



Les habitats forestiers







Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie

Les habitats forestiers

**Hugues Claessens
Lionel Wibail**

avec la collaboration de
**Sophie Cordier
Marc-Antoine Haeghens
Alain Licoppe**

**Juin 2021
- version I -**

**Publication du Département
de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole**
(Service Public de Wallonie – Agriculture,
Ressources naturelles et Environnement)

Série « Faune – Flore – Habitats », n° 10



Citation recommandée :

Delescaille L.-M., Wibail L., Claessens H., Dufrêne M., Mahy G., Peeters A. et Sérusiaux E. (éditeurs) (2021). Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW ARNE), Série « Faune – Flore – Habitat » n° 10, Gembloux : 1011 p.

Chapitre :

Claessens H. et Wibail L. (2021) Les habitats forestiers. In : Delescaille L.-M., Wibail L., Claessens H., Dufrêne M., Mahy G., Peeters A. et Sérusiaux E. (éditeurs) (2020). Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW-DGARNE). Série « Faune – Flore – Habitat », n° 10, Gembloux : 293 p

Coordination et homogénéisation finales :

Louis-Marie Delescaille, Lionel Wibail

Mise en page :

Studio Debie, Violaine Fichet, Lionel Wibail

Editeur responsable :

Bénédicte HEINDRICHs,
Directrice générale du Service public
de Wallonie – Agriculture Ressources
naturelles Environnement (SPW ARNE)

© 2021, SPW ARNE - 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.

Photos de couverture : © Lionel Wibail



Remerciements

Les auteurs et les éditeurs tiennent à remercier toutes les personnes qui ont collaboré à l'aboutissement des différents chapitres de cette publication, depuis sa genèse jusqu'à sa réalisation finale.

Plusieurs collaborateurs du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole - Direction de la Nature et de l'Eau (DEMNA - DNE) ont aidé à la rédaction de cet ouvrage : Jean-Yves Bagnée (aspects patrimoniaux des habitats pastoraux, prairiaux et rocheux), Fabrice Etienne et Thierry Kervyn (conception des cartes), Sonia Vanderhoeven et Adrien Latli (espèces invasives), Alain Licoppe (impact du gibier), Luc Derochette (réseau Natura 2000), Laurence Delahaye (parasites des essences forestières).

D'autres collaborateurs du DEMNA-DNE ont fait part de leurs remarques et commentaires : Emmanuelle Bisteau, Hugues de Dormale, Pascal Dupriez, Fabrice Etienne, Vincent Fiévet, Pierre Gérard, Philippe Goffart, Gilles Maldague, Catherine Marneffe, Etienne Peiffer, Oliver Schott, Quentin Smits, Annick Terneus, Oliver Schott, Patrick Verté.

Certaines données statistiques forestières ont été fournies par Hughes Lecomte (Département de la Nature et des Forêts / DNF). La publication a également bénéficié d'une relecture et de commentaires avisés de Didier Marchal (DNF), Catherine Hallet (DNF), Christian Mulders (Département de l'Environnement et de l'Eau) et Olivier Miserque (DEMNA - Direction de l'Analyse Economique Agricole).

Plusieurs collaborateurs de l'Université de Liège ont également contribué à la rédaction ou fait part de leur expertise scientifique : Sophie Cordier et Marc-Antoine Haeghens (habitats forestiers), Maurice Streel (habitats tourbeux), Marie Legast et Julien Piqueray (habitats pastoraux), Pascal Hauteclair (habitats prairiaux), Serge Rouxhet (habitats prairiaux et pastoraux) et Eric Graitson (habitats rocheux et pastoraux).

Jean-Pierre Duvivier a fourni une liste de lichens caractéristiques des différents habitats rocheux.

La conception technique de l'ouvrage a bénéficié de l'aide de Christine Veeschkens (CREA) et Violaine Fichet (DEMNA) a contribué de manière conséquente à la conception graphique des cahiers.

Les très nombreuses illustrations ont été fournies à titre gracieux par des photographes amateurs et professionnels. Qu'ils soient ici remerciés.

Le processus de rédaction et de publication de ces « Habitats d'Intérêt communautaire de Wallonie » ayant mis à contribution de nombreuses personnes, certaines ont pu être oubliées et les éditeurs s'en excusent.





Table des matières

Introduction aux habitats forestiers	13
I Présentation générale	13
1.1. Contexte européen	13
1.2. Contexte wallon	21
2 Valeur patrimoniale	31
3 Services écosystémiques	40
3.1. Les services de production	40
3.2. Les services de régulation et de maintenance	41
3.3. Les services culturels et sociaux	43
4 Exigences écologiques et facteurs de qualité	45
4.1. La surface et la connectivité	46
4.2. La composition spécifique, les structures et les fonctions	47
5 Pressions et menaces	60
5.1. La destruction et la fragmentation des habitats	60
5.2. Les dégradations anthropiques	63
5.3. La gestion forestière	66
5.4. Les surpopulations de grands herbivores	69
5.5. Le développement d'espèces invasives	72
5.6. Les changements globaux	74
6 Principes d'évaluation des structures et fonctions	75
6.1. Les principes de sélection des indicateurs	75
6.2. Les indicateurs	76
7 Gestion favorable	87
7.1. Préambule	87
7.2. La gestion multifonctionnelle	88
7.3. Les réserves intégrales et les réserves dirigées	96
7.4. La restauration	100
 Fiches descriptives	 105
▶ Les hêtraies acidiphiles médioeuropéennes (9110)	107
▶ Les hêtraies acidiphiles atlantiques (9120)	127
▶ Les hêtraies neutrophiles (9130)	143
▶ Les hêtraie calcicoles (9150)	161
▶ Les chênaies-charmaies et les chênaies-frênaies subatlantiques climaciques (9160)	175
▶ Les forêts de ravins et de pentes (9180*)	201
▶ Les chênaies-boulaies à molinie (9190)	225
▶ Les boulaies tourbeuses (91D0*)	241
▶ Les forêts alluviales (91E0*, 91F0)	255





Préface

Si notre époque est qualifiée de cruciale par tous les spécialistes de la biodiversité car étant celle des choix, le premier qui s'impose est d'entreprendre les efforts pour transférer aux générations qui nous suivent un environnement de qualité. Parmi les composantes fondamentales de cet environnement : les biotopes ou habitats.

Tantôt d'origine purement naturelle, tantôt générés et entretenus par des pratiques traditionnelles, ces habitats ont une valeur patrimoniale à la fois intrinsèque par les associations d'organismes qui les composent, mais aussi par les innombrables services qu'ils procurent à la société.

Protéger ces biotopes constitue une mission de première importance que s'est fixée l'Union Européenne à travers la Directive Habitats, qui établit une liste d'habitats d'intérêt communautaire à préserver en priorité.

Abritant 41 de ces habitats, dont certains peu représentés à l'échelle du continent, la Wallonie peut s'enorgueillir de détenir une part significative de cette nature européenne malgré l'exiguïté de son territoire. Par là-même, elle se doit d'assumer sa responsabilité dans ce devoir de conservation.

Beaucoup de ces habitats ont connu une dégradation historique parfois ancienne, liée à l'évolution des pratiques agricoles ou sylvicoles, à leur abandon, à leur destruction directe... et plus récemment aux changements climatiques. Protéger ces habitats, c'est

d'abord les connaître, caractériser leurs composantes, comprendre leur fonctionnement, leur fragilité et leur variabilité, les menaces qui pèsent sur leur maintien, et aider à mieux les gérer.

La présente publication est tout cela à la fois : un guide de compréhension et d'analyse établissant un socle solide sur lequel nos stratégies de gestion pourront s'appuyer. Elle vient combler un vide dans la diffusion des connaissances sur les habitats d'intérêt communautaire de Wallonie, et s'adresse aux acteurs impliqués dans la caractérisation et la gestion des habitats, mais aussi aux naturalistes et au grand public. Bien qu'il s'agisse d'un document scientifique, un effort didactique a été fourni pour rendre le texte compréhensible et de nombreuses illustrations ont été sélectionnées à cette fin.

Fruit d'une collaboration entre les universités et les experts de mon administration chargés de réaliser le suivi de la biodiversité, cet ouvrage fait la synthèse et met en valeur les connaissances sur ce volet de notre patrimoine naturel.

Soyons sûrs que les fruits de ce travail collaboratif contribueront à mieux connaître et faire connaître nos richesses régionales et par tant, à mieux en garantir la pérennité.

Bénédicte Heindrichs

*Directrice générale
Service public de Wallonie –
Agriculture, Ressources naturelles et
Environnement (SPW ARNE)*



Présentation de l'ouvrage

La publication des « Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie » (HICW) est le résultat d'une collaboration entre la Direction de la Nature et de l'Eau du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW-Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) et plusieurs services universitaires en appui scientifique à la mise en œuvre du réseau Natura 2000 en Wallonie.

Cette collaboration s'est concrétisée par un ensemble de conventions de recherche établies entre 2002 et 2005 conduisant à la production de documents scientifiques relatifs à la typologie descriptive des habitats, à l'élaboration de clés d'identification de ces habitats, à la définition de la méthodologie de cartographie des sites Natura 2000, à la définition et à la description des habitats d'intérêt communautaire wallons, à la méthodologie d'évaluation de leur état de conservation et à la définition de lignes directrices de gestion de certains de ces habitats.

Le projet de publication des HICW a fait l'objet de marchés complémentaires en 2010. Dans un souci d'homogénéité et afin d'y intégrer de nouvelles informations, plusieurs chapitres ont été modifiés ou complétés depuis par les experts du DEMNA.

La publication se compose d'une introduction générale et de six chapitres thématiques regroupés par grands types d'habitats.

L'introduction générale présente le contexte géographique naturel et humain de la Wallonie, les concepts qui sous-tendent le réseau Natura 2000 et le rôle des habitats d'intérêt communautaire au sein de ce réseau. Sont

ensuite développées les notions de qualité des habitats et les facteurs qui interviennent pour leur évaluation, de même que les pressions et les menaces qui pèsent sur eux. Ces notions sont importantes car elles sont utilisées pour rendre compte de l'état de conservation des habitats et de son évolution dans le cadre du rapportage périodique prévu à l'article 17 de la Directive Habitats.

L'introduction générale se termine par un chapitre développant la notion de services écosystémiques et le rôle des habitats d'intérêt communautaire dans la production de ces services.

La partie consacrée à la description des habitats est structurée en différents chapitres reprenant :

- Les habitats forestiers : hêtraies (9110, 9120, 9130, 9150), chênaies climaciques (9160, 9190), forêts de ravins et de pentes (9180), forêts alluviales (91E0, 91F0), boulaies tourbeuses (91D0) ;
- Les habitats aquatiques : plans d'eau (3130, 3140, 3150, 3160) et cours d'eau (3260, 3270, 7220*) ;
- Les habitats agropastoraux : landes (4010 et 4030), pelouses (2330, 6110, 6120, 6130, 6210, 6230) et genévrières (5130) ;
- Les habitats prairiaux : prairies de fauche (6410, 6510, 6520) et mégaphorbiaies (6430) ;
- Les habitats tourbeux (7110, 7120, 7140, 7150, 7230) ;
- Les habitats rocheux (8150, 8160, 8210, 8220), buxaies (5110) et grottes (8310).

Chaque chapitre dédié à un groupe d'habitats



comporte une partie introductive situant leur origine et leur intégration dans le contexte européen et wallon, leur intérêt patrimonial et les services écosystémiques qui leurs sont associés. Sont ensuite passées en revue les conditions nécessaires à leur existence, les menaces qui pèsent sur eux, les principes de leur évaluation qualitative et les mesures de gestion et de restauration.

Chaque habitat fait ensuite l'objet d'une fiche descriptive individuelle permettant de définir sa déclinaison wallonne, son appartenance phytosociologique et la correspondance entre les différentes typologies utilisées dans les publications scientifiques. Les caractéristiques de l'habitat sont ensuite passées en revue, avec les espèces diagnostiques, la variabilité de l'habitat à l'échelle régionale et sa répartition connue. Lorsque l'habitat peut être confondu avec un autre, les différences permettant de les distinguer sont indiquées. Ceci est particulièrement utile pour les habitats forestiers où des faciès sylvicoles peuvent prêter à confusion lors de leur identification. Enfin, l'habitat est replacé dans son contexte évolutif et ses rapports éventuels avec d'autres habitats sont décrits.

L'ensemble des différents chapitres est accompagné d'une abondante bibliographie tant régionale qu'internationale.

Les services universitaires et bureaux ayant participé à l'élaboration des documents scientifiques qui ont servi de base à la présente publication sous la coordination d'A. Peeters (RHEA – natural Resources Human Environment and Agronomy) sont :

- l'Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels de la Faculté

des Sciences agronomiques de Gembloux – actuellement Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech / Département BIOSE / Gestion des Ressources forestières – habitats forestiers (sous la direction de H. Claessens) ;

- le laboratoire d'Écologie de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux – actuellement Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech / Département BIOSE / Biodiversité et Paysages – habitats agropastoraux : landes, pelouses et nardaies (sous la direction de G. Mahy) ;
- l'aCREA (Conseils et Recherches en Écologie Appliquée) - Université de Liège - habitats rocheux, grottes, pelouses calaminaires et mégaphorbiaies (sous la direction d'E. Sérusiaux) ;
- le laboratoire d'Écologie des Prairies - Université catholique de Louvain - habitats prairiaux (sous la direction d'A. Peeters).

Les experts Habitats de la Direction de la Nature et de l'Eau (DNE) du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (DEMNA) du SPW qui ont (co)rédigé, actualisé, complété et restructuré le texte sont :

- Jean-Marc Couvreur : habitats prairiaux
- Louis-Marie Delescaille : habitats agropastoraux et habitats rocheux
- Philippe Frankard : habitats tourbeux
- Christine Keulen et Colette Delmarche : habitats aquatiques
- Lionel Wibail : habitats forestiers et habitats rocheux

avec la contribution des collègues de la DNE impliqués dans la relecture.

La coordination et l'homogénéisation finales des documents ont été assurées par L.-M. Delescaille et L. Wibail.





Introduction aux habitats forestiers

I | Présentation générale

I.1. Contexte européen

I.1.1. La végétation naturelle

I.1.1.1. L'origine des forêts européennes

Bien qu'elle puisse paraître immuable, la forêt n'a en réalité cessé de se transformer depuis ses origines, au gré des évolutions et perturbations, d'abord naturelles, plus tard anthropiques, qui ont contribué à façonner la diversité de faciès que nous lui connaissons aujourd'hui.

Selon Ozenda (1994), la forêt feuillue européenne a connu son apogée vers le milieu du Tertiaire, alors que le continent, à l'instar de la plus grande partie de l'actuel hémisphère Nord, était soumis à des conditions climatiques tropicales ou sub-tropicales. Au cours du Quaternaire, un enchaînement de crises climatiques a marqué profondément la phytionomie et la composition des forêts européennes. Plusieurs grandes glaciations se sont succédé, recouvrant à chaque fois l'Europe du Nord d'une épaisse calotte glaciaire, englobant la Scandinavie, les îles britanniques, les pays baltes, et même une partie de l'Allemagne, tandis que les glaciers alpins arrivaient aux portes de Lyon, Nice et Munich. À chacun de ces épisodes, une part importante de la flore migrait vers le sud, où les conditions lui étaient plus favorables.

Venait ensuite une période de réchauffement interglaciaire au cours de laquelle les espèces reconquéraient le nord au départ des refuges méridionaux où elles avaient réussi à se maintenir. Toutefois, entravées dans leur progression par des barrières naturelles infranchissables comme les Alpes, les Pyrénées ou la Méditerranée, beaucoup d'espèces thermophiles ont disparu lors de ces migrations, avec pour conséquence un appauvrissement important de la flore européenne, en comparaison avec l'Amérique du Nord par exemple, où les barrières latitudinales sont moindres ou inexistantes.

La dernière grande glaciation a pris fin il y a environ 16 500 ans mais il a encore fallu attendre plusieurs millénaires pour que la forêt reprenne pleinement ses droits sur le continent (Stiennon 1985). Cette recolonisation n'a évidemment pas été uniforme et s'est déclinée en différentes formations propres aux grandes zones bioclimatiques constituant le territoire européen. De la taïga nordique dominée par les pessières aux pinèdes et chênaies sclérophylles méditerranéennes, en passant par les forêts feuillues décidues d'Europe moyenne, chaque grande zone climatique actuelle est caractérisée par une végétation dominante naturellement, dite « climacique », adaptée aux conditions particulières qui la caractérisent.



La reconstitution de la forêt après la dernière glaciation

(d'après Munaut 1984)

Remarque : les dates proposées pour délimiter les subdivisions climatiques doivent être considérées comme indicatives car, selon les régions ou les auteurs, elles peuvent différer sensiblement. Elles sont exprimées en années avant le présent (Before Present) fixé arbitrairement à l'année 1950 (correspondant aux premiers essais de datation par le carbone 14).

Pour ce qui concerne nos régions, la reconstitution du paysage végétal a pu être esquissée sur base de l'analyse des dépôts de pollens dans différents types de sédiments déposés depuis la fin de la dernière glaciation. Cette période (le Tardiglaciaire) est caractérisée par une instabilité climatique alternant des phases de réchauffement et de refroidissement (oscillations) étalées sur quelques 5000 ans.

Lors des oscillations froides, caractérisées par un climat froid et sec, la végétation est constituée de steppes herbacées. Lors des phases plus tempérées, on observe un timide retour des essences forestières pionnières (bouleau et pin) qui vont constituer au Préboréal (11 000 à 8700 B.P.) des boisements clairs.

Au cours du Boréal (8700 à 7800 B.P.), l'augmentation des températures se poursuit mais les précipitations sont encore limitées. La forêt se densifie et est caractérisée par l'abondance du coudrier qui y forme des fourrés denses. Il est accompagné de plantes de milieux humides et de tourbières. À la fin de cette période, les essences de la forêt mixte tempérée (chênes, ormes, tilleuls, aulnes) font une timide apparition.

C'est à la période Atlantique (7800 à 5000 B.P.) caractérisée par un climat plus chaud et plus humide qu'actuellement, que cette forêt mixte atteint sa plus grande diversité. Alors que l'aulne domine dans les zones humides, les chênes, coudriers, tilleuls, ormes, frênes occupent les sols plus secs. Au cours de cette période, les premiers effets des activités humaines sur les environnements végétaux se font sentir, avec la mise en évidence des débuts de l'agriculture. Les premiers agriculteurs-éleveurs dont on a découvert les traces en Belgique se seraient installés il y a 7200 ans (Hauzeur & Jadin 2011).

Le Subboréal (5000 à 2700 B.P.) est une période plus fraîche, cependant toujours marquée par des précipitations importantes. Le hêtre fait une timide apparition en haute Ardenne et le tilleul recule devant les fourrés de coudrier et les landes à bruyères. L'orme subit également un net recul lors de la transition Subboréal-Subatlantique mais cette régression pourrait être liée à la surexploitation de l'arbre pour la nourriture du bétail (émonnage) ou à une attaque parasitaire semblable à celle qui a dévasté les populations au cours des dernières décennies.

Au Subatlantique (2700 B.P. jusqu'à nos jours), le hêtre devient dominant en haute Ardenne avec un maximum vers 2000 B.P. Il reste moins abondant en moyenne et basse Belgique, sauf sur les sols sableux où il élimine totalement le tilleul. Le charme fait son apparition vers 2000 B.P. Dès cette époque, les changements environnementaux dus aux activités humaines sont plus importants que ceux répondant aux variations climatiques. Ainsi, la déforestation est nettement visible dans les diagrammes polliniques.



Régénération de hêtre dans une trouée créée par la mort d'un gros arbre

1.1.1.2. Le climax et la sylvigénèse

Si l'on s'en tient à l'Europe moyenne, les forêts caducifoliées constituent la végétation climacique et le hêtre s'est progressivement installé au sein de ces forêts à partir de zones refuges, colonisant les milieux qui correspondent à son écologie, et ne délaissant que des stations plus marginales comme les sols marécageux, les terrasses alluviales, les sols très secs ou très pauvres. Le hêtre s'est en effet progressivement intégré dans la chênaie mélangée grâce à sa tolérance à l'ombrage du sous-bois et à sa capacité à supplanter les autres espèces. Une fois installée, la hêtraie se maintient dans une dynamique perpétuelle : le cycle sylvigénétique. Selon ce mécanisme, les individus adultes produisent en permanence des semis qui sont prêts à profiter des moindres taches

de lumière provoquées par la disparition naturelle de gros arbres de la canopée (maladie, coup de vent, sénescence) pour se développer et combler les vides, assurant la persistance de la hêtraie. Cette forêt qui paraît stable dans le temps malgré sa dynamique est qualifiée de « climax » (Lemée *et al.* 1991 ; Otto 1998).

Grâce à sa très large amplitude écologique, le hêtre possède la capacité d'occuper l'essentiel des sols normalement alimentés en eau, sans sécheresse estivale ni engorgement en eau. Aussi, en dehors de toute intervention humaine, la hêtraie serait le climax le plus représenté au sein de la matrice des forêts subatlantiques et submontagnardes d'Europe moyenne. Il en constitue le « climax climatique ».



© Lionel Witail

Les forêts alluviales (HIC 91E0) constituent des climax édaphiques liés aux zones inondables des vallées

Parallèlement, profitant de l'incapacité du hêtre à occuper durablement les milieux plus contraignants (ex. : marais, versants xériques, sols podzoliques), d'autres essences forestières mieux adaptées l'y supplantent pour développer des « climax édaphiques » (Noirfalise 1984). Sur les sols trop humides pendant toute ou partie de l'année, le hêtre cède naturellement sa place aux essences hygroclines ou hygrophiles, notamment l'érable sycomore, l'aulne glutineux, le bouleau pubescent, le frêne et le chêne pédonculé, selon le degré d'humidité et la richesse chimique du sol. Dans les stations trop xériques, sur les pentes ensoleillées à sol superficiel, des essences comme le charme, le chêne sessile, voire le buis et le chêne pubescent prennent la relève. Les stations alluviales et fertiles, dans lesquelles les inondations périodiques lors des crues constituent une contrainte ma-

jeure, conviennent quant à elles parfaitement à l'aulne glutineux, au frêne, à l'orme lisse et à diverses espèces de saules. Sur les éboulis, dans les ravins et sur les pentes fortes, le hêtre est remplacé par des essences développant un enracinement capable de les maintenir en terrain instable, comme les érables sycomore et plane, le frêne, les tilleuls à petites et à grandes feuilles et l'orme de montagne. Enfin, sur les sols à caractère acide très marqué, tels les podzols, seules des essences comme le bouleau, les chênes et le sorbier des oiseleurs trouvent encore leur place.

En Wallonie, dans des conditions naturelles, le climax climatique de la hêtraie côtoierait donc différents climax édaphiques selon les caractéristiques du milieu. L'ensemble de ces climax propres à une région forme « l'essaim climacique régional ».



Dans chacun de ces climax, sous l'influence du cycle sylvigénétique, les forêts acquièrent une structure complexe et un fonctionnement particulier. La structure de la végétation se complexifie au cours du temps, tant verticalement (du semis à la canopée) qu'horizontalement (de la trouée lumineuse à la phase dense et sombre) (Otto 1998). Sa composition recèle des espèces variées qui se développent en fonction des conditions stationnelles et des variations de structure. Particularité majeure des forêts naturelles, les phases de sénescence produisent une grande quantité de bois mort qui s'accumule, puis se décompose progressivement, restituant la matière organique à l'humus et fournissant des microhabitats spécifiques aux écosystèmes forestiers.

1.1.1.3. Les perturbations naturelles et le métaclimax

Les forêts climaciques, comme la hêtraie ou les forêts alluviales, ne constituent pas des peuplements figés et immuables (voir par exemple Lemée *et al.* 1991). Bien avant que les forêts ne commencent à être gérées par l'homme, des ouvertures de taille variable se produisaient régulièrement dans le couvert forestier, sous l'impact de perturbations naturelles (tempêtes, inondations, incendies, insectes, maladies) et de la pression des grands herbivores (Schnitzler-Lenoble 2002). Au sein des plus grandes ouvertures, une végétation pionnière héliophile pouvait alors se réinstaller, initiant une série progressive, c'est-à-dire une succession de communautés végétales évoluant spontanément vers le stade climacique.

Ainsi, on suppose que les phénomènes perturbateurs entretenaient une mosaïque dynamique constituée de milieux ouverts par les perturbations naturelles, de stades de recolo-



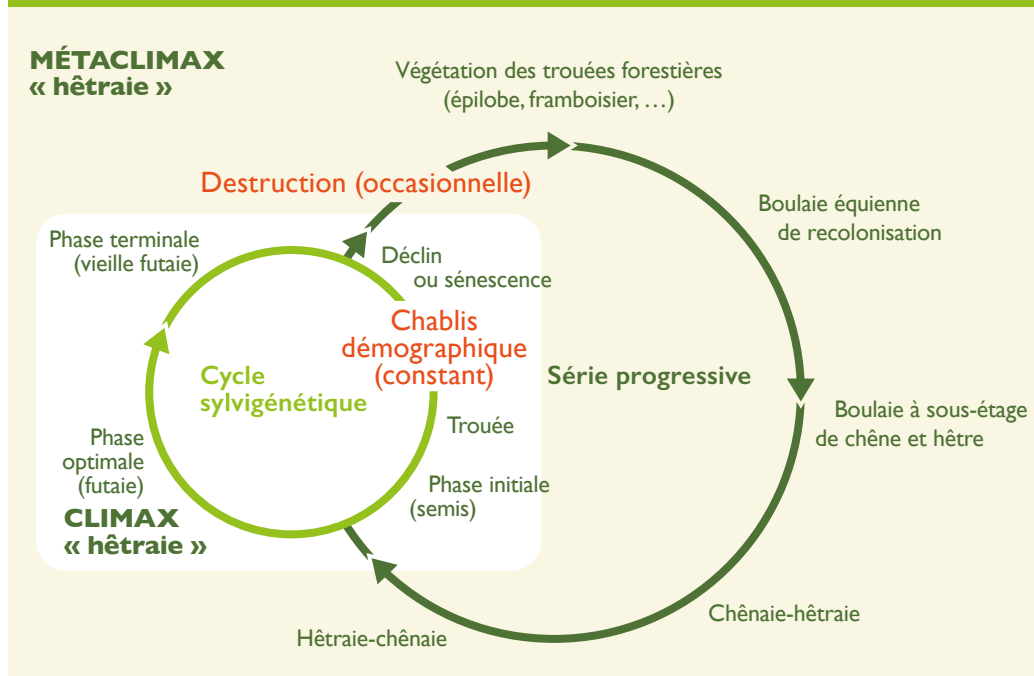
© Lionel Vidal

Régénération de bouleau dans une zone ouverte en hêtraie-chênaie

nisation (boulaies, fruticées, saulaies, ... selon les milieux), de forêts mélangées post-pionnières et de stades climaciques dominant le paysage. Cette mosaïque forme ce que l'on appelle le «métaclimax» (Blondel 2003). La figure 1 présente le métaclimax de la hêtraie.

En l'absence d'influence humaine, on présume qu'en Wallonie, le paysage dominant de la période subatlantique (période actuelle qui a débuté il y a environ 2700 ans) serait une vaste forêt dominée par le métaclimax de la hêtraie (métaclimax climatique) et parsemée d'autres métaclimax (métaclimax édaphiques) selon les variations de sol et de topographie. Au niveau du paysage, on peut imaginer l'immense biodiversité qu'offrirait cette structure dans ses différents climax, stades du métaclimax, et cycles sylvigénétiques associés.

FIGURE 1 Équilibre dynamique du métaclimax forestier (exemple des hêtraies acidiphiles)



1.1.2. L'influence anthropique

Dans la forêt européenne, le paysage des métaclimax naturels et dynamiques n'existe plus depuis longtemps. Occupant 35 % du territoire européen, la forêt n'est qu'un reliquat de ce qu'elle fut avant l'essor démographique que connut le continent (MCPFE 2007). De surcroît, cette forêt est surtout concentrée en zone boréale et dans les massifs montagneux, tandis que dans la zone occidentale, très peuplée, les forêts résiduelles ont, pour la plupart, été largement surexploitées et simplifiées de longue date. Si, au Paléolithique, l'homme chasseur-cueilleur se contentait de prélever de la forêt les produits nécessaires à sa survie, dès le Néolithique (il y a environ 7 200 ans dans nos régions), il s'est sédentarisé et a commencé à transformer fondamentalement

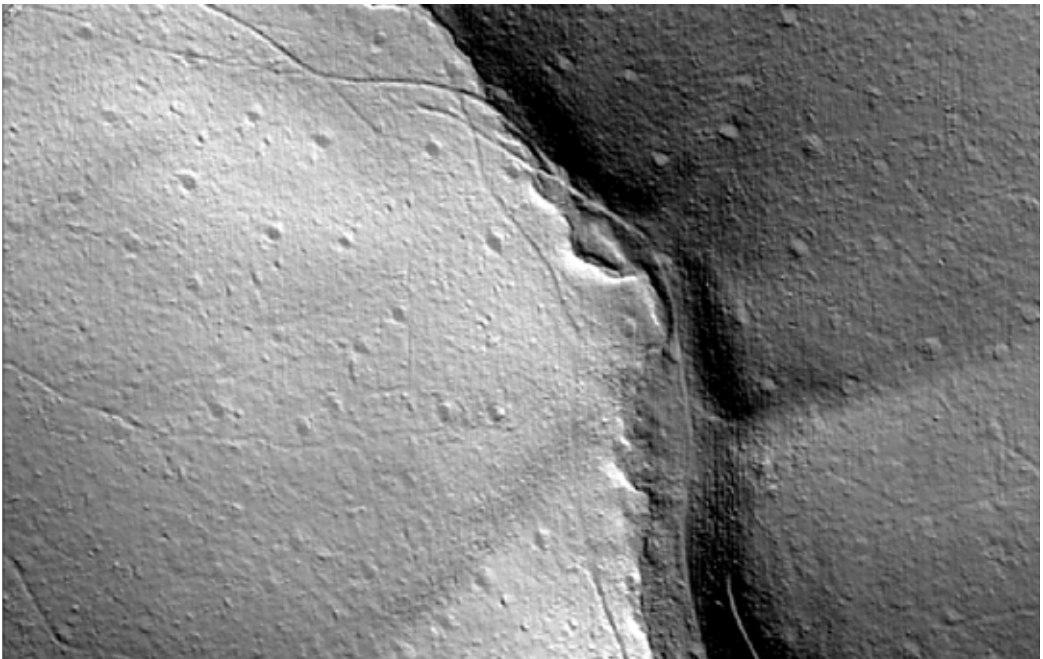
le milieu par le développement de l'agriculture et de l'élevage. Son influence est alors devenue prépondérante, au point qu'il n'est pas à exclure qu'elle ait également agi sur le processus de recolonisation forestière consécutif aux glaciations. Depuis cette époque, et jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, la surface forestière européenne a évolué inversement à la démographie humaine, régressant en période de paix et de prospérité, et ne reprenant son souffle qu'au gré des guerres, épidémies et famines imposant un recul des populations (Fischesser 2009).

L'influence humaine a consisté dans un premier temps en l'entretien et en l'agrandissement de clairières pour la chasse, puis en des défrichements pour l'agriculture et l'élevage. Ces défrichements ont culminé au lendemain



© SPW

Photographie aérienne d'un secteur de la Forêt d'Anlier



© M4S

Image radar (Lidar) du même secteur de la Forêt d'Anlier montrant le relief du sol. Les nombreux artefacts de forme circulaire correspondent aux anciennes aires de production du charbon de bois (aires de faulde)



Plantations résineuses à proximité du village de Vlessart en Ardenne, entourées de forêts feuillues anciennes

de la Révolution Française, période pendant laquelle le taux de boisement des pays d'Europe occidentale a atteint son minimum, aux alentours de 10 à 15 %. Dans leur grande majorité, les forêts résiduelles ont été surexploitées dès le Moyen-Âge. Une production sans cesse plus importante en bois d'œuvre et d'énergie a rapidement orienté la conduite des peuplements vers des taillis et des taillis sous futaie à rotation de plus en plus courte, entraînant une modification profonde de la composition du cortège ligneux originel au profit des essences rejetant bien de souche, comme les

chênes, le charme, le coudrier et les érables. Les peuplements ont parfois été également ruinés au sein des forêts dites « usagères » par l'abus de pratiques telles que le pâturage en forêt, le soutrage¹, l'étrépage² ou l'essartage³ (Noirfalise 1984) ; aux XVIII^e et XIX^e siècles, les forêts ont par ailleurs subi d'importantes coupes supportant les immenses besoins en énergie de la métallurgie (Hardy & Dufeyt 2015).

Vers le milieu du XVIII^e siècle, il ne subsiste plus dans le paysage que quelques grands

(1) Le soutrage désigne la récolte de litière, de plantes herbacées ou d'arbustes pour servir d'amendement.

(2) L'étrépage est une opération qui consiste à décapier l'horizon humifère pour faciliter la régénération forestière ou pour utiliser le produit comme litière. Il a surtout été pratiqué dans les landes.

(3) L'essartage est une opération qui consiste à décapier la couche humifère du sol et la végétation herbacée et à y mettre le feu pour répandre les cendres afin de fertiliser le sol. Il peut être définitif (déboisement) ou permettre la reconstitution du boisement après une mise en culture temporaire de l'essart (culture sur brûlis) (Bastien & Gauberville 2011).



massifs, chasse gardée de la noblesse et du clergé, et de rares lambeaux boisés, sur des terrains soit trop inaccessibles, soit trop peu fertiles pour être convoités par l'agriculture. C'est alors que la marche de l'histoire s'inverse : pour la première fois depuis 7000 ans, l'homme cesse de défricher et il reboise. En cause, l'industrie en plein essor, qui utilise désormais le charbon «de terre», tandis que les paysans quittent leurs fermes en masse pour rejoindre les usines. Le développement socio-économique demande une autre forme de bois, à la fois comme matière première (notamment pour les traverses de chemin de fer, poteaux, matériaux de construction) et pour étançonner les galeries des mines. Pour subvenir aux nouveaux besoins commence alors une vaste opération de reboisement qui durera un siècle. Dans une optique de production intensive, ces plantations se sont très largement appuyées sur un enrésinement massif des anciennes landes, terres agricoles et forêts surexploitées. Fleurissent alors dans toute l'Europe occidentale des peuplements monospécifiques, et forcément équiennes, d'épicéa commun et de pins, très différents, dans leur structure et leur composition, des écosystèmes forestiers originels (Claessens 2001).

En conséquence, on considère qu'on ne rencontre plus en Europe occidentale aucune forêt vierge ou proche de cet état, excepté localement en montagne (Peterken 1996 ; Schnitzler-Lenoble 2002). Au sein des forêts résiduelles qui ont échappé aux défrichements, les perturbations passées ont entraîné une modification profonde des structures et compositions originelles. Même les forêts les moins modifiées ne peuvent plus constituer une référence absolue en termes de biodiversité naturelle.

I.2. Contexte wallon

I.2.1. La situation générale des forêts et de leur gestion

Selon les données de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (résultats 1994-2012, Alderweireld *et al.* 2015), avec 554 000 ha, la forêt wallonne au sens large occupe 32,8 % du territoire, la surface étant répartie entre 46,3 % de forêts feuillues, 40,3 % de plantations résineuses et 13,4 % de milieux ouverts intra-forestiers tels les voiries, landes, tourbières ou encore les mises à blanc non replantées. La proportion de forêt publique est de 48 % de la surface totale (49 % si l'on se limite aux zones strictement forestières).

La répartition géographique des forêts est inégale, laissant la part belle à l'Ardenne (62 % des forêts), à l'opposé des 8 % de forêts situées au Nord du sillon Sambre-et-Meuse (figure 2).

Au niveau de la composition, les chênaies, hêtraies, chênaies-hêtraies et feuillus nobles occupent près de 40 % de la surface forestière productive. Le reste des peuplements feuillus (14 % de la surface productive) est partagé entre les essences dites secondaires (principalement bouleaux, charme et frêne) et les peupleraies. L'épicéa occupe 34 % de la surface forestière productive et les «autres résineux» (principalement mélèze, pin, douglas) occupent 12 % (figure 3).

D'après Alderweireld *et al.* (2015), un peu plus de 31 % des forêts productives wallonnes (22 % des forêts feuillues et 9 % des plantations résineuses), sont reprises au sein des sites Natura 2000 au titre d'habitat, d'habitat d'espèce ou de forêt de liaison.



FIGURE 2 Répartition (en hectares) des surfaces boisées feuillues et résineuses par régions naturelles (d'après Alderweireld et al. 2015)

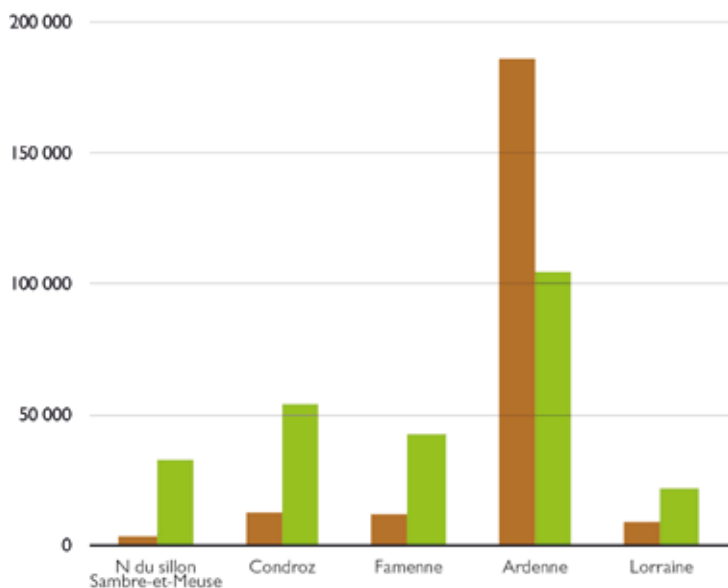
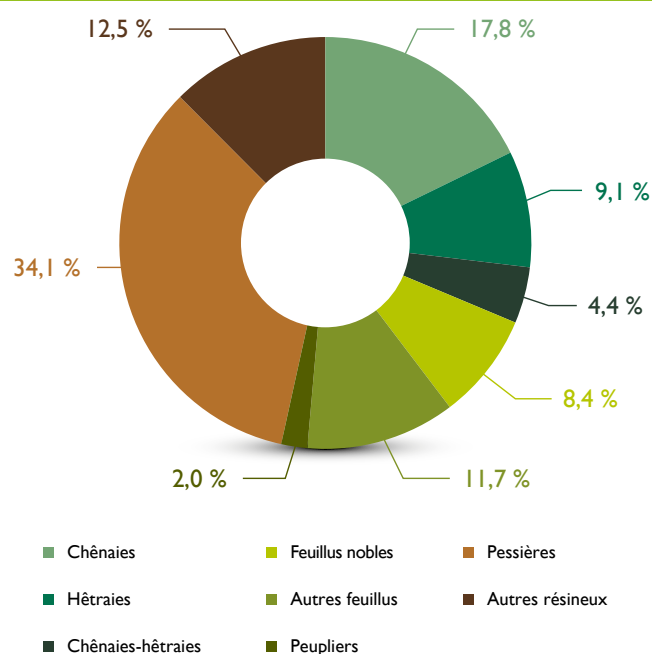


FIGURE 3 Distribution par grands types de peuplements de la forêt wallonne (en pourcentage de la surface forestière productive) (d'après Alderweireld et al. 2015)





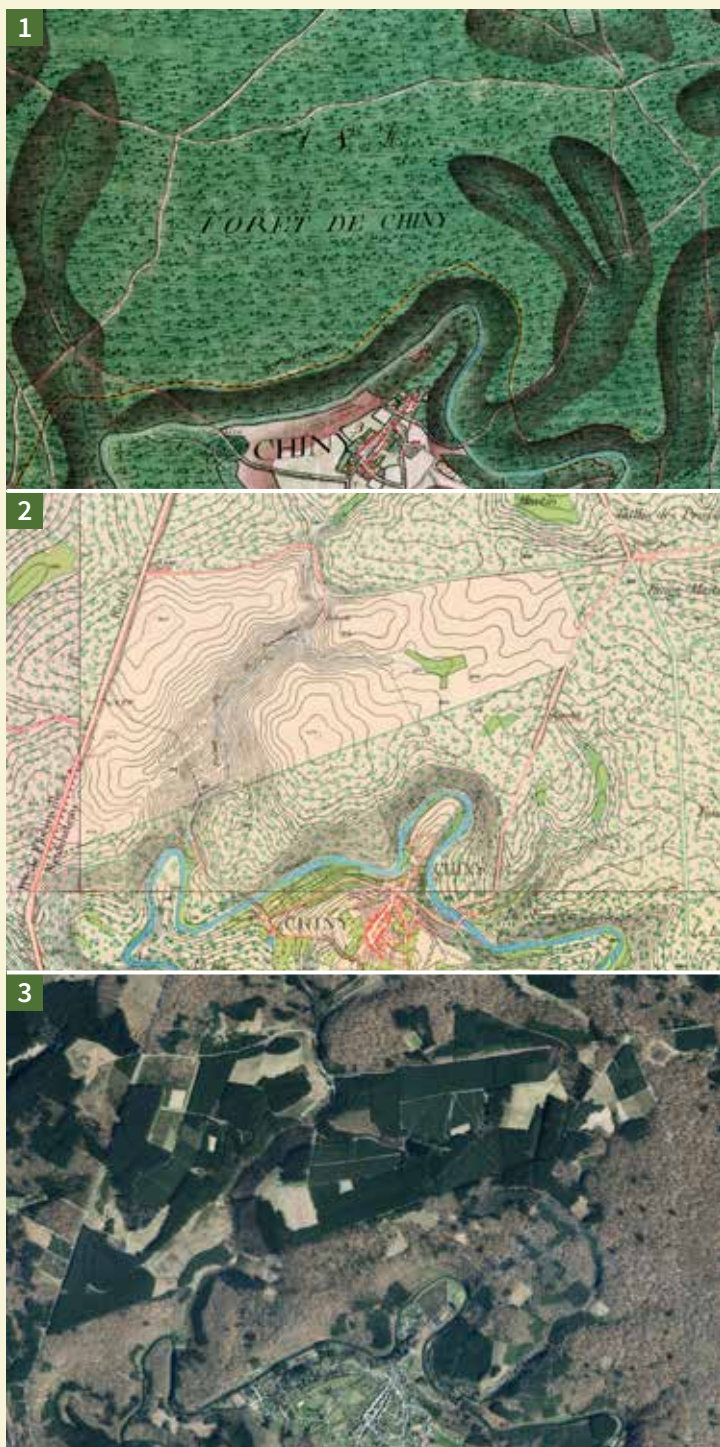
Le site Natura 2000 «Vallée de l'Hermeton en aval de Vodelée» contient de grandes surfaces de forêts feuillues anciennes

Les surfaces forestières en site Natura 2000 sont donc majoritairement feuillues (approximativement 70 %). Les 30 % de plantations résineuses intégrées aux sites correspondent soit à des peuplements sur bons sols inclus dans une large matrice forestière feuillue, soit à des essais de valorisation de sols sensibles et marginaux peu productifs, susceptibles d'être restaurés. Le réseau Natura 2000 intègre aussi des peuplements mixtes feuillus-résineux, qui peuvent contribuer au biotope de certaines espèces ou correspondre à des formes altérées des habitats d'intérêt communautaire.

Historiquement, on peut remonter jusqu'à la fin XVIII^e siècle pour mieux comprendre l'évolution des surfaces forestières en Wallonie. Les cartes de Ferraris (1771-1774) permettent ainsi d'estimer qu'à cette époque, la surface forestière uniquement feuillue recouvrait à peu près 430 000 ha, dont il ne reste qu'environ 180 000 ha, dénommés «forêts anciennes subnaturelles» (Kervyn *et al.* 2017).

Cette diminution de 56 % des forêts feuillues en place au XVIII^e siècle résulte à la fois de déboisements à des fins agricoles (30 %) et de transformations en peuplements résineux (26 %). En parallèle, les terrains communs occupés par des landes et pelouses et, par la suite, les terrains agricoles marginaux ont été plantés ou abandonnés à la recolonisation forestière, conduisant à une forte augmentation de la surface des massifs forestiers entre le milieu du XIX^e siècle et la fin du XX^e siècle (voir le document relatif aux habitats pastoraux et aux prairies de fauche).

Depuis les années 1980, la surface forestière est plus ou moins stabilisée ; l'espace réservé à la forêt s'inscrit actuellement dans un plan de secteur strict qui fige l'occupation des sols entre l'agriculture, l'urbanisation et la forêt, et ne permet des évolutions naturelles qu'à la marge, entravant les changements d'affectation. Toutefois, au sein de la forêt, on observe des évolutions en termes de composition. La

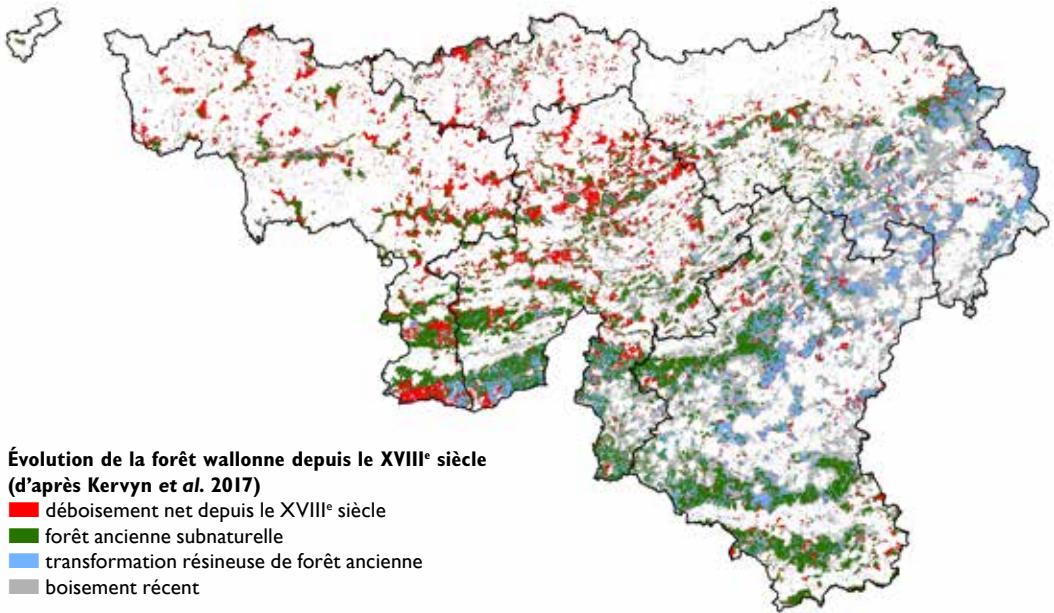


Évolution temporelle des surfaces forestières feuillues dans la forêt de Chin

1 Carte de Ferraris (années 1770) © SPW - Archives de l'État

2 Carte du dépôt de la guerre (fin du XIX^e siècle) © SPW - IGN

3 Photographie aérienne de 2015 © SPW



tendance générale est à la diversification, ce qui se traduit notamment par une diminution de la surface occupée par les pessières pures (- 29 % en 30 ans), remplacées par des douglasières, des plantations résineuses mélangées, ou des régénérations naturelles feuillues ou mixtes faisant suite à l'abandon d'une partie des peuplements exploités par coupe à blanc. En parallèle, les forêts feuillues se diversifient également⁴ (+ 20 %), résultat d'une évolution des peuplements feuillus purs et, dans certaines propriétés, de l'abandon de la spéculation résineuse.

Du XIX^e siècle jusqu'à la fin du XX^e siècle, la gestion forestière a globalement été envisagée sous l'angle de la restauration de la production de bois qui avait été réduite par la surexploitation et les déboisements passés. Les sylviculteurs ont ainsi reconstitué des peuplements denses, dans une optique de production maximale, même au sein des forêts feuillues, en jugulant

les perturbations productrices de biodiversité. La multitude des interactions entre espèces, indispensables au bon fonctionnement de l'écosystème et à la résilience des forêts face aux aléas climatiques et phytosanitaires, n'était que peu appréhendée.

Toutefois, on observe une nette dualité entre, d'une part, les massifs feuillus qui ont traversé les crises et, d'autre part, les plantations résineuses issues de la vague de reboisement qui s'est étalée sur 100 ans entre le XIX^e et le XX^e siècle. La sylviculture résineuse, relevant à plus de 95 % de la futaie pure équienne, exploitée par mise à blanc entre 50 et 80 ans puis replantée, peut être qualifiée d'intensive. Elle a bénéficié la première de programmes de sélection et d'amélioration génétique, de normes sylvicoles et de tables de production, d'investissements en drainage et fertilisation, etc. La structure et la composition de la plupart des peuplements résineux n'ont évi-

(4) Au sens de forêts feuillues qui ne sont pas dominées par le hêtre ou par le chêne, seuls ou en mélange (types «feuillus nobles» et «feuillus mélangés» au sens de l'Inventaire Permanent).



© Lionel Wbail



Plantation monospécifique et équienne d'épicéa sur terrasse alluviale en Ardenne

© Forêt Wallonne asbl



Gestion d'un peuplement résineux favorisant la régénération naturelle

demment aucune commune mesure avec les forêts «naturelles» au point que certains se demandent si le vocable de «forêt» est toujours approprié (Boisson 2016). Il s'agit de peuplements purs d'essences originaires d'Europe continentale ou d'Amérique du Nord, dont la structure est simplifiée à l'extrême, ce qui les rend particulièrement sensibles aux attaques d'insectes (notamment les scolytes de l'épicéa) et aux dégâts des tempêtes, voire aux incendies. Depuis peu, on remarque toutefois une modification des pratiques, qui commencent à privilégier la régénération naturelle et même à irrégulariser les peuplements pour les mener vers une «sylviculture à couvert continu», encore appelée «sylviculture proche de la nature». En effet, cette approche a fait

officiellement son entrée dans les règlements de l'administration forestière⁵ sous le nom de gestion sylvicole «Pro Silva».

Par contre, dans les massifs feuillus indigènes, si la production de bois est aussi généralement l'objectif principal de la sylviculture, celle-ci a souvent été menée à un rythme plus lent, en relation avec la croissance des feuillus et les plus grosses dimensions des arbres valorisables sur le marché du bois. Cela a permis de reconstituer le capital bois à partir des forêts relictuelles, avec davantage d'attention à la structure et à la régénération naturelle pour éviter les investissements liés aux plantations. En feuillus, le sylviculteur a donc souvent adopté une gestion plus durable (*imiter la*

(5) Circulaire n° 2718 relative aux mesures sylvicoles à suivre pour une gestion sylvicole Pro Silva.



nature, hâter son oeuvre» écrivait Parade en 1855⁶⁾ pour s'appuyer sur les services de soutien de l'écosystème. Dans ces conditions, certaines « corrections de tir » en faveur de la biodiversité ou de la naturalité des forêts sont aisées à réaliser et méritent aujourd'hui plus d'attention. Il s'agit par exemple de la diversification des compositions, de la structuration des lisières, du maintien de bois mort, d'arbres vivants ou sénescents d'intérêt biologique, etc. qui participent à la qualité biologique de l'habitat.

1.2.2. Les habitats forestiers d'intérêt communautaire

Reflets de la diversité liée à la complexité écologique du territoire, 10 habitats forestiers d'intérêt communautaire sont présents en Wallonie. Ils sont listés ci-dessous et classés en 5 grandes catégories. Chacun d'entre eux est cité en suivant la convention suivante : le code numérique officiel dans l'annexe I de la Directive Habitats (code EUR28), suivi du nom commun adopté en Wallonie et, entre parenthèses, du nom officiel européen (intitulé selon l'annexe de la Directive Habitats). Les habitats dont le code EUR28 est suivi d'un astérisque sont prioritaires au sens de la Directive (voir introduction générale).

Les hêtraies climaciques :

9110 - hêtraies acidiphiles médio-européennes (hêtraies du *Luzulo-Fagetum*) ;

9120 - hêtraies acidiphiles atlantiques (hêtraies acidiphiles atlantiques à sous-bois à *Ilex* et parfois à *Taxus* [*Quercion robori-petraeae* ou *Ilici-Fagenion*]) ;

9130 - hêtraies neutrophiles (hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum*) ;

9150 - hêtraies calcicoles (hêtraies calcicoles médio-européennes du *Cephalanthero-Fagion*).

