. & Coppin, P., 1999. Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species

- richness, and implications for conservation and reforestation. *Biological Conservation* 87(1), 73-84.
- Sverdrup-Thygeson, A. & Lindenmayer, D. B., 2003. Ecological continuity and assumed indicator fungi in boreal forest : the importance of the landscape matrix. *Forest Ecology and Management* 174, 353-363.
- Van den Broeck, D., Ertz, D., Van Rossum, F. & Fraiture, A., 2011. Convention d'étude pour l'inventaire des polypores et des lichens des placettes du réseau de suivi extensif de l'état sanitaire des écosystèmes forestiers, Jardin Botanique National de Belgique et Service public de Wallonie, Rapport final, 140 p.
- Weyembergh, G., Godefroid, S., Verroken, J. & Koedam, N., 2003. Een evaluatie van de rijkdom aan plantensoorten van het Brusselse gedeelte van het Zonienwoud, gebaseerd op dertien jaar flora-inventarisatie. *Dumortiera* 81, 57-75.
- Wohlgemuth T., 2002. Environmental determinants of vascular plant species richness in the Swiss alpine zone. In : Körner C., & Spehn E. (eds). *Mountain Biodiversity : a global assessment*. Parthenon P. Group, London, 103-116.
- Gibier**
- Balleux, P. & Van Lerberghe, P., 1999. Lutter contre les dégâts du gibier dans les plantations forestières (I) : Les principaux gibiers responsables de dégâts : leur identification et indices de présence. *Cahier technique n°6, Forêt wallonne* 42, 3-7.
- Bertouille, S., 2008. Dynamique des populations de cerf en Région wallonne. *Forêt wallonne* 94, 56-66.
- Boulanger, V., Baltzinger, C., Saïd, S., Ballon, P., Ningre, F., Picard, J.-F., Dupouey, J.-L., 2010. Deer-mediated expansion of a rare plant species. *Plant Ecology* 212 (2), 1-8.
- Boulanger, V., Baltzinger, C., Saïd, S., Ballon, P., Ningre, F., Picard, J.-F., Dupouey, J.-L., Ranking temperate woody species along a gradient of browsing by deer. *Forest Ecology and Management* 258, 1397-1406
- Cellina, S., 2008. Le nourrissage du sanglier permet-il de réduire les dégâts agricoles ? *Forêt wallonne* 92, 26-31.
- Czaplicki, G. & Dufey, J., 2008. Les sangliers wallons et leur démographie constituent-ils une menace sanitaire réelle pour l'homme et les animaux ? *Forêt wallonne* 94, 35-42.
- Feber, R. E., Brereton, T. M., Warren, M. S. & Oates, M., 2001. The impacts of deer on woodland butterflies : the good, the bad and the complex. *Forestry* 74, 271-276.
- Hodder, K. H., Bullock, J. M., Buckland P.C. & Kirby, K. J., 2005. Large herbivores in the wildwood and in modern naturalistic grazing systems. *English Nature Research Reports*, p. 1-177.
- Licoppe, A., 2008. Cervidés et biodiversité. *Forêt wallonne* 94, 3-17.
- Maréchal, C., 2005. Evaluation de l'impact des populations de sanglier sur la biodiversité. Synthèse bibliographique, vérification de la pertinence des outils législatifs et de gestion. Elaboration d'une méthodologie d'étude de terrain. Rapport final. Région wallonne, Direction de la Coordination de l'Environnement & Université de Liège Unité de recherches zoogéographiques, 1-56.*
- Prévoit, C. & Licoppe, A., 2008. Réflexion quant à la pertinence et aux modalités du nourrissage des ongulés sauvages. *Forêt wallonne* 94, 24-34.
- Putman, R. J. & Moore, N. P., 1998. Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. *Mammal Review* 28, 141-164.
- Tolon, V. & Baubet, E., 2008. L'effet des réserves sur l'occupation de l'espace du sanglier. *Forêt wallonne* 92, 15-25.