Les chênaies climaciques des sols hydromorphes :

9160 - chênaies-charmaies et chênaies-frênaies climaciques (chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies sub-atlantiques et médio-européennes du *Carpinion betuli*) ;

9190 - chênaies-boulaies à molinie (vieilles chênaies acidiphiles des plaines sablonneuses à *Quercus robur*).

Les forêts de ravins et de pentes :

9180* - forêts de ravins et de pentes (forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion*).

Les forêts alluviales :

91E0* : forêts alluviales (forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* [*Alnion incanae*, *Alno-Padion*, *Salicion albae*]) ;

91F0 : forêts fluviales résiduelles (forêts mixtes à *Fraxinus angustifolia* ou *F. excelsior*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, riveraines des grands fleuves [*Ulmenion minoris*]).

Les boulaies pubescentes sur tourbe :

91D0* : boulaies tourbeuses (tourbières boisées).

Ces habitats, bien que nommés en référence à leur végétation climacique, doivent pour la plupart être compris au sens large, incluant les différents stades de la série climacique (le métaclimax), depuis les phases pionnières jusqu'à la formation climacique complexe. En effet, pour des habitats en bon état de conservation, les caractéristiques stationnelles et la composition botanique du sous-bois sont globale-

(6) In : Lorentz B. (rédacteur) et Parade A. (éditeur scientifique) (1855). Cours élémentaire de culture du bois créé à l'École royale forestière de Nancy - 3^e édition. Éd. Mme Huzard, Paris : 652 p.



Forêt de ravin à scolopendre (*Asplenium scolopendrium*)
- HIC 9180

ment similaires au travers de la série évolutive forestière (même si le taux de recouvrement de la flore peut varier selon le stade de développement et le régime forestier), à l'inverse de la composition dendrologique de l'étage dominant qui dépend de perturbations naturelles ou, le plus souvent dans le contexte des forêts européennes manipulées de longue date, de la gestion forestière. Cette composition dendrologique peut varier au cours du temps en fonction d'éclaircies, d'accidents climatiques ou de plantations, sans pour autant que les autres caractéristiques définissant l'habitat ne soient fondamentalement modifiées. Ainsi, les boulaies de recolonisation des ouvertures et coupes forestières ou encore les chênaies



Mosaïque de hêtraies, neutrophile à l'avant-plan (HIC 9130) et acidiphile à l'arrière-plan (HIC 9110)

et les chênaies-charmaies de substitution des hêtraies, c'est-à-dire des forêts sub-naturelles dans lesquelles la composition du peuplement dominant a été influencée par la gestion forestière mais reste indigène et adaptée aux conditions stationnelles, peuvent être considérées comme l'habitat « hêtraie ». En France, les faciès à chêne font d'ailleurs partie de l'état favorable des hêtraies (Maciejewski 2016).

Diverses formations forestières indigènes d'importance patrimoniale présentes en Wallonie ne sont pas reprises à l'annexe I de la Directive Habitats. Il s'agit notamment des variantes humides des chênaies-frênaies à jacinthe, des aulnaies marécageuses et de cer-



© Liens Wbail



© Liens Wbail



Les aulnaies marécageuses (à gauche) et les chênaies thermophiles (à droite) sont des habitats forestiers rares et de grand intérêt biologique non repris à l'annexe I de la Directive Habitats

taines forêts thermophiles, dont la chênaie pubescente. Cette absence de l'annexe I ne préjuge cependant en rien de leur intérêt biologique ni, pour certaines, de leur très grande rareté sur le territoire wallon.

Selon une analyse réalisée en 2013 sur les forêts indigènes à partir des données du premier cycle (1994-2008) de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie, les forêts du métaclimax de la hêtraie (chênaies et chênaies-charmaies de substitution comprises) sont de loin les plus représentées en Wallonie (~ 80 % de la surface), suivies par les chênaies climaciques sur sol hydromorphe (~ 17 %). Les autres milieux forestiers sont

nettement plus marginaux. Cette analyse montre également que la hêtraie à luzule (HIC 9110) représente plus de 50 % de la surface des métaclimax d'habitats forestiers d'intérêt communautaire en Wallonie, suivie par la hêtraie neutrophile (HIC 9130 ~ 20 %) et les chênaies-charmaies et chênaies-frênaies climaciques (HIC 9160 ~ 15 %). Les trois habitats prioritaires (forêts de ravins et de pentes HIC 9180, boulaies tourbeuses HIC 91D0 et forêts alluviales HIC 91E0, HIC 91F0) totalisent ensemble moins de 5 % de la surface totale de forêt indigène.



1 Le Hibou moyen-duc (*Asio otus*) niche souvent en lisière et chasse en milieu ouvert

© Sébastien Krickox

2 Le gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) niche en futaie feuillue

© Didier Vieuxtemps

3 Le grand mars changeant (*Apatura iris*) a pour plantes-hôtes de ses chenilles diverses essences feuillues

© Yvan Barbier

4 La parisette (*Paris quadrifolia*) est une espèce des forêts anciennes

© Lionel Wibail



2| Valeur patrimoniale

Les habitats forestiers constituent des écosystèmes complexes, capables d'accueillir une grande biodiversité à la fois taxonomique et fonctionnelle. Avec le double processus du cycle du métaclimax et de la sylvigénèse, la forêt naturelle possède en effet un caractère dynamique, s'exprimant par une mosaïque de stades évolutifs et de structures. La biodiversité n'est pas égale en tout point de cette mosaïque. En rapport à son niveau de complexité propre, chacun de ces éléments est en effet associé à des communautés d'espèces particulières, plus ou moins spécifiques et diversifiées. On reconnaît ainsi la coexistence au sein du métaclimax forestier de stades à diversité taxonomique réduite (jeunes stades forestiers en pleine croissance, caractérisés par une structure verticale simplifiée) et de stades plus riches en espèces (stades de maturité et de sénescence) et ce, bien qu'ils soient tout aussi naturels les uns que les autres (du Bus de Warnaffe & Devillez 2002).

Autrement dit, le potentiel d'accueil de la forêt en termes de biodiversité est d'abord favorisé par l'abondance de microhabitats typiques des vieux stades du cycle sylvigénétique (ex. : bois mort, crevasses et décollements d'écorce, coulées de sève) et qui sont donc liés à la densité en arbres mûres et sénescents au sein du peuplement (Emberger *et al.* 2013 ; Larrieu & Gonin 2008). Ce potentiel d'accueil est par ailleurs dépendant de la diversité des niches écologiques au sein de la mosaïque métaclimacique mais aussi des trouées, clairières et lisières, générées par les perturbations naturelles et artificielles,

et dont dépendent une série d'espèces qui ont co-évolué avec la mosaïque métaclimacique de la forêt (Fichefet *et al.* 2011). La forêt constitue donc un habitat pour un grand nombre d'espèces qui lui sont plus ou moins strictement inféodées (Fichefet *et al.* 2008 ; Fichefet *et al.* 2011 ; Jacob *et al.* 2010) :

- des espèces strictement forestières liées, par exemple, aux structures de l'habitat forestier, à une ambiance tamponnée (microclimat) ou à un compartiment de l'écosystème forêt (ex. : humus, écorces, bois vivant ou mort, canopée). Des oiseaux tels que le gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) et le pic épeichette (*Dendrocopos minor*), divers coléoptères saproxyliques⁷ tel le prion tanneur (*Prionus coriarius*) ou non saproxyliques⁸ (notamment de nombreuses espèces de carabidés), des champignons saprophytes et des végétaux comme la parisette (*Paris quadrifolia*) et le polystic à aiguillons (*Polystichum aculeatum*) font partie de ce groupe ;
- des espèces qui ne sont pas totalement inféodées aux forêts mais qui nécessitent, à un stade de leur cycle de vie, la présence de milieux forestiers, y trouvent leurs sites de nourrissage, de reproduction ou de nidification. Tel est le cas de la chouette hulotte (*Strix aluco*), de nombreuses espèces de chauves-souris, de syrphes (diptères), ou de papillons comme les mars changeants (*Apatura* div. sp.) et les sylvains (*Limenitis* div. sp.) ;
- des espèces davantage dépendantes des lisières forestières, donc de la coexistence étroite des éléments ligneux et des milieux ouverts. Appartiennent notamment à ce

(7) Une espèce saproxylique est une espèce dépendant directement ou indirectement de la décomposition du bois, pour tout ou une partie de son cycle de développement.

(8) Un organisme saprophyte est un organisme qui se nourrit de matière organique morte en décomposition.



groupe divers papillons comme le tabac d'Espagne (*Argynnis paphia*) et le moyen nacré (*Argynnis adippe*), des oiseaux comme le hibou moyen-duc (*Asio otus*) qui niche souvent en lisière et chasse en milieu ouvert, ou des végétaux comme le géranium sanguin (*Geranium sanguineum*) ;

- des espèces liées aux ouvertures temporaires de la matrice forestière, qu'il s'agisse de végétaux (*Digitalis purpurea*, *Epilobium angustifolium*) ou de papillons, comme le grand collier argenté (*Boloria euphrosyne*) ;
- des espèces liées aux milieux ouverts ou semi-ouverts (landes, pelouses, prés-bois) qui trouvent dans les clairières forestières des habitats de substitution, souvent parce que leur milieu d'origine s'est considérablement raréfié ou ne subsiste plus qu'au sein de la matrice forestière. L'exemple le plus connu est celui du cerf (*Cervus elaphus*), à l'origine une espèce vivant en milieu ouvert, mais des oiseaux comme l'engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*), les pies-grièches écorcheur et grise (*Lanius collurio* et *L. excubitor*), des papillons comme le damier de la succise (*Euphydryas aurinia*), ainsi que diverses espèces végétales de pelouses oligotrophes ou de landes en sont d'autres exemples typiques ;
- des espèces plus ubiquistes, dont l'habitat peut inclure des forêts, mais de manière non systématique, comme la bergeronnette des ruisseaux (*Motacilla cinerea*), qui niche à proximité de l'eau, aussi bien en milieu boisé qu'ouvert, la reine-des-prés (*Filipendula ulmaria*), une plante que l'on retrouve aussi bien en forêt qu'en prairie humide, ou le Robert-le-diable (*Polygonia c-album*), un papillon dont les chenilles se développent sur l'ortie (*Urtica dioica*).

On peut enfin citer des espèces aquatiques dont les populations se maintiennent préférentiellement en Wallonie dans les cours d'eau situés en contexte forestier, en raison du rôle de régulation joué par l'écosystème forestier sur la qualité des eaux. Un exemple emblématique de cette situation est la moule perlière (*Margaritifera margaritifera*), un mollusque bivalve reprise à l'Annexe II de la Directive Habitats.

Par ailleurs, les exigences écologiques (type de forêts, taille du territoire) des différents organismes forestiers sont éminemment variables. Certaines espèces animales y occupent des territoires étendus. C'est le cas de mammifères comme le cerf (*Cervus elaphus*), le chat sauvage (*Felis silvestris*) ou la barbastelle (*Barbastella barbastellus*), et d'oiseaux comme l'autour des palombes (*Accipiter gentilis*) ou la bondrée apivore (*Pernis apivorus*), espèces dont l'habitat peut également inclure des milieux ouverts comme zones d'alimentation. Une série d'espèces ont des exigences plus précises et marquent une préférence nette pour les forêts feuillues, notamment des chauves-souris comme le vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) ou le murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*), le pouillot sifflleur (*Phylloscopus sibilatrix*), un oiseau, ou la grande tortue (*Nymphalis polychloros*) et la hachette (*Aglia tau*), deux papillons dont les chenilles se développent sur des essences feuillues. Certaines espèces, peu nombreuses en Wallonie, sont inféodées aux forêts résineuses, comme la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) ou le cassenoix moucheté (*Nucifraga caryocatactes*). La combinaison de forêts feuillues et résineuses peut également favoriser certains taxons. Ainsi, le pic noir (*Dryocopus martius*) creuse préférentiellement ses loges dans de gros hêtres mais trouve dans



© Lionel Wtial



© Yan Barbier



La digitale pourpre (*Digitalis purpurea*) et le grand collier argenté (*Boloria euphrosyne*) sont deux espèces liées aux ouvertures dans la matrice forestière

© Sébastien Knickx



© Philippe Moës



Le cerf (*Cervus elaphus*) et l'engoulevent (*Caprimulgus europaeus*) sont à l'origine des espèces de milieux ouverts



Les chenilles de la hachette (*Aglia tau*) se nourrissent de diverses essences feuillues

les plantations de pins les populations abondantes de fourmis dont il se nourrit.

Notons que certaines espèces dites de « forêt ancienne » conjuguent des exigences strictement forestières à de faibles capacités de dispersion. Il s'agit par exemple de plantes sensibles aux perturbations du sol forestier et qui ne sont capables de recoloniser que très lentement les espaces perdus (ex. : *Blechnum spicant*, *Primula elatior*, *Polygonatum multiflorum*) (Hermey *et al.* 1999 ; Tanghe 2011). En ce sens, leur survie est donc tributaire d'une stabilité temporelle suffisante du couvert forestier au sein du paysage. On considère que des espèces de bryophytes comme *Frullania fragilifolia*, *F. tamarisci*, *Antitrichia curtipendula* et *Zygodon rupestris* sont également liées à une continuité de l'état boisé (Rose 1992 ;

Sotiaux & Vanderpoorten 2015). Une série de lichens sont par ailleurs tributaires d'une bonne qualité de l'air et d'une humidité atmosphérique élevée, ainsi que du maintien dans le temps d'arbres sénescents, comme le lichen corticole *Lobaria pulmonaria* (Rose 1986 ; Sérusiaux & Vanderpoorten 2005). Une densité suffisante et une continuité temporelle (à l'échelle de siècles) d'arbres sénescents sont aussi nécessaires à diverses espèces d'insectes xylophages⁹ (ex. : *Ampedus elegantulus*, *Crepidophorus mutilatus*, *Elater ferrugineus*, *Ischnodes sanguinicollis*) (Müller *et al.* 2005).

Enfin, si l'on se focalise sur les espèces rares, menacées et/ou protégées, la liste suivante (non exhaustive) reprend des espèces liées exclusivement ou partiellement aux habitats

(9) Un insecte xylophage est un insecte qui se nourrit de bois.



forestiers¹⁰. Il s'agit d'espèces de :

- chauves-souris : le murin d'Alcathoe² (*Myotis alcathoe*), le murin de Brandt² (*Myotis brandtii*), le murin de Natterer² (*Myotis nattereri*), l'oreillard roux² (*Myotis mystacinus*), la noctule de Leisler² (*Nyctalus leisleri*), la noctule commune² (*Nyctalus noctula*), le petit rhinolophe² (*Rhinolophus hipposideros*), le grand murin¹ (*Myotis myotis*), le vespertilion à oreilles échancrées¹ (*Myotis emarginatus*) ;
- autres mammifères : le chat sauvage² (*Felis sylvestris*), le loir gris⁴ (*Glis glis*), la martre⁶ (*Martes martes*), le muscardin² (*Muscardinus avellanarius*) ;
- oiseaux : la gélinotte des bois³ (*Bonasa bonasia*), la cigogne noire³ (*Ciconia nigra*), le grand corbeau⁴ (*Corvus corax*), le pic mar³ (*Dendrocopos medius*), le pic noir³ (*Dryocopus martius*), le loriot⁴ (*Oriolus oriolus*), la bondrée apivore³ (*Pernis apivorus*), le pic cendré³ (*Picus canus*) ;
- amphibiens : la salamandre terrestre⁴ (*Salamandra salamandra*) ;
- papillons de jour : le grand collier argenté (*Boloria euphrosyne*), le moiré blanc-fascié⁴ (*Erebia ligea*), le grand Sylvain⁴ (*Limenitis populi*), le damier athalie⁴ (*Mellicta athalia*), le morio⁴ (*Nymphalis antiopa*) ;
- papillons de nuit : la lichenée bleue (*Catocala fraxini*), le bombyx versicolore (*Endromis versicolora*), la feuille-morte du peuplier (*Gastropacha populifolia*), la feuille-morte du tremble (*Phyllodesma tremulifolium*), la feuille-morte de l'yeuse (*Phyllodesma ilicifolium*) ;
- coléoptères : l'aromie musquée⁴ (*Aromia*

moschata), le procruste chagriné (*Carabus coriaceus*), le carabe embrouillé (*Carabus intricatus*), le grand capricorne¹ (*Cerambyx cerdo*), le lucane cerf-volant¹ (*Lucanus cervus*), le prion tanneur⁴ (*Prionus coriarius*) ;

- libellules : le cordulégastre bidenté (*Cordulegaster bidentata*), le cordulégastre annelé (*C. boltonii*) ;

- végétaux supérieurs : *Aconitum lycoctonum*, *Actaea spicata*⁵, *Cardamine bulbifera*⁴, *Carex montana*⁴, *Cephalanthera damasonium*⁴, *C. longifolia*⁴, *Daphne laureola*, *D. mezereum*⁴, *Epipactis* div. sp.⁴, *Gagea spathacea*⁴, *Hypericum montanum*⁴, *Hordelymus europaeus*⁴, *Lathraea clandestina*⁴, *L. squamaria*, *Neottia nidus-avis*⁴, *Ornithogalum pyrenaicum*⁴, *Osmunda regalis*⁴, *Peucedanum carvifolia*⁴, *Polystichum lonchitis*⁴, *Ranunculus platanifolius*⁴, *Scilla bifolia*⁴, *Trientalis europaea*⁴, *Ulmus laevis*⁴ ;

- bryophytes : *Antitrichia curtipendula*, *Bazzania trilobata*, *Frullania fragilifolia*, *Leucobryum glaucum*⁶, *Neckera crispa*, *Ptilidium pulcherrimum*, *Sphagnum* div. sp., *Zygodon rupestris* ;

- lichens : *Bryoria fuscescens*, *B. subcana*, *Lobarina pulmonaria*, *Lobarina scrobiculata*, *Menegazzia terebrata*, *Sticta fuliginosa*, *Usnea* div. sp. ;

- champignons : *Amanita caesarea*, *A. echinocephala*, *A. friabilis*, *Boletus satanas*, *Cortinarius helvelloides*, *C. humicola*, *C. praestans*, *C. splendens*, *Craterellus lutescens*, *Echinoderma hystris*, *Hygrophorus russula*, *Lactarius repraesentaneus*, *Leccinum holopus*, *Rhodotus palmatus*, *Russula clavipes*, *Sarcoscypha jurana*.

(10) Les nombres en exposant à côté du nom des espèces correspondent aux :

1 : espèces reprises à l'annexe II de la Directive Habitats et protégées par la Loi sur la Conservation de la Nature (LCN)

2 : espèces reprises à l'annexe IV de la Directive Habitats et protégées par la LCN

3 : espèces reprises à l'annexe I de la Directive Oiseaux et protégées par la LCN

4 : espèces protégées par la LCN

5 : espèces partiellement protégées par la LCN

6 : espèces reprises à l'annexe 5 de la Directive Habitats



1



2



Faune patrimoniale des milieux forestiers

1 Martre (*Martes martes*) © Jonathan Lhoir

2 Chat sauvage (*Felis sylvestris*) © Séverin Pierret



3 Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) © Vincent Fiévet

4 Cigogne noire (*Ciconia nigra*) © Gérard Jadoul

5 Salamandre (*Salamandra salamandra*) © Thierry Kinet

6 Mélitée du mélampyre (*Melitaea athalia*) © Yvan Barbier

7 Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) © Jonathan Lhoir



Flore patrimoniale des milieux forestiers

- 1 Aconit tue-loup (*Aconitum lycoctonum*) © Lionel Wibail
- 2 Trientale (*Trientalis europaea*) © Lionel Wibail
- 3 Gagée à spathe (*Gagea spathacea*) © Lionel Wibail
- 4 Laurier des bois (*Daphne laureola*) @ Louis-Marie Delescaille
- 5 Céphalanthère à grandes fleurs (*Cephalanthera damasonium*) @ Lionel Wibail
- 6 Scille à deux feuilles (*Scilla bifolia*) © Jean-Louis Gathoye
- 7 Lathrée clandestine (*Lathraea clandestina*) © Jean-Louis Gathoye



Lichens et champignons patrimoniaux des milieux forestiers

- 1 Lichen pulmonaire (*Lobaria pulmonaria*) © Lionel Wibail
- 2 *Menegazzia terebrata* © Lionel Wibail
- 3 Amanite épineuse (*Amanita echinocephala*) @ Bernard Clesse
- 4 Bolet satan (*Boletus satanas*) @ Bernard Clesse



3 | Services écosystémiques

Traditionnellement, les milieux forestiers sont en principe multifonctionnels, permettant d'assurer des fonctions écologiques, sociales et économiques. C'est d'ailleurs ce qui est prôné dans l'article 1^{er} du Code Forestier wallon.

Les services de support ne sont pas directement utilisés par l'homme mais sont à l'origine des autres services. Il s'agit par exemple de la pédogénèse, des cycles de l'eau, du carbone (production primaire) et des nutriments ainsi que du développement d'habitats pour la biodiversité. Ils ne seront pas décrits davantage, la présente section se focalisant sur les services proximaux à la société.

Dans les milieux forestiers, le potentiel de réalisation des services de production et l'impact sur les services de régulation et culturels sont très variables en fonction des conditions environnementales, du type de spéculation (résis-

neux ou feuillus ou mélanges) et des méthodes de gestion, plus intensives ou plus naturelles.

3.1. Les services de production

3.1.1. Le bois

En Wallonie, la principale fonction de production reconnue à la forêt concerne la production de bois. À partir des données d'Alderweireld *et al.* (2015), on peut estimer que les peuplements fournissent de l'ordre du million de mètres-cubes de bois rien qu'à l'échelle du réseau Natura 2000. En fonction des qualités particulières du bois récolté, celui-ci est orienté vers les divers marchés que représentent l'ébénisterie, la menuiserie, la construction, la production de papier, l'énergie (sous forme de bûches ou de bois déchiqueté), ainsi que les filières de transformation industrielles. Le bois représente donc indéniablement une richesse pour la Wallonie. Même si celle-ci reste modeste (nettement < 1 %) en termes de contribution au produit intérieur



© Huguë Claessens

La production de bois est le principal service de production reconnu de la forêt



brut wallon (IWEPS 2013), l'Office économique Wallon du Bois estime qu'en 2018, la filière-bois en Wallonie soutenait directement ou indirectement environ 8000 entreprises et 18 000 emplois, générant un chiffre d'affaires de l'ordre de 5 milliards d'euros (OEWB 2019). Il convient toutefois de préciser qu'une part non négligeable de l'approvisionnement en bois des industries wallonnes provient des pays voisins.

3.1.2. Les autres produits

D'autres fonctions de production, plus difficilement quantifiables et devenues aujourd'hui marginales, ont jadis joué un grand rôle dans la subsistance des populations rurales. Il s'agit de produits directement consommés par l'homme (ex. : fruits, champignons, gibier), fournissant la base alimentaire du bétail (faines, glands, feuillages) ou servant de matière fertilisante en agriculture (litière, humus). Toutefois, même si elles ne génèrent plus de grands bénéfices économiques, la récolte de champignons et la cueillette de myrtilles sont encore des activités localement bien présentes.

3.2. Les services de régulation et de maintenance

Lorsque l'écosystème forestier est en bon état de fonctionnement, il fournit une série de services en matière de régulation et de maintenance, reconnus depuis longtemps (Jacquot 1911). Il s'agit de la régulation du climat (séquestration de carbone et flux atmosphériques), de la protection des sols et de l'eau, de l'amélioration de la qualité de l'air, mais aussi du développement d'organismes ayant un rôle de pollinisation ou de régulation pour les milieux agricoles environnants.

3.2.1. La fixation du carbone

La fixation du carbone est le résultat de la croissance des arbres. La quantité puisée dans l'atmosphère est injectée dans les cycles biologiques de la forêt. Pour des forêts mûres, en relatif équilibre avec leur milieu, et contrairement à ce que l'on croyait précédemment, les quantités fixées sont supérieures à celles qui sont rejetées dans l'atmosphère par la respiration des végétaux et les organismes hétérotrophes qui décomposent le bois mort et la litière (Luyssaert *et al.* 2008). Dans les forêts sur-âgées, les volumes de bois vivant et de bois mort peuvent être très importants, atteignant respectivement en moyenne de l'ordre de 500 m³/ha et plus de 130 m³/ha (Hahn & Christensen 2004). Dans la forêt de production, la majorité du bois est récoltée (Rondeux *et al.* 2005). Une partie se retrouve dès lors immobilisée dans du matériau bois et le carbone retourne dans l'atmosphère lorsque ce bois est brûlé ou composté en fin de vie. En forêt feuillue (l'essentiel du réseau Natura 2000), le volume de bois continue d'augmenter. Alderweireld *et al.* (2015) estiment à 20 % l'augmentation du matériel sur pied entre les inventaires forestiers de 1984 et 2010, augmentation qui se répercute aussi sur la quantité de carbone immobilisée en forêt, notamment dans le sol. Le maintien et l'augmentation de la quantité du bois mort en forêt (Branquart & Liégeois 2005) participent aussi, très modestement, au puits de carbone de la forêt wallonne. À l'heure actuelle, on estime les quantités de carbone stockées par l'écosystème forestier à 86 millions de tonnes, soit 185 tonnes/ha, plus ou moins équitablement réparties entre les arbres et le sol (Latte *et al.* 2013).



3.2.2. La régulation du climat

Les forêts influencent les climats locaux. La masse foliaire des strates de végétation absorbe le rayonnement solaire et réduit les pertes de chaleur par son effet isolant et par la réduction de la vitesse du vent. Par son évapotranspiration, la végétation augmente l'hygrométrie de l'air, qui est maintenue plus régulière au-dessus et dans la canopée. Ainsi, l'ambiance forestière tamponne les extrêmes climatiques (températures, vent, rayonnement...) pour produire un microclimat favorable à une série d'organismes spécifiques,

tandis qu'à l'échelle du paysage, elle influence l'hygrométrie et les flux atmosphériques.

3.2.3. La protection des sols contre l'érosion

Le couvert de la canopée et la couche d'humus ont un effet direct de protection contre l'érosion hydraulique (battance, ruissellement) et éolienne (perte de matières fines). Le système racinaire des arbres stabilise les sols, notamment dans les zones alluviales, par une fixation directe, mais aussi en améliorant leur structure.

3.2.4. La protection de l'eau

Les interactions entre le cycle de l'eau et la forêt sont multiples et concernent différents services écosystémiques (Fiquepron *et al.* 2013 ; Nisbet *et al.* 2011 ; Otto 1998 ; Piégay *et al.* 2003). Il s'agit notamment de :

- ▶ la régulation du régime hydrologique des cours d'eau, essentiellement par une amélioration de la percolation de l'eau grâce à l'effet positif des enracinements sur la porosité du sol et par l'évapotranspiration du feuillage ;
- ▶ la filtration et l'épuration de l'eau par le pouvoir filtrant de la masse foliaire et du sol, et notamment le processus de dénitrification en sols humides ;
- ▶ l'amélioration de l'écosystème rivière par la régulation des caractéristiques physico-chimiques (température et oxygénation, éléments en solution) et hydrologiques, ainsi que l'apport nutritionnel par les retombées (feuilles, brindilles, insectes, déjections, etc.) et la fourniture d'abris pour la faune aquatique dans les sous-berges.



La canopée et le système racinaire atténuent les phénomènes d'érosion des versants



© Lionel Wabail



Stabilisation de berge assurée par le système racinaire de l'aulne glutineux

3.2.5. L'amélioration de la qualité de l'air

Les forêts jouent un rôle essentiel dans la capture des poussières, des particules fines et des polluants générés par les activités industrielles, le chauffage domestique et les activités de transports. De nombreuses forêts péri-urbaines assurent ainsi une amélioration significative de la qualité de l'air (Beckett *et al.* 1998 ; Escobedo *et al.* 2010).

3.2.6. La pollinisation, le contrôle biologique et la dispersion des graines

Les forêts sont un abri majeur pour des espèces qui participent aux processus de pollinisation ou de contrôle biologique des pestes des cultures par exemple. Une partie significative des diptères syrphidés, qui sont des pollinisateurs à l'état adulte, sont par exemple saproxylophages¹¹ à l'état larvaire. Dans un

(11) Une espèce saproxylophage est une espèce se nourrissant de bois mort en décomposition.



© Jean-Yves Baignée

La Ferdinande dorée (*Ferdinande cuprea*) est un syrphé pollinisateur dont les larves se développent dans le bois en décomposition

paysage agricole, la proportion de forêts feuillues et de lisières feuillues est un indicateur pertinent de la diversité des organismes qui peuvent assurer des rôles régulateurs significatifs (Tscharntke *et al.* 2005).

3.3. Les services culturels et sociaux

Depuis l'origine de l'Homme, la forêt a été une des composantes de son cadre de vie, parfois même un milieu exclusif pour certaines populations humaines. À ce titre, les paysages forestiers sont perçus de manière positive par le public. Ils améliorent nettement la qualité de la vie quotidienne et sont fortement recherchés, conférant une valeur hédoniste significative à des biens immobiliers, comme pour les eaux de surface (Gibbons *et al.* 2014). Il est utile de remarquer que le paysage est une notion qui a toute son importance au niveau de la gestion forestière (Fagot *et al.* 2013 ; Marchal *et al.* 2012).



© Lionel Wital



La floraison des jacinthes dans le Bois de Hal (Flandre) attire de nombreux photographes

© Jonathan Lhoir



La chasse au grand gibier constitue un des services récréatifs de la forêt



Vu leurs surfaces importantes, les forêts sont aussi un environnement très favorable à la réalisation d'activités de loisirs partagés comme la randonnée, les activités sportives ou même la chasse ou la récolte de champignons (Colson *et al.* 2012). La découverte et l'observation de la nature en général ou d'animaux particuliers, comme lors du brâme du cerf, sont une source d'expériences et de contacts assez uniques. La pratique de la photographie botanique, animalière ou paysagère, l'organisation de visites guidées et d'activités de recherches témoignent de l'importance des milieux forestiers comme sources d'inspirations et de connaissances. Ce sont enfin des espaces auxquels sont associées des valeurs patrimoniales et existentielles importantes, derniers refuges d'une nature réputée sauvage, authentique et indomptée.

Les forêts sont donc un objet de communication essentiel pour le développement du tourisme (cf. les initiatives de la « Marque Ardenne »¹² et « les Forêts d'Ardenne »¹³). Les estimations de la valeur économique de la forêt mènent généralement à la conclusion qu'en termes financiers, la valeur sociale des forêts accessibles et fréquentées dépasse très largement celle de la production de bois (Colson *et al.* 2010 ; Moons *et al.* 2000).

Toutefois, la seule activité récréative pour laquelle la valeur pécuniaire de la forêt peut être estimée assez précisément, par le biais de transactions financières, est la pratique de la chasse. Au niveau de la forêt publique wallonne (essentiellement domaniale et communale), les revenus des baux de chasse étaient en 2005 de l'ordre de 20 % des revenus de

la production de bois (Gerken 2005). Cette activité reste au rang des fonctions récréatives car cette valeur financière n'est pas liée au gibier en tant que bien de production, mais bien au droit de le chasser.

4 | Exigences écologiques et facteurs de qualité

À l'état naturel, les forêts sont les écosystèmes les plus complexes et les plus diversifiés. En effet, leur développement vertical en strates de végétation, leur profond impact sur les sols, le microclimat interne qui se développe sous la canopée, offrent une grande diversité de niches écologiques. Ces caractéristiques propres aux forêts naturelles sont responsables de leur grande biodiversité et de la complexité des interactions qui assurent le fonctionnement de l'écosystème et la production des services écosystémiques : minéralisation et maintien de la fertilité des sols, régénération naturelle, chaînes trophiques et contrôle des pathogènes, filtration et épuration des eaux, etc. On reconnaît les forêts en bon état de fonctionnement à une série de caractéristiques, ou facteurs de qualité, qui sont en relation avec cette complexité.

Les facteurs de qualité que sont la surface, la connectivité, la composition, les structures et les fonctions s'appliquent à tous les habitats d'intérêt communautaire, qu'ils soient forestiers ou non. Ces concepts ont été définis dans l'introduction générale. Les points suivants ne répètent donc pas les principes généraux mais se focalisent sur les facteurs de qualité propres aux forêts.

(12) <http://www.marque-ardenne.com/>

(13) <http://www.lesforetsdardenne.be/>



4.1. La surface et la connectivité

Pour les espèces forestières à grand territoire, c'est surtout la taille du massif ou sa connectivité avec d'autres massifs qui importe ; cela peut également être une certaine abondance et une continuité spatiale et temporelle de microhabitats liés aux essences forestières (par exemple, une certaine densité de gros chênes ou d'arbres morts). Pour ces espèces, ce n'est donc pas spécifiquement la surface d'un type d'habitat forestier particulier au sein d'un massif qui importe, et c'est à l'échelle paysagère que se conçoit la connectivité entre milieux forestiers.

Pour d'autres espèces, par contre, inféodées aux conditions propres à un type d'habitat particulier (comme certains végétaux), il est important d'assurer une surface minimale des entités spatiales individuelles correspondant à cet habitat et une connectivité entre celles-ci afin d'assurer la survie à long terme de ces espèces et de limiter les risques d'extinction liés à des « accidents ». Les notions de taille et de

connectivité minimales d'un habitat particulier à l'échelle d'un paysage ou d'une région naturelle sont donc variables et dépendent fortement des caractéristiques des espèces visées.

Par ailleurs, certains habitats forestiers (comme les forêts de ravin, les tourbières boisées ou même les forêts alluviales) sont limités dans leur développement par des conditions abiotiques particulières (topographie, sol, hydrologie) qui n'apparaissent localement que sur de petites surfaces allant de la dizaine d'ares à quelques dizaines d'hectares. Pour ces habitats, la surface de référence est naturellement limitée par la disponibilité potentielle et la localisation des conditions écologiques particulières. Il est néanmoins évident, comme mentionné dans l'introduction, que les unités plus grandes présenteront en moyenne des populations d'espèces typiques plus importantes et une diversité spécifique supérieure, l'occupation des sols de la matrice paysagère agissant comme facilitatrice ou comme un frein à la dispersion des individus.

© Didier Veuve



Le pic mar (*Dendrocopos medius*) est favorisé par l'abondance de gros chênes au sein des peuplements

© Lionel Vial



La renoncule à feuilles de platane (*Ranunculus plataniifolius*) est inféodée aux forêts alluviales ou de pente



4.2. La composition spécifique, les structures et les fonctions

4.2.1. La composition spécifique

En termes de composition spécifique, c'est évidemment la composition en essences ligneuses qui constitue le principal facteur de qualité propre aux habitats forestiers : chaque essence contribue à la biodiversité par un cortège d'espèces spécifiques liées à ses différents compartiments (feuilles, écorce, tronc, racines) (Branquart & De Keersmaecker 2010 ; Emberger *et al.* 2013 ; Verheyen & Branquart 2010).

Des essences différentes présentent un enracinement spécifique et une fane plus ou moins favorable à la qualité et à la vitesse de décomposition de la litière (Ponette 2010), exploitent et restituent les ressources minérales du sol de manière différente, participant ainsi à la fertilité des sols. Les essences héliophiles comme l'aulne glutineux, le frêne, le pommier sauvage, les bouleaux, les saules et les sorbiers laissent passer une partie plus importante du rayonnement solaire et contribuent à un meilleur développement de la strate herbacée et muscinale du sous-bois.

Par ailleurs, les essences indigènes ont dans leur ensemble des cortèges d'espèces indigènes associées nettement plus importants que les essences exotiques. Et, parmi les indigènes, les chênes, les saules, le hêtre, les bouleaux et les cerisiers au sens large (*Prunus* div. sp.) ont le potentiel biologique le plus élevé (Branquart & Dufrêne 2005 in Branquart *et al.* 2005 ; Kennedy & Southwood 1984). La présence dans les habitats de différentes essences indigènes, y compris les plus rares, dans des proportions suffisantes et équilibrées

à l'échelle des peuplements ou du paysage permet donc de maximiser la biodiversité et est favorable aux espèces spécialisées. Il convient par ailleurs de noter que les peuplements dominés par les essences plus héliophiles permettent un meilleur développement de la diversité ligneuse que les peuplements plus sombres comme les hêtraies (Branquart & Liégeois 2005).

Les peuplements mélangés présentent aussi une meilleure résilience liée, entre autres, à une meilleure exploitation des ressources disponibles, à la réduction du risque de dégâts phytosanitaires par la dilution des cibles des ravageurs et la constitution de barrières (physiques et chimiques) à la colonisation de l'arbre cible, et à la diversité de microhabitats aptes à accueillir une plus grande richesse de prédateurs (Jactel *et al.* 2005). La présence de populations d'espèces indigènes variées dans le paysage permet par ailleurs de conserver une grande diversité de génotypes locaux contribuant, par la régénération naturelle, à assurer la pérennité, la diversité et l'adaptabilité des différents habitats naturels qu'elles composent (Gosselin & Valadon 2006), notamment après des perturbations naturelles (Legay *et al.* 2008 a, 2008b) ou face au changement climatique.



Saule marsault (*Salix caprea*)

© Lionel Vitail



Diversité d'essences indigènes sur les versants d'une vallée condrusienne

La diversité spécifique ne se limite évidemment pas au cortège ligneux, mais intègre tous les autres organismes typiques des milieux forestiers, qu'il s'agisse de plantes herbacées, de bryophytes, de lichens, de champignons ou d'animaux. En particulier, la présence d'espèces typiques des forêts anciennes non perturbées (cf. point 4.2.2.4) ou d'espèces liées aux stades de sénescence (cf. point 4.2.2.2) témoignent d'une bonne qualité des habitats forestiers.

4.2.2. Les structures et fonctions

4.2.2.1. La structure du peuplement forestier

Une structure complexe est à l'origine d'une biodiversité spécifique importante (Ferris & Humphrey 1999), qui occupe les différents étages de la canopée (structure verticale) et les diverses plages élémentaires du cycle sylvigénétique, voire du métaclimax, depuis les zones ouvertes jusqu'aux zones ombragées en

passant par les zones d'essences héliophiles et les petites trouées (structure horizontale). Cette structuration est essentielle à la coexistence d'essences aux tempéraments différents et se traduit par la présence permanente de stades jeunes au sein des peuplements, assurant une résilience maximale aux tempêtes et autres accidents climatiques (Legay *et al.* 2008a, 2008b). Il est généralement admis que la structure irrégulière du climax forestier est favorable à plus d'un titre à la biodiversité et au fonctionnement de l'écosystème, mais certains types de forêts régulièrement perturbées (saulaies inondables) ou en cours de développement (comme les boulaies et les frênaies de colonisation) sont souvent naturellement équiennes (du Bus de Warnaffe & Devillez 2002).

Les futaies irrégulières constituent donc le régime qui présente les structures les plus complexes et la plus forte biodiversité strictement forestière, en assurant la présence d'une



variété maximale de microhabitats. Il s'agit aussi de la structure la plus proche du fonctionnement naturel de l'habitat dans sa phase climacique (Branquart & Liégeois 2005 ; Emberger *et al.* 2013).

Même si elle peut exister naturellement au sein des dynamiques forestières naturelles, la futaie équienne est moins représentative du fonctionnement spontané du climax forestier. Dans le contexte wallon, la régénération y est souvent menée par plantation monospécifique, conduisant à une simplification de la structure et de la composition ligneuse. Les cortèges d'espèces, notamment les végétaux (Bardat 2004), les carabes (Dauffy-Richard *et al.* 2010 ; du Bus de Warnaffe & Dufrêne 2004) et l'avifaune (du Bus de Warnaffe & Deconchat 2008) varient en fonction de l'âge des peuplements, de même que la nature et l'abondance des microhabitats. Certaines espèces de la flore herbacée, notamment celles dont la survie des graines dans le sol est limitée et dont les capacités de dispersion sont faibles, sont menacées par une fermeture longue et totale du couvert (Dauffy-Richard *et al.* 2010). À l'échelle du paysage, la biodiversité forestière peut par contre être maintenue à un niveau élevé, à la condition d'offrir une répartition spatio-temporelle équilibrée des différentes classes d'âge, depuis les stades les plus jeunes jusqu'aux forêts âgées, de maintenir les ouvertures spontanées du massif et une certaine proportion de peuplements à couvert plus léger, et de respecter au maximum la composition spécifique naturelle des habitats, en intégrant la régénération naturelle et en favorisant le maintien des essences non climaciques.

Dans le taillis, la régénération se fait par rejet de souche et favorise donc les essences qui se

prêtent au recépage, laissant peu de place aux semis naturels. En l'occurrence, en Wallonie, le hêtre, qui forme la végétation climacique de quatre types d'habitats d'intérêt communautaire, disparaît rapidement au profit d'essences comme les bouleaux, le charme, le coudrier et diverses espèces d'arbustes selon la nature du sol, favorisant par la même occasion les espèces (animaux, bryophytes, lichens...) qui leur sont associées. La composition ligneuse diffère fondamentalement de celle des futaies et se rapproche donc dans certains cas des premiers stades des cycles métaclimaciques naturels, pour la plupart absents des futaies gérées par plantation. En termes de structure verticale, les jeunes stades des taillis correspondent par ailleurs à des faciès arbustifs favorables à de nombreuses espèces, comme la gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*) (Jacob *et al.* 2010). Les fréquentes mises en lumière qui accompagnent les coupes et les jeunes stades des taillis permettent un meilleur développement d'une partie de la flore typique des coupes et des espèces forestières héliophiles, mais également des floraisons abondantes de plantes forestières plus sciaphiles (Buckley & Mills 2015). Le développement de cette flore permet aussi la présence d'invertébrés associés (source de nectar, plantes-hôtes pour le développement des larves) notamment des papillons comme le grand collier argenté (*Boloria euphrosyne*) et la mélitée du mélampyre (*Melitaea athalia*) (Fichet *et al.* 2011). Par contre, le vieillissement du taillis entraîne une fermeture de la canopée rapidement défavorable au tapis herbacé mais peut favoriser d'autres groupes d'invertébrés (Buckley & Mills 2015). Lorsque les coupes n'atteignent pas des tailles importantes, la juxtaposition de différents stades de développement du taillis (coupes, stades jeunes et stades âgés) permet de maximiser la biodiversité liée à ces



Les quatre types principaux de structure forestière des forêts gérées

- 1** Futaie irrégulière
- 2** Futaie équiennne



3 Taillis

4 Taillis sous futaie

Toutes les photos © Lionel Wibail



Les larves du rhinocéros européen (*Oryctes nasicornis*) se développent dans la matière ligneuse en décomposition



stades et aux écotones associés. Il convient toutefois de noter qu'avec le traitement en taillis, l'habitat forestier en tant que tel est, dans une certaine mesure, dénaturé dans sa structure, son fonctionnement et sa composition spécifique, et ne présente pas les facteurs de qualité liés aux stades forestiers matures et aux espèces qui leur sont inféodées.

Le taillis sous futaie est un régime qui permet la coexistence des différents stades de développement ligneux et le maintien des gros bois à condition que le seuil d'exploitabilité des arbres de la futaie y soit élevé. La composition ligneuse caractéristique des habitats y est par contre altérée par le traitement en taillis du sous-bois et par la sélection systématique d'essences héliophiles pour la réserve. Le hêtre, essence à couvert dense rejetant mal de souche, est ainsi généralement éliminé des peuplements. Il s'agit néanmoins de peuplements permettant l'expression des essences forestières et des espèces héliophiles généralement sous-représentées dans les plantations ou dans les peuplements maintenus en futaies à couvert dense. Le traitement en taillis sous futaie permet dans une certaine mesure de combiner la présence d'espèces liées aux taillis et d'espèces liées aux microhabitats (cavités, canopée) des arbres de la réserve (Buckley & Mills 2015).

Chacun de ces régimes, et les structures qui lui sont associées, présente donc un intérêt pour la biodiversité, même si les futaies, en particulier la futaie irrégulière, se rapprochent davantage des forêts naturelles.

4.2.2.2. La représentation des stades de sénescence du cycle sylvigénétique

Les habitats forestiers naturels possèdent des stades âgés de sénescence, en particulier des

arbres sénescents, du bois mort au sol ou sur pied. En forêt primaire, même les jeunes stades comportent du bois mort relictuel des stades précédents. Ces éléments-clés de la biodiversité sont des facteurs de qualité très spécifiques et essentiels de l'écosystème forestier (Emberger *et al.* 2013 ; Peterken 1996).

Le bois mort

Le bois mort possède une capacité d'accueil incontestable, en tant que source de nourriture et d'habitat, pour des espèces spécialisées et menacées (Bouget 2007 ; Fayt *et al.* 2006 ; Gosselin & Paillet 2010 ; Speight 1989). Plus du quart des espèces forestières seraient ainsi liées à la présence de bois mort pour tout ou partie de leur cycle de vie (Bouget 2007). Outre le cortège saproxylique (champignons, invertébrés, etc.) dégradant et recyclant la matière ligneuse, de nombreux vertébrés forestiers dépendent également de la présence de bois mort au sein de l'écosystème. Neitro *et al.* (in Bunnell *et al.* 1999) ont ainsi recensé 18 utilisations différentes des chandelles par des vertébrés, notamment comme lieu de nourrissage, de nidification ou de chasse. Parmi les multiples ressources fournies par le bois mort, l'offre en cavités constitue un des paramètres les plus importants pour les vertébrés forestiers, 25 à 30 % d'entre eux utilisant en effet cet habitat en tant que lieu de repos ou de nidification (Bunnell *et al.* 1999), notamment la martre (*Martes martes*), différents oiseaux cavernicoles et certaines chauves-souris. Par ailleurs, la dégradation de la matière ligneuse par différents décomposeurs (bactéries, champignons, invertébrés entre autres) permet le retour au sol de grandes quantités de substances nutritives stockées dans le bois durant la croissance des arbres (André 1997). Ce faisant, en maintenant la productivité et en facilitant la



Diversité des formes de bois mort

- 1 Hêtre mort debout
- 2 Chandelle d'aulne glutineux en bordure de cours d'eau
- 3 Arbre feuillu au sol à un stade avancé de décomposition
- 4 Gros houppier de bouleau au sol

Toutes les photos © Lionel Wibail



Espèces liées au bois mort

- 1 Aromie musquée (*Aromia moschata*) @ Jean-Yves Baugnée
- 2 Pézize (*Sarcoscypha jurana*) © Bernard Clesse
- 3 Pic noir (*Dryocopus martius*) @ Didier Vieuxtemps
- 4 Hypholome en touffe (*Hypholoma fasciculare*) © Lionel Wibail



Exemples de microhabitats liés aux arbres vivants d'intérêt biologique

- 1** Branches mortes recouvertes de bryophytes
- 2** Cavité de pied
- 3** Dendrotelme
- 4** Loupe

Toutes les photos © Lionel Wibail



© Jean-Yves Blaugère



Ceriana conopsoides, une espèce de syrphe dont les larves se nourrissent sur les coulées de sève

régénération, le bois mort garantit la pérennité de l'habitat (Harmon 1986 in Vallauri 2005). Outre la quantité totale de bois mort présente dans les peuplements, d'autres paramètres comme la diversité en termes d'espèces ligneuses, de dimensions et de niveaux de décomposition, la répartition spatiale des éléments, etc. contribuent également à soutenir le fonctionnement et la capacité d'accueil du milieu (Bouget & Gosselin 2005 ; Bütler 2006 ; Bütler *et al.* 2013).

Les arbres d'intérêt biologique

Les « arbres d'intérêt biologique » désignent les arbres âgés et/ou de grosses dimensions, les arbres à cavités ou porteurs de microhabitats tels que fentes, décollements d'écorces, cimes cassées ou fourches, dendrotelmes¹⁴, écorces crevassées, développement de lierre, de fougères, de mousses (Emberger *et al.* 2013 ; Gosselin & Paillet 2010), et dont la présence conditionne celle d'espèces spécialisées. Leur rôle est par ailleurs complémentaire à celui des arbres morts, puisqu'en offrant une meilleure régulation thermique que ces derniers, ils per-



© René Jansen

Le vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) se reproduit préférentiellement dans les cavités d'arbres vivants

mettent l'installation dans le peuplement d'espèces spécifiques, comme des chauves-souris (ex. : *Myotis bechsteinii* et *Barbastella barbastellus*) et divers oiseaux cavernicoles (Thauront & Stallegger 2008). Les arbres d'intérêt biologique sont également importants pour le complexe saproxylique, car leurs microhabitats évoluent plus lentement et de manière plus variée, créant durablement les habitats les plus rares des forêts modernes (Brustel 2001). Ils ont donc un rôle d'éléments structurants du peuplement, utilisés par la faune, la flore, les champignons ou les lichens (Branquart *et al.* 2003 ; Branquart *et al.* 2005 ; Carnino 2009).

4.2.2.3. Le sol, compartiment vivant de l'écosystème forêt

Chaque habitat forestier possède son sol spécifique, défini par son type d'humus, son hydromorphie et d'autres caractéristiques physiques. Le sol est un milieu complexe façonné par les êtres vivants qui l'occupent, depuis les arbres qui le disloquent avec leurs racines et l'enrichissent de leurs retombées organiques, jusqu'à la pédofaune et la pédo flore qui recy-

(14) Un dendrotelme est un microhabitat aquatique, souvent temporaire, se développant dans une structure (ex. cavité, fourche) d'un arbre.



clent la matière organique via l'humification et la minéralisation pour la rendre à nouveau disponible pour les plantes. Ce brassage continu contribue à former un sol poreux possédant une grande capacité d'accueil pour la biodiversité qui assure le bon fonctionnement du turn-over et la fertilité qui en découle. Excepté dans des conditions d'extrême acidité ou d'humidité, on reconnaît donc un habitat naturel en bon état de fonctionnement à son sol structuré et à son humification.

4.2.2.4. La continuité temporelle, l'ancienneté de l'état boisé et l'absence de perturbation

La continuité et l'ancienneté de l'état boisé contribuent positivement au bon fonctionnement de l'écosystème forestier et à la biodiversité locale (Chevalier *et al.* 2008 in Larrieu & Gonin 2008). Diverses études ont en effet montré que les forêts ayant échappé à la déforestation, voire à la surexploitation, recèlent des espèces à haute valeur conservatoire, spécifiquement adaptées à l'ambiance et à la structure forestières (microclimat tamponné, abris et habitats spécifiques, etc.) (Hermy *et al.* 1999 ; Jacquemin *et al.* 2014). Comme mentionné dans le paragraphe relatif à la valeur patrimoniale des forêts, ces espèces nécessitent une stabilité à long terme de l'ambiance forestière pour se développer pleinement. Il s'agit, par exemple, des coléoptères du bois mort, des espèces de la pédoflore et de la pédofaune, des mycorhizes ou des plantes à faible capacité de dispersion (Honnay *et al.* 1998).

Les plantes vasculaires ont été de loin les plus étudiées comme espèces indicatrices de forêts anciennes. Certaines ont adopté une stratégie de survie à l'ombre de la canopée, en se développant avant la feuillaison des arbres, ou en colonisant l'espace essentiellement par reproduction végétative (développement de rhizomes ou de bulbes). N'étant pas dotées de grandes facultés de migration (faibles capacités de développement de diaspores et de dispersion, faible compétitivité), les plantes de forêts anciennes ne parviennent à coloniser de nouveaux habitats forestiers qu'après de nombreuses décennies ; elles constituent donc de bonnes indicatrices des forêts peu perturbées ou en cours de restauration (Bossuyt & Hermy 2000 ; Dupouey *et al.* 2002 ; Hermy *et al.* 1999 ; Jacquemin *et al.* 2014 ; Tanghe 2011).

Cependant, la seule continuité de l'état boisé ne garantit pas systématiquement la qualité biologique des forêts anciennes, puisque certaines d'entre elles ont par ailleurs subi des dégradations historiques comme le pâturage, l'essartage, le soutrage, pratiques qui peuvent avoir fortement modifié le sol et les cortèges floristiques. Ainsi, les forêts anciennement essartées montrent une composition du tapis herbacé différente des forêts situées dans les mêmes conditions édaphiques et climatiques n'ayant jamais été affectées par ces pratiques (Noirfalise & Thill 1959 ; Tanghe 1970).



© Laurent Bock Ulg-GxABT

Profils de sols forestiers : sol limono-caillouteux à drainage naturel favorable (à gauche), sol alluvial à drainage pauvre (au centre), « argile blanche » ardennaise (à droite)



© Lionel Wibail

Floraison de jacinthe (*Hyacinthoides non-scripta*) et d'ail des ours (*Allium ursinum*) dans une forêt ancienne



5 | Pressions et menaces

5.1. La destruction et la fragmentation des habitats

La surface forestière wallonne dans son ensemble ne diminue pas, mais il existe encore un risque non négligeable de perte de surface, de qualité biologique et de connectivité pour certains habitats forestiers.

Bien que la tendance générale des dernières années soit à une diminution de la proportion des surfaces de forêts résineuses, une des menaces les plus importantes de destruction des habitats forestiers indigènes, surtout pour les moins productifs, est liée au risque de transformation en plantations exotiques. Cette transformation s'explique par la meilleure productivité des essences exotiques, majoritairement des essences résineuses, par leur facilité de culture, et par la demande forte de certaines filières. Le risque est plus élevé lorsque les espèces indigènes se régénèrent mal ou lorsque la conformation des arbres semenciers ne correspond pas aux objectifs de production de bois de qualité. Plus rarement, la transformation progressive d'une forêt feuillue en peuplement exotique peut également provenir de l'ensemencement naturel des essences exotiques à partir des peuplements voisins.

La substitution d'un habitat feuillu par une plantation exotique, quelle que soit l'essence utilisée, provoque directement une simplification structurelle de l'écosystème (futaie pure équienne) et une modification de la composition spécifique en termes de composition ligneuse, mais aussi d'espèces associées aux essences. De plus, au cours du développement de la plantation, le sous-bois et les

équilibres sol-humus-pédoflore et pédofaune sont progressivement modifiés, souvent dans le sens d'un fonctionnement moins efficace en cas d'enrésinement, en raison de la minéralisation plus difficile de la fane de la plupart des résineux. L'introduction d'essences exotiques s'est parfois accompagnée de l'apparition d'espèces liées à ces essences, notamment parmi les champignons, les insectes et les oiseaux ; certains de ces organismes se comportent d'ailleurs comme des ravageurs (scolytes) ou des parasites (champignons pathogènes). Cependant, le cortège d'espèces spécialistes des essences exotiques récemment installées en Wallonie est généralement appauvri par rapport à celui de leur aire d'origine et, d'une manière générale, l'intérêt biologique des essences exotiques est inférieur à celui des essences indigènes (Branquart & Liégeois 2005 ; du Bus de Warnaffe & Deconchat 2008 ; Gosselin 2004).

Le déboisement, c'est-à-dire le passage définitif d'un milieu forestier à un autre milieu, n'est pas une tendance lourde dans la mesure où le statut de zone forestière au plan de secteur est normalement bien cadencé. Cependant, certains boisements sont localement développés sur des zones agricoles, zones d'habitat, d'activités économiques, de loisir ou d'extraction, et il est donc possible de les déboiser. Cette menace est d'autant plus sérieuse dans les territoires densément peuplés, où les habitats forestiers sont déjà fortement morcelés et réduits à l'état de reliques.

Ces actions ont non seulement un effet direct par la perte nette de surface de l'habitat mais, dans certains cas, elles peuvent également entraîner une rupture de la connexion spatiale entre les fragments d'habitats. Ces menaces constituent un danger d'autant plus grand



© SPW

Isolement des massifs forestiers en région limoneuse



© Lionel Wibail

Les plantations équiennes d'épicéas présentent une structure et une diversité biologique appauvries par rapport aux forêts naturelles

pour les habitats ayant déjà subi une raréfaction et un morcellement. Les types d'habitats les plus menacés actuellement sont les forêts du domaine atlantique, déjà réduites et menacées par l'urbanisation. Par le passé, les forêts alluviales (91E0, 91F0) ont également subi de grandes destructions par défrichement et/ou replantation des terrasses avec des essences exotiques (peuplier, épicéa). Il en est de même pour les forêts liées aux sols tourbeux (91D0) et paratourbeux (9190), jadis déboisés, puis drainés et replantés en épicéa.

La perte de surface est par ailleurs plus dommageable pour la biodiversité lorsqu'elle concerne des îlots feuillus résiduels qui ont échappé aux déboisements historiques, où la biodiversité spécifiquement forestière est encore bien représentée, notamment en termes de composition ligneuse et de flore des forêts anciennes. Comme mentionné précédemment, les espèces de forêts anciennes disparaissent en cas de déboisement et sont incapables de migrer rapidement vers une zone d'habitat favorable où se maintenir. De surcroît, les pertes d'habitat sont difficilement réversibles : même en cas de restauration ultérieure de l'état boisé, il faut des décennies à ces espèces pour recoloniser le milieu d'où elles avaient préalablement disparu (Dupouey *et al.* 2002 ; Hermy *et al.* 1999).

On a pu observer que les déboisements anciens, même temporaires, ont, dans certains cas, engendré des modifications profondes et durables des caractéristiques abiotiques de l'écosystème. Le labour, plus particulièrement, peut en effet induire une compaction du sol, une perturbation du régime hydrique, ainsi qu'un broyage des matériaux grossiers, provoquant l'amendement naturel du sol. C'est surtout en cas d'apport d'engrais que

les modifications sont les plus profondes : les stocks et flux d'éléments minéraux peuvent être profondément modifiés au niveau du sol avec des taux de phosphore et, dans une moindre mesure, d'azote, bien supérieurs en forêt récente qu'en forêt ancienne. Dans ces sols forestiers anciennement enrichis s'opère une modification de la composition du cortège floristique typique, au profit de quelques espèces nitrophiles telles *Alliaria petiolata*, *Galium aparine*, *Urtica dioica*, voire *Rubus fruticosus sensu lato* dans les milieux très pauvres (Dupouey *et al.* 2002), alors que les espèces forestières typiques, adaptées à la continuité de l'ambiance forestière, ont disparu. Seules quelques espèces dont les diaspores sont légères (p. ex., certaines fougères ou les astéracées dispersées par le vent) ou les espèces dispersées par les oiseaux (ronces,



© SPN

Terrasses alluviales enrésinées au sein d'une matrice forestière feuillue



prunellier, aubépines, sureaux, par exemple) parviennent à recoloniser ces « nouveaux » boisements à moyen terme.

5.2. Les dégradations anthropiques

Plusieurs dégradations de l'habitat naturel proviennent de pratiques inadaptées à l'écosystème « forêt ». Le texte qui suit détaille les plus fréquentes d'entre elles : la compaction des sols, le drainage, l'eutrophisation et l'acidification.

5.2.1. La compaction du sol

L'exploitation forestière fait de plus en plus appel à des engins lourds, capables de réaliser des opérations dans une grande variété de conditions. Lors des exploitations, ces machines circulent souvent de manière intensive

sur la coupe, laissant des traces plus ou moins durables dans le sol, sous la forme d'ornières ou de tassements plus discrets mais tout aussi dommageables (de Paul & Bailly 2005a, 2005b ; ONF 2005 ; Pischedda 2009).

Le tassement peut modifier fortement et durablement les conditions physico-chimiques des sols forestiers, freinant dans les cas les plus graves le développement des essences sensibles. Les phénomènes de tassement se traduisent par une réduction de la porosité du sol et mènent à une réduction de l'approvisionnement en oxygène, de la capacité de rétention d'eau et à une modification du régime thermique du sol. Or, ces paramètres définissent les conditions de vie des décomposeurs de la litière dont dépendent la minéralisation, la structuration et donc la fertilité des sols.

© Lionel Wibal



Tassement du sol en forêt alluviale

© Lionel Wibal



Développement du jonc épars (*Juncus effusus*) sur un sol tassé par l'exploitation forestière

De manière plus directe, le passage des engins peut provoquer l'écrasement du système racinaire ou entraver sa progression, diminuant la capacité des arbres à s'alimenter correctement en eau et en éléments minéraux. S'en suivent des problèmes de stabilité et de mauvais développement, voire un dépérissement des individus les plus sensibles (cas du hêtre notamment) (Langhor 2010).

Au niveau de la végétation herbacée, les nouvelles conditions pédologiques produites par le tassement induisent des changements quantitatifs et qualitatifs de la flore (de Paul & Bailly 2005b ; Godefroid & Koedam 2004). On observe le développement d'espèces végétales caractéristiques des sols compactés (ex. : *Carex remota* et *Juncus effusus* en hêtraie), des milieux humides, ou des espèces rudérales adaptées à un régime de perturbations répétées (Weltecke & Gaertig 2011), ne relevant

pas du cortège originel de l'habitat forestier. La sensibilité au tassement dépend par ailleurs du type de sol : la gravité de l'atteinte est généralement plus importante dans les sols caractérisés par une texture fine et peu caillouteuse, de même qu'elle est proportionnelle à la teneur en eau au moment du tassement (Gosselin & Valadon 2006). Après une dégradation de ce type, de quelques décennies à plus d'un siècle sont nécessaires à la restauration naturelle et complète du fonctionnement du sol (Weltecke & Gaertig 2011), selon le type de sol et le comportement racinaire des essences.

5.2.2. Le drainage

Un certain nombre d'habitats d'intérêt communautaire sont étroitement liés à la présence de nappes phréatiques temporaires (chênaies ou chênaies-charmaies climaciques - HIC



Extension de la molinie (*Molinia caerulea*) dans une boulaie tourbeuse dégradée par drainage



9160 et 9190 ; forêts alluviales - HIC 91E0) ou permanentes (boulaies tourbeuses - HIC 91D0). Il s'y développe un cortège d'espèces hygroclines et hygrophiles, spécifiquement adaptées à ces conditions particulières de milieu. Par leur fonctionnement, ces écosystèmes humides fournissent un ensemble de services essentiels sur le plan hydrologique, dont la recharge des nappes phréatiques, la régulation du régime hydrologique des cours d'eau, la filtration et l'épuration des eaux (Claessens 2005 ; Nisbet *et al.* 2011 ; Piégay *et al.* 2003) mais aussi le stockage de carbone dans les sols avec l'accumulation de matières organiques non décomposées. Pourtant, ces milieux sensibles ont jadis été largement drainés dans le but d'augmenter la production, ce qui a entraîné une modification profonde de leurs caractéristiques hydriques et des services écosystémiques associés. Ces perturbations se sont généralement traduites par une régression des espèces herbacées et ligneuses typiques des milieux humides au profit d'espèces plus communes (Timbal & Maizeret 1998). Dans les cas les plus graves, ces perturbations hydrologiques ont conduit à modifier la nature même des habitats par la disparition de l'ensemble des espèces végétales et animales composant leur cortège typique (Carnino 2009). Le drainage, la canalisation des cours d'eau ou encore l'édification de barrages ont par exemple modifié l'équilibre écologique de beaucoup de forêts riveraines, en les faisant dériver vers des formes banalisées plus proches des chênaies-charmaies (Noirfalise 1984 ; Piégay *et al.* 2003 ; Schnitzler-Le noble 2002). Par ailleurs, le drainage des plateaux humides a augmenté l'impact des crues en raison de la diminution de la capacité de rétention en eau des sols (Gosselin & Vallandon 2006).

5.2.3. L'eutrophisation et l'acidification

Les causes d'eutrophisation du milieu forestier sont multiples. Elles peuvent être directes, liées à la fertilisation et l'amendement, parfois à grande échelle, des forêts pauvres (chênaies acidiphiles par exemple) ou au passage antérieur d'une zone boisée par une phase agricole, mais aussi indirectes, par exemple à partir du ruissellement depuis les milieux agricoles ou via les dépôts atmosphériques eutrophisants azotés.

L'enrichissement en azote du milieu forestier engendre une modification de la composition des communautés végétales et des abondances relatives des espèces dans les peuplements, les espèces frugales cédant progressivement leur place aux espèces nitrophiles dont la croissance est inhibée en milieu oligotrophe (Dumas & Valadon 2006). Dans le cas de retombées azotées généralisées, on observe ainsi une banalisation de la flore inhérente à l'homogénéisation des conditions stationnelles. Les communautés de bryophytes évoluent également, dans le sens d'une progression des espèces rudérales aux dépens des espèces acidiphiles (Dulière *et al.* 1999), tandis que certains lichens peuvent se montrer particulièrement intolérants à l'azote (van Tol *et al.* 1998). Enfin, la faune et la fonge peuvent également être affectées par l'eutrophisation des écosystèmes forestiers, soit de manière directe, soit par les modifications de la composition de la végétation (Dumas 2004 ; van Tol *et al.* 1998).

Les dépôts atmosphériques peuvent par ailleurs entraîner une acidification des sols (dépôts en azote et soufre acidifiants), ayant pour conséquence d'induire certaines carences en éléments chimiques essentiels (calcium,

magnésium et potassium) se répercutant sur l'ensemble des communautés végétales (Baumgartner 2007 ; Le Gall 2004) et par la libération d'aluminium phytotoxique (Laurent & Lecomte 2007). Néanmoins, les quantités de dépôts atmosphériques acidifiants et eutrophisants en forêt ont sensiblement diminué depuis les années 1990 en Wallonie (SITERM 2019).

5.3. La gestion forestière

Par rapport au fonctionnement naturel des habitats, et en particulier à la conservation de la biodiversité, la gestion forestière a, en règle générale, organisé les peuplements de façon rationnelle en fonction de la production de bois avec, comme résultat, une simplification de la structure et la récolte des arbres en

pleine santé. La futaie équienne monospécifique a souvent été favorisée, tandis que les arbres sénescents et morts ont été quasi systématiquement exploités durant des décennies. Il convient cependant de préciser que la « Circulaire Biodiversité » (Branquart & Liégeois 2005) et le Code Forestier ont récemment défini des mesures et recommandations visant à améliorer les facteurs de qualité des habitats forestiers.

5.3.1. La simplification de la structure et de la composition ligneuse

En favorisant un nombre limité d'essences de grande production (en Wallonie, 75 % de la ressource forestière est constituée de quatre essences [Alderweireld *et al.* 2015]) et en les cultivant en peuplements purs et équiennes



Structure forestière simplifiée issue de plantations équiennes en Forêt de Soignes



pour des raisons évidentes de simplicité (plus de la moitié de la forêt wallonne est constituée de futaies pures équiennes), la sylviculture traditionnelle s'écarte sensiblement du fonctionnement de l'écosystème naturel caractérisé par une plus grande diversité d'essences, une structure démographique diversifiée et une structure spatiale complexe.

5.3.2. La récolte de bois mort et l'exploitation des arbres d'intérêt biologique

La reconnaissance de l'intérêt du bois mort en forêt est très récente. Durant des siècles, dans la plupart des forêts, le bois mort était une ressource intégralement récoltée. Actuellement, en forêt wallonne, avec en moyenne de l'ordre de 10 m³/ha (ICEW 2014), les volumes de bois mort sont très nettement en deçà de ceux que l'on peut mesurer dans les forêts tempérées non gérées, qui s'élèvent au moins à 40 m³/ha, mais atteignent des pics de 250 m³/ha et plus lors de certaines phases du cycle sylvigénétique (Hahn & Christensen 2005 ; Peterken 1996 ; Vallauri 2005). Cette pauvreté en bois mort s'accompagne de répercussions importantes en termes de fonctionnement et de diversité des écosystèmes (Bütler 2006 ; Gosselin 2004 ; Gosselin & Valadon 2006), dont le bois mort constitue un maillon essentiel. Müller & Bütler (2010) estiment à 30 m³/ha le volume de bois mort nécessaire pour préserver la majeure partie de la faune saproxylique en forêts de basse altitude.

Par ailleurs, pour des raisons liées à la qualité technologique du bois (notamment pour éviter les pourritures et colorations), à la mise en œuvre de l'exploitation et aux contraintes techniques des processus de transformation (dimension maximale des grumes), la récolte

des arbres se fait généralement au tiers ou à la moitié de leur longévité, en pleine vitalité (Branquart *et al.* 2005). Cela limite fortement la présence de gros arbres sénescents qui font partie intégrante du fonctionnement naturel de l'écosystème forestier et qui procurent de nombreuses niches écologiques exploitées par la faune et la flore typiquement forestières (branches mortes, décollements d'écorce, cavités, écorces rugueuses, vieux lierres, etc.).

Comme exemple de conséquence liée à la récolte de bois mort et à l'exploitation des arbres d'intérêt biologique, on observe un déclin préoccupant des espèces saproxyliques au sein de l'Union Européenne, sans doute partiellement imputable au faible niveau de bois mort caractérisant ses forêts. Ainsi, selon Nieto & Alexander (2010), dans l'Union Européenne (27 États Membres en 2010), 14 % des espèces de coléoptères saproxyliques sont menacées, 14 % sont quasi-menacées, et les données sont insuffisantes pour évaluer le risque d'extinction de 28 %, dont beaucoup pourraient également s'avérer menacées. L'exploitation de bois est identifiée dans ce rapport comme la plus grosse menace pour ces espèces. À l'instar des coléoptères, on constate par ailleurs une diminution sensible de la diversité fongique au niveau européen, en ce compris les espèces saproxyliques (Richard *et al.* 2005).

5.3.3. L'impact des coupes à blanc

La pratique de la coupe à blanc a aussi des impacts importants sur le fonctionnement de l'écosystème forestier. Même si la tendance actuelle est à la régénération sous le couvert («sylviculture à couvert continu»), la gestion par coupe à blanc et replantation est encore très nettement majoritaire dans les peuplements résineux et se pratique aussi parfois dans les peuplements feuillus (peupleraies, futaies équiennes, taillis,



Coupe à blanc de grande taille

transformations des peuplements). Cela implique que, à des fréquences variables (et tous les 50 à 80 ans en résineux), à peu près la moitié de la surface forestière wallonne est dégagée de sa couverture ligneuse protectrice.

Les impacts des coupes à blanc sont multiples et liés aux autres types de menaces. La disparition de la végétation et les perturbations du sol qui accompagnent les exploitations entraînent une dégradation accélérée de la matière organique disponible au sol et dans l'humus, qui se minéralise et contribue de manière significative à l'eutrophisation des nappes aquifères et des cours d'eau (Kubin 1998 ; Legout *et al.* 2009 ; Palviainen *et al.* 2004). Les modifications de la composition de l'humus, la mise en lumière et les modifications climatiques rendent le développement des essences forestières plus complexe et peuvent hypothéquer la régénération forestière (Keenan & Kimmins 1993). Ces

impacts sont d'autant plus importants que les surfaces sont grandes et qu'elles dépassent la taille d'un hectare, limitant la dispersion naturelle des graines et des espèces nécessaires à la restauration physique et chimique des sols à partir des peuplements adjacents. La grande majorité des espèces forestières ont en effet des possibilités de dispersion limitées. Cet impact est amplifié par les pratiques de préparation de terrain comme le broyage des rémanents avant replantation.

Si certaines espèces non-forestières ou de lisières bénéficient de ces nouveaux espaces ouverts et voies de colonisation (notamment des espèces de pelouses ou de landes, qui trouvent dans les ouvertures forestières des milieux de substitution), avec l'élimination de la végétation ligneuse, des arbres d'intérêt biologique et du bois mort, les coupes à blanc ont aussi évidemment un impact majeur sur les com-



munautés de micro-organismes, de champignons, la végétation et les animaux typiques de l'ambiance forestière (Djupström *et al.* 2012 ; Huber & Baumgarten 2005 ; Rudophi & Gustafsson 2011, e.a.).

Enfin, la pratique des coupes à blanc sur des pentes plus ou moins fortes entraîne des problèmes importants d'érosion et des modifications fondamentales du régime hydrique des sols, *a fortiori* lorsqu'elles s'accompagnent du creusement de multiples voies de débardage (Keenan & Kimmins 1993). Avec les précipitations, les sédiments rejoignent les cours d'eau et provoquent une turbidité importante et un colmatage des fonds.

5.4. Les surpopulations de grands herbivores

Les ongulés sauvages sont, pour ce qui concerne la Wallonie, le cerf (*Cervus elaphus*), le chevreuil (*Capreolus capreolus*), le sanglier (*Sus scrofa*), le daim (*Dama dama*) et le mouflon (*Ovis aries*). Ils peuvent profondément altérer la structure et la composition des communautés forestières via des mécanismes directs et indirects (Rooney & Waller 2002). Les mécanismes directs découlent le plus souvent du comportement alimentaire de l'ongulé considéré. C'est la partie la plus visible. L'avenir des semis naturels consommés dépend de leur sensibilité à l'abroustissement, de leur appétence vis-à-vis de l'espèce d'ongulé et de la densité d'ongulés.

Outre la régénération, l'herbivorie peut modifier les interactions entre les plantes concurrentes, la succession forestière et la structure globale du tapis herbacé (Côté *et al.* 2004). En découlent des effets sur l'avifaune, les micromammifères, l'entomofaune, ... (Côté *et*

al. 2004 ; Massei & Genov 2004). Ce phénomène est d'autant plus préoccupant que les densités de cerfs et sangliers n'ont jamais été aussi élevées en Europe qu'à l'heure actuelle (Massei *et al.* 2015 ; Milner *et al.* 2006). En Wallonie, les tableaux de chasse ont atteint des records pour le cerf en 2010 (Bertouille *et al.* 2015) et pour le sanglier en 2018 (A. Licoppe, comm. pers.)

Il convient encore de mentionner l'impact très probable de la prédation directe par le sanglier sur les populations d'oiseaux nichant au sol, notamment la gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*) (Jacob *et al.* 2010), ou sur l'herpétofaune, e.a. l'orvet fragile (*Anguis fragilis*) (Jacob *et al.* 2007).

Les paragraphes suivants, détaillant l'impact du gibier sur la structure et la composition forestières, se basent essentiellement sur une revue bibliographique de Licoppe (2008), complétée de références plus récentes mentionnées dans le texte.

5.4.1. L'impact sur la structure forestière

Les changements de la structure de la végétation sont sans doute les effets les plus manifestes des cervidés en forêt. Globalement, on considère trois composantes du changement de structure engendré par les ongulés : l'abroustissement sur la pousse terminale, qui limite la croissance en hauteur ; l'abroustissement sur les autres pousses, qui réduit la densité du feuillage ; l'abroustissement sur les semis naturels, qui limite la densité des tiges.

La comparaison entre les arbres sous clôtures et ceux non protégés montre effectivement un retard de croissance et, dans certains cas,



© Philippe Moës



Port en «bonsaï» d'un bouleau abroué par le gibier

© Philippe Moës



Différence de développement de la régénération entre une zone d'exclos (à gauche de la clôture) et d'enclos (à droite)



un retard dans les successions végétales. Des semis naturels peuvent ainsi être maintenus à une hauteur inférieure à 50 cm sur une période d'un quart de siècle par le simple fait de l'abroustissement et certaines espèces adoptent un port ramassé (port « en boule »). Dans le massif de Saint-Hubert (Licoppe *et al.* 2012) ou dans celui de Florenville (Lehaire *et al.* 2013), la comparaison entre zones accessibles (exclos) ou non (enclos) au grand gibier montre clairement la différence de croissance chez le hêtre et le bouleau verruqueux.

En plus des espèces d'arbres, les ongulés affectionnent les végétaux semi-ligneux. Sur les plateaux ardennais, la différence de hauteur de la myrtille entre enclos et surface témoin est d'ailleurs en lien direct avec la densité de cervidés et est utilisée en tant qu'indicateur de suivi de l'équilibre forêt-gibier (Saïd *et al.* 2015).

Outre la réduction de la croissance, l'abroustissement peut également réduire la densité des semis, via des mécanismes nombreux et complexes, allant de leur destruction directe à leur affaiblissement. Dans la forêt de l'Hertogenwald, près de la Réserve naturelle des Hautes-Fagnes, les cervidés ont un effet significatif sur la densité des bouleaux. À Florenville, Lehaire *et al.* (2013) mettent également en évidence un effet sur la densité de semis en général dû à la pression des herbivores. Les semis peuvent aussi être simplement arrachés ou sectionnés à hauteur du collet par le sanglier pour des raisons encore inconnues. Des enclos-exclos spécifiques, permettant d'isoler l'effet du sanglier, installés dans la hêtraie à luzule (HIC 9110) du massif de Saint-Hubert depuis 2013, ont montré que le sanglier engendrait une diminution significative de la densité de semis de hêtres en seulement 3 ans,

alors que l'effet des cervidés est non significatif sur la même période. Cet effet du sanglier, à tous les stades (de la graine au semis de 50 cm), est observé également sur le chêne dans les chênaies-charmaies de Famenne (HIC 9160).

Dans les forêts sur sols pauvres de haute Ardenne, la pression d'abroustissement sur les arbres, leurs semis et sur les espèces buissonnantes est telle que le biotope évolue très souvent vers une hêtraie mono-étagée au sous-bois constitué essentiellement d'espèces herbacées. Ces dernières sont en outre favorisées par l'éclaircissement plus important lié à la réduction du couvert.

5.4.2. L'impact sur la composition spécifique

Les ongulés sont sélectifs dans leur alimentation et certaines espèces sont consommées plus intensément ou plus fréquemment que d'autres. De plus, chaque essence réagit plus ou moins bien à l'abroustissement. Il en résulte que l'abroustissement modifie la composition spécifique. Sur la base de comparaisons entre enclos et exclos, l'effet des ongulés est négatif sur la composition spécifique des espèces ligneuses ou semi-ligneuses (arbres, arbustes, buissons) et positif sur les espèces de graminées (Boulanger 2010 ; Gill & Beardall 2001). Parmi les herbacées, les monocotylédones semblent favorisées par rapport aux dicotylédones (Vandenschrick *et al.* 2013).

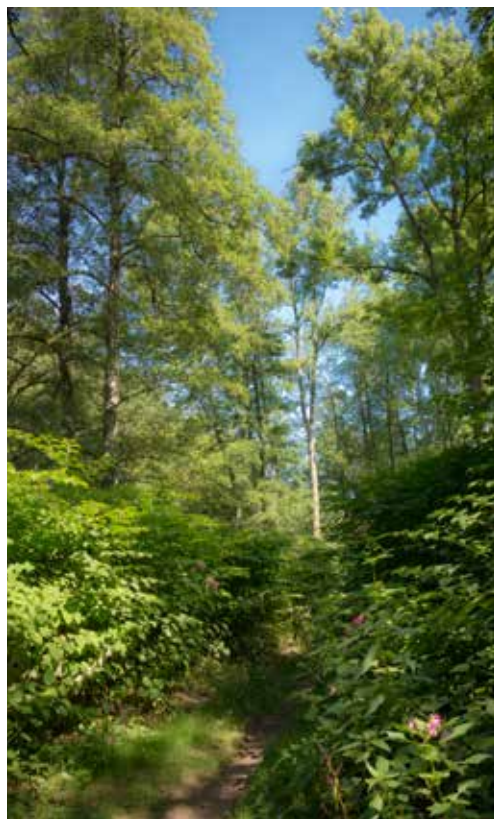
L'abroustissement n'engendre pas toujours un changement cohérent dans la composition de la végétation. D'abord, il existe des différences de régime alimentaire en fonction de l'espèce ; ensuite, les préférences alimentaires dépendent de la composition de la végétation. La consom-

mation de plantes moyennement appréciées, par exemple, dépendrait d'abord de l'abondance des autres ressources alimentaires. Il faut aussi noter que l'aptitude des essences forestières à rester compétitives et à réagir à l'abroustissement est différente en fonction des conditions écologiques et édaphiques - plus ou moins optimales - dans lesquelles elles poussent.

5.5. Le développement d'espèces invasives

Certaines espèces invasives présentes dans les forêts peuvent poser des problèmes considérables en termes de conservation et de gestion des habitats forestiers, modifiant durablement les conditions écologiques locales.

Le cerisier tardif (*Prunus serotina*) est une espèce emblématique de l'invasion biologique en milieu forestier. En Belgique, cet arbre fut introduit au XIX^e siècle en vue de produire un bois d'ébénisterie puis comme espèce améliorant la qualité de la litière des pinèdes sur sols pauvres et sableux (Jacquemart *et al.* 2010). Par la suite, l'espèce s'est rapidement dispersée grâce à une reproduction sexuée précoce et abondante, une grande capacité de multiplication végétative, principalement par drageonnage, une stratégie de tolérance à l'ombrage, et une capacité de dispersion à longue distance par les oiseaux (Paireon *et al.* 2006 ; Vanhellemont 2009). Il affecte particulièrement les habitats forestiers acidiphiles situés en zone atlantique (habitats 9120 et 9190). Empêchant la régénération des essences forestières, modifiant les propriétés des sols (Vanderhoeven *et al.* 2005) et réduisant la diversité de la strate herbacée, le cerisier tardif fait l'objet de nombreuses campagnes de lutte dont les coûts peuvent s'avérer considérables malgré leur succès parfois mitigé.



Forêt alluviale à sous-bois envahi par la balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) et la renouée asiatique (*Fallopia sp.*)

Des espèces invasives herbacées impactent également les habitats forestiers, profitant le plus souvent d'éclaircies naturelles ou de mises à blanc. Citons ici la renouée du Japon (*Fallopia japonica*) ou la balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*), deux espèces particulièrement présentes en zone alluviale (habitats 91E0 et 91F0).



Houpriers de frênes dégarnis dans un peuplement attaqué par *Hymenoscyphus fraxineae*

Le cas particulier des parasites des essences forestières

Un cas particulier de perturbation liée aux espèces exotiques concerne l'introduction d'organismes parasites des espèces ligneuses.

En soi, la présence de dégâts aux arbres et de mortalité est une source de biodiversité en forêt. Les parasites contribuent à diversifier les milieux forestiers par leur impact sur la vitalité des arbres (bois morts, trouées, ...) mais, dans certains cas, les dégâts occasionnés par ces espèces introduites sont tels que le fonctionnement de l'habitat forestier est profondément modifié. L'incidence de ces espèces est particulièrement dommageable quand elles s'attaquent aux jeunes stades de développement des arbres : le parasite empêche la régénération naturelle d'une essence et l'élimine donc d'une région donnée. Cela a été le cas pour la graphiose de l'orme (*Ophiostoma ulmi*) dans le passé. C'est aujourd'hui le cas avec la maladie du frêne causée par *Hymenoscyphus fraxineae* (Gerarts *et al.* 2015). Le champignon, qui s'attaque

d'abord aux jeunes frênes, pose un problème potentiel de survie de l'essence (Delahaye *et al.* 2015), essence qui, par ailleurs, abrite une biodiversité importante (Mitchell *et al.* 2014) et appartient au cortège naturel de nombreux habitats d'intérêt communautaire, dont les forêts alluviales (HIC 91E0 et 91F0) et les chênaies-frênaies (HIC 9130 et 9160).

Le risque peut aussi venir d'insectes xylophages introduits sur le territoire européen et qui peuvent s'attaquer à un nombre important d'essences forestières, car ils sont peu spécifiques. Leur introduction dans la nature provoquerait des dommages tels que la fonction de production de la forêt pourrait être remise en cause. Il s'agit notamment d'*Anoplophora glabripennis* et *A. chinense*, deux espèces de longicornes originaires d'Asie.

La gestion de ces crises phytosanitaires par les gestionnaires forestiers constitue un défi. Il convient notamment de s'assurer que les mesures prises évitent de dégrader davantage la biodiversité des habitats indigènes impactés.

5.6. Les changements globaux

L'impact des changements globaux a été développé dans toute sa complexité dans l'introduction générale. Pour ce qui concerne les forêts, c'est principalement la diminution attendue des ressources en eau durant la saison de végétation (directe via la diminution des précipitations et indirecte via l'augmentation de l'évapotranspiration due à l'augmentation de la température estivale et à une plus grande fréquence des canicules) qui aura le plus d'impact sur les arbres (Laurent & Perrin 2009). On prévoit que des espèces exigeantes, comme le hêtre (Latte *et al.* 2015) qui constitue la base de nombreux habitats forestiers en Wallonie, seront mises en difficulté sur les stations les moins favorables (basse Belgique, versants chauds, sols filtrants ou superficiels). Des essences exotiques de production comme l'épicéa seront aussi soumises à un stress si-

gnificatif, surtout à basse altitude (Falk & Hempelmann 2013 ; Piedallu *et al.* 2009). Cet affaiblissement risque bien d'être à l'origine de crises sanitaires causées par des maladies et ravageurs auxquels les arbres auront plus de mal à résister. Et ce, d'autant plus que les ravageurs seraient favorisés par les changements climatiques. C'est typiquement le cas du couple « épicéa - scolyte ».

En fonction de la réaction des différentes espèces face aux modifications climatiques (espèces constitutives des habitats ou qui les rejoignent suite aux migrations climatiques), les interactions interspécifiques sont susceptibles de se modifier, donnant lieu à de nouveaux équilibres plus ou moins éloignés de ceux des écosystèmes actuels, révélant le caractère dynamique propre aux habitats forestiers. En modifiant leur composition spécifique, qui est la base même de leur définition, les chan-

© Lionel Whail



Sénescence prématurée du feuillage dans une forêt sur sol rocaillieux en raison d'une sécheresse estivale



gements climatiques menacent les habitats dans leur existence et, avec eux, les espèces incapables de migrer ou de résister aux espèces envahissantes.

Dans ce contexte, les actions des sylviculteurs à travers les choix d'essences et des modes d'exploitation sont un élément important à prendre en compte pour limiter l'impact de ces changements sur la biodiversité et sur les différents services écosystémiques. En effet, de la même manière que l'histoire socio-économique de la forêt européenne a modelé sa surface et sa composition avec l'introduction des résineux exotiques, les changements climatiques pourraient favoriser le développement de spéculations sylvicoles basées sur de nouvelles essences exotiques (ex : cèdre, feuillus américains, ...) dans les peuplements actuels présumés les plus sensibles au changement climatique. L'utilisation de ces essences exotiques n'est cependant pas la seule alternative et une réflexion peut également être menée sur le maintien des essences indigènes, par exemple en utilisant des essences et des génotypes mieux adaptés aux changements en cours. Ceci est d'autant plus vrai qu'il est actuellement très difficile d'identifier avec une relative précision quels seront les changements climatiques futurs et donc les espèces les mieux adaptées d'ici 50 ou 70 ans. En outre, si ce réflexe de transformation des peuplements pourrait se justifier d'un point de vue économique (Hanewinkel *et al.* 2013) dans les forêts où la fonction de production de bois est jugée prioritaire, il n'en est pas de même dans les habitats d'intérêt communautaire ou patrimonial (Korn *et al.* 2014). Les structures biologiques et les processus écologiques doivent être maintenus ou restaurés pour s'adapter au mieux aux changements, en mettant en avant l'importance d'un fonc-

tionnement optimal des sols forestiers. Les forêts complexes, diversifiées et structurées qui fonctionnent selon les dynamiques spontanées (séries progressives, sylvigénèse et réaction aux perturbations, etc.) sont parmi les plus résilientes. Le mélange d'essences est par ailleurs souvent souligné comme voie d'adaptation des forêts au changement climatique (Guyot *et al.* 2016 ; Legay *et al.* 2008a, 2008b).

6 | Principes d'évaluation des structures et fonctions

Ce paragraphe décrit les indicateurs relatifs aux «structures et fonctions» utilisés pour l'évaluation des habitats forestiers à l'échelle biogéographique en Wallonie. Ces derniers sont construits à partir de paramètres physiques ou biologiques qui permettent de traduire les facteurs de qualité et les menaces présentés plus haut.

6.1. Les principes de sélection des indicateurs

L'élaboration des critères et indicateurs à considérer pour l'évaluation des structures et fonctions des habitats forestiers d'intérêt communautaire s'appuie sur une revue bibliographique approfondie dont l'objet a été d'identifier les critères et indicateurs les plus usités et reconnus comme pertinents au sein de la communauté scientifique et par les autres États Membres de l'Union Européenne.

En outre, la démarche a essentiellement porté sur l'évaluation à l'échelle biogéographique. L'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW), qui couvre de manière homogène l'ensemble du territoire wallon, constitue dès lors une source de don-



nées de premier choix (Rondeux & Lecomte 2010). La sélection des indicateurs a donc aussi été basée sur les données déjà récoltées dans le cadre de l'IPRFW. En effet, nombre de paramètres nécessaires aux indicateurs retenus d'après la revue bibliographique, tels ceux relatifs au bois mort ou à la composition ligneuse, étaient disponibles à partir des mesures réalisées par l'IPRFW.

La récolte de paramètres supplémentaires, nécessaires aux indicateurs retenus *a priori*, a ensuite été testée en forêt, afin d'en étudier la faisabilité. Certains indicateurs qui semblaient pertinents (notamment ceux relatifs à l'observation directe de dégâts du gibier, à la structure du sol ou à la densité d'arbres à cavités) n'ont pas été retenus car leur calcul aurait exigé, pour être exploitable, une récolte de données trop complexe ou impraticable dans le cadre opérationnel des inventaires actuels. Ils peuvent néanmoins être en partie déduits des indicateurs sélectionnés. Par exemple, la densité de gibier a un impact sur la structure (régénération) et sur la composition des peuplements, qui font l'objet d'indicateurs.

Dans le futur, il n'est cependant pas exclu de faire évoluer l'IPRFW ou de le compléter par d'autres données (issues par exemple de la télédétection) afin de mieux appréhender certaines problématiques pour lesquelles la récolte de données est nécessaire mais actuellement insuffisante ou inadaptée.

Finalement, 10 indicateurs ont été retenus pour évaluer les structures et fonctions dans le cadre du calcul de l'état de conservation des habitats forestiers pour les périodes 2007-2012 et 2013-2018 en veillant, pour le choix des indicateurs, à respecter un juste compromis entre précision et praticabilité. Ils ont été

regroupés selon les trois critères généraux présentés dans l'introduction générale : l'intégrité du cortège d'espèces typiques, l'intégrité de la structure de l'habitat et les perturbations (liées aux pressions et menaces pesant sur les écosystèmes).

Chacun de ces dix indicateurs fait l'objet d'un bref paragraphe descriptif qui précise les indicateurs utilisés. Les seuils proposés pour l'évaluation des niveaux d'état de conservation, les échelles d'évaluation et les méthodes d'agrégation ne sont pas développés davantage, étant donné qu'ils sont particuliers à un type d'inventaire ayant son protocole propre de récolte des données (l'IPRFW) et qu'ils pourraient évoluer au cours des prochains rapports, en fonction de l'évolution des connaissances, d'une amélioration de la prise de données ou d'exercices d'inter-calibrations. Les aspects détaillés font l'objet d'un dossier scientifique consultable en ligne sur le site de l'ULg, Gembloux Agro-Bio Tech (*orbi.uliege.be*) (Wibail *et al.* 2012).

6.2. Les indicateurs

6.2.1. La composition spécifique

6.2.1.1. Le caractère indigène du cortège ligneux

L'indicateur retenu est le recouvrement relatif, en % de la surface inventoriée, toutes strates confondues, des espèces indigènes du cortège ligneux. Pour que l'habitat obtienne une cote favorable à l'échelle de la placette, le peuplement doit être complètement indigène ou les espèces indigènes doivent nettement dominer. Les cotes individuelles de chaque placette de l'habitat considéré sont ensuite agrégées à l'échelle biogéographique pour obtenir la cote globale pour cet indicateurs.



© Lionel Wibal

Régénération ligneuse diversifiée en chênaie



6.2.1.2. La diversité du cortège ligneux

L'indicateur retenu est le nombre d'espèces indigènes parmi le cortège ligneux au sein de la placette d'évaluation, pour les strates arborée et arbustive (donc en excluant la strate herbacée). Une essence présente dans plusieurs strates n'est prise en compte qu'une seule fois. Le nombre d'espèces par placette doit dépasser des seuils, établis en tenant compte de la diversité ligneuse intrinsèque propre à chaque habitat. En effet, et à titre d'exemple, la valeur seuil sera plus élevée pour une forêt alluviale (HIC 91E0), par nature très diversifiée, que pour une chênaie acidiphile (HIC 9190) ou une boulaie tourbeuse (HIC 91D0) dont la diversité potentielle des essences est limitée à quelques espèces en raison des conditions pédo-logiques très contraignantes. L'évaluation se fait à l'échelle de chaque placette, et les cotes des placettes individuelles sont agrégées pour le type d'habitat à l'échelle biogéographique.

6.2.1.3. Les espèces caractéristiques des forêts peu perturbées

L'indicateur retenu est le nombre d'espèces herbacées de forêts anciennes au sein d'une placette d'évaluation, sur base d'une liste de référence. Le nombre d'espèces de forêts anciennes au sein d'une placette est à maximiser ; il est comparé à des seuils, adaptés au type d'habitat concerné (certains habitats ayant naturellement une plus grande diversité botanique que d'autres).

La liste des espèces de forêts peu perturbées se base sur une revue de la littérature européenne (Hermy *et al.* 1999), sur une publication wallonne (Tanghe 2011) ainsi que sur un exercice préliminaire de validation de la liste d'espèces de forêts anciennes sur l'ensemble de la Wallonie (Jacquemin 2014). Le tableau 1 est une synthèse de ces différentes sources, adaptée en tenant compte d'informations spécifiques parfois contradictoires entre ces sources. Des études plus approfondies s'avèrent nécessaires pour valider une liste complète applicable à la Wallonie.

TABLEAU 1 Liste des espèces indicatrices de forêts peu perturbées, par type d'habitat, adaptée d'après Hermy *et al.* 1999, Jacquemin 2014 et Tanghe 2011

Espèces / habitat	9110	9120	9130	9150	9160	9180	9190	91D0	91E0 et 91F0
<i>Actaea spicata</i>						x			
<i>Allium ursinum</i>			x		x	x			x
<i>Anemone nemorosa</i>	x	x	x	x	x	x			x
<i>Anemone ranunculoides</i>			x		x				x
<i>Blechnum spicant</i>	x	x			(x)		x	(x)	
<i>Campanula trachelium</i>			x	x		x (t)			
<i>Carex digitata</i>				x		x (t)			
<i>Carex remota</i>	(x)	(x)			x				x
<i>Carex strigosa</i>									x
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>									x



Espèces / habitat	9110	9120	9130	9150	9160	9180	9190	91D0	91E0 et 91F0
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>									x
<i>Convallaria majalis</i>	x	x	x	x	x				
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	x	x	x	x	x	x			x
<i>Festuca altissima</i>	x		x			x			
<i>Galium odoratum</i>			x	x	x	x			x
<i>Geum rivale</i>					x(f)				x
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>						x			
<i>Helleborus viridis</i>			(x)		x				x
<i>Hordelymus europaeus</i>			(x)	x					
<i>Hyacinthoides non-scripta</i>		(x)	x						
<i>Hypericum hirsutum</i>			x	x	x(f)				
<i>Lamium galeobdolon</i>			x	x	x	x			x
<i>Lathraea squamaria</i>					x				x
<i>Luzula luzuloides</i>	x		x		x	x	(x)		
<i>Luzula pilosa</i>	x	x	x		x	x			x
<i>Luzula sylvatica</i>	(x)	(x)			x	(x)	x	x	(x)
<i>Maianthemum bifolium</i>	x	x	x				(x)		
<i>Melica nutans</i>				x		x(t)			
<i>Melica uniflora</i>			x	x	x	x			(x)
<i>Mercurialis perennis</i>			x	x	x	x			x
<i>Milium effusum</i>	x	x	x	(x)	x	x			x
<i>Neottia nidus-avis</i>			x	x					
<i>Oxalis acetosella</i>	x	x	x		x	x	x		x
<i>Paris quadrifolia</i>			x	x	x	x			x
<i>Phyteuma spicatum</i>			x	x	x	x			x
<i>Polygonatum multiflorum</i>	x	x	x	x	x	x			x
<i>Polystichum aculeatum</i>						x			
<i>Primula elatior</i>			x		x	x			x
<i>Pulmonaria obscura</i>			x		x				x
<i>Ranunculus auricomus</i>			x	x	x	x			x
<i>Ranunculus platanifolius</i>						x			x
<i>Sanicula europaea</i>			x	x					
<i>Viola reichenbachiana</i>			x	x	x	x			x

Légende : x = espèces présentes dans l'habitat ; (x) = espèce transgressant dans l'habitat ;
(f) = variante famennienne ; (t) = variante thermophile



Espèces de forêts anciennes

- 1 Ail des ours (*Allium ursinum*) © Lionel Wibail
- 2 Jacinthe des bois (*Hyacinthoides non-scripta*) © Lionel Wibail
- 3 Campanule gantelée (*Campanula trachelium*) © Lionel Wibail
- 4 Anémone fausse-renoncule (*Anemone ranunculoides*) © Louis-Marie Delescaillie



- 5 Benoîte des ruisseaux (*Geum rivale*) © Lionel Wibail
- 6 Hellebore vert (*Helleborus viridis*) © Louis-Marie Delescaille
- 7 Blechne en épi (*Blechnum spicant*) © Lionel Wibail
- 8 Lathrée écailleuse (*Lathraea squamaria*) © Lionel Wibail
- 9 Anémone des bois (*Anemone nemorosa*) © Lionel Wibail



Remarque

La période d'observation a beaucoup d'influence sur la détection des géophytes, dont une bonne partie disparaît en été. Par ailleurs, la densité du couvert forestier peut également influencer la présence et l'abondance des espèces. Il est donc nécessaire d'en tenir compte dans la fixation des seuils à atteindre.

6.2.2. Les structures et fonctions *sensu stricto*

6.2.2.1. La continuité forestière

L'indicateur retenu est la diminution de surface de forêt ancienne pour un habitat forestier entre différents cycles de rapportage, exprimée en pourcentage de placettes (ou pourcentage de la surface de l'habitat, si la cartographie est exhaustive à l'échelle considérée) à l'échelle biogéographique. Pour que l'habitat obtienne une cote favorable, ce pourcentage doit être nul ou très faible.

L'identification des forêts anciennes subnaturelles se fait via la superposition de cartes historiques digitalisées. Une forêt est considérée comme ancienne subnaturelle si elle est présente sur la « Carte de Ferraris », réalisée dans les années 1770, et si elle a conservé son caractère forestier feuillu sur les différentes cartes historiques ultérieures.

6.2.2.2. La structure verticale et la régénération naturelle

Il n'est pas aisé d'attribuer une cote de qualité biologique individuelle à la structure d'un peuplement, ou de considérer qu'un type de structure est systématiquement plus favorable qu'un autre. Une diversité de structures est à favoriser pour maximiser la biodiversité, per-

mettant la présence d'espèces associées aux différents faciès et de celles nécessitant leur coexistence, mais les connaissances scientifiques ne permettent pas encore de déterminer avec quelles modalités (de taille notamment) cet agencement est optimal (Cordonnier & Gosselin 2014).

L'indicateur initialement retenu pour le rapportage européen était le type de structure verticale (régime) et, dans le cas des placettes relatives au cycle de la futaie régulière, la fréquence de la régénération ligneuse à l'échelle biogéographique. Cet indicateur nécessite d'être amélioré et rectifié dans le futur, afin notamment d'appréhender la régénération à une échelle mieux adaptée aux différents régimes forestiers.

6.2.2.3. La représentation des stades de sénescence

Le bois mort

Il ressort de diverses études menées en Europe que la diversité des éléments de bois mort est généralement assez bien corrélée avec la quantité de bois présente dans les peuplements (Müller & Bütler 2010). On peut donc supposer qu'un habitat présentant de fortes quantités de bois mort comportera également une diversité en éléments suffisante pour contribuer à soutenir le fonctionnement de l'écosystème.

Les inventaires forestiers ne prennent généralement en compte que les bois morts supérieurs à un certain diamètre - variable selon les inventaires et ce, pour différentes raisons. Tout d'abord, les gros éléments de bois mort sont plus aisés à dénombrer que les petits ; l'effet observateur est donc réduit. Ensuite,



© Lionel Wabail

Structure forestière diversifiée dans une hêtraie atlantique



les gros bois morts peuvent abriter des espèces exigeantes et sont généralement favorables à un plus grand nombre d'espèces que les bois de petites dimensions (Brunnel 1999 *in* Gosselin & Laroussinie 2004) même si ces derniers abritent eux aussi certaines espèces spécialisées (parmi les champignons, notamment). Enfin, il est admis que plus la quantité de gros bois mort dans le peuplement est importante, plus celle de bois mort de petites dimensions l'est également.

L'indicateur retenu est dès lors le nombre moyen de bois morts de diamètre supérieur à 40 cm et de longueur supérieure à 2 m, calculé sur l'ensemble des placettes d'un habitat et rapporté à l'hectare. Il peut s'agir d'arbres debout, de quilles (chandelles) ou encore de bois au sol. C'est un indicateur à maximiser tout en assurant une répartition équilibrée du phénomène sur le territoire ; l'habitat se voit attribuer une cote de qualité en comparant la quantité de bois mort observée à des valeurs seuils.

Le nombre de bois morts est évalué à une échelle plus large que celle de la placette. À échelle réduite, son estimation par les méthodes d'échantillonnage est en effet très peu précise, en raison du caractère généralement disséminé de ces éléments et de la variabilité spatiale importante de la quantité de bois mort (Ligot *et al.* 2012).

Les arbres de grosse dimension et les arbres d'intérêt biologique

On sait que, par rapport aux jeunes bois de faibles dimensions, les arbres âgés sont davantage susceptibles d'abriter en leur sein une variété de microhabitats (branches mortes,

cavités, fissures, dendrotelmes, etc.) (Larrieu *et al.* 2011). Il peut certes arriver que des bois de dimension plus faible soient porteurs de microhabitats, comme des arbres blessés, malades ou déperissants. Inversement, il est fréquent que de gros arbres soient exempts de microhabitats car le sylviculteur cherche forcément à produire des grumes saines et sans défaut. Mais, étant donné qu'il est à la fois fastidieux et difficile d'évaluer objectivement la présence ou l'absence d'un microhabitat sur chaque arbre d'une placette, l'évaluation de l'état de conservation pourrait alors différer selon l'expérience de l'observateur et du temps dont il dispose. Afin d'éviter cette incertitude, le choix a été fait de construire l'indicateur sur la base des seuls arbres de très grosses dimensions. De cette manière, la présence de microhabitats peut être sous-estimée, mais l'évaluation est moins dépendante d'un effet opérateur.

L'indicateur retenu est dès lors le nombre moyen d'arbres vivants indigènes de grosses dimensions, calculé sur l'ensemble des placettes d'un habitat et rapporté à l'hectare. Les arbres comptés sont ceux dont la circonférence à hauteur de poitrine est supérieure à des valeurs définies par type d'essence, par habitat et par domaine biogéographique. C'est un indicateur à maximiser tout en assurant une répartition équilibrée du phénomène sur le territoire ; l'habitat se voit attribuer une cote de qualité en comparant la quantité de gros arbres observée à des valeurs-seuils.



6.2.3. Les dégradations anthropiques

6.2.3.1. Les espèces invasives

L'indicateur retenu est le pourcentage de placettes avec présence d'espèces reprises dans la liste noire des espèces invasives au niveau belge et susceptibles de se développer en forêt (tableau 2). Ce paramètre est à minimiser : il est à comparer à des valeurs seuils pour attribuer la cote de qualité directement à l'échelle de l'habitat dans l'ensemble du domaine biogéographique considéré.

Tableau 2 Espèces végétales reprises en liste noire pour la Belgique et susceptibles de se développer en milieu forestier (source : <http://ias.biodiversity.be>)

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Cornus sericea</i>	Cornouiller soyeux
<i>Fallopia japonica</i>	Renouée du Japon
<i>Fallopia sachalinensis</i>	Renouée de Sakhaline
<i>Fallopia x bohémica</i>	Renouée de Bohème
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Berce du Caucase
<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsamine géante
<i>Prunus serotina</i>	Cerisier tardif
<i>Rhododendron ponticum</i>	Rhododendron pontique
<i>Solidago canadensis</i>	Verge d'or du Canada
<i>Spiraea alba</i>	Spirée blanche
<i>Spiraea douglasii</i>	Spirée de Douglas

6.2.3.2. L'eutrophisation

La mesure directe de l'eutrophisation des milieux exigerait des dosages d'éléments chimiques dans le sol, ce qui est difficilement conciliable avec le calendrier opérationnel et l'échelle d'évaluation nécessaires pour les méthodes d'inventaire des habitats d'intérêt communautaire. Aussi, pour tenir compte de cette dégradation du milieu, l'indicateur fait directement appel aux espèces végétales indicatrices d'eutrophisation.