Oiseaux

- Avery, M. I. & Leslie, R., 1990. Birds and forestry. London, Poyser, 299 p.
- Baguette, M., Deceuninck, B. & Muller, Y., 1994. Effect of spruce afforestation on bird community dynamics in a native broad-leaved forest area. *Acta Oecologica* 15(3), 275-288.
- Bocca, S., 1999. Biologie, habitat et conservation de la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) en Ardenne : suivi de deux populations dans la région de Bastogne et de Spa. *Aves* 36(1-3), 71-94.
- Brazaitis, G. & Kurlavicius, P., 2003. Green tree retention and bird communities on clearcuts in Lithuania. *Baltic forestry* 9 (2), 63-70.
- Brotans, L. & Herrando, S., 2003. Effect of increased food abundance near forest edges on flocking patterns of Coal Tit *Parus ater* winter groups in mountain coniferous forests. *Bird Study* 50, 106-111.
- Coppée, J.-L., 1999. Les Pies-grièches dans le sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse : analyse de l'évolution récente des effectifs nicheurs et données sur l'habitat et la reproduction. *Aves* 36(1-3), 31-52.
- Deceuninck, B. & Baguette, M., 1991. Avifaune nicheuse de la séquence de l'épicéa *Picea abies* dans la région du Plateau des Tailles (Prov. du Luxembourg). *Aves* 28(4), 189-207.
- DeGraaf, R. M. & Yamasaki, M., 2003. Options for managing early-successional forest and shrubland bird habitats in the northeastern United States. *Forest Ecology and Management* 185(1-2), 179-191.
- Delvaux, A., 1998. Espèces sensibles cherchent mise à blanc d'accueil. *Forêt wallonne* 34, 11-17.
- Ferry, C. & Frochot, B., 1970. L'avifaune nidificatrice d'une forêt de chênes pédonculés en Bourgogne : étude de deux successions écologiques. *La Terre et la Vie* 24, 153-250.
- Ferry, C. & Frochot, B., 1974. L'influence du traitement forestier sur les oiseaux. *Ecologie forestière*. P. Pesson, P., Paris, Gauthier-Villars, p. 309-327.
- Frochot, B., 1987. Synergism in Bird Communities - a Method to Measure Edge Effect. *Acta Oecologica-Oecologia Generalis* 8(2), 253-258.
- Fuller, R.J. & Browne, S., 2003. Effect of plantation structure and management on birds. In : Humphrey, J., Ferris, R., & Quine, C. (eds), *Biodiversity in Britain's planted forests*. Results from the Forestry Commission's Biodiversity Assessment Project, 93-99, Forestry Commission, Edinburgh.
- Goldstein, M. I., Corson, M. S., Lacher, T. E. & Grant, W. E., 2003. Managed forests and migratory bird populations : evaluating spatial configurations through simulation. *Ecological Modelling* 162(1-2), 155-175.
- Hansson, L., 1983. Bird numbers across edges between mature conifer forest and clearcuts in Central Sweden. *Ornis Scandinavica* 14(2), 97-103.
- Imbeau, L., Drapeau, P. & Mokkonen, M., 2003. Are forest birds categorised as "edge species" strictly associated with edges ? *Ecography* 26(4), 514-520.
- Jacob, J.-P., Dehem, C., Burnel, A., Dambiermont, J.-L., Fasol, M., Kinet, T., Van der Elst, D. & Paquet, J.-Y., 2010. Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007. Aves et Département de l'Etude du Milieu Naturel et Agricole, Série "Faune-Flore-Habitats", n° 5, Gembloux, 524 p.
- Keller, J. K., Richmond, M. E. & Smith, C. R., 2003. An explanation of patterns of breeding bird species richness and density following clearcutting in northeastern USA forests. *Forest Ecology and Management* 174(1-3), 541-564.
- Lahti, D. C., 2001. The « edge effect on nest predation » hypothesis after twenty years. *Biological Conservation* 99(3), 365-374.