L'indicateur retenu est dès lors le recouvrement relatif des espèces indicatrices d'eutrophisation dans la strate herbacée. Une cote de qualité est attribuée à chaque placette en fonction de ce recouvrement relatif et les cotes individuelles des placettes sont agrégées à plus grande échelle pour calculer la cote globale de l'habitat.

Comme pour d'autres indicateurs forestiers, il est utile de définir les listes d'espèces considérées par type d'habitat. En effet, des espèces faisant partie du cortège typique de certains habitats ne peuvent s'observer, pour d'autres habitats, que dans le cas d'eutrophisation. C'est par exemple le cas d'*Alliaria petiolata*, une espèce typique des forêts alluviales ou des trouées des forêts eutrophes, mais qui se développe aussi sur les sols eutrophisés en milieu oligotrophe. C'est pour cette raison que cet indicateur n'est pas appliqué actuellement à l'évaluation des états de conservation des forêts naturellement méso- à eutrophes (hêtraies neutrophiles, chênaies-charmaies et chênaies-frênaies climaciques, forêts de ravins et de pentes, forêts alluviales).

6.2.3.3. Le drainage

L'indicateur retenu est le pourcentage de placettes de l'habitat avec présence de drains. Ce pourcentage est comparé à des valeurs seuils pour attribuer la cote de qualité directement à l'échelle biogéographique.

Cet indicateur n'est pris en compte que pour les habitats où il est pertinent, à savoir les habitats naturellement humides (soit tous les habitats forestiers à l'exception des différents types de hêtraies et des forêts de ravins et de pentes). Il pourrait être affiné en caractérisant davantage les drains (ancienneté, fonctionna-



lité, densité), mais ceci nécessiterait une phase de test et des lignes directrices précises afin d'objectiver au maximum la caractérisation.

6.2.3.4. La compaction du sol

L'indicateur retenu est le pourcentage de plaquettes avec présence de traces de tassement. Le pourcentage obtenu est comparé à des valeurs seuils pour attribuer la cote de qualité directement à l'échelle de l'habitat dans son ensemble.

Il faut rester conscient du fait que les traces de circulation de machines (ornières ou traces plus discrètes) ne sont pas en relation directe avec la gravité du phénomène de tassement (de Paul & Bailly, 2005a), et que l'ancienneté de la trace peut donc, dans une certaine mesure, biaiser le diagnostic. L'indicateur relatif au critère du tassement de sol pourrait donc évoluer dans le futur si la prise de données devient plus détaillée.

© Lionel Whait



La présence de traces de tassement du sol est utilisée pour l'évaluation des structures et fonctions



7 | Gestion favorable

7.1. Préambule

Comme mentionné dans les points précédents, il n'existe quasiment plus, dans toute l'Europe subatlantique, de forêt vierge originelle. De surcroît, en Wallonie, la situation actuelle des forêts est loin de correspondre à la mosaïque complexe des métaclimax naturels. Depuis plus d'un millénaire, la structure et la composition des forêts ont été modifiées en fonction des besoins économiques. Les différents stades de la série progressive ne sont pratiquement plus présents au sein d'une matrice forestière principalement gérée à des fins de production et reposant sur quelques essences productives, dont la moitié sont exotiques et ne font partie ni du climax, ni des phases pionnières. Les phases de sénescence et d'effondrement sont sous-représentées en raison de l'exploitation des arbres avant leur dépréciation technologique ou encore de la valorisation des arbres morts ou dépérissants et des rémanents sous forme de bois de chauffage. D'autre part, beaucoup de massifs forestiers sont isolés dans une matrice paysagère agricole ou urbaine, ce qui amplifie les effets de lisière et, en l'absence de connexions, réduit les possibilités d'échanges génétiques entre les populations résidentes. Cet impact est renforcé par la fragmentation interne des massifs forestiers par des plantations résineuses.

D'un autre côté, une forêt vierge originelle ne pourrait être considérée comme un objectif global à atteindre pour tous les habitats forestiers d'intérêt communautaire. L'ancienneté de la pression humaine et l'intensité de son impact, particulièrement en Wallonie où la densité de population est de l'ordre de 210 habitants au km², ne permettent plus le retour

à ces conditions originelles : les attentes vis-à-vis de la forêt sont fortes et diverses, tandis que l'occupation du sol est figée par le plan de secteur.

Dans ces conditions, il est difficile de prendre pour modèle unique les quelques rares forêts vierges ou abandonnées depuis longtemps. La gestion devrait néanmoins viser à :

- améliorer les facteurs de qualité des habitats forestiers, reconnus comme des attributs typiques des forêts naturelles, porteurs de biodiversité, garants du fonctionnement de l'écosystème, et rapprochant les forêts de leur « état naturel », en relation avec les concepts de métaclimax et de sylvigénèse (dont la structure et la composition de la forêt, le cortège floristique, la présence de microhabitats). Ces facteurs de qualité peuvent, quant à eux, être conçus à partir de l'observation du fonctionnement des forêts dont la gestion est très extensive ou abandonnée depuis longtemps ;
- limiter et, si possible, éliminer les menaces qui pèsent sur les habitats, comme les destructions directes (transformation en peuplements d'essences exotiques, déboisement) ou les dégradations diffuses de leur qualité par la pollution atmosphérique, l'introduction d'espèces invasives, le tassement ou le drainage des sols, les surpopulations d'ongulés.

Plusieurs stratégies de conservation sont envisageables selon la situation dans laquelle se trouve l'habitat (notamment son degré de conservation, son lien avec les autres habitats, la présence d'espèces protégées) et l'importance relative accordée à la biodiversité dans la gestion forestière locale (zone centrale de conservation ou zone de liaison, par exemple).



Trois stratégies principales complémentaires sont possibles à l'échelle d'un massif :

- ▶ l'adoption d'une sylviculture multifonctionnelle donnant une place plus importante à la protection des habitats et à la biodiversité ;
- ▶ la mise en réserve intégrale (ou dirigée) des zones les plus sensibles ou représentatives ;
- ▶ la restauration d'habitats.

Quelle que soit la stratégie de conservation retenue, l'application des mesures de gestion associées va orienter la forêt vers un état objectif défini en termes de surfaces et/ou de valeurs des indicateurs de structures et fonctions liés aux facteurs de qualité décrits précédemment. Il faut toutefois garder à l'esprit que, par rapport à certains facteurs de qualité, cet état objectif ne sera pas atteint immédiatement, mais au rythme des régénérations et des mortalités des essences et des perturbations naturelles, des passages en coupe, des révisions d'aménagement et du pouvoir de dispersion très variable des espèces forestières. Cet aspect est d'une importance capitale en forêt, laquelle possède une inertie non négligeable en raison de la longueur du cycle de vie des arbres, qui se mesure en siècles.

7.2. La gestion multifonctionnelle

La plupart du temps, les mesures de gestion de l'habitat naturel s'inscriront dans le cadre d'une gestion multifonctionnelle, ce qui est par ailleurs conforme à la philosophie de la Directive Habitats et du réseau Natura 2000. Certes, l'exploitation de la ressource « bois » fait peser des menaces sur l'intégrité des écosystèmes forestiers mais des mesures de préservation ou de développement de la biodi-

versité peuvent être prévues pour maintenir ou atteindre un bon état des structures et fonctions.

Dans le cadre d'une sylviculture multifonctionnelle, les mesures de gestion des habitats forestiers visent spécifiquement à conserver ou à restaurer les facteurs de qualité (entre autres, la composition botanique, la présence de vieux arbres, de bois mort, l'évitement des dégradations comme le tassement du sol, le drainage artificiel). À long terme, l'objectif consiste à atteindre au minimum les seuils nécessaires au bon état de conservation.

Parmi ces recommandations, beaucoup ont aussi un effet favorable sur les espèces d'intérêt communautaire visées par la Directive Habitats et sur les oiseaux forestiers visés par la Directive Oiseaux, notamment les recommandations qui concernent la structure et la composition botanique des peuplements ainsi que les dates des exploitations et travaux forestiers.

Ces mesures de gestion des habitats, qui donnent une place plus large à la conservation de la nature, mettent à l'honneur les compétences des sylviculteurs qui optimisent le fonctionnement naturel du cycle sylvigénétique (l'automation biologique, selon Schütz & Oldeman 1996) pour la production de bois de qualité avec un minimum de risques et d'investissements (promotion de la régénération naturelle, structuration spontanée des peuplements, diversification des essences, formation naturelle des fûts, protection du sol et des réserves en eau, régulation de la densité du gibier, dimensions d'exploitabilité élevées, etc.). Du point de vue de la conciliation des objectifs écologiques et économiques, cette gestion rejoint le concept de « sylviculture à



Les larves du lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) se développent pendant plusieurs années dans du bois mort feuillu enterré ou en contact avec le sol

couvert continu» qui est mis en avant par l'association de sylviculteurs «Pro Silva» (Schütz 1997), concept sur lequel les mesures de gestion des habitats peuvent se calquer en y ajoutant le développement d'un réseau d'îlots de vieillissement, la conservation d'arbres d'intérêt biologique et de bois mort.

Pour une compréhension optimale, les mesures à recommander pour les habitats forestiers d'intérêt communautaire dans le cadre d'une gestion multifonctionnelle sont présentées par rapport à trois objectifs opérationnels qui correspondent aux critères principaux de l'évaluation de leur état de conservation, en particulier de leurs structures et fonctions :

- maintenir l'habitat dans sa surface et sa définition floristique ;

- maintenir et améliorer les facteurs de qualité structurelle de l'habitat ;
- éviter les perturbations anthropiques qui affectent le fonctionnement de l'habitat.

Il est manifeste que certaines mesures de gestion satisfont à plusieurs objectifs. En particulier, éviter les perturbations anthropiques permet de préserver la composition spécifique et les paramètres structurels de l'habitat. Par ailleurs, on remarquera qu'au niveau de la forêt publique, ces mesures sont déjà en partie présentes dans la «circulaire biodiversité» (Branquart & Liégeois 2005) pour les forêts publiques et dans les arrêtés relatifs aux mesures préventives générales et aux mesures particulières liées aux unités de gestion pour les sites Natura 2000.



7.2.1. Le maintien de l'habitat dans sa surface, sa définition floristique et sa variabilité

Plusieurs mesures permettent de maintenir les surfaces de l'habitat forestier :

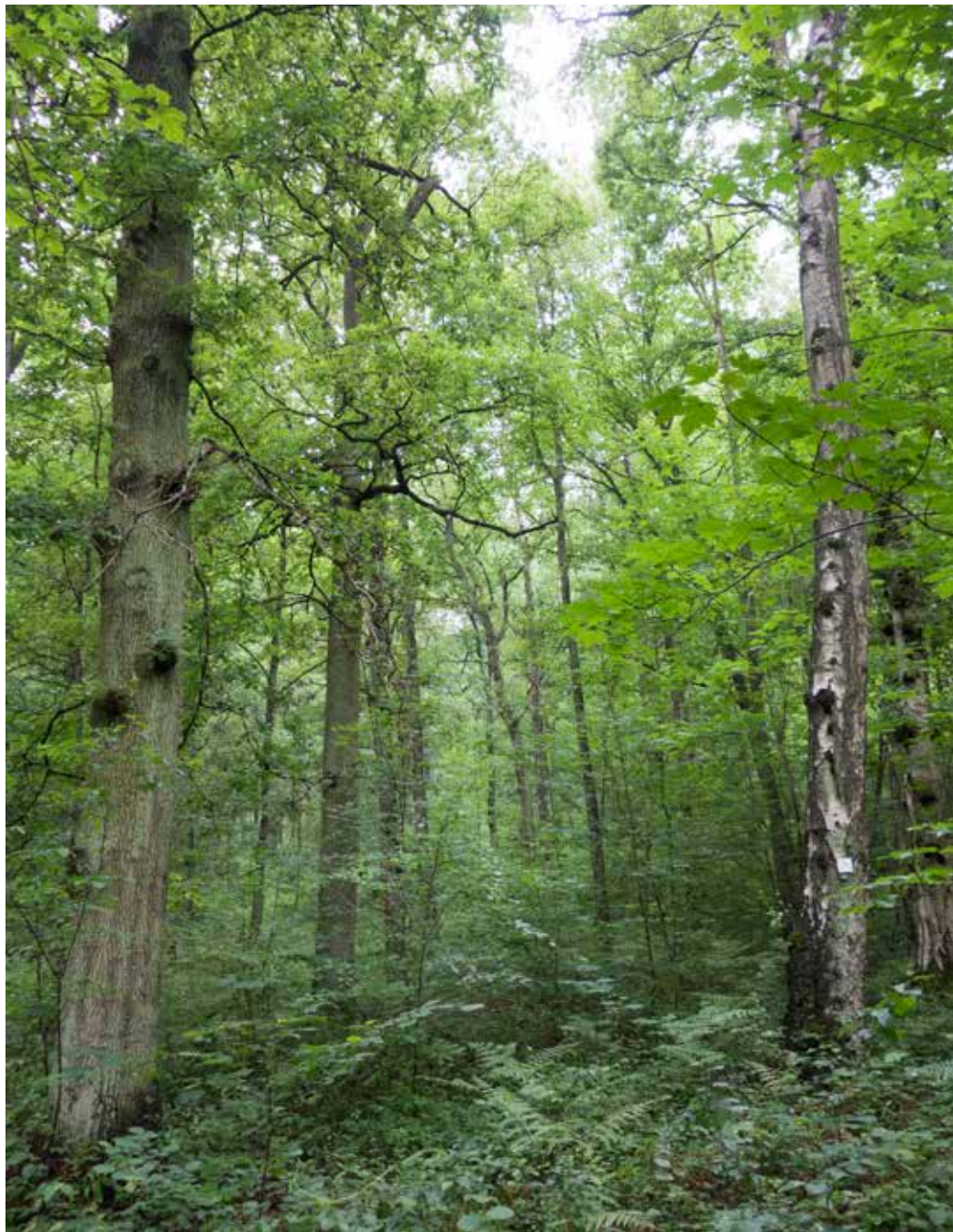
- ▶ l'interdiction de déboisement, pour un changement d'affectation, mais aussi pour l'installation de gagnages (en particulier des gagnages intensifs) ;
- ▶ le contrôle de l'emprise des infrastructures (ex. : routes et chemins forestiers, aires de dépôt de bois) et autres travaux ;
- ▶ le maintien des essences indigènes typiques des habitats, en veillant à assurer la diversité de ces essences et notamment le maintien d'une surface suffisante de chênaies (nombreuses espèces et microhabitats associés) dans les habitats convenant au(x) chêne(s), voire la récolte progressive ou la suppression des semis d'essences exotiques présentes au sein des peuplements ;
- ▶ la limitation des surfaces de mise à blanc d'un seul tenant (maximum 1 hectare, pour les habitats de grande surface), en réservant cette technique aux situations qui le nécessitent, par exemple pour lever des situations de blocage, restaurer la valeur génétique d'une forêt maltraitée ou redynamiser les espèces héliophiles dans le massif. Dans les habitats prioritaires (et en particulier dans les érablières dont la flore typique est essentiellement hygrosclaphile) ou sur les pentes fortes, les mises à blanc ne sont pas envisageables, à moins qu'elles interviennent dans un processus de restauration de l'habitat.

7.2.2. Le maintien et l'amélioration des facteurs de qualité structurelle des habitats

Le maintien et l'amélioration des facteurs de qualité des habitats justifient d'activer simultanément deux types de mesures favorables au bon fonctionnement de l'écosystème, à savoir le développement de la capacité d'accueil liée aux phases de vieillissement et de sénescence du cycle sylvigénétique, et la promotion d'une sylviculture qui respecte et tire parti au maximum du fonctionnement de l'écosystème (sylviculture proche de la nature).

7.2.2.1. Le développement des éléments du cycle sylvigénétique

Le meilleur moyen de développer la capacité d'accueil pour la biodiversité spécifiquement liée aux phases de sénescence est d'établir un réseau d'îlots de vieillissement, d'arbres sénescents et de bois mort. Ce réseau est à baser sur des zones centrales, où le développement du cycle sylvigénétique produit en toute liberté une grande quantité de microhabitats (les réserves intégrales et îlots de vieillissement), distribuées dans une matrice forestière au sein de laquelle, plus ponctuellement et de manière diffuse, des arbres d'intérêt biologique et du bois mort servent d'habitat et de relais de migration. Dans ce but, il convient de s'appuyer sur une bonne organisation spatiale de ces différents compartiments au sein des massifs forestiers. Ce concept théorique doit certes s'accommoder de la situation existante, notamment en termes de degré de maturité des peuplements et de configuration des massifs. On développera donc les trois éléments suivants au sein des habitats :



Dans le cadre d'une gestion multifonctionnelle, le maintien des chênaies de substitution des hêtraies se justifie par leur haute valeur biologique



- des îlots de vieillissement et des zones étendues (plusieurs ha) de réserve intégrale ou dirigée ;
- des arbres d'intérêt biologique (AIB). Même si l'indicateur actuel d'état de conservation ne prend en compte que les gros bois dans cette définition (pour des raisons techniques précisées précédemment), on pourra retenir également des arbres de plus petite dimension porteurs de microhabitats. On visera ainsi à obtenir une densité de plusieurs AIB par hectare, en privilégiant les vieux arbres porteurs de microhabitats et les essences les plus longévives comme les chênes ;
- du bois mort, au sol et debout. Un calcul coût-bénéfice de la récolte des chablis occasionnels permet souvent de maintenir sans sacrifice économique une quantité de bois mort supérieure à 2 arbres de plus de 40 cm de diamètre par hectare (Claessens 2012). On portera aussi une attention particulière aux souches qui constituent un important refuge pour la faune et la fonge forestières. Le dessouchage devrait être formellement interdit dans les habitats d'intérêt communautaire.

On notera que ces mesures, bien que dédiées aux habitats d'intérêt communautaire, sont à considérer à l'échelle du massif feuillu. En effet, la plupart des microhabitats (cavités, décollements d'écorces, bois mort) et des cortèges d'espèces qui leur sont associés ne sont pas strictement liés aux habitats, mais dépendent plus, pour les espèces spécialisées, de l'essence ligneuse. La densité en éléments favorables (îlots, AIB, bois mort) pourra d'ailleurs être modulée selon l'intérêt actuel des habitats. Les forêts de ravins et de pentes (HIC 9180), les boulaies tourbeuses (HIC 91D0), les forêts alluviales (HIC 91E0), les chênaies acidiphiles à *Molinia* (HIC 9190,



© Marc Dufrène

Arbre mort réservé

partim), les forêts où des espèces d'intérêt patrimonial ou protégées sont présentes, et les forêts anciennes encore en bon état de conservation méritent des normes de protection (restauration) plus élevées, étant donné leur rareté relative et/ou leur caractère prioritaire. De surcroît, elles peuvent jouer le rôle de zones centrales dans le réseau des microhabitats.

7.2.2.2. La sylviculture proche de la nature

La « sylviculture proche de la nature » est un moyen efficace de favoriser le développement de la biodiversité spécifiquement forestière en évitant les ruptures d'ambiance et en structurant les peuplements. En effet, ce type de sylviculture tire profit des mécanismes de l'écosystème pour limiter les interventions humaines et les investissements qui y sont liés (automation biologique au sens de Schütz & Oldeman 1996). En particulier, elle est ba-



Régénération naturelle en hêtre

sée sur la régénération naturelle, qui est un facteur de structuration verticale (strates de végétation) et d'hétérogénéité horizontale (alternance de couverts denses et de puits de lumière) et utilise cette structuration pour gérer finement la croissance des arbres.

Cette sylviculture évite donc les mises à blanc destinées à la plantation ainsi que les pratiques associées comme le gyrobroyage de préparation ou de dégagement et les dépenses associées. Se focalisant sur des arbres-objets, la gestion est plus extensive dans le reste du peuplement, laissant plus facilement la place à la diversité et à des arbres d'intérêt biologique. Les dimensions d'exploitabilité élevées qui sont recherchées dans ce système favorisent aussi la structuration des peuplements et surtout l'apparition de gros bois à haute valeur biologique. Enfin, la réussite de la régénération naturelle impose une gestion

adéquate de l'équilibre forêt - grande faune. Par contre, les régimes du taillis et de taillis sous futaie, s'ils s'éloignent des mécanismes qui prévalent dans les forêts naturelles, permettent de favoriser les espèces forestières héliophiles et certaines espèces associées aux milieux ouverts extensifs, espèces qui peuvent avoir plus de difficultés à se maintenir par ailleurs. Si ces régimes sont appliqués, il convient néanmoins d'assurer une certaine densité en arbres de grosses dimensions (vivants et morts) à l'échelle des massifs forestiers.

7.2.3. La limitation des perturbations anthropiques

Les perturbations anthropiques des habitats peuvent être classées en deux catégories : d'une part, les modifications de l'environnement abiotique, qui orientent artificiellement l'écosystème vers un nouvel équilibre qui ne correspond plus à l'habitat et, d'autre part, les atteintes directes aux espèces et aux communautés. Les lignes qui suivent présentent des mesures à prendre pour éviter ces dégradations et les structurent selon ces deux axes.

Le respect des conditions abiotiques déterminantes pour l'habitat par la protection du fonctionnement hydrologique et biogéochimique signifie :

- pas de drainage ni d'entretien des drains existants, qui modifieraient le régime hydrique des sols ou empêcheraient sa restauration ;
- pas de prélèvements de litière, d'humus, pas de fertilisation ni d'amendement, qui modifieraient le statut de fertilité des habitats naturels ;
- la limitation du tassement du sol par la mise en place de règles et techniques strictes



© Etienne Branguart



© Jean-Philippe Buzoux

L'érable jaspé de gris (*Acer rufrinerve*), une espèce exotique à caractère envahissant, a fait l'objet d'essais de limitation par gyrobroyage profond en forêt de Bon-Secours

© Grégory Morin



Installation d'un dispositif de traversée temporaire de cours d'eau



dans les cahiers de charges et dans l'organisation des chantiers forestiers. Selon les cas, promouvoir l'exploitation par câblage, la mise en place de cloisonnements d'exploitation et l'adaptation des techniques et du matériel de débardage (ex. : type de mécanisation, conditions météorologiques, exploitation sur lit de branches, etc.), l'arrêt de la circulation en forêt lors des périodes humides (périodes pluvieuses, barrière de dégel), etc. ;

- pas de franchissement de cours d'eau par des machines, sauf en cas d'utilisation de dispositifs particuliers (ex. : kit de traversée des cours d'eau) ;
- pas de pollutions (dépôts en tout genre, remblais, empierrement de chemins avec des matériaux inadéquats à la station, etc.) et, en particulier, utilisation d'huiles de machine biodégradables.

Pour ce qui concerne le respect de la biodiversité typique de l'habitat :

- pas d'utilisation de zoocides, de fongicides et d'herbicides ;
- la protection de la faune, et notamment de l'avifaune par la limitation des périodes d'exploitation et des travaux forestiers (dégagements, dépressages), le respect des nids remarquables (ex : nid de cigogne noire) et arbres à cavité lors des martelages et abatages, la limitation des dérangements autour des points sensibles ou encore l'abandon du gyrobroyage systématique des coupe-feux au profit d'une fauche tardive ;
- le contrôle de l'équilibre forêt-gibier via la chasse, en accord avec la capacité d'accueil des massifs, sans favoriser artificiellement le développement des populations (pas d'installation de gagnages artificiels, de nourrissage, de parcs d'élevage) ;

- la lutte contre les espèces invasives, par leur destruction ou la gestion de leurs populations et, surtout, en évitant de favoriser leur introduction par des perturbations inconsidérées (mises à nu de sols, apports de terres, de déchets verts, etc.).

7.2.4. La modulation des mesures selon la valeur conservatoire des habitats

Lors de leur mise en œuvre, et lorsque cela peut être argumenté, les mesures qui accompagnent la gestion multifonctionnelle doivent pouvoir être adaptées aux contextes d'application écologiques et socio-économiques spécifiques à chaque site et à chaque habitat. Il faut donc accepter que, d'un site à l'autre, les mesures adoptées pour un type d'habitat puissent être modulées. Cependant, si en raison de conditions d'exploitation particulières, des dérogations à certaines mesures peuvent être autorisées exceptionnellement (p. ex., établissement d'une aire de stockage de bois pour limiter l'impact du débardage et la dispersion des stocks de bois dans l'habitat, réalisation d'une petite mise à banc pour favoriser la diversification d'une hêtraie), ces dérogations devraient être proscrites dans les forêts à très haute valeur biologique ou à forte sensibilité vis-à-vis des dégradations. En particulier, quelques situations imposent une protection étroite :

- les habitats prioritaires ;
- les forêts sur sols humides, alluviaux ou hydromorphes (forêts alluviales, certaines chênaies-charmaies, chênaies acidiphiles à *Molinia*) ;
- les forêts anciennes qui possèdent les indicatrices floristiques attestant du maintien de leur intégrité au cours du temps.



De nombreuses solutions techniques éprouvées existent et sont très bien documentées dans des guides sylvicoles, des circulaires, des articles techniques à destination des gestionnaires forestiers, notamment Baar *et al.* 1996 ; Branquart & Liégeois 2005 ; de Paul 2005 ; de Paul *et al.* 2009 ; Gosselin & Paillet 2010 ; Gosselin & Vallandon 2006 ; Heyninck & François 2005 ; Huart *et al.* 2002 ; Pischedda 2009.

7.3. Les réserves intégrales et les réserves dirigées

En règle générale, dans les forêts indigènes, l'abandon de toute intervention au sein de réserves intégrales est la voie la plus simple et la plus efficace pour réenclencher le cycle sylvigénétique court-circuité par l'exploitation et restaurer à terme la biodiversité qui y est associée. Deux approches permettent d'atteindre cet objectif : la constitution de réserves intégrales de grande taille ou d'îlots de sénescence de taille plus limitée mais plus répandus.

Dans le réseau Natura 2000, cette stratégie de conservation devrait s'appliquer systématiquement aux forêts de ravins et de pentes (HIC 9180) et aux boulaies tourbeuses (HIC 91D0). Il s'agit en effet de deux habitats prioritaires rares et très particuliers. De surcroît, la sylviculture et la récolte de bois sont techniquement limitées par les conditions du terrain : le sol y est instable et en forte pente (forêts de ravins) ou impraticable car gorgé d'eau (boulaies tourbeuses). Le bois qui y est produit est en outre généralement de faible valeur, surtout en regard de la valeur conservatoire élevée que l'on peut apporter en l'absence d'exploitation. Le statut de réserve intégrale devrait également être accordé, plus localement, à d'autres habitats rares à l'échelle

d'un massif, notamment aux forêts alluviales (HIC 91E0, 91F0) et aux chênaies-boulaies à molinie (HIC 9190).

Par ailleurs, pour les habitats plus étendus comme les hêtraies (HIC 9110, 9120, 9130 et 9150) ou les chênaies-charmaies farniennes (HIC 9160) qui participent largement aux fonctions socio-économiques de la forêt, il est important de créer des réserves intégrales dans des sites représentatifs, en particulier sous la forme d'ensembles forestiers constitués de plusieurs habitats (et variantes d'habitats) contigus en bon état de conservation. Cela permettrait de réserver des surfaces de l'ordre de plusieurs dizaines d'hectares qui sont les plus intéressantes pour le développement de la biodiversité, notamment lorsque les espèces ciblées ont un domaine vital étendu (Vallauri 2003). Des stations établies sur des bassins versants s'y prêteraient le mieux, en englobant différents habitats répartis selon leur position topographique, en relation avec la vallée et le cours d'eau. La sélection des réserves intégrales doit également intégrer le caractère de « forêt ancienne », et s'orienter vers des peuplements présentant déjà une certaine qualité, en termes de microhabitats (gros bois, arbres sénescents et bois mort), de composition spécifique indigène et variée, et d'absence de perturbations (drainage, eutrophisation, tassement du sol, ...). Si nécessaire, des actions ponctuelles et localisées de maintien ou de restauration de l'état de conservation peuvent être envisagées, comme la suppression immédiate des espèces invasives qui apparaissent ou le colmatage de drains.

La réserve dirigée est elle aussi entièrement vouée à la conservation de la nature, mais poursuit un objectif de conservation particulier en maintenant des pratiques sylvicoles



© Hugues Claresens

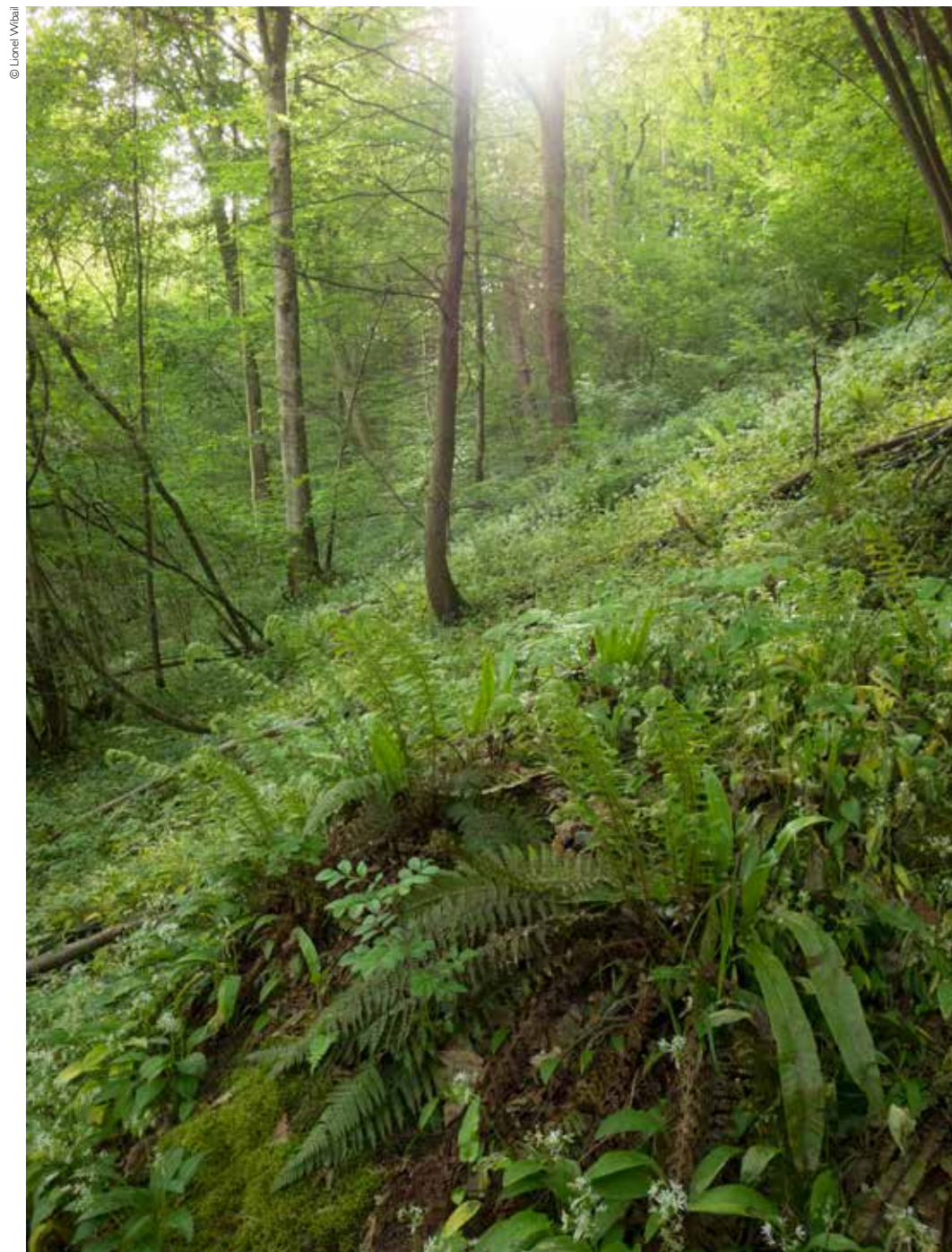


La préexistence de quantités importantes d'arbres sénescents ou morts est un des critères de sélection des réserves intégrales

© Lionel Vidal



Le traitement en taillis sous futaie présente un intérêt pour tout un pan de la biodiversité forestière



© Lionel Wital

Les forêts de pente (HIC 9180) sont des habitats prioritaires rares et sensibles à traiter en réserve intégrale



Le Code Forestier et la biodiversité

Le Code Forestier prévoit diverses mesures légales ayant trait à la biodiversité, principalement les articles relatifs aux plans d'aménagement et à la « conservation des bois et des forêts ».

Les forêts publiques d'une surface supérieure à 20 ha d'un seul tenant sont en effet soumises à un plan d'aménagement qui doit contenir au minimum (article 57) :

1° la description de l'état des bois et forêts concernés et l'identification de zones à vocation prioritaire de protection afin de maintenir la qualité de l'eau et des sols ainsi que de zones à vocation prioritaire de conservation, notamment les forêts historiques, afin de préserver les faciès caractéristiques, rares ou sensibles ;

2° la détermination et la hiérarchisation des objectifs spécifiques de gestion durable des bois et forêts, y compris l'équilibre entre la faune et la flore ;

3° le rappel des mesures de conservation liées au réseau Natura 2000 et aux autres espaces naturels protégés, le cas échéant ;

4° la planification dans le temps et dans l'espace des actes de gestion en vue d'assurer la pérennité des bois et forêts et, le cas échéant, de promouvoir une forêt mélangée et d'âges multiples ;

5° le volume de bois à récolter pour qu'il corresponde à l'estimation de l'accroissement de la forêt ;

6° des mesures liées à la biodiversité ;

7° par massif de bois et forêts de plus de cent hectares d'un seul tenant, la délimitation d'une ou de plusieurs zones accessibles aux activités de jeunesse et aux mouvements encadrés à vocation pédagogique ou thérapeutique, et d'une ou plusieurs zones de dépôt de bois ;

8° les moyens financiers à affecter aux travaux forestiers et une estimation des recettes de la forêt ;

9° les modes d'exploitation envisagés dans les peuplements, en ce compris le débardage au cheval, en vue d'assurer la protection des sols et des cours d'eau ;

10° des mesures liées à l'intérêt paysager des massifs forestiers et à leurs éléments culturels.

Le plan d'aménagement fixe la durée de sa validité. »

Par ailleurs, l'article 71 décrit des mesures légales de conservation favorables à la biodiversité applicables aux forêts publiques :

« 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 :

1° dans les peuplements feuillus, le maintien d'arbres morts ou chablis d'un diamètre supérieur à quarante centimètres, à concurrence de deux arbres par hectare, sauf les arbres à forte valeur économique unitaire ou les arbres présentant une menace pour la sécurité ;

2° dans les peuplements résineux, le maintien des quilles d'arbres cassés et des arbres desséchés, y compris dans les mises à blanc, à concurrence de deux arbres par hectare ;

3° le maintien d'au moins un arbre d'intérêt biologique par superficie de deux hectares ; on entend par arbre d'intérêt biologique un arbre de dimensions exceptionnelles ou un arbre à cavité ;

4° la création d'un cordon d'espèces feuillues arbusives d'au moins dix mètres de large pour les nouvelles régénérations en lisière externe de massif ;

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 ».

Dans les bois et forêts des personnes morales de droit public, par propriétaire de plus de cent hectares de bois et forêts, en un ou plusieurs massifs, est appliquée la mesure de conservation suivante :

« la mise en place de réserves intégrales dans les peuplements feuillus, à concurrence de trois pour cent de la superficie totale de ces peuplements. »



favorables à la conservation d'une espèce ou d'un groupe d'espèces. Il s'agit notamment du traitement en taillis ou en taillis sous futaie, du développement de lisières ou de clairières, de l'élargissement de layons pour la protection de papillons ou d'oiseaux (Branquart & Liégeois 2005 ; Fichet *et al.* 2011 ; Jeanmart *et al.* 1998).

7.4. La restauration

La restauration des habitats forestiers concerne des habitats totalement dégradés par la transformation en milieu ouvert (ex : pâture, prairie de fauche) ou en plantation exotique (ex. : pessière ou peupleraie), le second cas faisant fréquemment suite au premier. Si ces transformations n'ont pas été accompagnées de modifications profondes du milieu physique (fertilisation et amendements importants, drainage, rectification de cours d'eau, remblais, etc.), la situation est parfois réversible. En effet, lorsque le sol n'a pas été profondément modifié par des travaux d'envergure, la forêt feuillue est généralement capable de se reconstituer par les processus naturels, surtout si des éléments d'habitat en bon état sont contigus, bien qu'il s'agisse généralement d'un processus lent (à l'exception de la restauration de forêts alluviales qui bénéficie de l'apport de diaspores par les eaux de crue). C'est notamment le cas des mises à blanc de plantations résineuses qui ont été établies sans drainage ou fertilisation sur d'anciennes forêts feuillues, landes ou prairies extensives.

Il faut donc préalablement évaluer si le retour vers la situation initiale est possible, en termes de composition spécifique et surtout de fonctionnement du milieu. Il n'est par ailleurs pas

exclu de mettre en oeuvre des opérations de restauration d'envergure telles que la remédiation ou le colmatage de drains (Dufrêne *et al.* 2015) permettant aussi, dans certains cas, de restaurer les conditions propices à la reconstitution des habitats.

7.4.1. La restauration de l'habitat forestier au départ de peuplements exotiques

La plantation d'essences exotiques à croissance rapide a généralement été motivée par le souci d'augmenter la productivité forestière et de diversifier la ressource ; c'était aussi l'occasion de valoriser des terrains délaissés par l'agriculture (anciens parcours pastoraux, prairies humides, terres de culture marginales). Les essences résineuses introduites les plus fréquentes sont, par ordre d'importance décroissant, l'épicéa, le douglas, les pins et les mélèzes. En feuillus, ce sont les peupliers hybrides (souvent d'origine clonale) et, dans une moindre mesure, le chêne rouge, l'aulne blanc et le robinier faux-acacia (Lecomte 2016).

Les plantations d'épicéas, de douglas et de peupliers sont, à conditions stationnelles égales, 2 à 4 fois plus productives que les peuplements indigènes¹⁵, et soutiennent une filière économique bien développée, dont bénéficie le monde rural. Il s'agit néanmoins d'écosystèmes dont le fonctionnement est très éloigné de celui des écosystèmes forestiers naturels, tant en termes de définition (peuplements exotiques monospécifiques) que de fonctionnement (diminution de la biodiversité et altération des services de soutien et de régulation) et de résilience (augmentation des risques de dégâts liés aux accidents climatiques, aux maladies et ravageurs). Les im-

(15) Selon la comparaison des tables de production disponibles pour les différentes essences.



pacts varient selon les essences introduites (les résineux diminuent la fertilité des sols, acidifient les eaux, développent un microclimat et un pédoclimat peu favorables à la biodiversité), leur mode de culture (dont la longueur de la révolution, les densités maintenues sur pied, le traitement des coupes à blanc) et les stations qui les accueillent (sensibilité de certains milieux aux dégradations, comme les systèmes alluviaux ou les sols podzoliques).

La restauration de l'habitat naturel potentiel à partir d'un peuplement exotique doit être envisagée selon différents critères objectifs :

- ▶ le statut de protection et la rareté de l'habitat potentiel ;
- ▶ le niveau de dégradation de la station en relation avec les possibilités de restauration ;
- ▶ l'impact du peuplement exotique sur les habitats voisins (ex. : envahissement par semis naturels, modification des conditions écologiques de base) ;
- ▶ l'intérêt de la restauration dans la politique de conservation du site considéré dans son ensemble (notamment au niveau des connectivités et des surfaces minimales).

Lorsqu'elle est possible, la restauration est certes toujours souhaitable dans le cadre de la protection des habitats d'intérêt communautaire, mais elle est particulièrement nécessaire lorsqu'elle permet de reconstituer ou de renforcer un habitat rare, fragmenté ou menacé à l'échelle locale ou régionale. Pour les habitats forestiers, c'est principalement le cas des forêts alluviales (HIC 91E0 et 91F0), des boulaies tourbeuses (HIC 91D0), des érablières de ravin (HIC 9180) et des variantes humides des chênaies-boulaies à molinie (HIC 9190).



© Lionel Wibal

Les plantations d'épicéas malvenants sur sol paratourbeux constituent des stations privilégiées pour la restauration d'habitats d'intérêt communautaire, ouverts ou forestiers

La transformation au terme normal d'exploitation du peuplement, sans sacrifice d'exploitation, est possible dans de nombreux cas, surtout lorsque des semenciers indigènes sont présents à proximité. En effet, au cours du vieillissement des peuplements, le couvert se relève et permet l'installation progressive des essences de la série climacique. Ainsi, après exploitation prudente des vieux résineux (ex. : par cloisonnement et exploitation sur lit de branches), il est fréquent que le sous-bois constitué d'espèces indigènes puisse directement prendre le relais. Il faut toutefois veiller



à ce que l'essence exotique ne se régénère pas en masse et ne compromette pas la reconstitution de la végétation indigène. La reconstitution de la strate herbacée dépendra de la persistance des espèces dans le sous-bois ou dans le stock grainier ou encore d'apports de diaspores au départ des peuplements voisins.

La restauration peut également s'envisager avant le terme d'exploitation, dans des situations particulières telles que des plantations exotiques hors station, dans des conditions ne permettant pas la production de bois de qualité, et/ou lorsque l'habitat forestier potentiel est rare ou prioritaire.

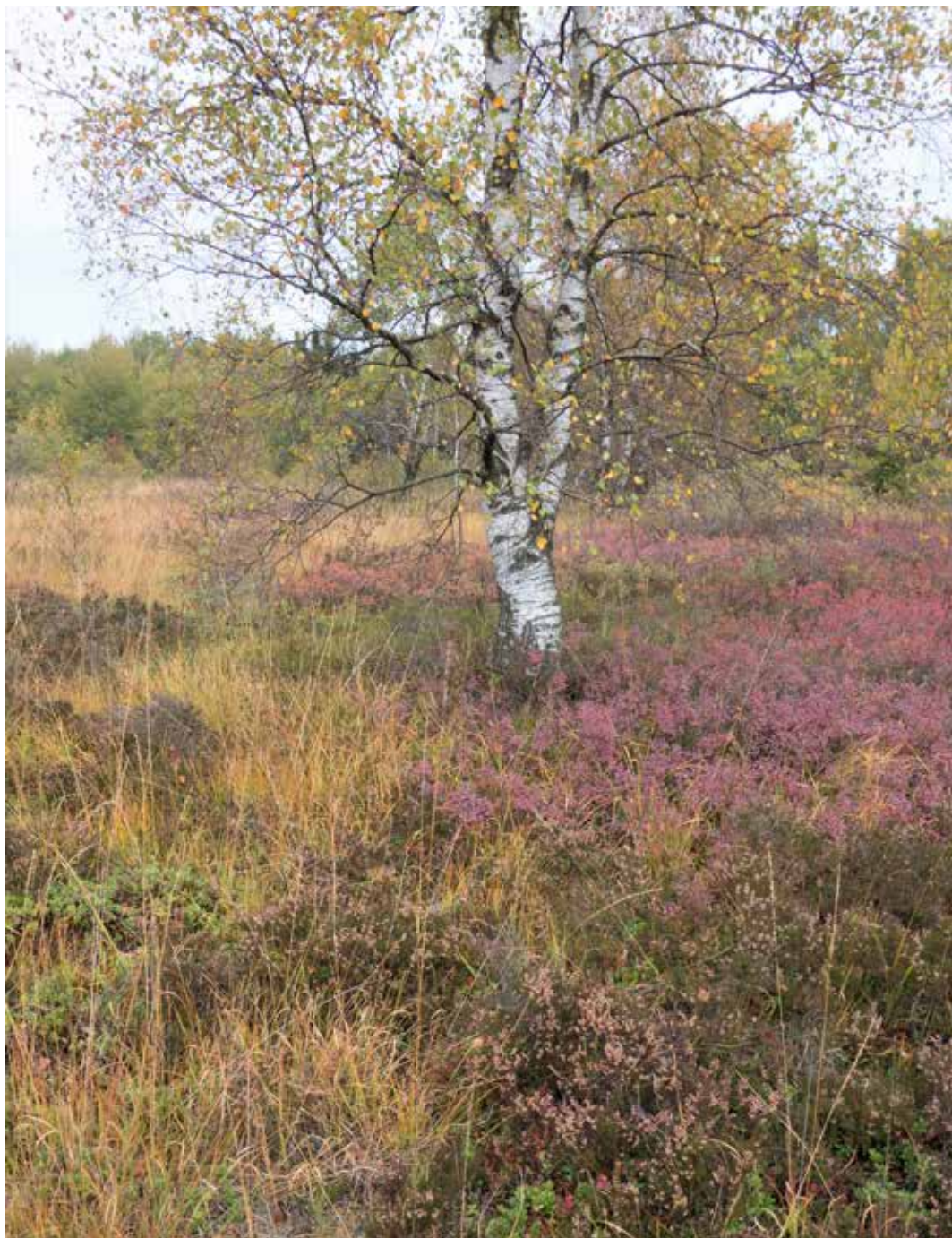
Quant aux itinéraires techniques de restauration, ils sont diversifiés. Une mise à blanc permet souvent le développement des essences typiques à partir des semenciers voisins. Mais si le fonctionnement même de l'écosystème a été très profondément modifié, notamment par le drainage (boulaies tourbeuses, forêts alluviales, chenaies pédonculées humides) ou la rectification des cours d'eau (forêts alluviales), la coupe ne suffit plus. Elle doit s'accompagner, comme mentionné précédemment, d'actions d'envergure sur le milieu abiotique (ex. : colmatage de drains, reméandration).

7.4.2. La restauration de l'habitat forestier au départ de milieux ouverts

Théoriquement, l'évolution spontanée d'un milieu ouvert laissé à sa libre évolution suit le schéma d'une série progressive jusqu'à la restauration du cycle sylvigénétique. Il n'y a donc pas lieu de planter ou de semer les essences indigènes, à moins qu'elles soient absentes dans le paysage. L'obtention d'une phase à gros bois sénescents prendra beaucoup de temps, surtout lorsqu'il s'agit d'es-

sences très longévives (essentiellement les essences à bois dur). Par contre, les essences pionnières qui s'installent spontanément dans les friches (aubépines, bouleaux, peuplier tremble, saules, sorbier des oiseleurs, sureaux mais aussi érables, frêne, merisier, etc.) ont une durée de vie plus limitée mais peuvent assez rapidement procurer des niches écologiques particulières pour certains organismes forestiers spécialisés. Le boisement n'aboutit pas forcément à la reconstitution de l'habitat originel si le milieu a été trop modifié. En particulier, la reconstitution de la strate herbacée peut être limitée par la disponibilité de diaspores. Dans des paysages d'agriculture intensive ou en zone urbanisée, la réinstallation des espèces des forêts anciennes peut prendre énormément de temps, voire être impossible.

Dans les milieux semi-naturels, il existe par contre un potentiel de restauration qu'il faut évaluer par rapport aux intérêts respectifs des habitats ouverts existants et forestiers potentiels. L'abandon des pratiques agricoles ou pastorales suffit généralement à restaurer l'habitat forestier à long terme, particulièrement dans les milieux dynamiques (zones alluviales) ou à proximité immédiate d'habitats forestiers en bon état à partir desquels les diaspores peuvent rapidement recoloniser la zone à restaurer.



© Lionel Wibal

Le reboisement des landes n'est pas souhaitable en raison de l'intérêt et de la rareté de ces milieux ouverts également protégés (HIC 4010 et 4030)





FICHES DESCRIPTIVES

Préambule

Différentes conventions sont utilisées dans les fiches descriptives des habitats forestiers d'intérêt communautaire.

Des groupes écologiques, rassemblant des espèces aux exigences écologiques similaires, sont utilisés pour décrire la flore des différents habitats. Ils sont désignés par une de leurs espèces constitutives. Pour faciliter la lecture, ces groupes sont mentionnés dans le texte par le nom français de l'espèce et non par son nom latin. Les listes d'espèces constitutives de chacun des groupes sont fournies en annexe 1.

La description floristique se focalise principalement sur les plantes vasculaires. Ne sont mentionnées que les espèces de bryophytes facilement identifiables et/ou très caractéristiques des habitats.

Les unités syntaxonomiques mentionnées sont tirées de l'ouvrage de référence « Forêts et stations forestières en Belgique » (Noirfalise 1984), à l'exception des unités pour lesquelles d'autres auteurs sont mentionnés.





Les hêtraies acidiphiles médioeuropéennes (9110)

La description de l'habitat 9110, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur la typologie WALEUNIS, et sur les publications des auteurs suivants : Alderweireld *et al.* 2010 ; Bensettiti *et al.* 2001 ; Dethioux 1978 ; Noirfalise & Vanesse 1977 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougnez 1967 ; Sougnez 1974 ; Thill 1964 ; Thill *et al.* 1988, Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg-Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

En Wallonie, l'habitat 9110 est présent en région continentale et dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, et constitue la formation forestière naturelle dominante de l'Ardenne. La hêtraie à luzule blanche (*Luzula luzuloides*) au sens strict, dominée par le hêtre, coexiste avec des faciès dominés par d'autres essences et relevant de son métaclimax, dont l'abondance relative est souvent liée à des pratiques sylvicoles : anciens taillis ou taillis sous futaie à chênes (chênaies acidiphiles ou chênaies-charmaies acidiclinales), ou boisements d'essences colonisatrices (boulaies et autres végétations de recolonisation).

I.2. Correspondances entre les typologies

Hêtraies

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.111 - hêtraies à luzule collinéennes

EUNIS : G1.611 - hêtraies médioeuropéennes collinéennes à luzule

WALEUNIS : G1.61 - hêtraies acidiphiles médioeuropéennes

Syntaxonomie : *Luzulo-Fagetum*

Chênaies acidiphiles

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.571 - chênaies à luzule

EUNIS : G1.87 - chênaies à luzule

WALEUNIS : G1.87a - chênaies acidiphiles médioeuropéennes non thermophiles

Syntaxonomie : *Luzulo-Quercetum*

Chênaies-charmaies acidiclinales¹⁶

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.241 - chênaies-charmaies nord-occidentales

EUNIS : G1.A141 - chênaies-charmaies nord-occidentales

WALEUNIS : G1.A1cb - chênaies-charmaies subatlantiques acidiclinales de substitution de la hêtraie

Syntaxonomie : *Stellario-Carpinetum luzuletosum*

(16) Pour les chênaies-charmaies, la correspondance avec les unités des typologies CORINE, EUNIS et syntaxonomiques n'est pas parfaite, puisque celles-ci incluent également des variantes climatiques par hydromorphie (cf. habitat 9160)



2 | Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

2.1.1. La hêtraie acidiphile médioeuropéenne à luzule

Les hêtraies du *Luzulo-Fagetum*, ou hêtraies à luzule, sont des forêts dominées par le hêtre, occupant des substrats acides dans la région continentale. On les rencontre sur des sols limono-caillouteux à charge siliceuse (phylades, schistes, grès et quartzite), ainsi que sur des sols limoneux à limono-sableux lessivés. Elles se développent essentiellement sur les plateaux et sur les versants en situation de bon drainage, sans excès d'humidité. Reflet de la pauvreté chimique des sols et de la fane difficilement décomposable du hêtre, l'humus relève généralement de la classe des moder.

Dans le peuplement, le hêtre est souvent accompagné des chênes (surtout le chêne sessile en situation naturelle) et, dans les variantes les plus riches, de l'érable sycomore voire de l'érable plane. La proportion relative des chênes sessile et pédonculé dépend surtout de l'histoire des peuplements, le chêne pédonculé ayant souvent été favorisé par l'homme pour diverses raisons (plus grande teneur en tanins, méconnaissance de l'autoécologie des chênes). La proportion relative des essences compagnes diminue aux plus hautes altitudes.

Le sous-bois arbustif, lorsqu'il est présent, est dominé par le hêtre lui-même, y compris dans les faciès comportant beaucoup de chêne, avec, dans les variantes les plus riches, le charme et le coudrier.

Au niveau de la strate herbacée, les espèces les mieux représentées sont celles des groupes mésophiles acidiphiles de la germandrée scorodaine et de la myrtille commune. La flore présente en outre un caractère continental, qui s'exprime par la présence d'espèces méditerranéennes telles que la luzule blanche, le calamagrostis des bois (*Calamagrostis arundinacea* - en altitude) et le sceau de Salomon verticillé (*Polygonatum verticillatum*). La strate herbacée/muscinale la plus typique présente en alternance ou en mélange, selon l'éclaircissement du sous-bois et les variations d'acidité, des zones dominées par la luzule blanche, la myrtille commune (*Vaccinium myrtillus*), la canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), et le polytrich élégant (*Polytrichum formosum*).

2.1.2. Les forêts du métaclimax de l'habitat 9110

D'autres faciès que la hêtraie proprement dite, mais qui relèvent du cycle évolutif des hêtraies, forment le métaclimax de l'habitat. Dans des conditions spontanées, ils formeraient des mosaïques spatio-temporelles avec la hêtraie, à la faveur de la recolonisation des ouvertures naturelles du couvert. Dans les forêts gérées, ils résultent le plus souvent d'un choix délibéré de favoriser les chênes dans des modes de sylviculture qui leur conviennent bien : les régimes ancestraux du taillis et du taillis sous futaie. En effet, pendant plus d'un millénaire, les chênes ont été favorisés pour les caractéristiques de leur bois, très multifonctionnel, correspondant aux besoins socio-économiques des populations locales. Dès lors, les régimes du taillis et du taillis sous futaie, bien adaptés à la production de chênes, ont été généralisés. Dans ces conditions, le hêtre, qui rejette mal de souche dans



© Lionel Wibal

Régénération naturelle en hêtraie à luzule

nos régions (caractéristique incompatible avec le traitement en taillis) et qui possède un couvert très épais (caractéristique incompatible avec le traitement en taillis sous futaie), a été progressivement éliminé dans la plupart des cas, au profit des chênes. En cas de surexploitation, les chênes ont parfois même régressé au profit des bouleaux, plus tolérants aux rotations de plus en plus courtes imposées au taillis.

Au XX^e siècle, lorsque ces pratiques ont commencé à disparaître pour des raisons techniques et socio-économiques, une partie de ces forêts (les plus pauvres en bois de valeur, notamment les boulaies et les taillis surexploités) a été enrésinée, tandis que beaucoup ont été converties, ou sont toujours en cours de conversion, en futaies. Dans ces dernières,

on observe une reconquête spontanée par le hêtre dont les semis naturels s'installent sous les chênes. À terme, le hêtre devient dominant à tous les étages. Au fur et à mesure que le couvert s'assombrit, le cortège floristique du sous-bois évolue vers celui des hêtraies typiques et les espèces plus héliophiles qui persistaient dans le sous-bois des chênaies voient leur recouvrement régresser.

À l'occasion d'accidents comme « la maladie du hêtre », la dynamique peut aussi s'inverser. Dans les hêtraies mélangées, la mortalité sélective du hêtre, en diminuant le taux de recouvrement de l'essence, transforme des faciès de hêtraie en chênaies.

Il est donc indéniable qu'au gré de son évolution naturelle (semis, dépérissements, acci-



Sous-bois de fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*) en chênaie acidiphile



dents) ou sous l'impact de la gestion forestière (coupes sélectives, plantations, changements de régime), un peuplement peut évoluer d'un faciès à l'autre. Cette liberté est garante du bon fonctionnement dynamique de l'écosystème « forêt », l'alternance temporelle des faciès favorisant les cycles biogéochimiques et la diversité globale de l'habitat.

À partir des données de l'inventaire forestier de Wallonie (principale source de données pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire), on peut actuellement estimer à environ 70 000 ha la surface de ces chênaies et chênaies-charmaies de substitution, qui sont à comparer aux 46 000 ha de hêtraie à luzule proprement dite.

2.1.2.1. La chênaie acidiphile médioeuropéenne à luzule

Les chênaies acidiphiles à luzule (*Luzulo-Quercetum*) proviennent de la substitution du hêtre par le chêne dans les variantes les plus pauvres des hêtraies à luzule¹⁷. Leur peuplement est dominé par les chênes sessile et/ou pédonculé, parfois accompagnés du bouleau, du hêtre, voire du sorbier des oiseleurs. Le chêne sessile est l'essence qui correspond écologiquement le mieux à ces sols à drainage favorable, mais le chêne pédonculé peut abonder dans certaines stations subhumides ou en raison d'une gestion locale l'ayant favorisé.

La strate arbustive de la chênaie à luzule est peu développée et contient la bourdaine, le

(17) L'Arrêté du Gouvernement wallon du 19 mai 2011 fixant les types d'unités de gestion délimitées au sein d'un site Natura 2000 ainsi que les interdictions et mesures préventives particulières qui y sont applicables ne considère pas comme habitat « hêtraie à luzule (9110) » les faciès non dominés par le hêtre, relevant de ces dynamiques et décrits ci-dessous. Par contre, pour les autres types de hêtraies (HIC 9120, 9130 et 9150), l'ensemble des forêts indigènes du métaclimax relève officiellement de l'habitat d'intérêt communautaire.



Les tapis de houlque molle (*Holcus mollis*) peuvent témoigner d'anciennes pratiques d'essartage



chèvrefeuille, le sorbier des oiseleurs, des semis de hêtre, ainsi que le coudrier dans les variantes installées sur les sols les moins pauvres. La végétation herbacée est généralement plus développée que celle des hêtraies proprement dites grâce au meilleur développement des espèces héliophiles du cortège (ex. : *Hypericum pulchrum*, *Melampyrum pratense*, *Teucrium scorodonia*), favorisées par le couvert plus léger des chênes et des bouleaux. Dans ces chênaies, on observe souvent des faciès dont la strate herbacée est dominée par une seule espèce, qu'il s'agisse de la canche flexueuse, de la fougère-aigle, de la myrtille commune, ou encore de la houlque molle (*Holcus mollis*). Le développement de cette dernière espèce témoigne souvent d'anciennes pratiques d'essartage.

2.1.2.2. La chênaie-charmaie acidiline médioeuropéenne

Dans les stations de la hêtraie à luzule présentant un niveau trophique plus élevé, le traitement en taillis ou en taillis sous futaie a favorisé le chêne et le charme, produisant une physionomie de chênaie-charmaie. Ces faciès relèvent de l'association du *Stellario-Carpinetum* (sous-association *luzuletosum*) et se distinguent des chênaies à luzule décrites précédemment par la présence d'espèces moins acidiphiles.

Les étages dominants des futaies et taillis sous futaie sont, dans les deux associations végétales, souvent constitués par les chênes sessile et/ou pédonculé, mais on voit apparaître, dans le cas des chênaies-charmaies, l'érable sycomore et le charme, tandis que le sous-bois ou le taillis comportent principalement le charme et le coudrier. Le terme de « chênaie-charmaie » utilisé pour désigner cette variante de l'habitat correspond au faciès le plus fréquent, mais ne doit pas être



© Lionel Witai

Floraison de stellaire holostée (*Stellaria holostea*) en chênaie-charmaie acidiline

interprété au sens strict en termes de composition ligneuse, puisque d'autres types de peuplements peuvent être observés en fonction des conditions locales et des interventions sylvicoles (ex. : érablaies, chênaies ou charmaies pures).

La végétation herbacée est acidiline, abritant davantage d'espèces du groupe de l'anémone sylvie ou de la violette de Rivin. En Ardenne, ce type de forêt est souvent lié aux bas de versant des grandes vallées.

Si le sol est plus humide et la flore plus hygrophile, par exemple sur les sols hydromorphes des terrasses alluviales hautes, les chênaies-charmaies acidilines ne relèvent plus du métaclimax de la hêtraie à luzule. Elles sont alors de type climacique, et correspondent à l'habitat 9160.



2.1.2.3. Les groupements pionniers ou secondaires à bouleau, peuplier tremble, sorbier des oiseleurs, coudrier et saule marsault

Des faciès dominés par le bouleau verruqueux, le peuplier tremble, le sorbier des oiseleurs, le coudrier et/ou le saule marsault, seuls ou en mélange, peuvent aussi se substituer aux hêtraies. Ils présentent une flore herbacée comparable à celle des différentes variantes décrites ci-dessus, mais avec un développement plus important des espèces héliophiles. Ils correspondent, dans le contexte des forêts gérées par l'homme, soit à des faciès de dégradation avancée des formations climaciques, soit à des processus naturels de recolonisation de milieux ouverts intra-forestiers (chablis, trouées, coupes à blanc), soit encore à des stades forestiers pionniers dans d'anciennes landes sèches (HIC 4030).

2.2. Espèces diagnostiques

Les espèces ligneuses de la hêtraie à luzule et des forêts de son métaclimax sont présentées dans le tableau 3.

Il n'existe pas d'espèces végétales strictement

exclusives des forêts de l'habitat 9110. Ce dernier s'étend en effet sur une gamme de stations oligotrophes relativement étendue et est plutôt défini par une flore acidiphile de composition variable selon la quantité de lumière atteignant le sol (densité du couvert), les variantes hydriques et trophiques, et l'historique des stations.

Le cortège floristique comporte un fond constitué des espèces acidiphiles mésophiles des groupes de la luzule blanche, de la german-drée scorodaine, de la myrtille commune et de l'épilobe en épi. Parmi les espèces les plus fréquentes de ces groupes, on peut citer *Carex pilulifera*, *Luzula luzuloides*, *Polytrichum formosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Pteridium aquilinum* et *Rubus idaeus*, les trois dernières étant plus abondantes dans les forêts plus claires, notamment les chênaies. À ce cortège principal se greffent une série d'espèces selon les caractéristiques stationnelles. Les groupes de l'anémone sylvie et de la violette de Rivin transgressent ainsi dans les variantes les plus riches des hêtraies et dans les chênaies-charmaies, avec des espèces comme *Anemone nemorosa*, *Atrichum undulatum*, *Milium effusum*, *Dryopteris filix-mas*.

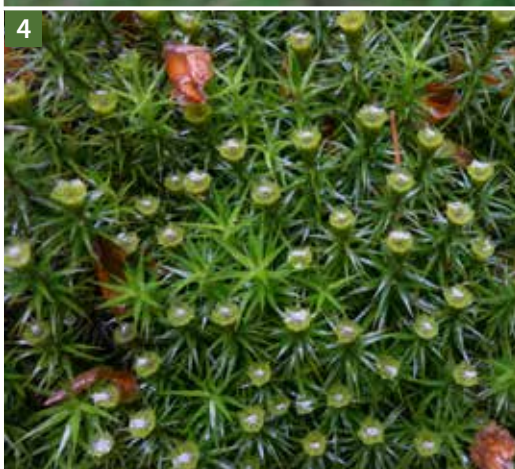
TABEAU 3 Espèces ligneuses des forêts relevant de la hêtraie acidiphile médioeuropéenne

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Alouchier (r)	<i>Sorbus aria</i>	Aubépine à un style*	<i>Crataegus monogyna</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Bourdaie	<i>Frangula alnus</i>
Charme*	<i>Carpinus betulus</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Coudrier*	<i>Corylus avellana</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i>
Érable plane*	<i>Acer platanoides</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Érable sycomore*	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Néflier (r)	<i>Mespilus germanica</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Pommier sauvage*	<i>Malus sylvestris</i>
Merisier*	<i>Prunus avium</i>	Sureau à grappes*	<i>Sambucus racemosa</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>		
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>		
Tilleul à petites feuilles* (r)	<i>Tilia cordata</i>		

* : espèces des variantes les plus riches

(r) : espèces rares ou sporadiques dans l'habitat

caractères gras : espèces fréquemment (co-)dominantes



Espèces du groupe acidiphile de la germandrée

- 1 Luzule blanche (*Luzula luzuloides*)
- 2 Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*)
- 3 Bourdaine (*Frangula alnus*)
- 4 Polytric élégant (*Polytrichum formosum*)
- 5 Germandrée scorodaine (*Teucrium scorodonia*)
- 6 Millepertuis élégant (*Hypericum pulchrum*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Les groupes de la fougère femelle, des dryop-
tériss et de la molinie apparaissent quant à eux
dans les variantes plus humides.

2.3. Variabilité de l'habitat

La variabilité des forêts relevant de l'habitat
9110 trouve son origine à la fois dans les pra-
tiques sylviculturales et dans les variations
stationnelles. La variabilité d'origine anthro-
pique a été présentée dans la description des
différents faciès forestiers du métaclimax.

La variabilité stationnelle est quant à elle liée
à la diversité des situations topographiques et
des niveaux hydrique et trophique qu'occupe
potentiellement la hêtraie à luzule. On dis-
tingue ainsi, en synthétisant la typologie de
Noirfalise (1984) :

- des variantes à niveau trophique élevé :
sous-associations du *Luzulo-Fagetum mi-
lietosum*, du *L.-F. dryopteridetosum* pour les
hêtraies à proprement parler, et du *Stella-
rio-Carpinetum luzuletosum* pour les chê-
naies-charmaies. D'un point de vue floris-
tique, ces variantes « riches » se distinguent
par la présence d'espèces du groupe de
l'anémone sylvie et de la violette de Rivin.
Le charme et l'érable sycomore y sont fré-
quents. Elles occupent le plus souvent les
pentes ombragées profitant des apports
provenant des plateaux et des hauts de ver-
sant, avec présence régulière de fétuque des
bois (*Festuca altissima*), ainsi que certains
sols de plateau à couverture limoneuse suf-
fisamment profonde, et des grès décalcifiés
en Lorraine ;
- des variantes strictement acidiphiles :
L.-F. deschampsietosum et *L.-F. vaccinie-
tosum* pour les hêtraies, et la plupart des
variantes du *Luzulo-Quercetum* pour les

chênaies. Le groupe acidiphile de la myr-
tille commune y est particulièrement bien
représenté, et cette espèce peut former de
vastes plages dans certaines chênaies. La
canche flexueuse est également abondante.
Ces variantes sont typiquement dévelop-
pées en Ardenne, en situation de plateau et
en haut de versant, sur des sols grésio-quar-
tizeux ou schisteux. En Condroz, le faciès
prédominant de ces variantes acidiphiles
est, en raison de l'histoire des peuplements,
la chênaie ;

- des types subhumides, qui se déclinent
également au sein des variantes trophiques.
Ils se caractérisent par la présence du
groupe des dryoptériss mais aussi de la fou-
gère femelle dans les stations plus fertiles,
et de la molinie dans les stations les plus
acides formant une transition vers les chê-
naies-boulaies climaciques (HIC 9190).
Ces différents types subhumides occupent
essentiellement des têtes de vallons, des bas
de versant (variantes riches) et les zones de
plateau périphériques des sols dits « à ar-
giles blanches » (variantes pauvres) ;
- des variantes sèches à tendance thermo-
phile : *L.-F. leucobryetosum* pour les hê-
traies et *L.-Q. leucobryetosum* pour les chê-
naies. D'un point de vue floristique, elles
sont dominées ou co-dominées par le hêtre
et/ou le chêne sessile, et se distinguent par
la présence de la mousse *Leucobryum glau-
cum*, qu'accompagnent souvent la canche
flexueuse, la myrtille, la callune et le mé-
lampyre des prés (*Melampyrum pratense*).
Elles se développent typiquement sur les
crêtes et les versants exposés au sud, à sol
caillouteux superficiel, et constituent une
transition vers les rares chênaies thermo-
philes climaciques (*Sileno-Quercetum* - non
HIC).



Espèces des variantes riches de la hêtraie à luzule

- 1 Anémone sylvie (*Anemone nemorosa*)
- 2 Stellaire holostée (*Stellaria holostea*)
- 3 Fougère mâle (*Dryopteris filix-mas*)
- 4 Raiponce bleue (*Phyteuma nigrum*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Espèces du groupe hyper-acidophile de la myrtille commune

- 1 Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*) © Lionel Wibail
- 2 Myrtille commune (*Vaccinium myrtillus*) © Lionel Wibail
- 3 Mélampyre des prés (*Melampyrum pratense*)
© Lionel Wibail
- 4 Gaillet du Harz (*Galium saxatile*) © Lionel Wibail
- 5 Laïche à pilules (*Carex pilulifera*) © Jean-Yves Baugnée



© Lionel Wibal



© Lionel Wibal



Hêtraie à luzule et myrtille (à gauche) et chênaie à luzule à tendance thermophile (à droite)

2.4. Répartition géographique

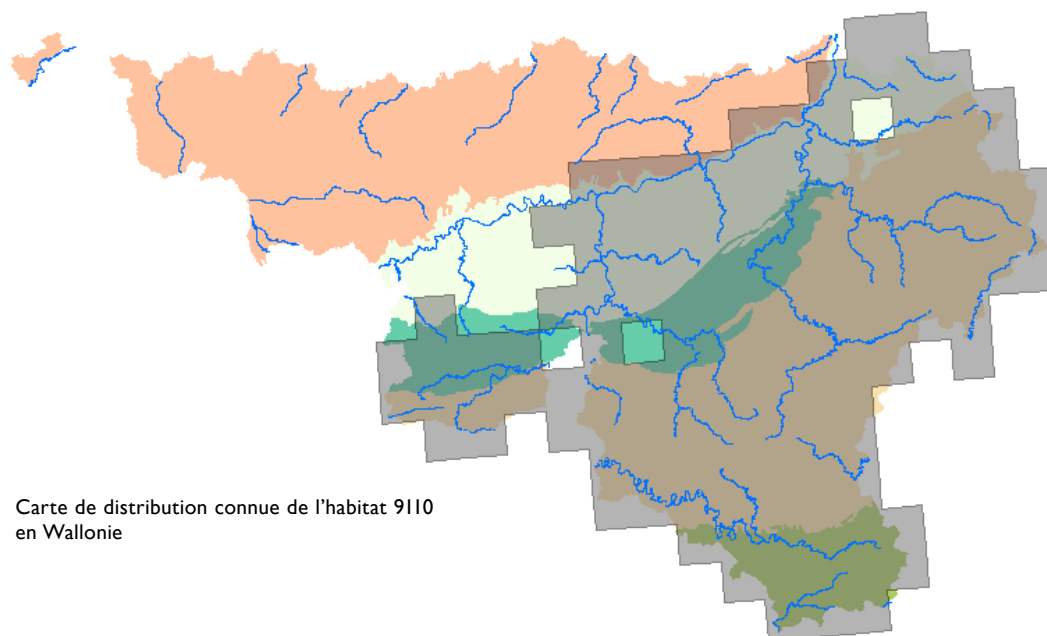
Les forêts du métaclimax de la hêtraie à luzule occupent les sols acides bien drainés de la région continentale et de la zone de transition entre les régions atlantique et continentale (Entre-Sambre-et-Meuse). Par définition, elles sont absentes de la région atlantique.

En Wallonie, elles constituent la formation forestière naturelle dominante en Ardenne, où elles occupent pratiquement tous les substrats géologiques. Elles forment de vastes massifs dans certaines zones, notamment les retombées nord-ouest et sud de l'Ardenne, et subsistent par îlots plus dispersés ailleurs. Elles sont souvent mélangées à des plantations résineuses (épicéa, douglas), surtout sur les plateaux et en Ardenne orientale.

En Condroz et dans le Sillon sambro-mosan, l'habitat est présent sans pour autant être très développé, en raison de la richesse globale des substrats. On l'y retrouve principalement en Ardenne condrusienne, où le traitement en taillis ou en taillis sous futaie a souvent favorisé les faciès dominés par les chênes.

Les forêts du métaclimax de la hêtraie à luzule sont plus rares en Fagne-Famenne et en Calestienne en raison de la dominance respectivement des sols argileux hydromorphes ou trop superficiels et des sols calcaires. Elles sont davantage développées sous des faciès de chênaies et chênaies-charmaies sur les sols limono-caillouteux acides des pentes de la partie septentrionale de cette région.

Enfin, l'habitat occupe en Lorraine les grès sableux les plus décalcifiés du Virtonien et



Carte de distribution connue de l'habitat 9110 en Wallonie



© SPW

Massif forestier dominé par les forêts du métaclimax de la hêtraie à luzule (Daverdisse - retombée nord de l'Ardenne)



du Sinémurien. Il est remplacé par la hêtraie neutrophile du *Melico-Fagetum* (HIC 9130), avec laquelle il peut aussi former des mosaïques, lorsque les sables sont moins profondément décalcifiés.

2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Les forêts du métaclimax de la hêtraie à luzule ont de nombreuses caractéristiques floristiques en commun avec les hêtraies et chênaies acidiphiles atlantiques (HIC 9120). Leurs aires de distribution ne se recouvrent néanmoins que dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, où les deux types d'habitat coexistent et peuvent constituer des formes intermédiaires. On y considère que les forêts acidiphiles relèvent de l'habitat 9120 au sein de l'aire de distribution principale de la jacinthe (*Hyacinthoides non-scripta*), notamment au nord et à l'ouest. À l'inverse, elles relèvent de la hêtraie à luzule dans les stations à caractère plus continental où le groupe de la luzule blanche est présent.

La confusion est également possible entre les chênaies(-charmaies) du métaclimax de la hêtraie à luzule d'une part et des chênaies(-charmaies) climaciques, ces dernières occupant des stations dont le hêtre est naturellement exclu en raison de conditions édaphiques trop humides, trop sèches ou trop pauvres. Ces forêts climaciques peuvent présenter des peuplements très similaires et un fond de flore commun avec les chênaies de l'habitat 9110. La distinction doit alors se faire sur base des caractéristiques stationnelles et de la présence et de l'abondance d'espèces xérophiles ou hygrophiles, lorsque la flore est suffisamment développée.

Les chênaies-boulaies humides climaciques (HIC 9190) se distinguent par la présence marquée du groupe de la molinie, qu'accompagnent parfois les sphaignes (*Sphagnum* div. sp.) dans les micro-dépressions, ainsi que par une hydromorphie importante dans les horizons supérieurs du sol. Néanmoins, la molinie peut également atteindre des recouvrements importants au sein de la chênaie à luzule dans les régions à pluviosité élevée, particulièrement en Haute Ardenne orientale.

Les chênaies-charmaies acidiclinales humides climaciques (HIC 9160) se distinguent par une flore globalement plus hygrocline à hygrophile, mais ces éléments floristiques apparaissent également dans les variantes sub-humides de l'habitat 9110, et particulièrement sur les sols tassés par l'exploitation forestière. C'est donc surtout le niveau d'hydromorphie du sol (sondage pédologique ou carte des sols) qui les distingue. On considère que les chênaies-charmaies sont climaciques (HIC 9160) lorsque d'abondantes taches de rouille (pseudo-gley) sont présentes dès 30 à 50 cm de profondeur, selon la texture du sol et la topographie.

Les chênaies-charmaies schisteuses famenniennes (HIC 9160) se développent sur des sols schisteux très superficiels ou des argiles à régime hydrique alternatif, provenant de la dégradation de schistes pour la plupart famenniens. Les groupes floristiques acidiphiles et acidiclinales y sont fréquemment accompagnés d'espèces neutroclinales, neutrophiles et, dans les variantes humides, hygroclinales. Les risques de confusion ne sont pratiquement possibles que dans la zone de contact entre la Fagne-Famenne et le Condroz, à l'occasion de placages limoneux peu épais.



Chênaie thermophile climacique (ne relevant pas de l'habitat 9110) caractérisée par un couvert faible et un peuplement bas constitué d'arbres tortueux



Les chênaies acidiphiles thermophiles climaciques du *Sileno-Quercetum* (non HIC)

se développent sur les pentes siliceuses ensoleillées et les crêtes des vallées encaissées. Le peuplement ne dépasse généralement pas une quinzaine de mètres de hauteur, les arbres y sont tortueux dans les zones les plus sèches, et le couvert peut être interrompu çà et là par des affleurements rocheux ou des pelouses xériques. Elles abritent en outre fréquemment le groupe de l'alisier torminal, ainsi que des arbustes épineux.

2.6. Dynamique de la végétation

La hêtraie proprement dite constitue la végétation climacique et elle peut se maintenir naturellement selon la dynamique de la sylvigénèse. Les individus adultes produisent des semis sous eux-mêmes, qui attendront l'apparition de trouées dans la canopée (mortalité de gros arbres). Néanmoins, lorsque le couvert forestier s'ouvre sur des surfaces importantes, notamment lors d'accidents climatiques comme les tempêtes, d'autres essences peuvent prendre le relai. Ces grandes ouvertures voient se développer une flore typique des trouées forestières temporaires, relevant de l'*Epilobio-Digitalietum*, avec notamment *Agrostis capillaris*, *Deschampsia flexuosa*, *Digitalis purpurea*, *Epilobium angustifolium*, *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, voire *Senecio ovatus*, *S. sylvaticus*, *Sambucus racemosa* et *Rubus fruticosus* dans les variantes les plus riches. Au sein de ces grandes trouées s'installent des semis de bouleau verruqueux, essence héliophile pionnière à croissance rapide et au grand pouvoir de dispersion, souvent accompagné du peuplier tremble, du sorbier des oiseleurs et, dans les variantes plus riches, du saule marsault. Ces essences dominent fortement le premier stade de la recolonisation

ligneuse, restaurant une ambiance forestière, tout en formant un couvert léger convenant parfaitement à l'installation des essences plus délicates et moins héliophiles. Par la suite, les chênes se développent sous le couvert léger des essences colonisatrices. Ces dernières, peu longévives et tolérant mal la concurrence, finissent par être supplantées. Les peuplements relèvent alors des chênaies acidiphiles (sols les plus acides) ou des chênaies-charmaies acidiclinales (sols plus fertiles). Ils créent les conditions de réinstallation du hêtre, essence sciaphile dont les semis peuvent se développer dans la lumière tamisée des chênaies, prenant de ce fait le dessus à terme. Le cycle est alors bouclé et la hêtraie reste en place jusqu'à ce qu'une nouvelle ouverture importante du couvert survienne.

Néanmoins, ce cycle est théorique ; il n'est pas toujours réalisé dans son entièreté, puisqu'en fonction de la taille et de l'exposition de l'ouverture, ainsi que de la présence des semenciers, il peut être amputé de certains stades. Le hêtre peut par exemple se régénérer directement dans les trouées de petite taille (cycle sylvigénétique) ou succéder directement aux boulaies de colonisation. Dans un contexte naturel, les perturbations permettraient ainsi, au sein d'une matrice constituée de hêtraie, la coexistence en proportions variables des autres stades (ex. : boulaies, chênaies) du métaclimax.

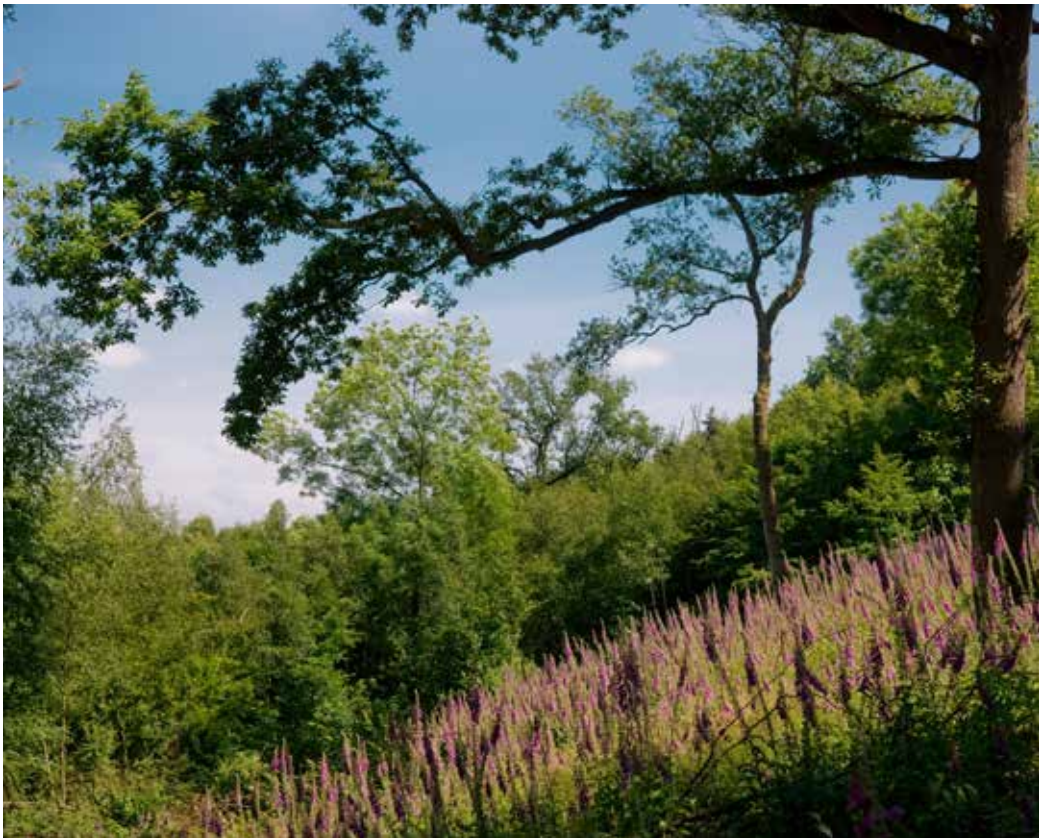
Dans le contexte forestier wallon, cette dynamique n'est que très locale. Au travers notamment des coupes de taillis, mises à blanc et replantations, l'action humaine est le moteur principal des perturbations. Selon le traitement qu'elles imposent à la forêt, les opérations sylvicoles ont produit des faciès dont la composition (chênaies et chênaies-charmaies,



voire forêts à bouleau) est comparable à celle des différents stades du cycle naturel.

Par le passé, la surexploitation a transformé la forêt en milieu ouvert permanent par le défrichement et le pâturage, produisant des landes sèches (HIC 4030) et des nardaies (HIC 6230). Lorsque ces parcours pastoraux sont abandonnés, la réinstallation forestière spontanée provient généralement de semis d'essences colonisatrices héliophiles (essentiellement le bouleau, le sorbier des oiseleurs et les chênes). Des stades intermédiaires de fourrés ou de formations à genêt à balais peuvent néanmoins précéder l'installation

des essences arborescentes. Dans certaines conditions, la fougère-aigle peut coloniser complètement les ouvertures forestières en formant des « ptéridaies » et bloquer durablement l'installation des semis ligneux, en raison de son couvert dense et de sa litière qui se décompose mal. Le plus souvent, c'est toutefois la plantation de résineux qui s'est imposée dans les milieux ouverts abandonnés à partir de la moitié du XIX^e siècle.



© Lionel Witail

Digitale pourpre (*Digitalis purpurea*) dans une coupe en taillis sous futaie



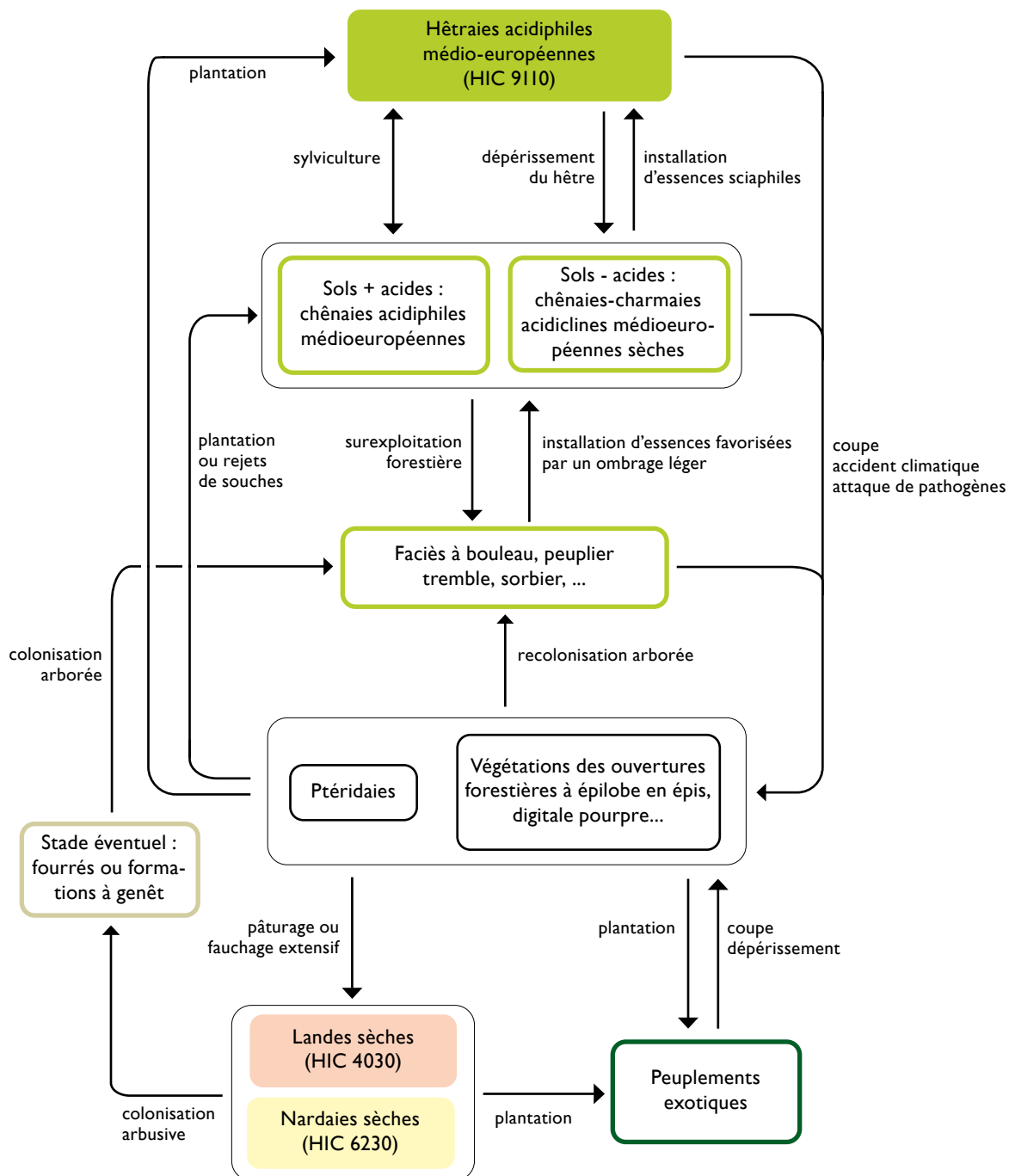
Espèces des ouvertures forestières sur sol acide

- 1 Épilobe en épi (*Epilobium angustifolium*)
- 2 Séneçon des bois (*Senecio sylvaticus*)
- 3 Sureau à grappes (*Sambucus racemosa*)
- 4 Genêt à balais (*Cytisus scoparius*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Dynamique de la hêtraie acidiphile médioeuropéenne







Les hêtraies acidiphiles atlantiques (9120)

La description de l'habitat 9120, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique, se base sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur la typologie WALEUNIS et sur les publications des auteurs suivants : Bensettiti *et al.* 2001 ; Decler 2007 ; Durwael *et al.* 2000 ; Noirfalise & Roisin 1981 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougne 1974 ; Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg-Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définition

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

En Wallonie, l'habitat 9120 est présent en région atlantique et dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Selon le traitement sylvicole et l'histoire des peuplements, cette végétation peut présenter des faciès de hêtraie pratiquement monospécifiques, des faciès dominés par le chêne (chênaies acidiphiles ou chênaies-charmaies acidiclinales) généralement issus du traitement en taillis ou taillis sous futaie, ainsi que des forêts de recolonisation (boulaies et autres végétations). L'habitat 9120 comprend toutes les végétations forestières indigènes du métaclimax de ces hêtraies-chênaies.

I.2. Correspondances entre les typologies

Hêtraies

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.121 - hêtraies acidiphiles germano-baltiques

EUNIS : G1.62 - hêtraies acidiphiles subatlantiques

WALEUNIS : G1.62 - hêtraies acidiphiles atlantiques

Syntaxonomie : *Milio-Fagetum*, *Fago-Quercetum*

Chênaies acidiphiles

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.521 - chênaies sessiliflores nord-occidentales

EUNIS : G1.821 - chênaies sessiliflores subatlantiques

WALEUNIS : G1.82 - chênaies acidiphiles atlantiques

Syntaxonomie : *Fago-Quercetum*

Chênaies-charmaies acidiclinales¹⁸

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.241 - chênaies-charmaies nord-occidentales

EUNIS : G1.A141 - chênaies-charmaies nord-occidentales

WALEUNIS : G1.A1ab - chênaies-charmaies atlantiques acidiclinales du métaclimax de la hêtraie

Syntaxonomie : *Stellario-Carpinetum typicum*

(18) Pour les chênaies-charmaies, la correspondance avec les unités des typologies CORINE, EUNIS et syntaxonomiques n'est pas parfaite, puisque celles-ci incluent également des variantes climatiques par hydromorphie (cf. habitat 9160)



2| Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

La hêtraie acidiphile atlantique au sens de l'habitat climacique (faciès « hêtraie ») relève de deux associations phytosociologiques très proches (*Fago-Quercetum* et *Milio-Fagetum*) qui ne se distinguent que par une nuance d'acidité et de texture du sol. Ces deux variantes peuvent coexister au sein d'un même massif, notamment en Brabant, à la faveur des variations d'épaisseur de la couche limoneuse.

2.1.1. La hêtraie acidiphile atlantique

Ce type de hêtraie, relevant de l'association végétale du *Fago-Quercetum*, constitue la variante la plus oligotrophe de l'habitat 9120. Elle occupe typiquement des sols sableux à sablo-limoneux désaturés, parfois à tendance podzolique, lorsque le drainage y est favorable à modéré, voire imparfait. On la retrouve également sur des sols limono-caillouteux. L'aire principale de ce type de hêtraie correspond en Wallonie aux zones sablonneuses du Brabant et du Hainaut, mais elle s'étend jusque dans l'Entre-Sambre-et-Meuse (essentiellement dans le territoire sambro-condrusien), où elle devient moins typique et forme des habitats transitionnels avec les hêtraies à luzule (HIC 9110). En termes de situation topographique, le *Fago-Quercetum* occupe une assez grande variété de stations, allant des plateaux aux versants à expositions diverses.

Le hêtre a tendance à dominer spontanément la strate arborée. Le chêne sessile et/ou le

chêne pédonculé constituent les principales essences compagnes, mais les peuplements peuvent également abriter quelques individus d'essences héliophiles comme le bouleau verruqueux et le sorbier des oiseaux. Le sous-bois, lorsqu'il est développé, est dominé par le hêtre et contient en proportion moindre les semis des autres essences précitées ainsi que la bourdaine, le houx, le néflier (rare), voire le charme. La strate herbacée à caractère acidiphile est dominée par les espèces des groupes de la myrtille commune et de la germandrée scorodaine. Le groupe de l'anémone sylvie est très sporadique et les groupes neutroclines et neutrophiles sont complètement absents. Les plages de fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*) et de ronces (*Rubus* sp.) sont fréquentes, ces dernières étant en outre favorisées par l'eutrophisation ou la perturbation des sols.

2.1.2. La hêtraie acidiline atlantique

La hêtraie acidiline ou *Milio-Fagetum* est une variante moins oligotrophe que la précédente, apparaissant à la faveur d'une couverture limoneuse plus épaisse. Elle occupe donc des sols bruns lessivés limoneux et désaturés, à drainage favorable à imparfait, reposant sur des substrats acides variables, notamment des sables, des schistes et des phyllades. On la retrouve dans l'ensemble de la région atlantique, du Hainaut jusqu'en Hesbaye liégeoise, ainsi que dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Le hêtre est encore naturellement accompagné du chêne dans le *Milio-Fagetum* mais, contrairement au *Fago-Quercetum*, on peut voir apparaître l'érable sycomore et, lorsque l'éclaircissement du sous-bois permet son développement, une strate arbustive composée du charme, du coudrier et des sureaux. La végétation herbacée se différencie quant à elle par une meilleure représentation des groupes de



Hêtraie acidiphile dans le Bois d'Enghien

l'anémone sylvie et de la violette de Rivin. La fougère-aigle peut néanmoins toujours former de larges plages dans le sous-bois, notamment à la faveur des ouvertures forestières.

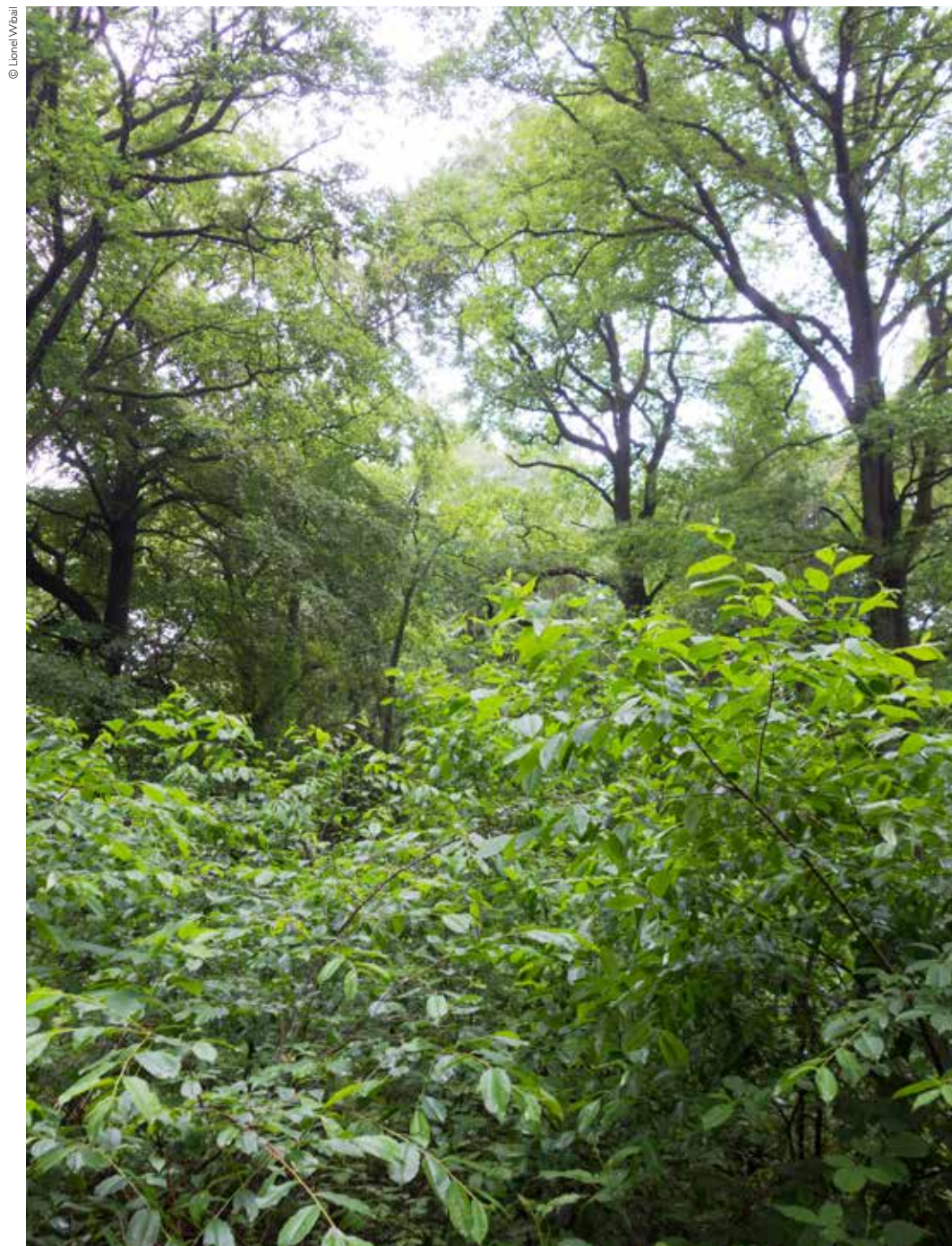
2.1.3. Les forêts du métaclimax de la hêtraie acidiphile atlantique

Différents faciès, essentiellement d'origine sylvicole, ont été distingués au sein de la hêtraie acidiphile atlantique.

2.1.3.1. La chênaie acidiphile atlantique

La chênaie acidiphile atlantique relève aussi de l'association végétale du *Fago-Quercetum*, mais le peuplement est dans ce cas-ci dominé par les chênes sessile et pédonculé, le plus souvent en raison de la gestion forestière : plan-

tation, traitement en taillis ou en taillis sous futaie. Cette chênaie occupe donc les mêmes sols très acides à tendance plus ou moins podzolique, et présente des faciès variables en fonction des proportions du mélange avec le hêtre ou le bouleau. La flore est similaire à celle décrite précédemment pour les faciès à hêtre, mais le sous-bois (arbustes et espèces herbacées) est globalement mieux développé grâce au couvert plus léger des essences dominantes. Le cerisier tardif (*Prunus serotina*), une espèce exotique envahissante, s'y développe parfois au point de former une strate pratiquement ininterrompue dans certains peuplements du Brabant et du Hainaut.



© Lionel Wabail

Sous-bois de chênaie acidiphile atlantique envahi par le cerisier tardif (*Prunus serotina*)



2.1.3.2. La chênaie-charmaie acidiline atlantique

Cette chênaie-charmaie relève du *Stellario-Carpinetum typicum*. Elle dérive des hêtraies acidilines du *Milio-Fagetum* et est généralement dominée par le chêne pédonculé ou le chêne sessile, qu'accompagnent l'érable sycomore et le bouleau verruqueux, tandis que le sous-bois et le taillis se composent principalement de coudrier, voire de charme. La bourdaine, le peuplier tremble et le sorbier des oiseleurs peuvent également y être bien représentés. Certains faciès, généralement issus de plantations, sont dominés par l'érable sycomore ou le merisier. La flore herbacée, quand elle est bien développée, comprend surtout des espèces des groupes de l'anémone sylvie, de la germandrée scorodaine et de la violette de Rivin. La jacinthe (*Hyacinthoides non-scripta*) peut être présente, mais sporadiquement et sans jamais former de vastes plages comme dans les chênaies-frênaies neutrophiles (HIC 9130).

2.1.3.3. Les forêts secondaires avec bouleau, peuplier tremble, sorbier des oiseleurs, coudrier et saule marsault

Des faciès dominés par les bouleaux, le peuplier tremble, le sorbier des oiseleurs, le coudrier et/ou le saule marsault, seuls ou en mélange, peuvent aussi se substituer aux hêtraies. Ils présentent une flore herbacée à caractère acidiphile à acidiline, comparable à celle des différentes variantes décrites ci-dessus, mais avec un développement plus important des espèces héliophiles. Ils correspondent, dans le contexte des forêts gérées par l'homme, soit à des faciès de dégradation avancée des formations climaciques, soit à des processus naturels de recolonisation de milieux ouverts intra-forêtiers (chablis, trouées, coupes à blanc), soit encore à des stades forestiers pionniers dans d'anciennes landes sèches (HIC 4030).

© Lionel Vihail



Floraison printanière de l'anémone sylvie (*Anemone nemorosa*) en chênaie-charmaie acidiline

© Lionel Vihail



Boulaie de recolonisation



2.2. Espèces diagnostiques

Il n'existe pas d'espèces exclusives de l'habitat 9120, qui est défini par un cortège mésophile et acidiphile, présentant une certaine variabilité selon la lumière atteignant le sol (dépendant de la densité de la canopée) et les caractéristiques stationnelles. Les essences ligneuses présentes dans l'habitat sont listées dans le tableau 4.

Au niveau de la strate herbacée, le cortège floristique comporte donc un fond constitué des groupes d'espèces acidiclinales et acidiphiles de la germandrée scorodaine et de la myrtille commune avec, entre autres espèces fréquentes *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis*, *Maianthemum bifolium*, *Pteridium aquilinum*, *Teucrium scorodonia* et la mousse *Polypodium formosum*.

Ce fond de flore est complété par d'autres espèces en fonction des variations trophiques et hydriques. Les groupes de l'anémone sylvie et de la violette de Rivin apparaissent dans les stations les plus riches, avec des espèces comme *Anemone nemorosa*, *Luzula pilosa* ou

Milium effusum, tandis que les groupes des dryopteris et de la fougère femelle caractérisent les variantes sub-humides. La circe de Paris (*Circaea lutetiana*) est également fréquente dans les variantes plus fertiles de l'habitat, tandis que la molinie fait son apparition dans les stations à sols podzoliques et à tendance plus ou moins humide, tendant vers les chênaies-boulaies climaciques (HIC 9190).

2.3. Variabilité de l'habitat

La variabilité de l'habitat trouve une origine à la fois anthropique et stationnelle.

L'action anthropique a fortement influencé la composition ligneuse des peuplements. C'est ainsi que les plantations sont à l'origine de nombreux faciès monospécifiques composés de hêtres, de chênes, voire d'érables ou de merisiers. Les « hêtraies cathédrales » de la Forêt de Soignes constituent ainsi un exemple typique de faciès monospécifique équienne de l'habitat 9120.

TABEAU 4 Espèces ligneuses des forêts relevant de la hêtraie acidiphile atlantique

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Aubépine à un style*	<i>Crataegus monogyna</i>
Charme*	<i>Carpinus betulus</i>	Bourdaie	<i>Frangula alnus</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Coudrier*	<i>Corylus avellana</i>
Érable sycomore*	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Merisier*	<i>Prunus avium</i>	Néflier	<i>Mespilus germanica</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Pommier sauvage*	<i>Malus sylvestris</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Sureau à grappes*	<i>Sambucus racemosa</i>
Tilleul à petites feuilles*	<i>Tilia cordata</i>		

* : espèces des variantes les plus riches

caractères gras : espèces fréquemment (co-)dominantes



Espèces typiques de la hêtraie acidiphile atlantique

- 1 Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*)
- 2 Maïanthème à deux feuilles (*Maianthemum bifolium*)
- 3 Néflier (*Mespilus germanica*)
- 4 Laîche à pilules (*Carex pilulifera*)
- 5 Dicrane en balai (*Dicranum scoparium*)
et polytric élégant (*Polytrichum formosum*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Le traitement en taillis ou en taillis sous futaie a souvent entraîné la dominance des chênes sessile et pédonculé, du charme et du coudrier au détriment du hêtre, favorisant le développement de la flore héliophile, tandis que le maintien de futaies denses favorise la hêtraie. La recolonisation naturelle des anciennes landes et des trouées abandonnées a quant à elle favorisé des peuplements pionniers de bouleau verruqueux, peuplier tremble et sorbier des oiseleurs.

La variabilité naturelle est liée à celle des situations topographiques et des niveaux hydrique et trophique des stations qu'occupe l'habitat. Les variations floristiques suivent le gradient d'acidité qui va des sols sableux à tendance podzolique du *Fago-Quercetum*, aux sols bruns plus limoneux et plus riches du *Milio-Fagetum* et du *Stellario-Carpinetum*. Au sein des hêtraies acidiphiles atlantiques,

on peut donc rencontrer :

- des stations plus fertiles, où la flore acidiphile est enrichie d'espèces des groupes de l'anémone sylvie et de la violette de Rivin, ainsi que de l'érable sycomore et du charme dans le peuplement ligneux, indiquant la transition vers la chênaie-frênaie atlantique à jacinthe (HIC 9130). Sur les sols les plus humides, à légère hydromorphie, les espèces hygroclines du groupe de la fougère-femelle viennent enrichir la flore ;
- des végétations très acidiphiles largement dominées par les groupes de la german-drée scorodoine et de la myrtille commune, comportant parfois la mousse *Leucobryum glaucum* dans les milieux les plus secs, ou la molinie sur les sables sub-humides (Hainaut, Brabant essentiellement) dans les zones de transition vers les chênaies-boulaies acidiphiles (9190).