- Ledant, J.-P., Jacob, J.-P. & Devillers, P., 1983. Protégeons nos oiseaux. Jambes, Duculot, 325 p.
- McCollin, D., 1998 Forest edges and habitat selection in birds : a functional approach. *Ecography* 21, 247-260.
- Muller, Y., 2002. Les conséquences de l'ouragan Lothar (26 décembre 1999) sur les populations d'oiseaux forestiers nicheurs des Vosges du Nord. 27^e Colloque International Francophone d'Ornithologie, Strasbourg, 28 & 29 septembre 2002.
- Paquet, J.-Y., 2006. Vers une gestion plus favorable à la biodiversité des milieux ouverts en forêt, étude de la dynamique d'une espèce-modèle : le Tarier pâtre. *Forêt wallonne* 84, 3-15.
- Paquet, J.-Y., Vandevyvre X., Delahaye, L., & Delvingt, W., 2003. Les coupes forestières comme habitat de substitution pour l'avifaune dans les forêts d'épicéas de l'Ardenne belge. *Alauda*, 71(2), 284-285.
- Paquet, J.-Y. & Vandevyvre, X., 2004. Gestion des milieux ouverts forestiers pour la biodiversité : le cas de l'avifaune en Ardenne. *Forêt wallonne* 73, 8-14.
- Rolstad, J., Rolstad, E. & Sæteren, Ø., 2000. Black woodpecker nest sites : characteristics, selection and reproductive success. *Journal of Wildlife Management* 64, 1053-1066.
- Smedshaug, C. A., Lund, S. E., Brekke, A., Sonerud, G. A. & Rafoss, T., 2002. The importance of the farmland-forest edge for area use of breeding Hooded Crows as revealed by radio telemetry. *Ornis Fennica* 79(1), 1-13.
- Graitson, E., 2011. Discrets et méconnus... les reptiles. Collection AGRINATURE, SPW, DGARNE, 206 p.
- Graitson, E. & Naulleau, G., 2005. Les abris artificiels : un outil pour les inventaires herpétologiques et le suivi des populations de reptiles. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 115, 5-22.
- Jacob, J.-P., Percsy, C., de Wavrin, H., Graitson, E., Kinet, T., Denoël, M., Paquay, M., Percsy, N. & Remacle, A., 2007. Amphibiens et Reptiles de Wallonie. Aves-Rainne et Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois, Série "Faune-Flore-Habitats", n° 2, Gembloux, 384 p.
- Lecomte, J. & Clobert, J., 1996. Dispersal and connectivity in populations of the common lizard *Lacerta vivipara* : an experimental approach. *Acta Oecologica* 17, 585-598.
- Lenders, A.J.W. & Jansen, P., 2010. A possible relationship between the increase in Wild boar (*Sus scrofa*) and the decline of the Adder (*Vipera berus*) at the Meinweg National Park. *Natuurhistorisch Maanblad*.
- Péchy, T., Korsós, Z. and Újvári, B., 1996. Recovery program for the Meadow Viper in Hungary. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest.
- Völkl, W. & Thiesmeier, B., 2002. Die Kreuzotter – ein Leben in festen Bahnen? – Beiheft 5 der Zeitschrift für Feldherpetologie. – Bielefeld (Laurenti-Verlag), 159 p.

Reptiles

- Filippi, E. & Luiselli, L. 2002. Negative effect of the wild boar (*Sus scrofa*) on the populations of snakes at a protected mountainous forest in central Italy. *Ecologia Mediterranea* 28, 93-98.

L'aspect de la forêt naturelle, dans laquelle ont évolué les espèces forestières actuelles pendant des milliers d'années, était probablement beaucoup plus ouvert que ce que l'on peut imaginer aujourd'hui, sous l'effet de perturbations diverses et de l'action des grands herbivores. Si les ouvertures en forêt sont désormais le plus souvent liées à l'action humaine, le potentiel biologique de ces milieux n'en est pas moins élevé grâce au développement de cortèges d'organismes héliophiles caractéristiques des faciès de régénération des forêts naturelles. Par ailleurs, les lisières, qu'elles soient situées en bordure de ces ouvertures intra-forestières ou en périphérie des massifs forestiers, contribuent dans une large mesure à l'intérêt biologique des zones ouvertes, pour peu qu'elles soient progressives et dynamiques.

La co-existence de lisières et de différents types de milieux ouverts variant entre eux à la fois dans l'espace (taille, forme ...) et dans le temps (événements ponctuels, récurrents ou permanents) au sein d'un massif géré est un atout incontestable pour la biodiversité. Leur intérêt biologique est intimement lié à la structure et à la composition de la végétation et, partant, à leur mode d'exploitation et de gestion.

Ce guide propose donc, au-delà d'une révision théorique sur le sujet, de nombreux conseils pratiques d'aménagement et d'entretien des ouvertures forestières, afin d'en optimiser la capacité d'accueil tout en interférant le moins possible avec la production sylvicole.

Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole

Avenue Maréchal Juin 23
B-5030 Gembloux

Service Public de Wallonie

Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement
Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Jambes (Namur). Tél (081) 33.50.50
<http://environnement.wallonie.be>