© Lionel Whait



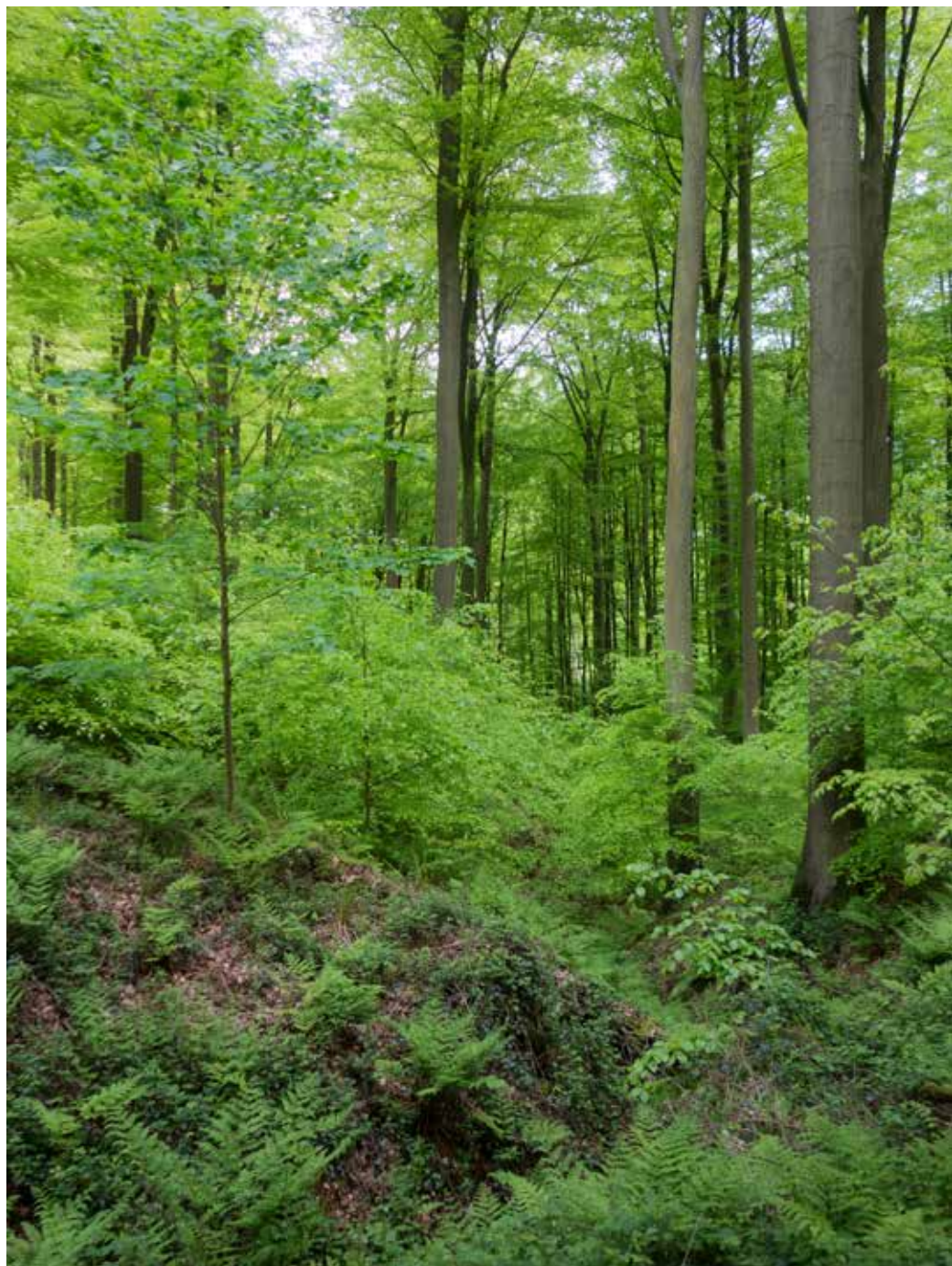
Faciès de hêtraie cathédrale en Forêt de Soignes



Espèces des variantes riches de la hêtraie acidiphile atlantique

- 1 Millet diffus (*Miliun effusum*)
- 2 Anémone sylvie (*Anemone nemorosa*)
- 3 Violette de Rivin (*Viola riviniana*)
- 4 Scrofulaire noueuse (*Scrophularia nodosa*)
- 5 Luzule printanière (*Luzula pilosa*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Variante humide à fougères de la hêtraie acidiphile



Variante sèche à leucobryum glauque (*Leucobryum glaucum*) de la chênaie acidiphile atlantique



2.4. Répartition géographique

Les forêts de l'habitat 9120 sont liées à la région atlantique et à l'Entre-Sambre-et-Meuse. Elles bénéficient ainsi d'un climat doux et bien arrosé. Cette définition biogéographique est plus restrictive que celle de Noirfalise (1984) dont elle est issue, et qui signale aussi le *Milio-Fagetum* en zone strictement continentale¹⁹.

L'aire optimale est constituée des zones sablonneuses tertiaires du Hainaut et du Brabant (ex. : Forêt de Soignes, Bois de Stambruges). On retrouve néanmoins l'habitat dans l'ensemble de la région limoneuse, depuis l'ouest jusqu'à certains sols forestiers acides présents en Hesbaye.

Les forêts du métaclimax de la hêtraie acidiphile atlantique sont également répandues dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, essentiellement en Condroz, sur des sols limoneux et limono-caillouteux à charge siliceuse (phyllades et schistes) ainsi que, beaucoup plus rarement, en Fagne. Dans cette zone de transition entre les influences biogéographiques atlantique et continentale, l'habitat a tendance à former localement des complexes spatiaux avec les forêts relevant de la hêtraie à luzule (HIC 9110), notamment dans les vallons à microclimat plus montagnard.

2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Les confusions portent sur des habitats écologiquement proches. Elles proviennent de la *quasi* impossibilité de délimiter les habitats au sein des écotones qui les relient, difficulté encore accentuée par les perturbations anthropiques de la composition ligneuse et par leurs

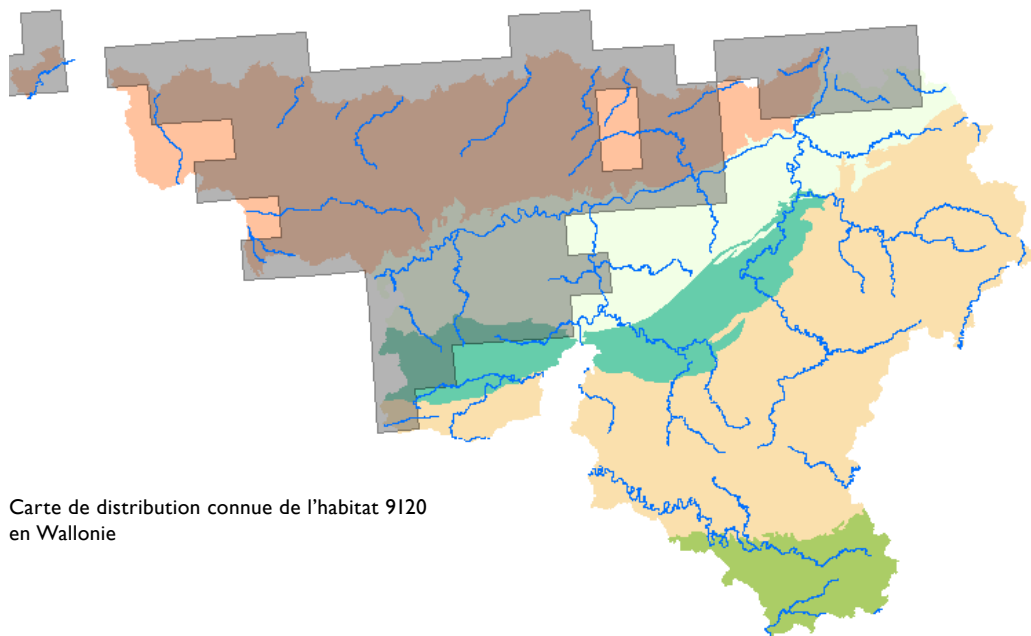
répercussions sur la flore herbacée du sous-bois. Ainsi, on pourrait confondre les habitats du métaclimax de la hêtraie acidiphile atlantique avec les types de forêts suivants.

Les forêts du métaclimax des hêtraies acidiphiles médioeuropéennes (HIC 9110) peuvent être difficiles à distinguer de l'habitat 9120 dans la zone climatique de transition (Entre-Sambre-et-Meuse). Les critères permettant de différencier ces deux habitats sont présentés dans la section relative à l'habitat 9110.

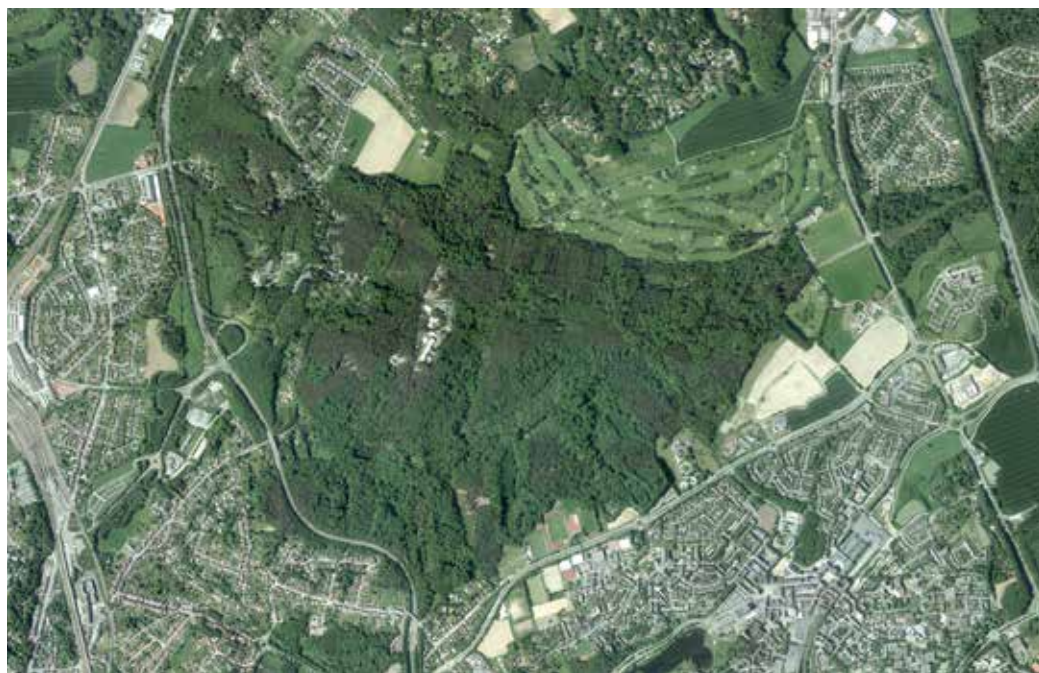
Les forêts du métaclimax des hêtraies neutrophiles atlantiques (HIC 9130) occupent des stations dont le niveau trophique est plus élevé que les forêts acidiphiles. Les deux types forestiers coexistent fréquemment au sein d'un même massif. La bonne représentation des groupes d'espèces neutroclines et neutrophiles permet de distinguer les forêts relevant de l'habitat 9130. En outre, la jacinthe peut former un tapis vernal pratiquement continu dans les forêts anciennes neutrophiles.

Les chênaies-boulaies à molinie (HIC 9190) ont une flore assez proche de celle des variantes humides ou très pauvres des chênaies de l'habitat 9120, mais elles occupent des sols franchement podzoliques et/ou hydromorphes ne permettant pas la dominance naturelle du hêtre. La molinie abonde généralement dans l'habitat 9190 ; cette espèce apparaît néanmoins aussi dans des faciès « dégradés » des hêtraies-chênaies (ex. anciennes landes reboisées). En cas d'incertitude, la distinction peut se faire sur une base pédologique.

(19) Ces variantes continentales sont rattachées, dans la typologie wallonne des habitats d'intérêt communautaire, à l'habitat 9110.



Carte de distribution connue de l'habitat 9120 en Wallonie



© SPW

Le Bois de Lauzelle (Ottignies - Louvain-la-Neuve) abrite différentes variantes de l'habitat 9120



Les chênaies-charmaies acidiclinales humides climaciques (HIC 9160) occupent des sols à drainage défavorable excluant la dominance naturelle du hêtre, mais elles ont des caractéristiques floristiques très similaires à celles des chênaies-charmaies de l'habitat 9120. La distinction peut se faire sur la base pédologique (hydromorphie significative avant 50 cm de profondeur) et en fonction de l'abondance relative d'espèces des groupes hygroclinales de la fougère-femelle et des dryoptéris.

Les chênaies-charmaies schisteuses famenniennes du *Stellario-Carpinetum caricetosum* (HIC 9160) ne peuvent être confondues avec les chênaies-charmaies acidiclinales relevant de l'habitat 9120 qu'en Fagne, à l'occasion de placages limoneux peu épais sur plateau, ou sur versant dans la zone de contact

entre la Fagne et le Condroz. Les critères permettant de discerner les chênaies-charmaies famenniennes des chênaies-charmaies relevant du métaclimax des hêtraies ont déjà été développés précédemment, dans la section relative à l'habitat 9110.

2.6. Dynamique de la végétation

Le cycle théorique complet de la hêtraie acidiphile atlantique est très proche de celui de la hêtraie à luzule et n'est donc pas détaillé ici (cf. habitat 9110). Il convient cependant de préciser que les principales essences exotiques plantées dans les stations de l'habitat 9120 ne sont pas, en raison de l'écologie de ces essences, l'épicéa et le douglas, mais les pins sylvestre et de Corse, le mélèze, le chêne rouge et le châtaignier.

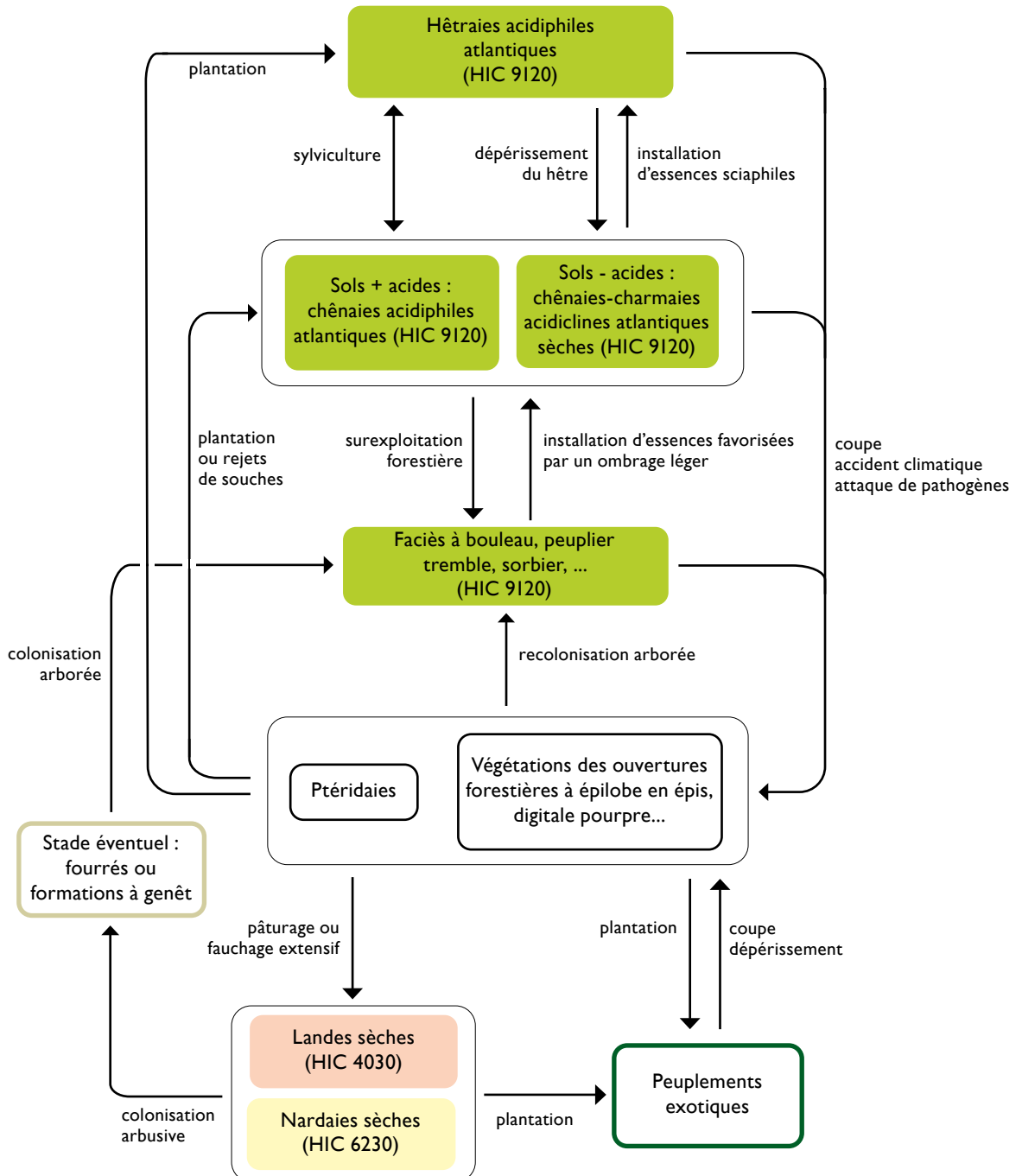
© Lionel Witail



Plantation de pins noirs dans une station de hêtraie acidiphile en Forêt de Soignes



Dynamique de la hêtraie acidiphile atlantique







Les hêtraies neutrophiles (9130)

La description de l'habitat 9130, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur la typologie WALEUNIS et sur les publications des auteurs suivants : Bensettiti *et al.* 2001 ; Decler 2007 ; Dethioux 1969 ; Durwael *et al.* 2000 ; Noirfalise 1969 ; Noirfalise & Sougneux 1963 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougneux 1967 ; Sougneux 1978 ; Thill *et al.* 1988 ; Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

En Wallonie, la hêtraie neutrophile est représentée par ses sous-types atlantique et continental. Selon le traitement sylvicole et l'histoire des peuplements, cet habitat présente également une proportion importante de faciès de chênaies, frênaies, chênaies-charmaies et chênaies-frênaies, la plupart du temps issus du traitement en taillis ou en taillis sous futaie et, dans une moindre mesure, des forêts de recolonisation. L'habitat 9130 intègre toutes les forêts indigènes du métaclimax des hêtraies neutrophiles.

I.2. Correspondances entre les typologies

Hêtraies atlantiques

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.132 - hêtraies à jacinthe

EUNIS : G1.632 - hêtraies neutrophiles atlantiques

WALEUNIS : G1.63b - hêtraies neutrophiles atlantiques

Syntaxonomie : *Endymio-Fagetum*

Hêtraies continentales

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.131 - hêtraies à mélisse

EUNIS : G1.631 - hêtraies neutrophiles collinéennes médioeuropéennes

WALEUNIS : G1.63a - hêtraies neutrophiles médioeuropéennes

Syntaxonomie : *Melico-Fagetum*

Chênaies-frênaies atlantiques²

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.21 - chênaies atlantiques mélangées à jacinthe

EUNIS : G1.A11 - chênaies mélangées atlantiques à *Hyacinthoides non-scripta*

WALEUNIS : G1.A1bb - chênaies-frênaies neutrophiles atlantiques de substitution de la hêtraie

Syntaxonomie : *Endymio-Carpinetum*

Chênaies-frênaies continentales²⁰

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.23 - frênaies-chênaies subatlantiques à primevère

EUNIS : G1.A13 - frênaies-chênaies subatlantiques à *Primula elatior*

WALEUNIS : G1.A1db - chênaies-frênaies neutrophiles médioeuropéennes de substitution de la hêtraie.

Syntaxonomie : *Primulo-Carpinetum*

(20) Pour les chênaies-frênaies, la correspondance avec les unités des typologies CORINE, EUNIS et syntaxonomiques n'est pas parfaite, puisque celles-ci incluent également des variantes climatiques par hydromorphie (cf. HIC 9160)



2 | Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

2.1.1. Les hêtraies neutrophiles médioeuropéennes

Les hêtraies neutrophiles à mélèque (*Melico-Fagetum*) sont des forêts à répartition médioeuropéenne, dominées par le hêtre, qui occupent des sols bien aérés et de bonne fertilité : sols bruns ou bruns lessivés, relativement profonds, développés sur une roche-mère produisant des sols mésotrophes à eutrophes, riches en éléments minéraux (ex. : calcaires, grès calcaires, macignos, colluvions). Elles peuvent occuper des situations topographiques variées à partir du moment où le drainage interne des sols est suffisant pour permettre la dominance du hêtre. On les retrouve aussi bien sur plateau que sur des versants à exposition variable même si, d'une manière

générale, les hêtraies sont plus productives et dynamiques aux expositions fraîches et dans les bas de versants.

La strate arborée des hêtraies du *Melico-Fagetum* est, par définition, dominée par le hêtre. Selon leur historique, les peuplements peuvent présenter des faciès de hêtraies monospécifiques ou mélangées avec les chênes sessile et pédonculé, ainsi qu'avec d'autres essences exigeantes comme le frêne, l'érable sycomore ou le merisier. Outre les semis des essences précitées, le sous-bois est varié et dominé par le charme et le coudrier.

Excepté sous les peuplements très denses, les strates arbustive et herbacée sont généralement très diversifiées ; elles se caractérisent par l'abondance des groupes neutrocline et neutrophile du lamier jaune et de l'aspérule odorante, et nitrocline de la benoîte commune, auxquels viennent se greffer d'autres groupes écologiques selon les variantes hydriques et trophiques.



Flore herbacée de la hêtraie à mélèque, avec parisette (*Paris quadrifolia*), aspérule odorante (*Galium odoratum*), lamier jaune (*Lamium galabardon*), sceau de Salomon multiflore (*Polygonatum multiflorum*)



Hêtraie à mélisse en Gaume



2.1.2. Les hêtraies neutrophiles atlantiques

Dans la région atlantique, la hêtraie neutrophile (relevant notamment de l'*Endymio-Fagetum*⁽²¹⁾) peut se développer sur des sols de bonne fertilité et suffisamment drainés, essentiellement des placages limoneux à limono-sableux quaternaires mais aussi des sols limono-caillouteux, dans des situations topographiques diversifiées (plateaux, versants, dépressions les moins humides). Dans les zones dont le caractère atlantique est le plus marqué (Hainaut et ouest du Brabant, ainsi qu'une partie de l'Entre-Sambre-et-Meuse), les boisements anciens de l'habitat se caractérisent par de vastes plages

vernales de jacinthe (*Hyacinthoides non-scripta*). On retrouve également des hêtraies neutrophiles plus à l'est, en dehors de l'aire de répartition de la jacinthe, dans les massifs forestiers résiduels de Hesbaye, que ce soit sur le plateau limoneux ou sur les versants plus ou moins calcarifères des vallées mosanes (Orneau, Burdinale, Mehaigne) entaillant la région.

La composition floristique est comparable à celle de la hêtraie à mélisse, appauvrie des espèces à distribution plus médioeuropéenne, telles la luzule blanche (*Luzula luzuloides*) ou la pulmonaire des montagnes (*Pulmonaria montana*).

(21) La définition des hêtraies atlantiques de l'habitat 9130 ne se limite pas à l'*Endymio-Fagetum* décrit par Noirfalise dans les forêts du bassin de Mons



Hêtraie à jacinthe du Bois d'Enghien



2.1.3. Les autres forêts du métaclimax des hêtraies neutrophiles

2.1.3.1. Les chênaies-frênaies neutrophiles

Les chênaies-frênaies qui relèvent de l'habitat 9130 sont des forêts plus claires et souvent mélangées à base de chênes pédonculé et sessile et/ou d'essences relativement exigeantes en termes de niveau trophique : érable sycomore, frêne, merisier et, plus sporadiquement, érable plane, tilleul et orme. Elles occupent le même type de stations que les hêtraies proprement dites dont elles relèvent. Dans nos forêts gérées, elles sont le plus souvent le résultat d'une gestion forestière ayant favorisé ces essences au détriment du hêtre, comme le traitement en taillis ou en taillis sous futaie.

Le terme de « chênaie-frênaie » correspond à l'un de leurs faciès les plus fréquents, mais ne doit pas être interprété au sens strict en termes de composition ligneuse, puisque d'autres types de peuplements peuvent être observés en fonction des conditions locales et des interventions sylvicoles (ex. : frênaies pures, chênaies-charmaies, érablaies).

La strate arbustive et le taillis sont fortement développés sous la canopée assez claire. Ils peuvent comporter un grand nombre d'espèces, dont les plus abondantes sont le charme, le coudrier, le frêne et l'érable sycomore, ainsi que de nombreux arbustes (aubépines, cornouiller sanguin, fusain, sureaux noir et à grappes). Le fond floristique est le même que celui de la hêtraie proprement dite



© Lionel Wzbal

Renoncules tête d'or (*Ranunculus auricomus*) en chênaie-frênaie neutrophile



mais, en l'absence du hêtre, l'ambiance plus lumineuse du sous-bois (si le couvert du charme n'est pas total) permet un développement important de la flore herbacée, en particulier dans les forêts anciennes qui comportent des tapis de géophytes printaniers, par exemple d'anémone des bois (*Anemone nemorosa*), de jonquille (*Narcissus pseudonarcissus*) ou, à l'ouest du territoire, de jacinthe. Grâce à un excellent humus de type mull, les groupes nitrocline et nitrophile de la benoîte commune et de l'ortie sont souvent abondants, accompagnés des groupes hygroclines de la circée de Paris, de la ficaire et de la fougère femelle dans les bas de versants et autres sols assez frais, sur limons par exemple.

Cette diversité floristique est toutefois très limitée lorsque l'habitat s'est reconstitué à partir d'une ancienne terre agricole. Dans ce cas, la flore est largement dominée par les espèces nitrophiles, tandis que les espèces des forêts anciennes (notamment les géophytes) ont disparu.

Dans leurs variantes sub-humides, ces forêts sont difficilement distinguables des chênaies-frênaies climaciques humides (HIC 9160) ne relevant pas du métaclimax de la hêtraie. Souvent, seule l'hydromorphie du sol permet alors de faire la distinction (taches de rouille avant 50 cm de profondeur dans les chênaies-frênaies climaciques).

2.1.3.2. Les groupements pionniers ou secondaires à bouleau, peuplier tremble, sorbier des oiseleurs, coudrier et/ou saule marsault

Ces formations correspondent essentiellement à des forêts de recolonisation spontanée de trouées ou de coupes à blanc. Elles relèvent de l'habitat 9130 au sens large si leurs caractéristiques stationnelles sont celles des forma-

tions décrites précédemment, et si leur flore herbacée forestière est comparable à celle de l'habitat. Dans les milieux riches de l'habitat 9130, ce sont toutefois surtout les espèces héliophiles de la chênaie-frênaie (érable sycomore, frêne) qui recolonisent le plus fréquemment les trouées et les milieux agricoles abandonnés.

2.2. Espèces diagnostiques

Les espèces ligneuses que l'on peut retrouver dans les forêts neutrophiles relevant de l'habitat 9130 sont nombreuses (tableau 5).

Les espèces herbacées diagnostiques de l'habitat appartiennent typiquement aux groupes mésophiles neutroclines à neutrophiles du lamier jaune et de l'aspérule odorante. Parmi celles-ci, on peut citer comme espèces les plus fréquentes *Arum maculatum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Fragaria vesca*, *Galium odoratum*, *Lamium galeobdolon*, *Melica uniflora*, *Paris quadrifolia*, *Ranunculus auricomus* et *Viola reichenbachiana*. Certaines espèces rares ou protégées par la Loi sur la Conservation de la Nature appartiennent également à ces groupes et trouvent dans le métaclimax des hêtraies neutrophiles une part importante de leurs stations. C'est le cas des orchidées *Listera ovata* et *Neottia nidus-avis*, de *Daphne mezereum* ou encore d'*Ornithogalum pyrenaicum*.

En dehors des espèces citées ci-dessus, le groupe généraliste de l'anémone sylvie et le groupe acidocline de la violette de Rivin sont également très bien représentés, avec notamment *Anemone nemorosa*, *Milium effusum*, *Polygonatum multiflorum* et *Potentilla sterilis*. Les groupes nitrocline et nitrophile de la



TABLEAU 5 Espèces ligneuses des forêts neutrophiles relevant de l'habitat 9130

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Bois joli (r)	<i>Daphne mezereum</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Bourdaïne	<i>Frangula alnus</i>
Érable champêtre	<i>Acer campestre</i>	Camérisier (c) (r)	<i>Lonicera xylosteum</i>
Érable plane	<i>Acer platanoides</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Clématite (c)	<i>Clematis vitalba</i>
Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Orme champêtre	<i>Ulmus minor</i>	Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>
Orme des montagnes (r)	<i>Ulmus glabra</i>	Groseillier à maquereau	<i>Ribes uva-crispa</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	Pommier sauvage	<i>Malus sylvestris</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
Tilleul à grandes feuilles	<i>Tilia platyphyllos</i>	Rosier des champs	<i>Rosa arvensis</i>
Tilleul à petites feuilles (r)	<i>Tilia cordata</i>	Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>

(c) : variantes calciclinales-calcicoles / (r) : espèces rares ou sporadiques dans l'habitat / **caractères gras** : espèces fréquemment (co-)dominantes

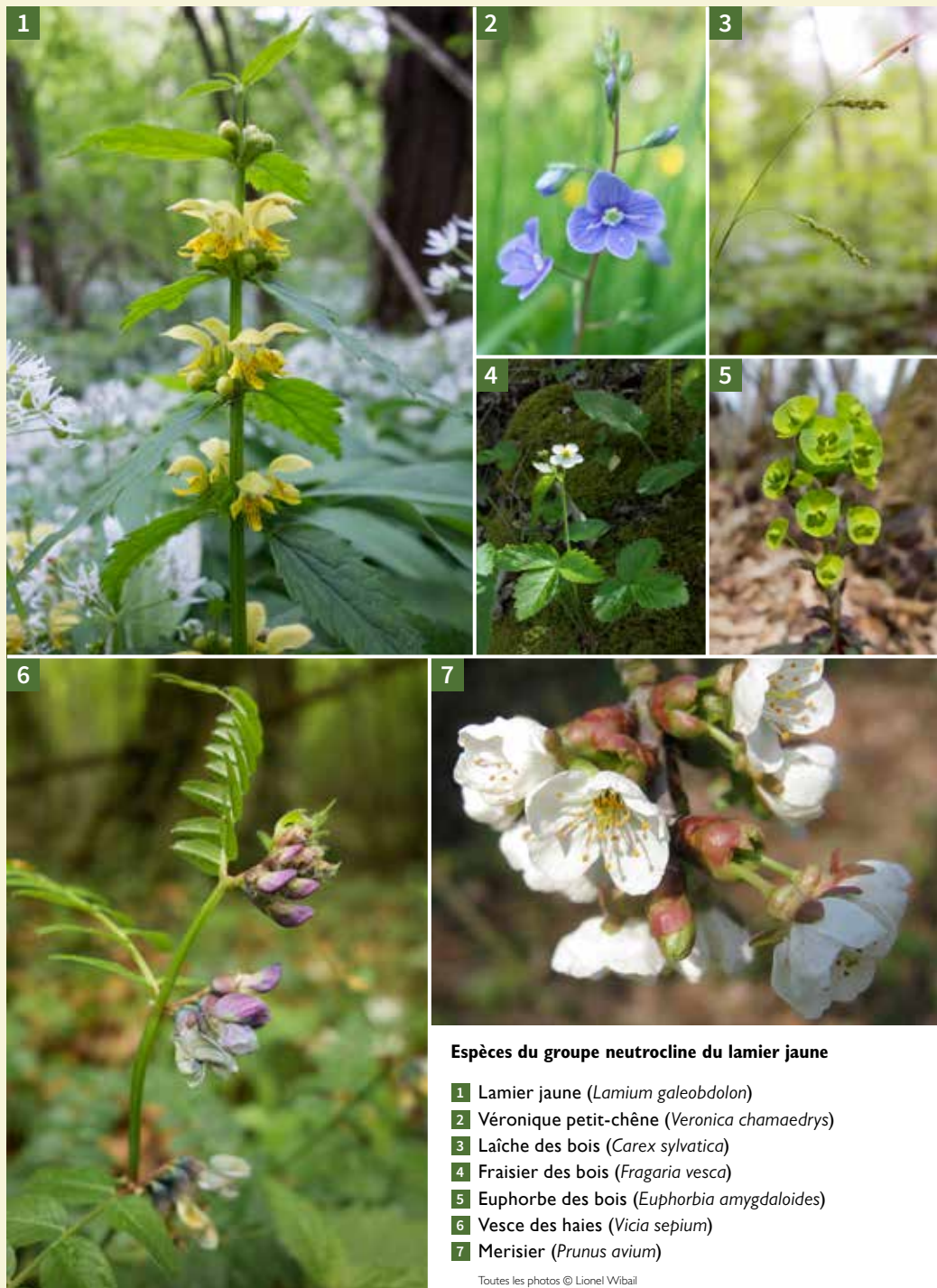
benoîte commune et de l'ortie sont relativement communs dans l'habitat, en particulier dans la région atlantique et, cas fréquent en Condroz, dans les frênaies de recolonisation d'anciennes terres agricoles.

À ce fond de flore viennent s'ajouter divers groupes d'espèces selon les variantes :

- ▶ groupes hygroclines de la fougère femelle, de la circée de Paris, de la ficaire et de l'ail des ours dans les variantes plus fraîches liées aux bas de versant et vallons, ou sur

des sols sub-humides au drainage modéré (taches de rouille au-delà de 50 cm de profondeur) ;

- ▶ groupe acidiphile de la germandrée scorodaine sur les sols à tendance plus acide, notamment en Lorraine ;
- ▶ quelques éléments du groupe calcicole de la laîche digitée (surtout des buissons) dans les variantes sur sol calcaire. Ces espèces sont cependant rares dans l'habitat 9130, à l'exception de la mercuriale vivace (*Mercurialis perennis*) qui peut former des plages étendues.



Espèces du groupe neutrocline du lamier jaune

- 1 Lamier jaune (*Lamium galeobdolon*)
- 2 Véronique petit-chêne (*Veronica chamaedrys*)
- 3 Laïche des bois (*Carex sylvatica*)
- 4 Fraisier des bois (*Fragaria vesca*)
- 5 Euphorbe des bois (*Euphorbia amygdaloides*)
- 6 Vesce des haies (*Vicia sepium*)
- 7 Merisier (*Prunus avium*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Espèces du groupe neutrophile de l'aspérule odorante

- 1 Parisette (*Paris quadrifolia*)
- 2 Gouet tacheté (*Arum maculatum*)
- 3 Bois joli (*Daphne mezereum*)
- 4 Listère ovale (*Listera ovata*)
- 5 Mélisse uniflore (*Melica uniflora*)
- 6 Raiponce en épi (*Phyteuma spicatum*)
- 7 Asperule odorante (*Galium odoratum*)
- 8 Aubépine à deux styles (*Crataegus laevigata*)

Toutes les photos © Lionel Wlbail



Certaines espèces caractérisent également l'habitat au niveau biogéographique : la jacinthe forme typiquement de vastes plages vernalles dans les variantes atlantiques, tandis que diverses espèces à caractère montagnard ou continental sont présentes au Sud de la Meuse (ex. : *Festuca altissima*, *Galium sylvaticum*, *Luzula luzuloides*, *Pulmonaria montana*).

2.3. Variabilité de l'habitat

La variabilité de l'habitat trouve une origine à la fois anthropique et stationnelle.

Comme dans les autres types de hêtraies, l'action anthropique a fortement influencé la composition ligneuse des peuplements. C'est ainsi que les plantations sont à l'origine de nombreux faciès monospécifiques à base de hêtre, chêne, frêne, érable notamment. Le traitement en taillis ou en taillis sous futaie a entraîné la dominance du chêne, du frêne, du charme et du coudrier, au détriment du hêtre, favorisant dans les phases claires de ces régimes le foisonnement des espèces herbacées et arbustives.

La variabilité est également liée à la large gamme de stations qu'occupent ces forêts, en termes de situations biogéographiques, topographiques et de niveaux hydrique et trophique. Cette diversité engendre l'existence de plusieurs formes de l'habitat, qui se différencient surtout par des variations floristiques de la strate herbacée.

2.3.1. Variations biogéographiques

Les deux associations de hêtraie neutrophile se relaient selon le gradient de continentalité de la Wallonie. Tandis qu'à l'ouest au climat

plus atlantique, les forêts neutrophiles les plus préservées se reconnaissent à leurs vastes plages de jacinthe, elles offrent au sud du sillon sambro-mosan une plus grande diversité floristique comprenant un petit cortège d'espèces à caractère continental (ex. : *Festuca altissima*, *Galium sylvaticum*, *Luzula luzuloides*, *Pulmonaria montana*).

2.3.2. Variations liées à la roche-mère

Sur les substrats à tendance acide (grès décalcifiés de Lorraine, psammites du Condroz, schistes, etc.) et sur les limons sableux épais, les forêts de l'habitat 9130 présentent des variantes à tendance acidophile (sous-associations du *Melico-Fagetum festucetosum*, *M.-F. luzuletosum*, *Endymio-Fagetum convallarietosum*, *Primulo-Carpinetum lamietosum*, *Endymio-Carpinetum holcetosum*), caractérisées par la présence d'espèces des groupes acidiphiles de la germandrée scorodaine voire de la myrtille, et de la luzule blanche (ce dernier groupe uniquement dans la région continentale) ; le groupe neutrocline du lamier jaune est toujours présent en proportion variable, distinguant les hêtraies neutrophiles des acidiphiles, tandis que celui de l'aspérule odorante est plus rare voire absent. Ces forêts constituent des intermédiaires tendant vers les forêts acidiphiles relevant des habitats 9110 et 9120.

Sur les sols moins profonds reposant sur un substrat calcaire apparaissent des variantes calcicoles, formant des habitats intermédiaires avec les forêts du métaclimax de la hêtraie calcicole (HIC 9150). Elles se caractérisent notamment par la fréquence de l'érable champêtre et l'apparition d'éléments très disséminés du groupe de la laiche digitée, dont la clématite des haies.



La clématite (*Clematis vitalba*) apparaît dans les variantes calciclinales de la hêtraie neutrophile

2.3.3. Variations liées au niveau hydrique

Sur les colluvions et les sols à légère hydromorphie se développent des variantes hygroclinales, qui se distinguent par la présence des espèces des groupes de la fougère femelle et de la circée de Paris et, dans les stations les plus fertiles, de la ficaire et de l'ail des ours. En l'absence du hêtre, les forêts situées sur de tels sols doivent être considérées avec précaution. Il pourrait en effet s'agir, dans certaines stations, de forêts relevant non pas du métaclimax des hêtraies neutrophiles, mais de chênaies-frênaies climatiques (HIC 9160).

2.4. Répartition géographique

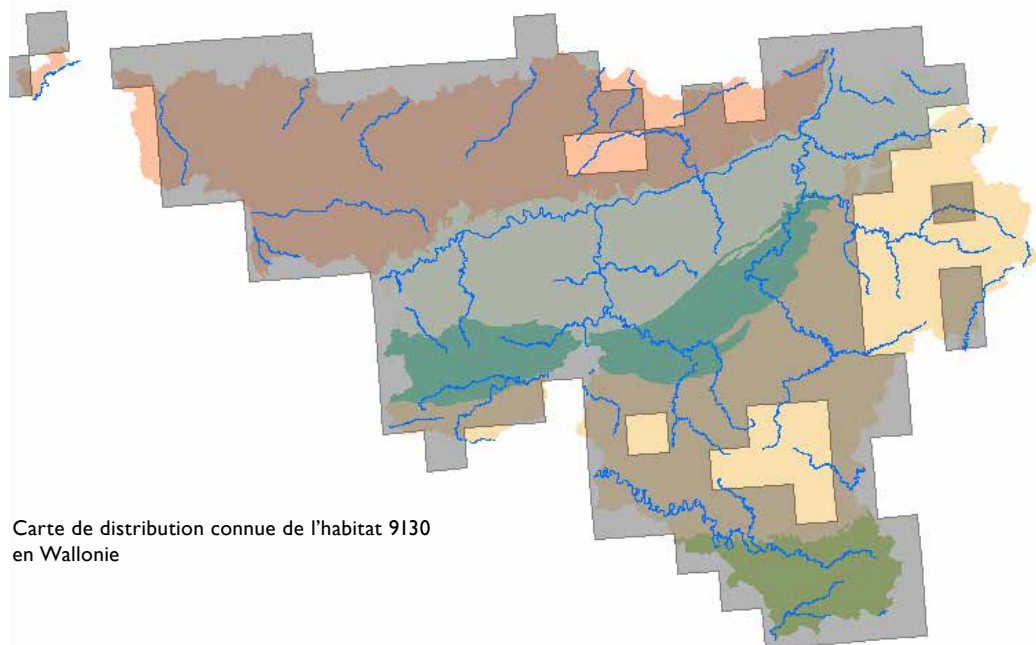
Les forêts neutrophiles de l'habitat 9130 sont relativement fréquentes en région limoneuse, mais souvent dans leur faciès de chênaie-frênaie. L'ouest de la région est le domaine typique des forêts à jacinthe.

L'habitat constitue également la végétation naturelle potentielle de la majeure partie du Condroz. Cependant, en raison de l'histoire des peuplements, il y est essentiellement représenté sous son faciès de taillis sous futaie et de futaie à base de chêne et de frêne.

En Fagne-Famenne, les forêts du métaclimax des hêtraies neutrophiles sont surtout développées sur les sols calcaires de Calestienne, où elles se mélangent aux forêts calcicoles (9150) en fonction de l'exposition et de la profondeur des sols. Elles occupent préférentiellement les sols à couverture limoneuse plus épaisse et les positions topographiques froides ou de bas de versant.

En Ardenne, ces forêts neutrophiles sont ponctuelles et confinées aux grands versants des vallées, au niveau de colluvions de bas de pente ou des rares affleurements de terrains légèrement calcaires (basse Semois, Ourthe, poudingue de Malmedy).

L'habitat 9130 constitue la végétation naturelle d'une grande partie du territoire lorrain, sur les sols dont la roche-mère est constituée de calcaire, de grès argileux (macignos) et de grès calcaire. Il y trouve son plus grand développement sous son faciès de « hêtraie à mélèque », avec une flore caractéristique très diversifiée, indiquant la continuité temporelle (ancienneté du caractère boisé) des massifs des cuestas sinémurienne et bajocienne.



Carte de distribution connue de l'habitat 9130
en Wallonie



Massif forestier ancien dominé par la hêtraie neutrophile (Bois de Willancourt - Lorraine)



Les bas de versant constituent des zones de transition avec les chênaies-frênaies climaciques humides (HIC 9160)



2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Les confusions peuvent porter sur les habitats suivants, qui coexistent et forment fréquemment des habitats intermédiaires et des mosaïques avec l'habitat 9130 au sein d'un même massif forestier et cela, selon la topographie, la profondeur et l'abondance de la charge caillouteuse.

Les forêts du métaclimax des hêtraies calcicoles (HIC 9150) possèdent une flore qui comprend de nombreuses espèces neutroclines et neutrophiles. Lorsque le sous-bois est bien développé, elles se distinguent par une meilleure représentation des groupes calcicoles de la laïche digitée et de l'hellébore fétide.

Les forêts du métaclimax des hêtraies acidiphiles (habitats 9110 et 9120) occupent des sols plus acides et sont caractérisées par une dominance des groupes d'espèces acidiphiles et acidiclinales. Les critères permettant de distinguer ces habitats sont présentés dans les sections relatives aux habitats 9110 et 9120.

Les forêts de ravins et de pentes hygrosclaphiles (HIC 9180) sont liées à des sols instables, à pente forte, et se caractérisent par l'abondance des fougères et, dans leurs variantes typiques, par la présence *quasi* systématique d'espèces relevant des groupes de la scolopendre et/ou du polystic à aiguillons. Elles présentent par ailleurs de nombreux groupes d'espèces neutrophiles et neutroclines en commun avec les hêtraies et chênaies-frênaies de l'habitat 9130, et les deux habitats coexistent fréquemment dans les versants ombragés. La confusion est accentuée dans les forêts de versants homogénéisées par le traitement en taillis sous futaie.

Les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques humides (HIC 9160) présentent une flore très comparable à celle des variantes les plus fraîches des chênaies-frênaies du métaclimax des hêtraies neutrophiles. Les groupes hygroclines sont toutefois plus abondants dans les forêts climaciques humides. Si la flore est peu développée ou ne permet pas de trancher, il convient de se référer au niveau d'hydromorphie du sol : en présence de nette hydromorphie du sol avant 50 cm de profondeur, on se situe généralement en chênaie-frênaie climacique. Toutefois, sur macignos (sur la cuesta bajocienne en Lorraine), la hêtraie peut se développer avec des traces d'hydromorphie apparaissant dès 30 cm de profondeur dans le sol.

2.6. Dynamique de la végétation

Le cycle théorique complet de la hêtraie neutrophile est globalement similaire à celui des autres types de hêtraies et n'est donc pas décrit de manière aussi détaillée que celui de la hêtraie à luzule (cf. habitat 9110).

Naturellement, la hêtraie neutrophile se maintient selon la dynamique cyclique de la sylvigénèse. Les grandes ouvertures du couvert voient se développer une flore herbacée typique des trouées forestières sur sol méso- à eutrophe, avec notamment le groupe de la benoîte commune, voire celui de l'ortie dans les stations les plus fertiles. Les ronces peuvent également se développer en abondance et constituer de véritables « ronciers ». Les essences pionnières qui colonisent ces trouées sont principalement le bouleau verruqueux et le frêne, essences héliophiles pionnières à croissance rapide et au grand pouvoir de dispersion, souvent accompagnées d'érable sycomore, de peuplier



tremble et de saule marsault. Naturellement, les chênes sessile et pédonculé réapparaissent ensuite sous le couvert léger de ces essences colonisatrices, formant une forêt mélangée. Dans ce foisonnement, le bouleau, peu longévif et tolérant mal la concurrence des autres essences, finit par se faire supplanter. Ces peuplements post-pionniers relèvent alors des « chênaies-frênaies ». Ils créent les conditions de réinstallation du hêtre, qui reprend le dessus à terme sans pour autant éliminer le frêne, l'érable et les chênes. Le cycle est alors bouclé et une hêtraie plus ou moins mélangée reste en place jusqu'à ce qu'une nouvelle ouverture importante du couvert survienne.

Comme pour les autres types de hêtraies, le cycle naturel théorique n'est pas toujours réalisé dans son entièreté et peut être amputé de certains stades ; par ailleurs, au travers des opérations sylvicoles et notamment des mises à blanc, l'homme est devenu le moteur principal des perturbations. Selon

le traitement qu'il impose à la forêt, il produit les différents faciès de structure et de composition. Les régimes du taillis et du taillis sous futaie font par exemple évoluer les hêtraies du *Melico-Fagetum* et de l'*Endymio-Fagetum* en chênaies-frênaies. Ainsi, en Condroz, l'habitat 9130 se présente quasi exclusivement sous la forme de taillis sous futaie et futaies claires de type « chênaie-frênaie » de composition diversifiée (*Primulo-Carpinetum* riche en érable, coudrier, merisier).

Si l'on s'en tient aux végétations semi-naturelles, historiquement, le défrichement a permis le développement de prairies de fauche de l'*Arrhenatherion* (6510) ou de pâtures plus ou moins maigres du *Galio-Trifolietum* selon les modalités de gestion du milieu agricole. Lorsque ces prairies sont abandonnées, la recolonisation forestière spontanée se fait généralement via l'installation d'un premier stade de fourrés d'épineux.



© Lionel Vibal

Le régime du taillis sous futaie favorise les faciès de chênaie



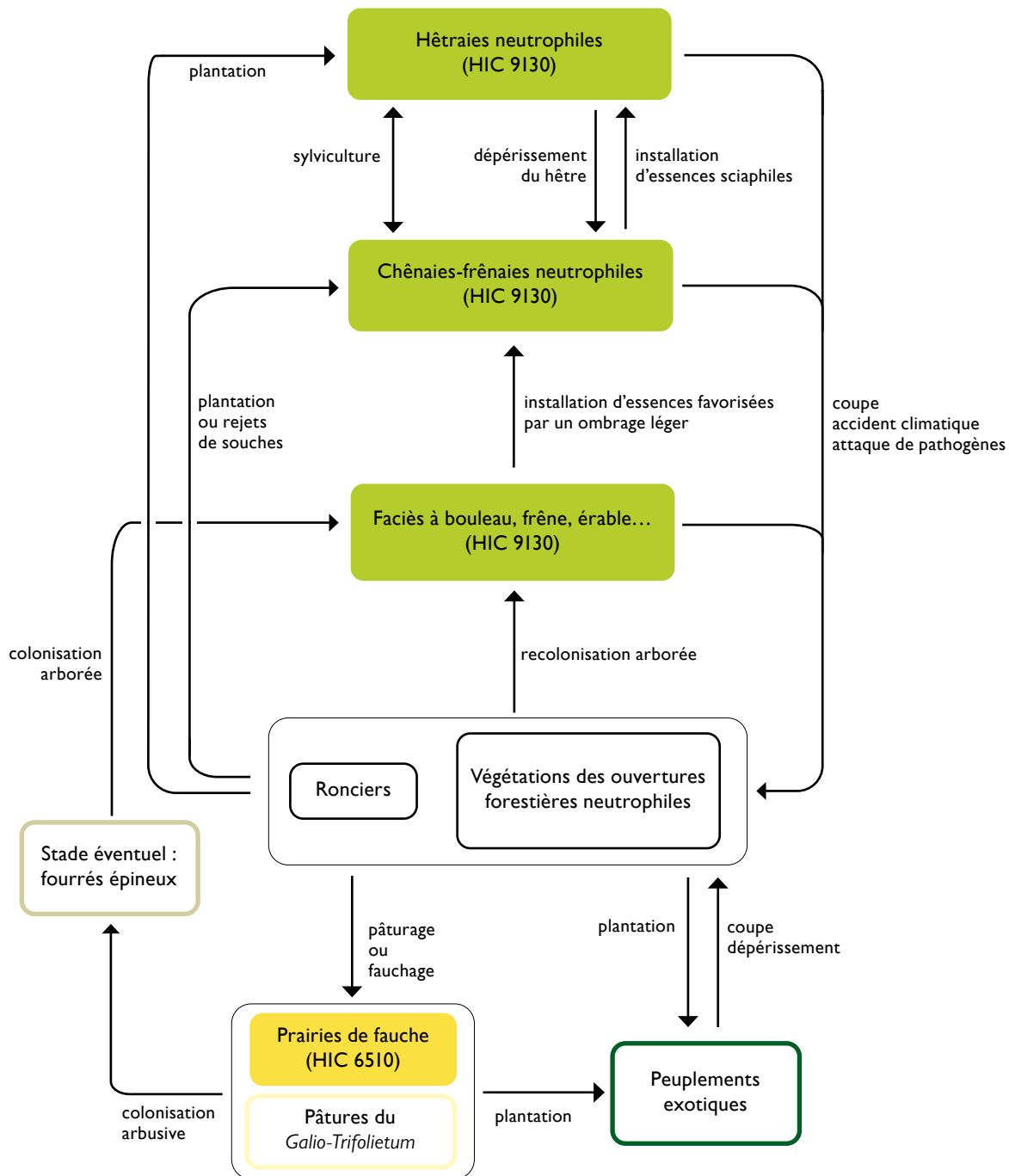
Espèces nitrophiles favorisées par les ouvertures et coupes en forêt neutrophile

- 1 Compagnon rouge (*Silene dioica*)
- 2 Géranium herbe-à-Robert (*Geranium robertianum*)
- 3 Benoîte commune (*Geum urbanum*)
- 4 Galéopsis tétrahit (*Galeopsis tetrahit*)
- 5 Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*)
- 6 Sureau noir (*Sambucus nigra*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Dynamique de la hêtraie neutrophile







Les hêtraie calcicoles (9150)

La description de l'habitat 9150, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur la typologie WALEUNIS et sur les publications des auteurs suivants : Alderweireld & Claessens 2005, Bensettiti *et al.* 2001 ; Noirfalise 1962 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougnez 1967 ; Thill 1964, Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg-Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

En Wallonie, la hêtraie calcicole est essentiellement présente en zone continentale. Toutefois, la hêtraie au sens strict (dominée par le hêtre) a souvent cédé la place à des forêts de son métaclimax, pour la plupart issues du traitement en taillis ou de la recolonisation de parcours pastoraux abandonnés, et dominées par le charme et le chêne. L'habitat 9150 comprend l'ensemble des végétations forestières indigènes du métaclimax des hêtraies calcicoles.

I.2. Correspondances entre les typologies

Hêtraies

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.161 - hêtraies à laîches

EUNIS : G1.661 - hêtraies calciphiles des pentes sèches médioeuropéennes

WALEUNIS : G1.66 - hêtraies calcicoles

Syntaxonomie : *Carici-Fagetum*

Chênaies-charmaies

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.271 - chênaies-charmaies xérophiles sur calcaire

EUNIS : G1.A171 - chênaies-charmaies calciphiles subatlantiques à troène

WALEUNIS : G1.A17 - chênaies-charmaies calcicoles

Syntaxonomie : *Carici-Carpinetum*

2 | Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

2.1.1. Les hêtraies calcicoles

Les hêtraies calcicoles de Wallonie (*Carici-Fagetum*) sont des forêts généralement thermophiles, occupant des sols bruns calcaires (essentiellement développés sur dolomie, calcaire, craie, marne) très superficiels et caillouteux.

Le hêtre domine et peut former des peuplements purs (notamment par plantation monospécifique), mais il peut aussi être accompagné des chênes sessile et pédonculé, du charme, de l'érable champêtre, du frêne, du merisier, de l'alisier torminal ou du tilleul à grandes feuilles. La diversité floristique est potentiellement très élevée, que ce soit pour les espèces arbustives ou herbacées. On y retrouve de nombreuses neutrophiles, mais la hêtraie calcicole se distingue des hêtraies de l'habitat 9130 par la bonne représentation des groupes calcicoles de la laîche digitée et de l'hellébore fétide.

2.1.2. Les chênaies-charmaies calcicoles

Les chênaies-charmaies (*Carici-Carpinetum*) représentent le faciès le plus fréquent de l'habitat 9150 en Wallonie et résultent souvent du traitement en taillis ou en taillis sous futaie de la hêtraie calcicole. Elles proviennent également de l'abandon et du reboisement progressif des pelouses calcaires (HIC 6210), succédant aux groupements buissonneux épineux (fruticées) et précédant la hêtraie dans le cycle évolutif de l'habitat 9150. Elles se reconstituent par ailleurs fréquemment en sous-bois des vieilles plantations de pins sur les tiennes calcaires.



© Lioret Wfsail

Affleurements rocheux et entrée de cavité souterraine dans une hêtraie calcicole



Floraison d'orchis mâle (*Orchis mascula*) et de sceau de Salomon odorant (*Polygonatum odoratum*) en chênaie-charmaie calcicole



Les chênes, le charme et l'érable champêtre y sont généralement co-dominants ; ils sont accompagnés d'autres essences dont le frêne, le hêtre, l'alouchier et l'alisier torminal, ou encore le tilleul à grande feuilles. Les strates arbustive et herbacée ont une composition spécifique comparable à celle de la hêtraie calcicole, mais sont plus amplement développées que dans la hêtraie proprement dite. La flore arbustive se caractérise par la présence des nombreuses espèces calcicoles buissonnantes, comme le cornouiller mâle, le nerprun purgatif, le troène, la viorne mancienne ou encore le buis. La clématite y est très fréquente. La strate herbacée présente localement de vastes plages de mercuriale vivace (*Mercurialis perennis*) et peut abriter diverses espèces d'orchidées.

2.2. Espèces diagnostiques

Les forêts du métaclimax de la hêtraie calcicole se reconnaissent aisément à la présence d'éléments très caractéristiques, tant au niveau des ligneux que de la flore du sous-bois. La liste des ligneux est présentée dans le tableau 6.

Les groupes les plus caractéristiques des forêts calcicoles sont ceux de la laïche digitée et de l'hellébore fétide, avec des espèces herbacées comme *Clematis vitalba*, *Melica nutans*, *Polygonatum odoratum*, *Primula veris*, *Pulmonaria montana*, *Sesleria caerulea*, *Vincetoxicum hirundinaria* et *Viola hirta*. L'habitat 9150 abrite en outre des espèces plus rares ou protégées par la Loi sur la Conservation de la Nature, dont *Carex montana*, *Hordelymus europaeus*, *Hypericum montanum*, et diverses orchidées, *Cephalanthera damasonium*, *C. longifolia*, *Neottia nidus-avis*, *Orchis mascula* ou

Platanthera chlorantha.

À côté de ces éléments typiquement calcicoles, la flore de l'habitat 9150 comporte le groupe généraliste de l'anémone sylvie ainsi que de nombreux éléments des groupes neutrocline et neutrophile du lamier jaune et de l'aspérule odorante, notamment *Arum maculatum*, *Campanula trachelium*, *Fragaria vesca*, *L. galeobdolon* et *Viola reichenbachiana*. Les espèces du groupe de l'alisier torminal complètent la liste, témoignant du caractère thermophile de l'habitat.

On peut également noter la présence de plages d'espèces qui, sans être exclusives de l'habitat, peuvent abonder dans certaines stations, à savoir *Carex flacca*, *Mercurialis perennis*, *Narcissus pseudonarcissus*.

2.3. Variabilité de l'habitat

L'action anthropique a fortement influencé la composition ligneuse des peuplements. C'est ainsi que le traitement en taillis ou en taillis sous futaie a entraîné la dominance du charme et des chênes au détriment du hêtre, tandis que le maintien de futaies denses favorise cette dernière essence. La recolonisation naturelle des pelouses calcaires abandonnées a également favorisé l'installation des chênaies-charmaies, succédant aux fourrés d'épineux qui constituent les premiers stades de l'embroussaillage de ces milieux.

Les forêts calcicoles présentent par ailleurs une variabilité (limitée) en fonction de la nature et de la profondeur de sol, ainsi que de la situation topographique.

Dans les stations pentues exposées au sud et à sol caillouteux très superficiel, les forêts



TABLEAU 6 Essences ligneuses des forêts relevant de la hêtraie calcicole

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Alouchier (r)	<i>Sorbus aria</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Alisier torminal (r)	<i>Sorbus torminalis</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Bois joli (r)	<i>Daphne mezereum</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Buis*	<i>Buxus sempervirens</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Camérisier* (r)	<i>Lonicera xylosteum</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Clématite*	<i>Clematis vitalba</i>
Érable champêtre	<i>Acer campestre</i>	Cornouiller mâle*	<i>Cornus mas</i>
Érable plane	<i>Acer platanooides</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Épine-vinette* (r)	<i>Berberis vulgaris</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>
Orme champêtre	<i>Ulmus minor</i>	Genévrier (r)	<i>Juniperus communis</i>
Orme des montagnes (r)	<i>Ulmus glabra</i>	Groseillier à maquereau	<i>Ribes uva-crispa</i>
Tilleul à grandes feuilles	<i>Tilia platyphyllos</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Tilleul à petites feuilles	<i>Tilia cordata</i>	Laurier des bois* (r)	<i>Daphne laureola</i>
		Nerprun purgatif*	<i>Rhamnus cathartica</i>
		Poirier sauvage (r)	<i>Pyrus pyraeaster</i>
		Pommier sauvage	<i>Malus sylvestris</i>
		Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
		Rosier des champs	<i>Rosa arvensis</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Troène*	<i>Ligustrum vulgare</i>
		Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>
		Viorne mancienne*	<i>Viburnum lantana</i>

* : espèces des groupes calcicoles de la liste digitée et de l'hellébore fétide / (r) : Espèces rares / **caractères gras** : espèces fréquemment (co-)dominantes



Espèces du groupe calcicole de la laïche digitée

- 1 Primevère officinale (*Primula veris*) © Lionel Wibail
- 2 Camérisier (*Lonicera xylosteum*) © Lionel Wibail
- 3 Mélisse penchée (*Melica nutans*) © Lionel Wibail
- 4 Orchis mâle (*Orchis mascula*) © Ruddy Cors
- 5 Ancolie vulgaire (*Aquilegia vulgaris*) © Lionel Wibail
- 6 Clématite des haies (*Clematis vitalba*) © Lionel Wibail



**Espèces du groupe xéro-calicole
de l'hellébore fétide**

- 1** Cornouiller mâle
(*Cornus mas*) © Lionel Wibail
- 2** Viorne mancienne
(*Viburnum lantana*) © Lionel Wibail
- 3** Hellébore fétide
(*Helleborus foetidus*) © Lionel Wibail
- 4** Violette hérissée
(*Viola hirta*) © Louis-Marie Delescaille
- 5** Sceau de Salomon odorant
(*Polygonatum odoratum*) © Lionel Wibail
- 6** Dompte-venin
(*Vincetoxicum hirundinaria*)
© Lionel Wibail



© Lionel Wibal



Hêtraie à buis

© Lionel Wibal



Floraison printanière de jonquilles (*Narcissus pseudonarcissus*) en chênaie-charmaie calcicole



calcicoles de l'habitat 9150 présentent des variantes très xérophiles (*Carici-Fagetum typicum seslerietosum* et *Carici-Carpinetum typicum*) caractérisées par une meilleure représentation des espèces du groupe de l'hellébore fétide ; elles occupent des stations marginales pour le hêtre, et tendent de manière imperceptible vers les chênaies pubescentes xérothermophiles (*Quercion pubescentis*), formations très rares en Belgique.

Sur les pentes exposées aux secteurs plus froids et/ou sur les sols plus profonds à tendance argileuse (limon argileux de décarbonatation), on retrouve des variantes légèrement plus mésophiles (*Carici-Fagetum lamietosum* et *Carici-Carpinetum narcissetosum*), abritant une proportion moindre d'espèces calcicoles thermophiles dans leur flore et davantage d'espèces des groupes neutroclines et neutrophiles du lamier jaune et de l'aspérule odorante.

Sur certaines pentes fortes situées sur des roches siliceuses calcarifères (ex. : psammites et schistes calcarifères), le mélange des espèces calcicoles avec des espèces de groupes acidiphiles, notamment *Deschampsia flexuosa*, *Luzula sylvatica* et *Teucrium scorodonia*, est également possible. Ces forêts forment un habitat intermédiaire entre les séries de la hêtraie calcicole et d'autres hêtraies. Sur les sols très superficiels et quand les conditions de xérophilie excluent naturellement le hêtre, ce type de formation cède sa place aux chênaies-charmaies xérophiles climaciques à *Anthericum lilium* (*Antherico-Carpinetum*).

Certaines forêts calcicoles des vallées de la Meuse, du Viroin, de la Molignée et de la Sambre, sans se distinguer nettement d'un point de vue stationnel, présentent un sous-bois dense à buis, essence dont la distribution naturelle se limite globalement, pour la Wallonie, à ces vallées.

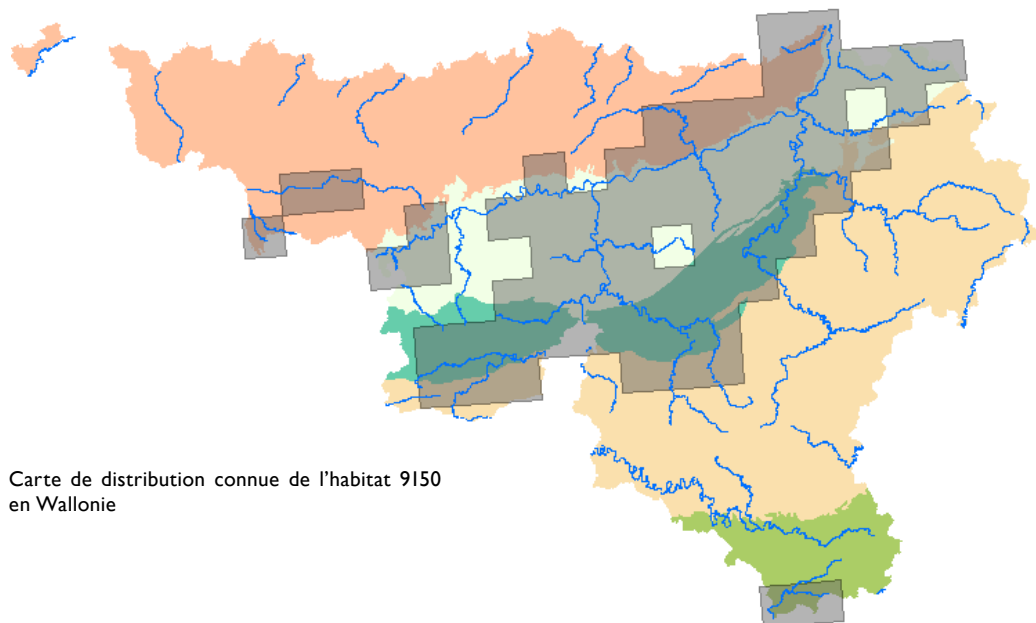
2.4. Répartition géographique

Les forêts calcicoles relevant de l'habitat 9150 sont très rares en région limoneuse. Des variantes mésophiles se retrouvent ponctuellement sur les affleurements calcaires et crayeux du bassin de Mons (Les Honelles notamment) et dans certaines vallées d'affluents mosans recoupant des assises calcarifères (Orneau, Mehaigue et Geer).

En Condroz, les grandes vallées constituent les principales zones de développement des forêts calcicoles, qui occupent les crêtes et les pentes ensoleillées des coteaux calcaires. L'habitat y est principalement représenté par ses faciès de chênaie-charmaie, les hêtraies y étant limitées à quelques localités (ex. Marche-les-Dames).

En Fagne-Famenne, elles constituent également la végétation naturelle des crêtes et expositions ensoleillées des tiennes de Cales-tienne ; elles sont là aussi surtout représentées par leurs faciès de chênaies-charmaies.

L'habitat est absent d'Ardenne en raison du caractère acide des roches-mères, tandis que des hêtraies à flore calcicole développée occupent localement certaines stations de la cuesta bajocienne en Lorraine.



Carte de distribution connue de l'habitat 9150
en Wallonie



Vue aérienne de tiennes (reliefs) calcaires entre Nismes, Dourbes et Olloy-sur-Viroin, présentant une mosaïque de chênaies-charmaies calcicoles, de pelouses calcicoles et de plantations de pins noirs d'Autriche



2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

L'habitat 9150 peut prêter à confusion avec d'autres habitats au niveau de ses faciès de hêtraie au sous-bois réduit par l'ombrage du hêtre, mais surtout au niveau des faciès de substitution de chênaie-charmaie sur les sols calcaires du Condroz et de Calestienne. Les habitats avec lesquels une confusion est possible sont décrits ci-dessous.

Les forêts du métaclimax des hêtraies neutrophiles (HIC 9130) peuvent présenter, dans certaines variantes sur sols à charge caillouteuse calcaire, quelques éléments du groupe de la laîche digitée, mais de manière sporadique et dans des proportions très faibles par rapport aux espèces neutrocline et neutrophile.

Les chênaies pubescentes (*Quercion pubescentis*) et les communautés apparentées présentent une forte similarité floristique avec les chênaies-charmaies calcicoles. Elles occupent des stations plus xériques sur les sols très superficiels exposés au sud, dont le hêtre est naturellement exclu en raison d'une trop forte xéricité, et leur flore a un caractère calcicole xérothermophile plus prononcé, avec une plus forte abondance du groupe de l'hélébore fétide. Le couvert forestier y est généralement discontinu et bas, et la flore présente de nombreux éléments typiques des pelouses calcaires (HIC 6210) et des lisières xérophiles.

Les chênaies-charmaies famenniennes xérothermophiles (*Antherico-Carpinetum*) sur sols schisteux légèrement calcarifères présentent des éléments communs avec les chênaies-charmaies calcicoles (présence du groupe de l'alisier torminal, éléments spora-

diques de la flore calcicole), mais les groupes acidiphiles et acidiclins y sont nettement mieux représentés. Ces forêts constituent des habitats climaciques rares, installés sur des sols très superficiels, dont la hêtraie est exclue. Elles ne doivent pas être confondues avec des chênaies-charmaies relevant d'une mosaïque entre les métaclimax de la hêtraie calcicole et d'autres types de hêtraies, qui peuvent apparaître en Condroz sur des sols siliceux présentant des inclusions calcaires, mais légèrement plus profonds et donc plus favorables à la hêtraie.

2.6. Dynamique de la végétation

Le cycle théorique complet de la hêtraie calcicole est globalement similaire à celui des autres types de hêtraies.

La hêtraie calcicole se maintient selon la dynamique cyclique de la sylvigénèse. Les grandes ouvertures du couvert voient par contre se développer une flore herbacée typique des trouées forestières sur sol calcaire. Elles relèvent de l'*Atropetum bella-donnae* dans les stations les plus typiques et comprennent notamment *Atropa bella-donna*, *Digitalis lutea*, *Fragaria vesca*, *Hypericum montanum* (rare), *Inula conyzae*, *Origanum vulgare*, *Solanum dulcamara*, *Stachys alpina* ou *Verbascum* div. sp. Au sein de ces végétations apparaissent progressivement une série de buissons neutrophiles et calcicoles (ex. : aubépines, cornouillers, troène, prunellier, voire noisetier) et d'essences arborescentes à tendance pionnière, dont le frêne. Les chênes et divers ligneux mésophiles à xéroclins (notamment le charme, l'érable champêtre et les tilleuls) peuvent également s'installer rapidement dans les ouvertures forestières, sous les pionniers ou encore dans les massifs buissonneux. C'est donc une



Espèces des ouvertures forestières sur sol calcaire : digitale jaune (*Digitalis lutea*), belladone (*Atropa bella-donna*) et épiaire des Alpes (*Stachys alpina*) Toutes les photos @Lionel Wibail

chênaie-charmaie mélangée qui s'installe, soit directement, soit après un stade pionnier de fourré, créant sous son couvert des conditions favorables à la réapparition du hêtre. Celui-ci finit par s'imposer à long terme et fait évoluer les chênaies vers des hêtraies plus ou moins mélangées.

Dans le contexte forestier wallon, cette dynamique n'est que très locale : au travers des défrichements et parcours pastoraux par le passé, des mises à blanc, plantations résineuses et traitements sylvicoles, l'homme est devenu le moteur principal des perturbations. Selon le traitement qu'il a imposé à la forêt, il a produit différents faciès de structure et de composition, expliquant la forte proportion de faciès de chênaies-charmaies mélangées (*Carici-Carpinetum*) issues du taillis et du taillis sous futaie dans les surfaces wallonnes de l'habitat 9150.

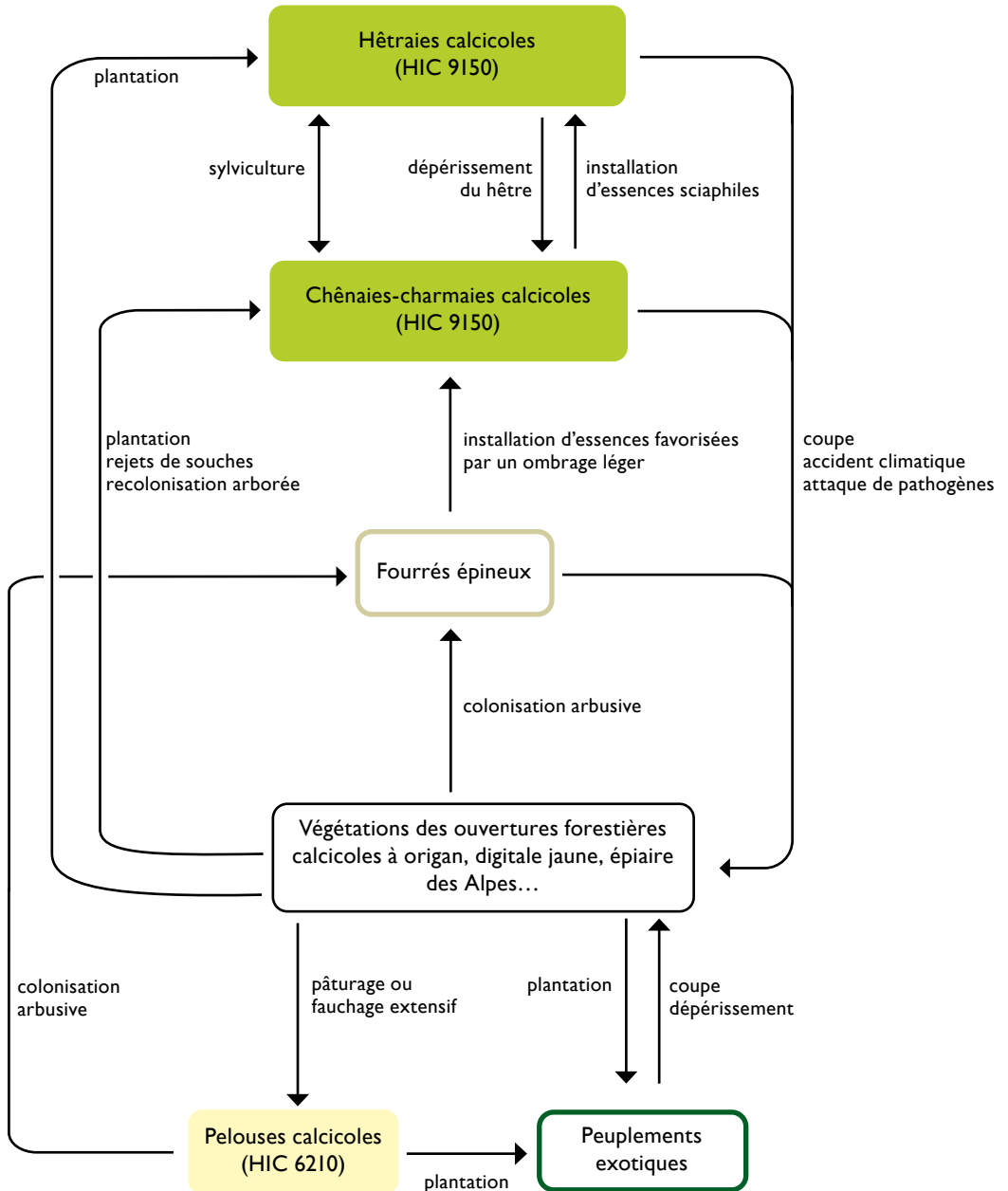
Le défrichement des forêts calcicoles mène typiquement, si on se limite à la végétation semi-naturelle, vers des pelouses calcicoles (HIC 6210), jadis parcourues par des troupeaux, et dont la plupart des surfaces rési-

duelles sont aujourd'hui gérées pour leur haut intérêt biologique. En l'absence de gestion, elles retournent naturellement à la forêt en passant par un premier stade de fourré constitué d'épineux et d'arbustes calcicoles (fourrés thermophiles calcaires ou fruticées) en proportions variables selon le niveau de xéricité du sol. Les essences arborescentes plus sciaphiles se réinstallent ensuite sous leur ombrage, pour former la chênaie-charmaie mélangée. Le retour à la hêtraie peut être très lent, en raison des conditions abiotiques et microclimatiques, mais aussi en raison de l'absence de semenciers dans certains secteurs.

Au moment de l'abandon des parcours pastoraux, la plupart des pelouses calcicoles ont jadis été plantées de pins, en particulier de pins noirs d'Autriche dont les peuplements soulignent les tiennes de Calestienne. Le couvert léger des pins a souvent permis la subsistance du cortège floristique des pelouses ou, dans d'autres cas, la réinstallation en sous-bois du cortège ligneux de la hêtraie calcicole.



Dynamique de hêtraie calcicole







Les chênaies-charmaies et les chênaies-frênaies subatlantiques climaciques (9160)

La description de l'habitat 9160, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur les travaux de Sougnez (1978), sur la typologie WALEUNIS ainsi que sur les publications des auteurs suivants : Bensettiti *et al.* 2001 ; Decler 2007 ; Dethioux 1978 ; Durwael *et al.* 2000 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougnez 1967, 1973, 1974 ; Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg Gembloux-Agro-Bio Tech.

I | Définition

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

L'habitat 9160 correspond à une large gamme de milieux naturels en Wallonie. Ce sont des forêts climaciques occupant des sols généralement nettement hydromorphes, avec présence de taches de rouille (pseudogley) avant 50 cm de profondeur, sur lesquels le hêtre ne parvient pas à dominer naturellement le peuplement en raison de son enracinement inadapté au manque d'oxygène.

Elles sont, dans le contexte sylvicole wallon, le plus souvent dominées par le chêne pédonculé (milieux frais), voire le chêne sessile (notamment dans les milieux à stress hydrique estival comme les chênaies-charmaies famenniennes), qui peuvent être accompagnés de

l'érable sycomore, du charme et du frêne dans les variantes les plus riches. En fonction des stations et du traitement sylvicole, plusieurs faciès monospécifiques peuvent remplacer les peuplements naturellement mélangés (les chênaies et les frênaies sont les plus fréquents). Les variantes de l'habitat sont décrites par ces termes génériques de « chênaies-charmaies » et « chênaies-frênaies », qui décrivent les faciès les plus fréquents mais ne doivent pas être pris comme des définitions strictes de la composition des peuplements. Les trois variantes principales qui forment l'habitat 9160 sont les chênaies-charmaies acidiclinales climaciques, les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques et les chênaies-charmaies famenniennes à stellaire.

I.2. Correspondances entre les typologies

La plupart des classifications de référence ne distinguent pas nettement, au sein des chênaies-charmaies et des chênaies-frênaies, les variantes climaciques (par hydromorphie) et non climaciques (relevant du métaclimax des hêtraies). Les correspondances entre l'habitat 9160 et les classifications paléarctiques, EU-NIS et la syntaxonomie ne sont donc que partielles. L'habitat 9160 *sensu stricto* ne reprend que les variantes climaciques par hydromorphie des chênaies-charmaies acidiclinales et neutrophiles mentionnées ci-dessous.



Pour les variantes acidiclinales

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.241 - chênaies-charmaies nord-occidentales

EUNIS : G1.A141 - chênaies-charmaies nord-occidentales

WALEUNIS : G1.A1aa - chênaies-charmaies atlantiques acidiclinales sur sol hydromorphe
G1.A1ca - chênaies-charmaies médioeuropéennes acidiclinales sur sol hydromorphe

Syntaxonomie : *Stellario-Carpinetum athyrio-luzuletosum*, *Stellario-Carpinetum athyrio-typicum*, *Polygono bistortae-Quercetum roboris* Sougnez 1973

Pour les variantes neutrophiles

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.23 - frênaies-chênaies subatlantiques à primevère

EUNIS : G1.A13 - frênaies-chênaies subatlantiques à *Primula elatior*

WALEUNIS : G1.A1ba - chênaies-frênaies atlantiques neutrophiles sur sol hydromorphe
G1.A1da - chênaies-frênaies médioeuropéennes neutrophiles sur sol hydromorphe

Syntaxonomie : *Primulo-Carpinetum athyrietosum*, *Primulo-Carpinetum filipenduletosum*
Noirfalise

Pour les variantes famenniennes à stellaire

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.25 - chênaies-charmaies famenniennes

EUNIS : G1.A15 - chênaies-charmaies famenniennes

WALEUNIS : G1.A15a - chênaies-charmaies famenniennes à stellaire

Syntaxonomie : *Stellario-Carpinetum cariceetosum*

2| Caractéristiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

2.1.1. Les chênaies-charmaies acidiclinales climaciques

Les chênaies-charmaies acidiclinales climaciques sont dominées par le chêne pédonculé, mélangé à l'érable sycomore ou au charme, mais les chênaies monospécifiques d'origine anthropique sont assez fréquentes. Elles occupent des sols relativement acides de différentes textures (ex. : limons, limons sableux, limons argileux, caillouteux ou non) dont le point commun est l'hydromorphie marquée, généralement avant 50 cm de profondeur, qui empêche le hêtre de dominer naturellement et durablement le peuplement. En termes de position topographique, ces forêts occupent typiquement les terrasses hautes non inondables de l'Ardenne (*Polygono bistortae-Quercetum roboris* Sougnez 1973), ainsi que les vallons et bas de versants (colluvions) bénéficiant d'un bon apport hydrique, mais on peut aussi les retrouver localement sur plateau dans les zones planes mal drainées (placages limoneux de l'Ardenne condrusienne, *Stellario-Carpinetum athyrio-typicum*, par exemple). Leur aire de distribution comprend donc l'ensemble des régions naturelles.

La flore comporte un fond composé des groupes hygroclinales des dryoptéris et de la fougère femelle, auxquels se mélangent des groupes traissant le niveau trophique acidiclinal de l'habitat et le groupe à large amplitude ionique de l'anémone sylvie. La définition européenne officielle de l'habitat 9160 exclut les variantes situées dans l'aire principale de la jacinthe (*Hyacinthoides non-scripta*).



Variante acidocline humide dominée par l'aulne glutineux avec un sous-bois de fougères femelles (*Athrium filix-femina*)



2.1.2. Les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques

Comme les variantes acidiclinales, les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques (*Primulo-Carpinetum athyrietosum* et *P.-C. filipenduletosum*) occupent des sols à hydromorphie marquée avant 50 cm de profondeur, qui excluent la dominance durable et naturelle du hêtre. Les conditions topographiques sont variées : plaines et fonds de vallée, terrasses hautes des cours d'eau, colluvions de bas de pente bénéficiant d'un bon apport hydrique, ainsi que des zones de plateau mal drainées. En revanche, établis sur des roches-mères généralement riches en calcaire (loess, marnes, calcaires, grès calcaires, macignos et leurs colluvions et alluvions), leurs sols sont très bien pourvus et équilibrés en éléments minéraux,

en particulier en calcium, et se caractérisent par un humus de type mull. La haute fertilité des stations permet le développement d'une flore très diversifiée et globalement neutro-nitrophile.

Le peuplement est généralement dominé par le frêne et le chêne pédonculé, mélangés à l'érable sycomore ou au charme, certains faciès d'origine anthropique étant par ailleurs monospécifiques. Le sous-bois est dominé par le charme et le coudrier, mais présente une grande diversité spécifique. La flore herbacée se caractérise par les groupes hygroclines de la fougère femelle, de la circe de Paris, de la ficaire et/ou de l'ail des ours, auxquels se mélangent les groupes mésophiles neutroclines à neutrophiles ainsi que le groupe à large amplitude ionique de l'anémone sylvie. On peut



Chênaie-frênaie neutrophile climacique sur terrasse haute non inondable



observer dans certaines chênaies-frênaies humides de vastes plages vernelles fleuries, en particulier dans les zones ayant échappé aux déboisements historiques. Les chênaies-frênaies humides situées dans l'aire de distribution de la jacinthe, correspondant aux variantes humides de l'*Endymio-Carpinetum*, sont exclues de la définition officielle européenne de l'habitat 9160. Elles présentent cependant un intérêt patrimonial aussi élevé que les autres variantes.

2.1.3. Les chênaies-charmaies famenniennes à stellaire

Il s'agit de chênaies-charmaies climatiques qui occupent les sols argilo-schisteux de la Fagne et de la Famenne. Le sol, souvent peu profond (40 à 80 cm), est constitué d'argile finement caillouteuse issue de l'altération en place des schistes famenniens sous-jacents. Cette argile très fine colmate les fissures de la roche-mère, formant un horizon imperméable et impénétrable par les racines. En conséquence, excepté sur les fortes pentes où un drainage latéral est possible, le sol est gorgé d'eau en période de repos de la végétation mais s'assèche très vite dès la fin du printemps sous l'effet de la consommation des arbres. Peu d'essences supportent ce régime hydrique alternatif très sélectif, qui empêche totalement la dominance du hêtre et des essences relativement exigeantes en eau comme l'érable sycomore ou le frêne. Par contre, le chêne sessile et le charme s'accommodent de ces conditions. Ainsi, les chênaies-charmaies constituent la végétation naturelle potentielle de la majeure partie de la dépression de Fagne-Famenne.

Leur strate arborée est principalement composée des deux espèces de chênes (chêne sessile et chêne pédonculé), en proportions variables selon la durée de la période sèche contrôlée par la position topographique, tandis que la strate arbustive, souvent traitée en taillis, est potentiellement riche, mais le plus souvent dominée par le charme, avec quelques épineux (aubépines, prunellier), très dynamiques dans ce milieu argilo-schisteux de bon niveau trophique. Lorsque les conditions de luminosité du sous-bois permettent son développement, la végétation herbacée est caractérisée par un fond de flore constitué d'espèces des groupes de l'anémone sylvie et de la violette de Rivin, accompagné d'un inhabituel mélange d'espèces acidiphiles, neutroclines et neutrophiles. La laïche glauque (*Carex flacca*) y est localement abondant et donne son nom à cette variante de l'habitat 9160 (*Stellario-Carpinetum caricetosum*). Quand le taillis de charme est très dense, la strate herbacée peut être réduite jusqu'à disparaître, laissant un sous-bois de litière.

2.1.4. Les groupements pionniers ou secondaires à bouleau, peuplier tremble, sorbier des oiseleurs, coudrier et/ou saule marsault

Ces formations correspondent essentiellement à des forêts de recolonisation spontanée de trouées ou de coupes à blanc. Elles relèvent de l'habitat 9160 au sens large si leurs caractéristiques stationnelles sont celles des formations décrites précédemment, et si leur flore herbacée est forestière et relève de celle de l'habitat. Dans les milieux les plus fertiles de l'habitat 9160, c'est toutefois surtout la frênaie qui recolonise les trouées et les milieux agricoles abandonnés.

2.2. Espèces diagnostiques

2.2.1. Les chênaies-charmaies acidiclinales climaciques

La liste des espèces ligneuses présentes dans les chênaies-charmaies acidiclinales est relativement importante (tableau 7), mais la base du peuplement est constituée de chêne, accompagné de charme.

La strate herbacée de ces forêts reflète le niveau de fraîcheur ou d'humidité du sol : groupes des dryoptéris, de la fougère femelle, voire de la circée de Paris avec, entre autres espèces fréquentes, *Athyrium filix-femina*, *Deschampsia cespitosa*, *Dryopteris carthusiana* ou *Oxalis acetosella*, qu'accompagne *Juncus effusus* dès lors que le sol est dégradé par tassement. Les variantes les plus humides présentent des espèces du groupe hygrophile de la reine-des-

prés, notamment l'aulne glutineux. *Luzula sylvatica* peut également apparaître dans les stations les plus acides, tendant vers les chênaies-boulaies climaciques humides à molinie (HIC 9190).

En dehors de ces groupes hygroclinales et hygrophiles, les chênaies-charmaies acidiclinales climaciques présentent une grande similitude floristique avec les chênaies-charmaies relevant du métaclimax des hêtraies (HIC 9110 et 9120), puisqu'on y retrouve les mêmes espèces : mélange des groupes de l'anémone sylvie et de la violette de Rivin avec les groupes acidiphiles de l'épilobe en épi, de la german-drée scorodaine ou de la myrtille commune. Parmi les espèces les plus fréquentes de ces différents groupes, on peut citer *Anemone nemorosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis*, *Luzula pilosa* ou *Teucrium scorodonia*.

© Lionel Wbail



Flore herbacée typique de la chênaie-charmaie acidiclinaire, avec la fougère femelle (*Athyrium filix-femina*) et la canche cespitueuse (*Deschampsia cespitosa*)



Espèces des groupes hygroclines des dryoptéris et de la fougère femelle

- 1 Épiaire des bois (*Stachys sylvatica*)
- 2 Circée de Paris (*Circaea lutetiana*)
- 3 Oxalis petite oseille (*Oxalis acetosella*)
- 4 Lysimachie des bois (*Lysimachia nemorum*)
- 5 Myosotis des forêts (*Myosotis sylvatica*)

Toutes les photos © Lionel Wibail

**TABEAU 7 Espèces ligneuses des chênaies-charmaies acidiclinales climaciques**

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Bouleau pubescent	<i>Betula pubescens</i>	Bourdaïne	<i>Frangula alnus</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Cerisier à grappes (r)	<i>Prunus padus</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i>
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Frêne (r)	<i>Fraxinus excelsior</i>	Pommier sauvage (r)	<i>Malus sylvestris</i>
Hêtre (r)	<i>Fagus sylvatica</i>	Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Saule à oreillettes	<i>Salix aurita</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
Tilleul à petites feuilles (r)	<i>Tilia cordata</i>	Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>

TABEAU 8 Espèces ligneuses des chênaies-frênaies neutrophiles climaciques

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Bois joli (r)	<i>Daphne mezereum</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Cerisier à grappes (r)	<i>Prunus padus</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Érable champêtre (r)	<i>Acer campestre</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Érable plane	<i>Acer platanoides</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>
Hêtre (r)	<i>Fagus sylvatica</i>	Groseillier rouge	<i>Ribes rubrum</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Groseillier à maquereau	<i>Ribes uva-crispa</i>
Orme champêtre (r)	<i>Ulmus minor</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Orme des montagnes (r)	<i>Ulmus glabra</i>	Pommier sauvage	<i>Malus sylvestris</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	Rosier des champs	<i>Rosa arvensis</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
Tilleul à petites feuilles (r)	<i>Tilia cordata</i>	Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>

(r) : espèces rares ou sporadiques dans la variante / **caractères gras** : espèces fréquemment (co-)dominantes



2.2.2. Les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques

Les chênaies-frênaies neutrophiles présentent une composition ligneuse potentiellement très diversifiée même si les faciès monospécifiques d'origine anthropique sont fréquents. La liste des espèces ligneuses de l'habitat 9160 est présentée dans le tableau 8.

La flore herbacée se caractérise avant tout par la bonne représentation relative des espèces indicatrices du niveau de fraîcheur ou d'humidité, appartenant aux groupes hygroclines de la fougère femelle, de la circe de Paris, de la ficaire et/ou de l'ail des ours, avec entre autres espèces fréquentes *Deschampsia cespitosa*, *Primula elatior* ou *Ranunculus ficaria*. De vastes plages d'*Allium ursinum* peuvent dominer le sous-bois au printemps dans les variantes les plus riches du *Primulo-Carpinetum*. Le groupe hygrophile de la reine-des-prés se développe quant à lui dans les variantes les plus humides, sur sol à drainage pauvre.

En dehors de l'abondance relative de ces indicatrices d'humidité, les chênaies-frênaies neutrophiles humides montrent une grande similitude floristique avec les chênaies-frênaies relevant du métaclimax des hêtraies neutrophiles (HIC 9130). On y retrouve ainsi typiquement les espèces des groupes neutroclines à neutrophiles du lamier jaune et de l'aspérule odorante, notamment *Arum maculatum*, *Carex sylvatica* ou *Lamium galeobdolon*. Ces espèces sont mélangées à de nombreux autres groupes, dont les groupes nitroclines à nitrophiles de la benoîte commune et de l'ortie (particulièrement abondants dans les frênaies post-culturelles), mais également au groupe acidocline de la violette de Rivin et au groupe à large amplitude ionique de l'anémone sylvie (ex. : *Anemone nemorosa*, *Polygonatum multiflorum*).

Ces forêts peuvent donc présenter une grande richesse spécifique et abritent localement quelques espèces relativement rares ou protégées en Wallonie, comme *Anemone ranunculoides*, *Gagea lutea*, *Helleborus viridis*.



© Lionel Wibail

Tapis d'ail des ours (*Allium ursinum*) dans une chênaie neutrophile climacique





Espèces des groupes hydroclines de la ficaire et de l'ail des ours

- 1 Primevère élevée (*Primula elatior*) © Lionel Wibail
- 2 Ail des ours (*Allium ursinum*) © Lionel Wibail
- 3 Corydale solide (*Corydalis solida*) © Lionel Wibail
- 4 Anémone fausse-renoncule (*Anemone ranunculoides*)
© Lionel Wibail
- 5 Moscatelline (*Adoxa moschatellina*) © Ruddy Cors
- 6 Lathrée écailleuse (*Lathraea squamaria*) © Ruddy Cors
- 7 Gagée jaune (*Gagea lutea*) © Lionel Wibail
- 8 Hellébore vert (*Helleborus viridis*) © Lionel Wibail



2.2.3. Les chênaies-charmaies famenniennes à stellaire

Reflet d'une bonne fertilité chimique du sol, la flore ligneuse des chênaies-charmaies famenniennes à stellaire contient de nombreuses espèces, même si leurs peuplements sont le plus souvent très largement dominés par le charme et les chênes sessile et pédonculé. La liste des espèces ligneuses est présentée dans le tableau 9. La composition de la strate herbacée se caractérise généralement par la présence simultanée d'espèces typiques de niveaux trophiques différents. Aux côtés des groupes de fond de l'anémone sylvie,

de la violette de Rivin (*Potentilla sterilis* en particulier) et du lamier jaune (notamment *Brachypodium sylvaticum* et *Fragaria vesca*), on rencontre aussi des espèces des groupes acidiphiles de la germandrée et de la myrtille commune (dont *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia flexuosa*, *Hypericum pulchrum*, *Stachys officinalis*, *Teucrium scorodonia*) et du groupe neutrophile de l'aspérule odorante (*Melica uniflora*, *Rosa arvensis*), parfois même quelques rares calcicoles (*Melica nutans*, *Primula veris*). *Carex flacca* peut y former des populations abondantes. Par contre, les acidiphiles *Luzula luzuloides* et *Pteridium aquilinum* sont exceptionnelles en Fagne-Famenne.

TABLEAU 9 Espèces ligneuses des chênaies-charmaies famenniennes

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Aulne glutineux (h)	<i>Alnus glutinosa</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Bouleau pubescent (h)	<i>Betula pubescens</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Bois joli	<i>Daphne mezereum</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Bourdaine	<i>Frangula alnus</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Camérisier (r)	<i>Lonicera xylosteum</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Érable champêtre	<i>Acer campestre</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Érable plane (r)	<i>Acer platanoides</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Érable sycomore (r)	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Frêne (h)	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Groseillier rouge	<i>Ribes rubrum</i>
Orme champêtre (r)	<i>Ulmus minor</i>	Groseillier à maquereau	<i>Ribes uva-crispa</i>
Orme des montagnes (r)	<i>Ulmus glabra</i>	Pommier sauvage	<i>Malus sylvestris</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	Rosier des champs	<i>Rosa arvensis</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Saule à oreillettes (r)	<i>Salix aurita</i>
Tilleul à petites feuilles (r)	<i>Tilia cordata</i>	Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
		Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>

(h) : variantes humides / (r) : espèces rares ou sporadiques dans la variante / **caractères gras** : espèces fréquemment (co-)dominantes



Les types les plus humides se caractérisent en outre par une bonne représentation des espèces hygroclines à hygrophiles, relevant notamment des groupes de la fougère femelle, des dryoptéris ou de la reine-des-prés avec, en particulier *Deschampsia cespitosa* et *Valeriana repens*. *Succisa pratensis* se rencontre quant à elle fréquemment dans les ouvertures forestières, par exemple dans les layons et coupe-feu.

En termes d'espèces rares, il convient de mentionner *Anthericum liliago* et *Geum rivale* qui apparaissent dans quelques localités famenniennes.

Dans de nombreux peuplements traités en taillis sous futaie, l'ombrage lié à la vigueur de la strate arbustive ne permet pas l'expression de l'ensemble de cette diversité floristique. La végétation herbacée peut alors se réduire jusqu'à devenir pratiquement inexistante en dehors des ouvertures naturelles du couvert forestier et des coupes.



© Lionel Witail

Plage de canche cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*) en chênaie-charmaie famennienne humide



Espèces fréquentes en chênaie-charmaie famennienne

- 1 Laîche glauque (*Carex flacca*)
- 2 Valériane rampante (*Valeriana repens*)
- 3 Flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum*)
- 4 Bétoine (*Stachys officinalis*)
- 5 Potentille stérile (*Potentilla sterilis*)

Toutes les photos © Lionel Wilbail



Chênaie-charmaie famennienne à sous-bois de laïche glauque (*Carex flacca*) et phalangère à fleur de lis (*Anthericum liliago*)



2.3. Variabilité de l'habitat

Une des trois variantes de l'habitat 9160 se distingue clairement par son cortège floristique et ses stations argilo-schisteuses : la chênaie-charmaie famennienne. Les deux autres sont plutôt organisées en *continuum* selon un gradient trophique, allant des chênaies-charmaies acidiclinales aux chênaies-frênaies neutrophiles. Des nuances floristiques et stationnelles peuvent toutefois être apportées.

2.3.1. Les chênaies-charmaies acidiclinales et les chênaies-frênaies neutrophiles

Les sources majeures de variabilité au sein des variantes acidiclinales et neutrophiles proviennent de l'humidité des sols, des nuances phytogéographiques et de leur position topographique.

Sur les sols les plus humides (hydromorphie présente dès la surface), leur flore s'enrichit d'espèces du groupe de la reine-des-prés avec, notamment, l'aulne glutineux parmi les ligneux.

En termes de position dans le relief, les stations occupées sont assez diverses : certaines se situent dans des fonds de vallons et sur des terrasses hautes non inondables, d'autres sur des plateaux ou dans des plaines mal drainées. Cette distinction ne se traduit pas de manière manifeste dans la composition floristique.

Les nuances phytogéographiques se marquent par la présence en région continentale, notamment dans les chênaies-charmaies acidiclinales des vallées profondes de l'Ardenne, d'espèces présentant un caractère submontagnard plus



La reine des prés (*Filipendula ulmaria*) peut abonder dans les variantes les plus humides de l'habitat 9160

marqué (*Festuca altissima*, *Luzula luzuloides*, *Poa chaixii*, *Persicoria bistorta*, *Polygonatum verticillatum*).

En termes d'influence anthropique, les recolonisations d'anciennes terres agricoles (Condroz surtout), forment des futaies à base de frêne et possèdent une flore herbacée quasiment réduite aux nitrophiles (*Primulo-Carpinetum urticetosum*), qui ne relèvent de l'habitat 9160 que lorsqu'une flore plus forestière apparaît dans la strate herbacée.

2.3.2. Les chênaies-charmaies famenniennes à stellaire

La variabilité de la chênaie-charmaie famennienne est relativement limitée. On



distingue, aux côtés de la végétation typique, une variante humide, avec un cortège bien développé d'espèces hygroclicines et d'hygrophiles, dont la plus fidèle est la canche cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*). Elle se trouve sur les topographies planes, souvent au fond de la dépression famennienne, au sol très argileux et fortement hydromorphe.

2.4. Répartition géographique

2.4.1. Les chênaies-charmaies acidoclines

En région limoneuse, les chênaies-charmaies acidoclines climaciques se développent essentiellement dans les vallons, sur limons et limons sableux relativement acides. Dans l'aire de répartition centrale de la jacinthe, ces forêts ne relèvent pas de l'habitat 9160, en raison de la définition européenne officielle.

La principale zone de développement de ces forêts acidoclines en Condroz est l'Ardenne condrusienne, en particulier ses placages limoneux humides. Elles sont par contre très rares en Fagne-Famenne et limitées aux légers colluvionnements ou recouvrements limoneux désaturés et hydromorphes.

En Ardenne, la variante continentale (*Stellario-Carpinetum athyrio-luzuletosum*) des chênaies-charmaies acidoclines humides occupe les terrasses alluviales hautes (*Polygono bistortae-Quercetum roboris* selon Sougnez 1973), ainsi que les abords de certaines zones de suintement dans les versants des grandes vallées. Cet habitat ne doit pas être confondu avec les chênaies-charmaies issues du traitement en taillis ou en taillis sous futaie des hêtraies à luzule (HIC 9110), beaucoup plus fréquentes.

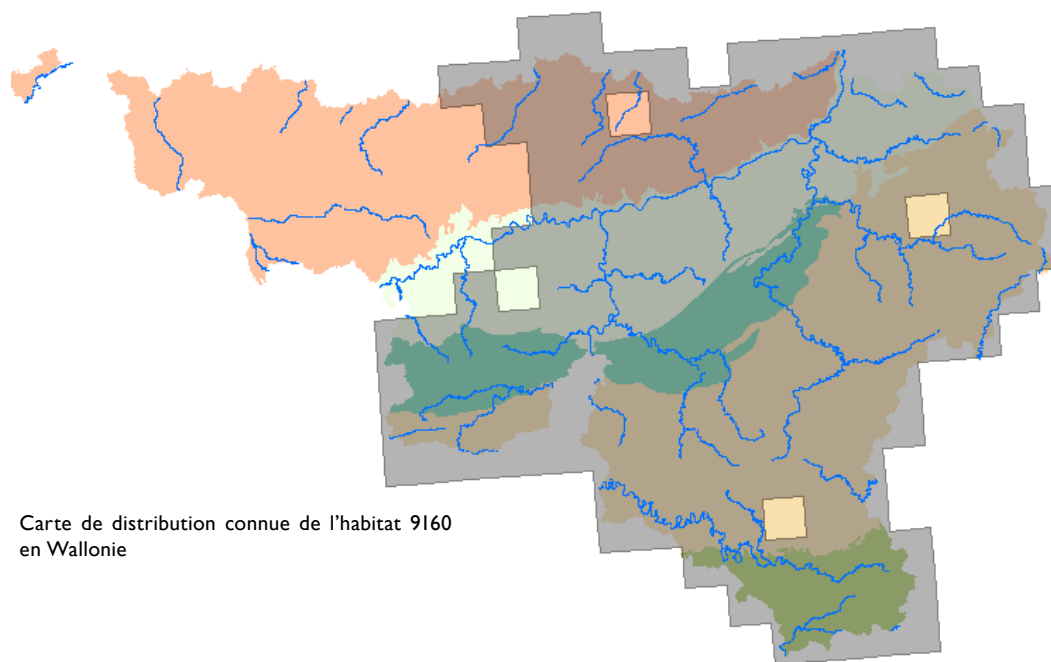
En Lorraine, les variantes acidoclines de l'habitat 9160 sont rares en raison de la richesse globale assez élevée des sols humides.

2.4.2. Les chênaies-frênaies neutrophiles

En région limoneuse, les chênaies-frênaies climaciques neutrophiles de l'habitat 9160 sont généralement situées dans les vallons humides et sur les terrasses hautes des cours d'eau, ainsi que sur certains sols hydromorphes de la Hesbaye, en dehors de l'aire principale de répartition de la jacinthe où elles cèdent la place à l'*Endymio-Carpinetum* humide (qui ne relève pas de l'habitat 9160). Dans certaines stations sub-humides, le doute subsiste quant au caractère climacique (HIC 9160) ou non (HIC 9130) des chênaies-frênaies.

Les chênaies-frênaies neutrophiles sont les variantes les plus fréquentes de l'habitat 9160 en Condroz, en fond de vallée et sur les colluvions des dépressions (ou chavées) qui bénéficient d'apports d'eau réguliers. En Fagne-Famenne, elles sont plus rares et limitées aux vallons, légers colluvionnements ou recouvrements limoneux à hydromorphie marquée, notamment en Calestienne.

Les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques sont très rares en Ardenne où elles ne se développent que sur certaines terrasses limoneuses non inondables des grandes rivières (ex. Lesse, Ourthe, Semois), dans leur cours inférieur. Elles sont par contre fréquentes en Lorraine, surtout dans les dépressions de la Semois et de la Vire, sur les marnes argileuses.



Carte de distribution connue de l'habitat 9160
en Wallonie



Massif de chênaie-charmaie climacique dans la dépression famennienne (Eprave et Rochefort)



2.4.3. Les chênaies-charmaies famenniennes à stellaire

Le *Stellario-Carpinetum caricetosum* est l'habitat forestier le plus répandu en Fagne-Famenne, dont il constitue la végétation climacique majoritaire. Il est absent des autres régions, à l'exception du Condroz, où l'on retrouve de manière très sporadique des îlots de chênaies-charmaies présentant les mêmes caractéristiques floristiques.

Une synthèse de la répartition des différentes variantes de l'habitat 9160 est présentée au tableau 10.

2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Les chênaies-charmaies et les chênaies-frênaies relevant de l'habitat 9160 peuvent être confondues avec **les forêts du métaclimax de la hêtraie (HIC 9110, 9120, 9130)** ou avec des habitats écologiquement et géographiquement proches avec lesquels elles peuvent former des transitions ou des mosaïques.

La chênaie-charmaie schisteuse famennienne est la formation forestière climacique dominant

la dépression de Fagne-Famenne. La confusion est néanmoins possible avec les chênaies-charmaies du métaclimax des hêtraies dans la zone de contact entre la Fagne-Famenne et le Condroz, à l'occasion de placages limoneux peu épais qui provoquent l'apparition d'habitats intermédiaires, ou de formes peu typiques et difficiles à distinguer.

Les variantes non famenniennes de l'habitat 9160 présentent une grande similitude floristique avec les chênaies-charmaies et chênaies-frênaies du métaclimax des hêtraies. Elles sont décrites dans la littérature par les mêmes associations végétales (*Primulo-Carpinetum* et *Stellario-Carpinetum*), mais occupent des stations différentes. L'habitat 9160 se reconnaît sur la base d'une meilleure représentation relative (nombre d'espèces et recouvrement) des groupes hygroclines (ex. : groupes de l'ail des ours, de la ficaire, de la fougère femelle), qui peuvent néanmoins aussi apparaître dans les variantes sub-humides des forêts du métaclimax des hêtraies, ou en raison de tassements du sol. La présence de l'aune glutineux et d'espèces du groupe de la reine-des-prés distingue sans équivoque l'habitat 9160, mais ces espèces n'apparaissent que dans les stations les plus humides. En dehors de la flore, le profil pédologique permet également de distinguer les habi-

TABEAU 10 Fréquence relative des variantes des chênaies-charmaies humides par région

	Chênaie-charmaie acidophile	Chênaie-frênaie neutrophile	Chênaie-charmaie famennienne	Synthèse HIC 9160
Région limoneuse	AR	AR	-	AR
Condroz et Sillon sambro-mosan	AR	AR	RR	AR
Fagne-Famenne-Calestienne	R	R	C	C
Ardenne	AR	R	-	AR
Lorraine belge	AR	AC	-	AC

Légende : RR : très rare ; R : rare ; AR : assez rare ; AC : assez commun ; C : commun



tats. On considère généralement que la hêtraie (et son métaclimax) ne peut s'installer durablement lorsque des traces prononcées d'hydromorphie (« taches de rouille ») colorent le sol au-dessus de 50 cm de profondeur. Toutefois, sur macignos (cuesta bajocienne de Lorraine) et sur le plateau ardennais, la hêtraie peut se développer avec des traces d'hydromorphie dès 30 cm de profondeur.

Les forêts alluviales (HIC 91E0) ont également de nombreux éléments floristiques en commun avec les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques, notamment les groupes de l'ail des ours, de l'anémone sylvie, de la benoîte commune, de la circée de Paris, de la ficaire, du lamier jaune et de l'ortie. Forêts alluviales et chênaies-frênaies climaciques peuvent en outre toutes deux occuper des terrasses bordant un même cours d'eau en fonction de leur hauteur. La végétation herbacée des forêts alluviales comporte généralement des éléments caractéristiques (groupes de la cardère velue, de la dorine à feuilles opposées, de la stellaire des bois) qui assurent la distinction entre les habitats. En cas d'hésitation, la présence d'une nappe phréatique élevée et la position topographique de l'habitat en zone inondable feront pencher la balance vers la forêt alluviale.

Les chênaies-boulaies à molinie (HIC 9190) des stations humides de l'Ardenne ou de l'Ardenne condrusienne peuvent côtoyer les chênaies-charmaies acidiclinales humides. Ces chênaies-boulaies présentent néanmoins une flore nettement acidiphile, pratiquement limitée aux groupes de la molinie, de la germandrée scorodaine, de la myrtille commune, des dryopteris et des sphaignes.

2.6. Dynamique de la végétation

On connaît mal la composition du climax et sa dynamique interne pour les chênaies-charmaies acidiclinales et les chênaies-frênaies neutrophiles climaciques. En effet, ces végétations occupent des stations généralement peu étendues et ont souvent été fortement modifiées dans leur structure et leur composition par les régimes du taillis ou du taillis sous futaie qui ont très largement favorisé le chêne.

Compagnons principaux du chêne, le frêne, l'érable sycomore et le bouleau, voire l'aulne glutineux dans les milieux les plus humides, sont des espèces à régénération très dynamique qui ont tendance à supplanter le chêne dont la régénération, plus aléatoire, est aussi concurrencée par la strate herbacée (notamment les ronces). Tant que les ouvertures du couvert sont de faible ampleur, ces compagnes colonisatrices reforment directement la composition de l'habitat, éventuellement avec un passage par la boulaie mélangée ou, dans les milieux plus humides, l'aulnaie non marécageuse. Le chêne pédonculé fait partie de la composition naturelle de l'habitat, mais il est probable que, spontanément, il ne domine que sporadiquement le peuplement climacique dans les stations les plus fraîches et fertiles (variantes neutrophiles) en raison du dynamisme du frêne et de l'érable. Dans les variantes acidiclinales de l'habitat par contre, on peut imaginer que le chêne pédonculé domine plus facilement dans des conditions naturelles. Dans les variantes famenniennes typiques, les argiles ne conviennent pas ou peu au frêne et à l'érable, et les trouées seraient plutôt recolonisées par les bouleaux et le chêne sessile.



Les grandes ouvertures du couvert de l'habitat 9160 voient se développer une végétation herbacée typique des trouées forestières, d'une composition qui se rapproche de celles des trouées en hêtraies acidiphiles (HIC 9110, 9120) à neutrophile (HIC 9130), complétée par la présence d'espèces hygroclines à hygrophiles. La recolonisation de ces trouées se fait soit directement par la reconstitution d'une forêt à base des essences colonisatrices citées précédemment, soit en passant d'abord par un stade pionnier de fruticée ou de saulaie arbus-tive.

Néanmoins, dans le contexte forestier wallon, cette dynamique naturelle est pratiquement inexistante et les opérations sylvicoles (taillis, taillis sous futaie, promotion de certaines essences) ont fortement influencé la composition des peuplements, favorisant des faciès permanents de chênaies plus ou moins pures, de frênaies et de chênaies-charmaies.

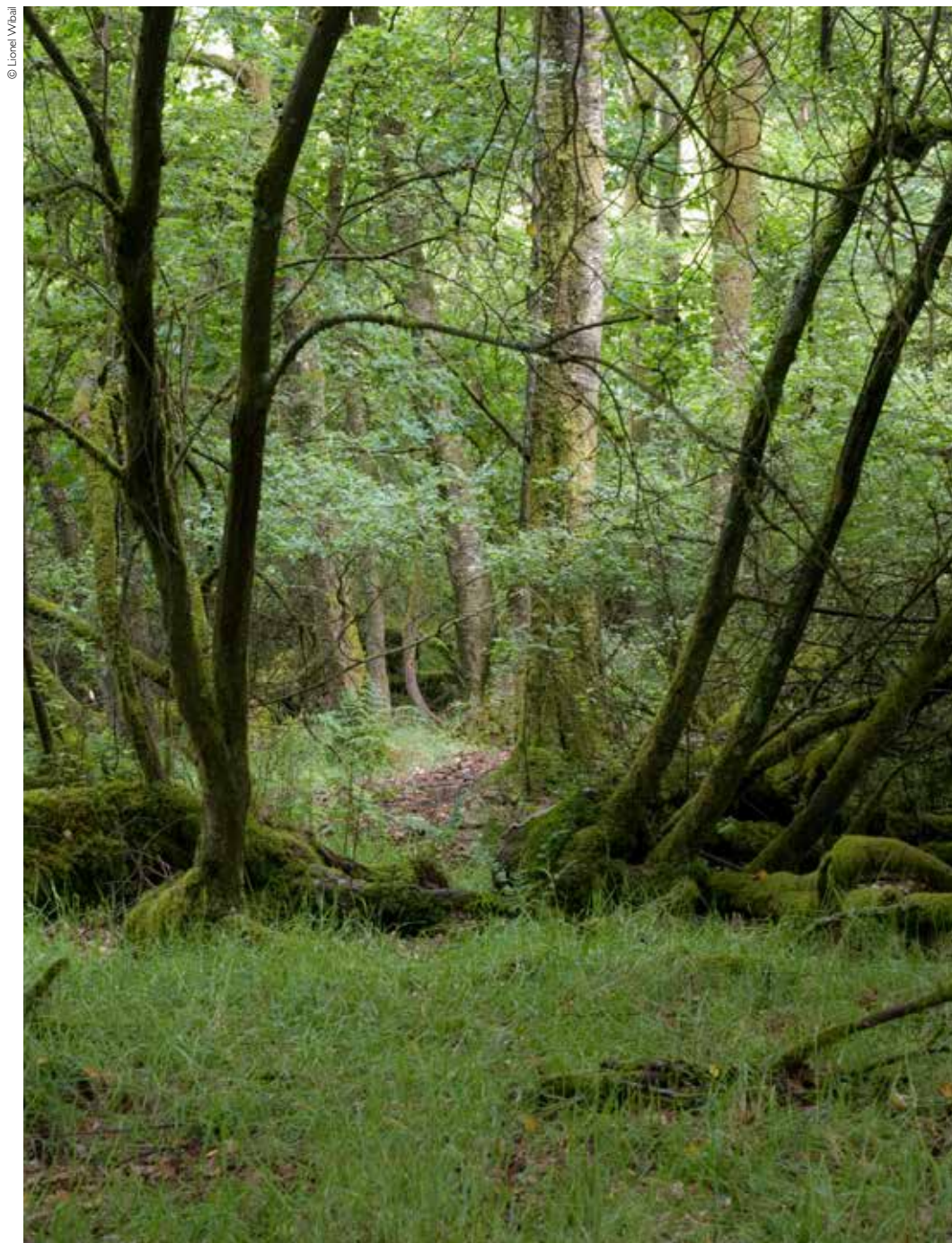
Si l'on s'en tient aux formations semi-naturelles, les déforestations ont quant à elles surtout abouti à des prairies sub-humides, parfois drainées, notamment en Fagne-Famenne (prairies de fauche humides du *Molinion* ou pâtures à joncs). L'abandon de ces milieux permet à des fourrés épineux ou à des saulaies de saule cendré (dans les milieux les plus humides) de reconquérir le terrain avant la reconstitution des habitats forestiers. Dans les zones agricoles les plus fertiles, notamment dans les fonds de vallée condrusiens, l'abandon mène à la recolonisation directe par des frênaies post-culturales.

En termes de plantations exotiques, les stations des chênaies-charmaies et chênaies-frênaies climaciques ont été remplacées par les cultivars de peuplier en Région Limoneuse, le pin sylvestre et le pin noir en Fagne-Famenne, et l'épicéa en Ardenne.



© Lionel Wzbal

Plantation d'épicéas dans un fond de vallée humide en Ardenne

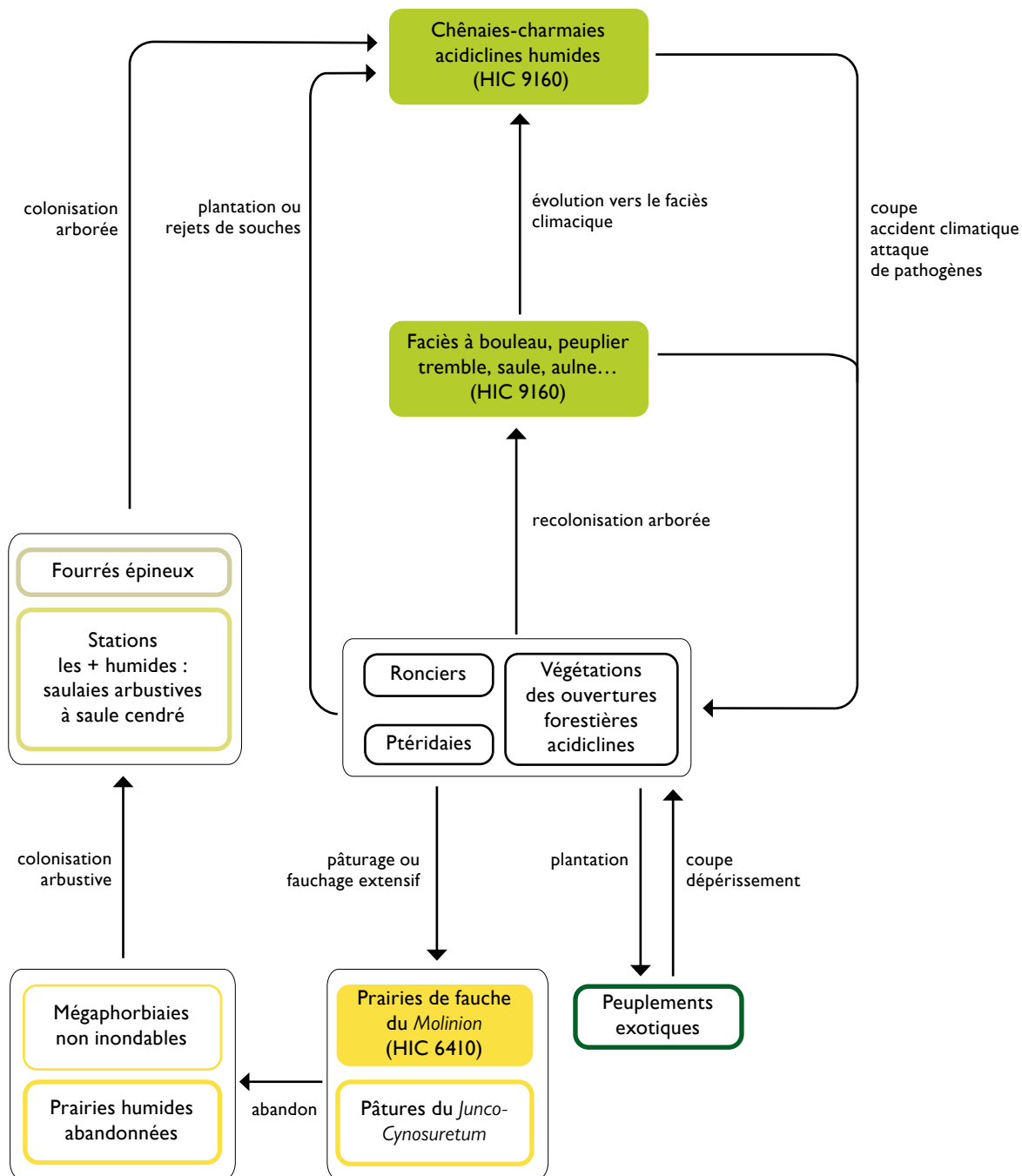


© Lionel Wobai

Saulaie colonisant une prairie humide abandonnée

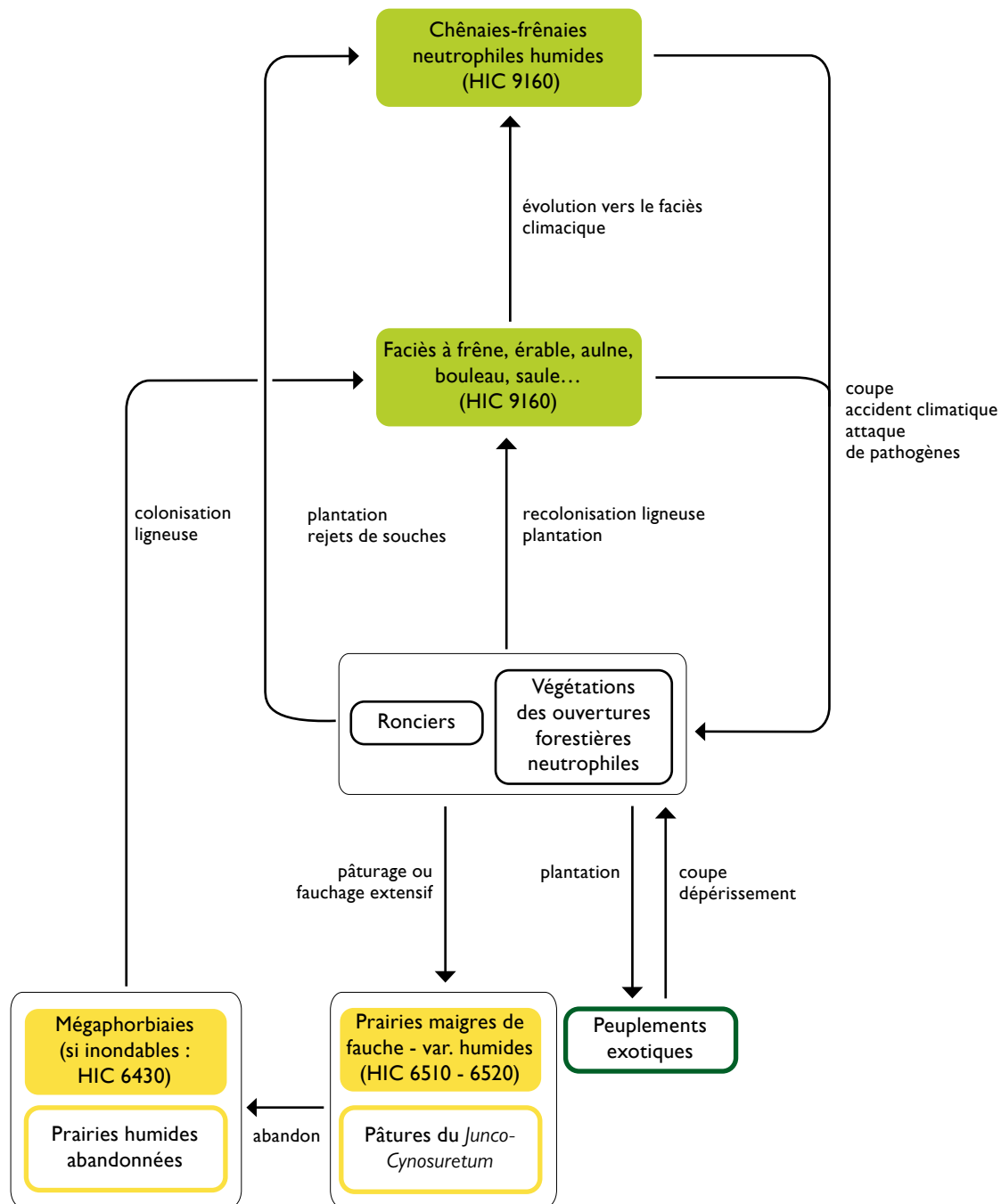


Dynamique de la chênaie-charmaie acidicienne humide



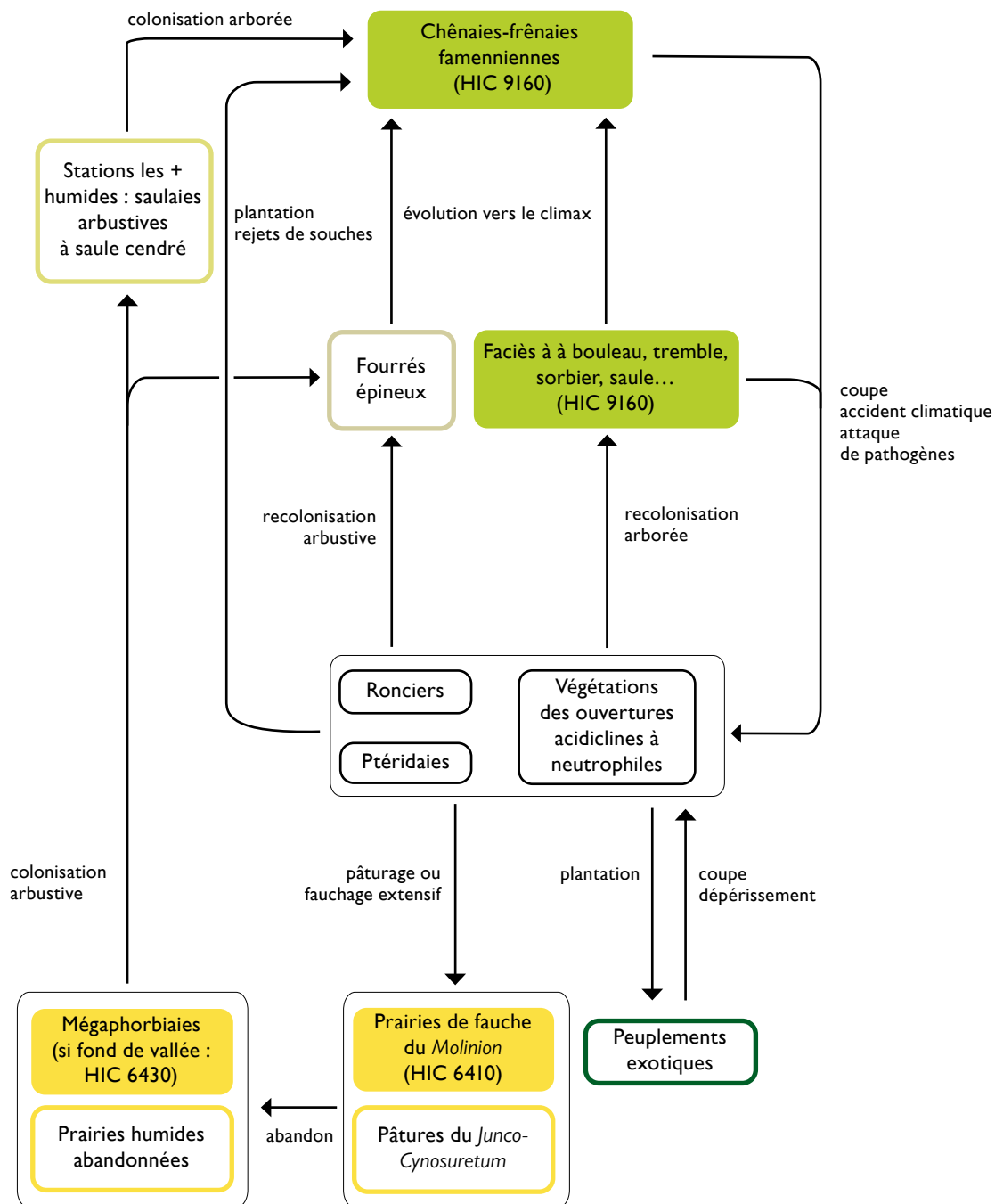


Dynamique de la chênaie-frênaie neutrophile humide





Dynamique de la chênaie-charmaie famennienne







Les forêts de ravins et de pentes (9180*)

La description de l'habitat 9180, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur la typologie WALEUNIS et sur les publications des auteurs suivants : Benstetiti *et al.* 2001 ; Lelouchier 1962 ; Noirfalise 1960 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougneux 1978 ; Juvigné (sans date), Wibail *et al.* 2014. Elles se basent également sur l'expérience de terrain et les données récoltées des équipes du DEMNA et de l'ULg.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

Les forêts de ravins et de pentes sont caractérisées par le développement d'essences adaptées à des sols incomplètement stabilisés. Elles se présentent en Wallonie sous plusieurs variantes, que l'on peut ventiler en trois catégories principales :

- les érablières de ravins hygrosclaphiles, variantes les plus fréquentes, qui occupent les stations ombragées des grands versants et des ravins, à humidité atmosphérique élevée (sous-alliance du *Lunario-Acerenion* dans la définition européenne de l'habitat) ;
- l'érablière des coulées pierreuses, variante ardennaise très rare, typique des coulées de gros blocs d'exposition et de pente variables ;

- les tillaies thermophiles, disséminées sur les fortes pentes ensoleillées des vallées mosanes du Condroz et de Calestienne (sous-alliance du *Tilio-Acerenion* dans la définition européenne).

Les termes d'« érablières » et de « tillaies » sont utilisés pour désigner ces variantes parce qu'ils en représentent les faciès les plus fréquents ou typiques, mais ne doivent pas être interprétés au sens strict en termes de composition ligneuse de l'habitat.

L'habitat 9180 comprend l'ensemble des végétations forestières indigènes du métaclimax des forêts mentionnées ci-dessus, y compris les formations pionnières.

I.2. Correspondances entre les typologies

I.2.1. Les érablières hygrosclaphiles

Érablières de ravins hygrosclaphiles à tilleul (substrats calcaires)

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.4111 - frênaies-érablières de ravins à langue de cerf
EUNIS : G1.A411 - frênaies-érablières de ravins calciclinales

WALEUNIS : G1.A41a - érablaies-tillaies à scolopendre

Syntaxonomie : *Tilio-Aceretum*

Érablières hygrosclaphiles à orme (substrats siliceux)



PAL. CLASS. (CORINE) : 41.412 - frênaies-éablières de ravins acidiphiles
EUNIS : G1.A412 - frênaies-éablières-tillaies de ravins acidiphiles
WALEUNIS : G1.A41b - érablaies-ormaies ardennaises
Syntaxonomie : *Ulmo-Aceretum*

1.2.2. Les érablières des coulées pierreuses

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.412 - frênaies-éablières de ravins acidiphiles
EUNIS : G1.A412 - frênaies-éablières-tillaies de ravins acidiphiles
WALEUNIS : G1.A41c - érablaies des coulées pierreuses
Syntaxonomie : *Dicrano-Aceretum*

1.2.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

Dans la plupart des typologies de référence, les forêts thermophiles de pentes à tilleuls n'ont pas fait l'objet d'une description spécifique correspondant aux faciès que l'on peut retrouver en Wallonie. En termes de correspondance syntaxonomique, elles sont à rattacher à des variantes de différentes associations appartenant à l'alliance du *Carpinion betuli* (*Stellario-Carpinetum*, *Antherico-Carpinetum*, *Carici-Carpinetum*), lorsque celles-ci occupent des stations thermophiles sur des pentes fortes et des sols instables caillouteux, permettant la codominance naturelle du tilleul.

2| Caractéristiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

2.1.1. Les érablières de ravins hygros-ciaphiles

Les érablières hygros-ciaphiles sont les formations naturelles des sols instables, affleurements rochers et éboulis, sur les pentes fortes des grands versants ombragés (exposition froide du nord-ouest à l'est). Elles peuvent aussi occuper les bas de versant et des ravins encaissés indépendamment de l'exposition, tant que l'humidité atmosphérique y est constamment élevée.

Leurs sols, sans réel développement de profil, proviennent de la décomposition de l'humus et se présentent sous la forme de fines coulées de terre riche en matières organiques qui colmatent les interstices entre les blocs rocheux du substrat. La roche y est dès lors apparente, que ce soit sous forme d'éboulis et/ou d'affleurements rocheux.

Les érablières hygros-ciaphiles se rencontrent majoritairement sur les versants des vallées profondes du bassin de la Meuse. En raison des conditions abiotiques très particulières qui conditionnent sa présence, ce type d'habitat est rare à l'échelle régionale et occupe le plus souvent des stations peu étendues. On différencie, selon le substrat, les érablières à tilleuls et scolopendre (*Tilio-Aceretum*, sur les substrats calcaires de la Meuse, du Condroz, de Cales-tienne et de Lorraine) et les érablières à orme et polystic à aiguillons (*Ulmo-Aceretum*, sur autres substrats, en Condroz et surtout en Ardenne).

Le peuplement ligneux est dominé par les



Érablière à scolopendre (*Asplenium scolopendrium*) du *Tilio-Aceretum*



Érablière ardennaise de l'*Ulmo-Aceretum*



érables sycomore et plane, généralement accompagnés par l'orme de montagne et, sur les substrats calcarifères, du frêne et du tilleul à grandes feuilles, avec un sous-bois ou un taillis dans lesquels le charme et le coudrier sont bien représentés, de même que l'érable champêtre dans la variante sur calcaire. Le traitement en taillis peut par ailleurs favoriser des faciès exclusivement dominés par le charme ou le coudrier. La flore herbacée abrite des espèces sciaphiles et des éléments submontagnards, qui bénéficient d'un microclimat tamponné frais, à l'abri des vents et de l'ensoleillement direct. Elle est caractérisée par la présence des groupes fidèles du polystic à aiguillons, et, sur les substrats calcaires, de la scolopendre, accompagnés des groupes mésophiles neutroclines, neutrophiles, nitroclines et nitrophiles. La mercuriale vivace (*Mercurialis perennis*) peut y former des plages éten-

dues. Les bryophytes et les fougères y sont abondantes et diversifiées.

2.1.2. Les érablières des coulées pierreuses

L'érablière des coulées pierreuses, relevant de l'association végétale du *Dicrano-Aceretum*, est une formation géographiquement limitée à l'Ardenne, où elle occupe des stations de pente faible à moyenne et d'exposition variable, mais dont la roche-mère est toujours constituée d'amas instables de gros blocs de quartzite. Ces derniers se sont accumulés lors des périodes périglaciaires du Quaternaire, suite à des phénomènes liés à l'alternance gel-dégel (solifluxion). Le sol, formé de terre riche en matière organique, se présente sous la forme de coulées colmatant les interstices entre les blocs rocheux.



© Lionel Witball

Érablière des coulées pierreuses



Au vu des caractéristiques du substrat, très rocheux et instable, le peuplement ligneux n'est pas toujours densément développé et peut donc présenter un couvert léger ou former des mosaïques avec des zones ouvertes d'éboulis siliceux (HIC 8150). Dans les faciès typiques, l'érable sycomore est bien représenté, sans pour autant dominer systématiquement le peuplement. Il est associé au bouleau verruqueux, au hêtre, au chêne sessile et au sorbier des oiseleurs, avec présence éventuelle du coudrier et du charme dans le sous-bois.

La végétation herbacée comporte une majorité d'espèces acidiphiles relativement banales et est caractérisée par le développement important des fougères. Les blocs rocheux sont abondamment couverts de mousses et lichens acidiphiles. C'est la combinaison de ces traits floristiques et de ces conditions stationnelles singulières qui définit cet habitat très rare en Wallonie.

2.1.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

Les formations thermophiles à tilleuls relevant de l'habitat 9180 sont des forêts installées sur des sols instables à forte pente, en exposition ensoleillée. Bensettiti *et al.* (2001) distinguent des variantes calcicoles et acidiphiles dans le nord-est de la France mais ces formations, très rares sur le territoire wallon, n'ont pas été décrites en tant qu'entités individuelles dans la littérature scientifique belge. Elles ont généralement été englobées dans des associations végétales relevant du *Carpinion* dans ses associations végétales sèches (ex : *Anthérico-Carpinetum*). Elles occupent des sols très superficiels et des éboulis colmatés par de la terre fine. Leur flore est très variable, acidiline à calcicole selon la nature de la roche-

mère (schisteuse, psammitique ou calcaire), et ne possède pas à proprement parler un cortège d'espèces typiques. Ces formations se caractérisent donc surtout par leurs conditions écologiques particulières : sol très caillouteux, instable, toujours situé sur des versants à forte pente ensoleillée. Dans ces conditions, on note une bonne représentation des tilleuls à grandes feuilles et à petites feuilles dans le peuplement, accompagnés d'essences supportant les conditions xérothermiques de l'habitat, telles que le charme, le chêne sessile, l'alisier torminal, ou encore l'érable champêtre sur les substrats calcaires.



© Lionel Wtbal

Tillaie thermophile sur substrat siliceux



2.2. Espèces diagnostiques

2.2.1. Les érablières de ravins hygrosclaphiles

Les essences présentes dans les érablières hygrosclaphiles sont énumérées dans le tableau 11.

Au niveau de la strate herbacée, quelques espèces caractéristiques se développent de façon optimale dans ces érablières. Selon la nature du substrat, elles relèvent de deux groupes :

- le groupe de la scolopendre (*Actaea spicata*, *Asplenium scolopendrium*, *Cystopteris fragilis* et *Lunaria rediviva*) pour l'érablière calciphile du *Tilio-Aceretum* ;
- le groupe du polystic à aiguillons (*Cardamine impatiens*, *Gymnocarpium robertianum*, *Polystichum aculeatum*, *P. setiferum*, *Ranunculus platanifolius* et *Ulmus glabra*) pour l'érablière de l'*Ulmo-Aceretum*. Certaines espèces de ce groupe, et notamment *Polystichum aculeatum*, sont également fréquentes dans l'érablière calciphile.

TABEAU 11 Espèces ligneuses des forêts de ravin hygrosclaphiles

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Bois joli (r)	<i>Daphne mezereum</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Buis (c) (r)	<i>Buxus sempervirens</i>
Érable champêtre (c)*	<i>Acer campestre</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Érable plane*	<i>Acer platanoides</i>	Clématite (c)	<i>Clematis vitalba</i>
Érable sycomore*	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Frêne*	<i>Fraxinus excelsior</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>
Orme champêtre	<i>Ulmus minor</i>	Groseillier à maquereau	<i>Ribes uva-crispa</i>
Orme des montagnes*	<i>Ulmus glabra</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Laurier des bois (c) (r)	<i>Daphne laureola</i>
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	Pommier sauvage (r)	<i>Malus sylvestris</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
Tilleul à grandes feuilles* (c)	<i>Tilia platyphyllos</i>	Rosier des champs	<i>Rosa canina</i>
Tilleul à petites feuilles*	<i>Tilia cordata</i>	Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>

* : espèces typiques / (r) : espèces rares ou sporadiques dans la variante / (c) : espèces uniquement présentes dans les variantes calcicoles
caractères gras : espèces (co-)dominant le plus fréquemment



Espèces du groupe hygrosциaphile calcicole de la scolopendre

- 1 Scolopendre (*Asplenium scolopendrium*)
- 2 Actée en épi (*Actaea spicata*) - fleurs
- 3 Actée en épi (*Actaea spicata*) - fruits
- 4 Lunaire vivace (*Lunaria rediviva*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Espèces du groupe hygrosциaphile du polystich à aiguillons

- 1** Polystich à aiguillons (*Polystichum aculeatum*)
- 2** Orme des montagnes (*Ulmus glabra*)
- 3** Renoncule à feuilles de platane (*Ranunculus plataniifolius*)
- 4** Cardamine impatiente (*Cardamine impatiens*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Les espèces de ces deux groupes sont hygrosclaphiles et de ce fait naturellement peu fréquentes voire rares en Wallonie. *Actaea spicata* et *Ranunculus platanifolius* sont en outre protégées par la Loi sur la Conservation de la Nature.

En dehors de ces éléments typiques, les forêts hygrosclaphiles se particularisent nettement par d'importantes populations de mousses et de fougères, aussi bien les fougères des groupes précités que des espèces comme *Dryopteris filix-mas* ou *Polypodium interjectum*. La flore herbacée est par ailleurs très diversifiée et comporte des éléments appartenant au groupe généraliste de l'anémone sylvie, aux groupes neutrocline à neutrophile du lamier jaune et de l'aspérule odorante, aux groupes hygroclics de la ficaire et de l'ail des ours (substrat calcaire pour ce dernier groupe), ainsi qu'aux groupes nitrocline et nitrophile de la benoîte commune et de l'ortie. On peut citer, parmi les espèces de ces différents groupes les plus souvent rencontrées dans les érablières, *Arum maculatum*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Lamium galeobdolon*, *Polygonatum multiflorum* et *Urtica dioica*. *Mercurialis perennis* peut y former de vastes plages, surtout

sur substrat calcaire. *Festuca altissima*, une espèce acidophile, est abondante dans les érablières de l'*Ulmo-Aceretum*.

2.2.2. Les érablières des coulées pierreuses

Les espèces ligneuses de l'érablière des coulées pierreuses sont présentées dans le tableau 12. La flore herbacée ne contient pas d'espèces caractéristiques à proprement parler. Elle possède un fond acidophile constitué des groupes de la germandrée, de la luzule blanche et de la myrtille commune, en particulier *Deschampsia flexuosa* et *Vaccinium myrtillus*, et se distingue par l'abondance des fougères *Dryopteris carthusiana* et *D. filix-mas*, ainsi que par celle de lichens et de mousses acidiphiles sur les blocs pierreux : *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Polytrichum formosum*, *Rhytidiadelphus loreus*, *Thuidium tamariscinum* notamment. Quelques espèces moins acidiphiles sont souvent présentes en faible proportion : *Deschampsia cespitosa*, *Festuca altissima*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Polygonatum verticillatum*.

© Lionel Wital



Bryophytes et lichens des coulées pierreuses : lichen du genre *Cladonia*, dicrane en balai (*Dicranum scoparium*), hypne courroie (*Rhytidiadelphus loreus*)



2.2.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

Étant donné la grande variabilité des substrats occupés, la liste des espèces présentes dans les tillaies thermophiles est importante. Ces habitats étant rares et peu décrits en Wallonie, le tableau 13 donne une liste théorique des espèces potentiellement présentes, se basant sur quelques observations de terrain, sur l'autoécologie des espèces et les caractéristiques stationnelles des habitats (caractère xérophile, combiné à la variété des substrats).

La flore herbacée est elle aussi très variable. À côté du groupe généraliste de l'anémone sylvie, on retrouve potentiellement, en fonction de la nature de la charge caillouteuse, les groupes mésophiles suivants : groupes acidiphiles de la myrtille et de la germandrée scorodaine, groupe acidocline de la violette de Rivin, groupe neutrocline du lamier jaune, groupe neutrophile de l'aspérule odorante et groupe calcicole de la laîche digitée. En raison

de leur caractère thermophile, ces habitats abritent en outre fréquemment les groupes xérophiles de l'alisier torminal et, sur substrat calcaire, de l'hellébore fétide.

La composition de la strate herbacée ne peut donc être considérée comme un caractère distinctif de ces forêts, puisqu'elle ne permet pratiquement pas de différencier les tillaies thermophiles de pentes des formations du *Carpinion* (« chênaies-charmaies » au sens large) occupant des substrats analogues d'un point de vue trophique. La détermination de l'habitat se fait dès lors surtout sur base des caractéristiques stationnelles (pente forte, sol instable et exposition ensoleillée), de la bonne représentation des tilleuls, et de la dominance des essences et arbustes résistants à la chaleur et à la sécheresse dans le peuplement, comme l'alouchier et l'alisier torminal. La présence d'espèces herbacées thermophiles confirme le diagnostic (ex. *Silene nutans*, *Campanula persicifolia*).



© Lionel Wbail

La bonne représentation du tilleul dans le peuplement est le point commun entre les différentes variantes de tillaies thermophiles



Espèces du groupe xérothermophile de l'alisier torminal

- 1 Silène penché (*Silene nutans*)
- 2 Phalangère à fleur de lis (*Anthericum liliago*)
- 3 Alisier torminal (*Sorbus torminalis*)
- 4 Campanule à feuilles de pêcher (*Campanula persicifolia*)

Toutes les photos © Lionel VVibail



TABLEAU 12 Espèces ligneuses des érablières des coulées pierreuses

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Bourdaine	<i>Frangula alnus</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i>
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>		

caractères gras : espèces (co-)dominant le plus fréquemment

TABLEAU 13 Liste des espèces ligneuses potentiellement présentes dans les tillaies thermophiles de pentes (9180*)

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Alouchier	<i>Sorbus aria</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Alisier torminal	<i>Sorbus torminalis</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Bourdaine	<i>Frangula alnus</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Buis (c)	<i>Buxus sempervirens</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Camérisier (c) (r)	<i>Lonicera xylosteum</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Érable champêtre (c)	<i>Acer campestre</i>	Clématite (c)	<i>Clematis vitalba</i>
Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	Cornouiller mâle (c)	<i>Cornus mas</i>
Merisier	<i>Prunus avium</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Tilleul à grandes feuilles (c)	<i>Tilia platyphyllos</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Tilleul à petites feuilles	<i>Tilia cordata</i>	Épine-vinette (c) (r)	<i>Berberis vulgaris</i>
		Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i>
		Genévrier (c) (r)	<i>Juniperus communis</i>
		Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
		Laurier des bois (c) (r)	<i>Daphne laureola</i>
		Nerprun purgatif (c)	<i>Rhamnus cathartica</i>
		Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
		Rosier des champs	<i>Rosa canina</i>
		Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Troène (c)	<i>Ligustrum vulgare</i>
		Viorne mancienne (c)	<i>Viburnum lantana</i>

(r) : espèces rares ou sporadiques dans la variante / (c) : espèces calcicoles / caractères gras : espèces (co-)dominant le plus fréquemment

2.3. Variabilité de l'habitat

2.3.1. Les érablières de ravins hygros-ciaphiles

On peut distinguer trois sources majeures de variabilité dans les érablières hygros-ciaphiles : la nature du substrat, la configuration topographique et la gestion sylvicole.

Le substrat induit des nuances de cortège floristique donnant lieu à la définition des deux associations décrites.

Les érablières à tilleul et scolopendre (*Tilio-Aceretum*) se développent sur les niveaux calcaifères du Condroz (dont les versants de la Meuse) et de la Calestienne. Elles se rencontrent également çà et là dans les vallées à sol calcaire de la région limoneuse (Honnelles, Orneau, Burdinale, Mehaigne), sur la cuesta bajocienne et dans quelques vallées ardennaises sur des niveaux schisteux légèrement calcaifères (en particulier le long de la Semois). La flore typique des érablières hygros-ciaphiles calcicoles (groupe de la scolopendre) y est accompagnée d'une grande diversité d'espèces, notamment les espèces du fond neutro-

phile des habitats environnants (groupes de l'ail des ours et de l'aspérule odorante), et les espèces nitroclines et nitrophiles des groupes de la benoîte commune et de l'ortie, avec fréquemment de grandes plages de mercuriale vivace (*Mercurialis perennis*).

Les érablières de l'*Ulm-Aceretum* se rencontrent sur des sols plus siliceux (ex. : grès, schistes, phyllades, psammites), dans les vallées encaissées de l'Ardenne ou du Condroz. La plupart des espèces typiques du groupe du polystic à aiguillons sont rares et peuvent être absentes des érablières les plus acidoclines. C'est alors l'abondance des mousses et des fougères (notamment du genre *Dryopteris*) qui sert d'élément floristique distinctif de ce type d'habitat. La fétuque des bois (*Festuca altissima*), espèce montagnarde, y trouve son optimum de développement. La flore herbacée est par ailleurs diversifiée et contient de nombreux autres éléments appartenant au groupe généraliste de l'anémone sylvie, au groupe acidocline de la violette de Rivin, aux groupes neutrocline à neutrophile du lamier jaune et de l'aspérule odorante, aux groupes hygroclicines de la circe de Paris et de la ficairie, ainsi qu'aux groupes nitrocline et nitrophile de la benoîte commune



Flore typique de la variante hygros-ciaphile calcicole



et de l'ortie. L'aspérule odorante et la mercuriale vivace peuvent y former des plages dans les colluvions de bas de pente, tandis que les espèces alluviales ou hygrophiles des groupes de la dorine à feuilles opposées, de la stellaire des bois et de la reine-des-prés apparaissent à la faveur de suintements entre les blocs rocheux.

En fonction de la topographie, on peut distinguer les érablières de rochers et d'éboulis grossiers, caractérisées par un substrat constitué de gros blocs instables. Ces érablières recèlent la flore la plus typique. Elles sont très riches en fougères et bryophytes. Par contre, les érablières de vallon et de bas de versants atténués, au sol moins rocheux et mieux stabilisé, avec une bonne proportion de terre fine, permettent l'ancrage localisé du hêtre et des chênes, ainsi que le développement d'une strate herbacée abondante et diversifiée. L'habitat 9180 est alors moins typique, quoique toujours marqué par l'abondance des fougères et la présence des espèces hygrosciaphiles.

Les traitements en taillis ou en taillis sous futaie ont par ailleurs souvent été appliqués aux forêts de ravins hygrosciaphiles. Ils ont considérablement favorisé le développement du charme, qui possède une forte vitalité dans ces milieux à caractère continental, surtout en Ardenne.

2.3.2. Les érablières des coulées pierreuses

Cet habitat, dont la définition est liée à des conditions stationnelles très particulières, possède une faible variabilité floristique. Les coupes peuvent néanmoins réduire la proportion naturelle d'érable dans ces stations peu fertiles, en particulier si la pression du gibier est importante et ne permet pas sa régénération.

2.3.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

On peut distinguer, au sein des tillaies thermophiles trois types de variantes, essentiellement liées au substrat. Elles ont été rapportées au sein de trois groupements forestiers différents par les auteurs belges.

La chênaie-charmaie famennienne xérophile de l'*Antherico-Carpinetum* se rencontre dans les grandes vallées qui entaillent la Famenne, le Condroz et les premiers contreforts de l'Ardenne (ex. : Hermeton, Basse Ourthe). Sa variante à tilleuls, correspondant à l'habitat 9180, est localisée sur les versants ensoleillés couverts de fins éboulis instables (schistes, schisto-psammites légèrement calcaires, généralement de l'étage « famennien »). Les peuplements sont dominés par le charme et les tilleuls, qu'accompagnent le chêne sessile et, quelquefois, l'alisier. La végétation herbacée est caractérisée par la coexistence d'espèces typiques de niveaux trophiques variés, acidiphiles à calcicoles, et par la fréquence des espèces du groupe thermophile de l'alisier torminal.

Les variantes de la chênaie-charmaie du *Carici-Carpinetum* relevant de l'habitat 9180 occupent des fortes pentes sur sols calcaires instables, à caractère thermophile et xéro-calcicole. Elles sont limitées au sillon mosan, au Condroz et à la Calestienne. Les tilleuls y sont bien représentés et sont accompagnés d'une série d'autres essences, dont l'érable champêtre, le charme, le frêne et le chêne sessile. La flore arbustive est caractérisée par des espèces calcicoles (ex. : cornouiller mâle, fusain d'Europe, troène, viorne mancienne). La strate herbacée, où l'on retrouve le groupe à large amplitude de l'anémone sylvie ainsi que



le groupe neutrophile de l'aspérule odorante, se distingue par la présence des groupes de la laïche digitée et de l'hellébore fétide.

La variante à tilleuls des chênaies-charmaies acidiclinales du *Stellario-Carpinetum* est particulièrement rare en Wallonie. Elle n'est actuellement connue que de quelques stations condrusiennes sur fortes pentes schisto-gréseuses. Ce type forestier présente des caractéristiques floristiques générales comparables aux chênaies-charmaies acidiclinales du *Stellario-Carpinetum* sec : une flore acidiphile (groupes de la germandrée, de la luzule blanche et de la myrtille commune) avec présence du groupe généraliste de l'anémone sylvie.

En raison de la mauvaise configuration des arbres, de la fertilité médiocre et des difficultés d'accès de leurs stations, le traitement des tillaies thermophiles a le plus souvent été celui du taillis, tandis que de nombreuses localités sont maintenant abandonnées à leur évolution naturelle.

2.4. Répartition géographique

2.4.1. Les érablières de ravins hygrosciaphiles

Seuls quelques îlots disséminés d'érablières-tillaies (*Tilio-Aceretum*) peuvent être observés en région limoneuse, dans les vallées d'affluents mosans recoupant des assises calcarifères (ex. : Orneau, Geer, Mehaigne) ainsi que dans le bassin de la Grande Honnelle.

En Condroz et dans le Sillon sambro-mosan, tout en occupant des stations de taille limitée, les érablières hygrosciaphiles sont bien

représentées, en particulier le *Tilio-Aceretum* sur les versants ombragés des grandes vallées ou dans de plus petites vallées encaissées. En Fagne-Famenne, il se développe sur les versants ombragés des tiennes de Calestienne. Dans ces régions, les érablières-ormaies de l'*Ulmo-Aceretum* apparaissent localement sur les substrats non calcaires.

Les sols plus siliceux font par contre de l'*Ulmo-Aceretum* la variante prédominante en Ardenne, mais l'habitat nécessite de très fortes pentes et y est donc rare. On le retrouve notamment dans les basses vallées des principales rivières (Lesse, Semois, Ourthe). Le *Tilio-Aceretum* apparaît exceptionnellement, notamment dans la basse Semois, à la faveur d'affleurements calcarifères.

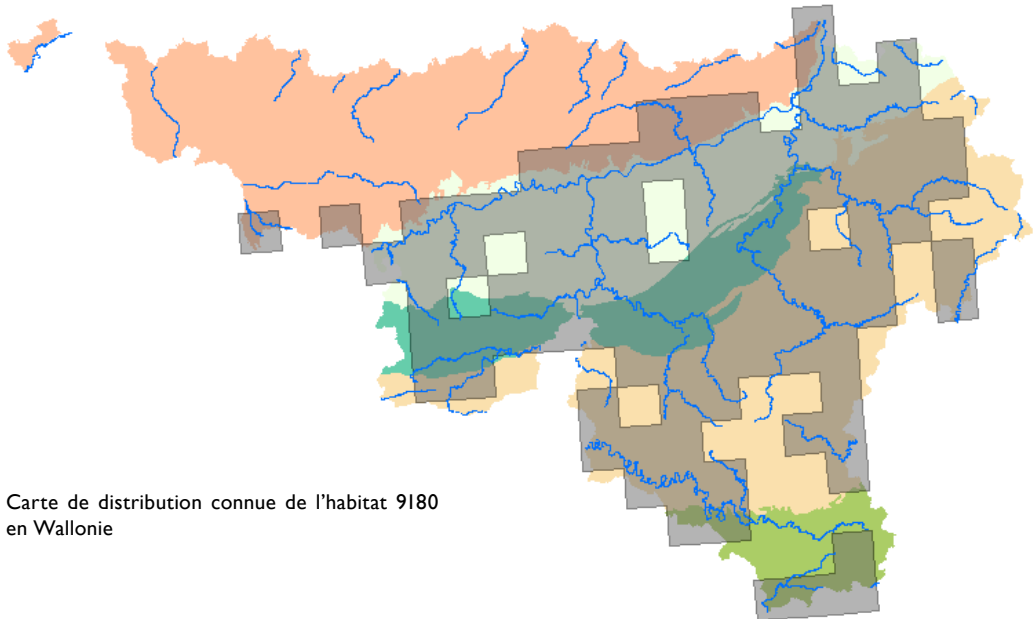
Les forêts de ravins sont très sporadiques en Lorraine. Le *Tilio-Aceretum* se rencontre dans quelques rares stations sur le versant septentrional des cuestas sinémurienne et bajocienne.

2.4.2. Les érablières des coulées pierreuses

L'habitat est très rare et n'est connu qu'en Ardenne.

2.4.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

Les stations connues des variantes thermophiles de l'habitat 9180 sont disséminées dans le sillon sambro-mosan, en Condroz et en Calestienne sur des versants à très forte pente liés aux grandes vallées (Meuse, Hermeton, Viroin, Lesse, Ourthe, Amblève). Elles semblent absentes des autres régions, mais la présence très sporadique de ces forêts n'est pas à exclure en Ardenne.



Carte de distribution connue de l'habitat 9180 en Wallonie



© SPW

Extension des forêts de ravins (hachuré rouge) sur les versants de l'Ourthe et de l'Amblève à Comblain-au-Pont



© Lionel Wabail

Plages de grande fétuque (*Festuca altissima*) en érablière sur substrat schisto-psammitique



2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

2.5.1. Les érablières de ravins hygros-ciaphiles

Lorsque le sol n'est pas franchement rocheux et parsemé de blocs, les confusions sont possibles entre les variantes hygros-ciaphiles les moins typiques de l'habitat 9180 et les forêts du métaclimax des hêtraies, avec lesquelles elles forment des mosaïques au sein des grands versants : chênaies-frênaies neutrophiles (HIC 9130), chênaies-charmaies calcicoles (HIC 9150) voire acidiclinales (HIC 9110). Ces distinctions sont d'autant moins évidentes que le traitement sylvicole peut avoir homogénéisé la composition ligneuse sur l'ensemble du versant (ex. : taillis de charmes ou d'érables, taillis sous futaie de chêne/érable et charme).

La présence d'espèces relevant des groupes caractéristiques de la scolopendre et du polystic à aiguillons permet d'identifier sans ambiguïté les érablières, mais ces espèces, malgré leur fréquence dans l'habitat, n'y sont pas systématiquement présentes. L'habitat 9180 se distingue néanmoins par son sol instable et l'abondance des fougères.

2.5.2. Les érablières des coulées pierreuses

L'érablière des coulées pierreuses présente de grandes similitudes floristiques avec certaines variantes des chênaies et chênaies-charmaies relevant du métaclimax des hêtraies à luzule (HIC 9110) : groupes acidiphiles de la germandrée scorodaine, de la luzule blanche et de la myrtille, groupe de l'anémone sylvie. Le risque de confusion est d'autant plus élevé que la gestion forestière a parfois prélevé

préférentiellement l'érable sycomore, favorisant indirectement les autres essences. Les stations se distinguent par contre nettement par la nature du substrat de blocs entassés et par l'abondance des fougères et des mousses. Généralement, l'érable sycomore s'est maintenu, au moins en cépées éparses.

2.5.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

Comme mentionné précédemment, les forêts de ravins thermophiles à tilleuls relèvent des mêmes associations végétales, décrites pour la Belgique, que les chênaies-charmaies du *Carpinion*. Ces chênaies-charmaies, dans leurs variantes les plus xériques, ont une flore pratiquement identique aux forêts de ravins thermophiles, et la distinction se fait d'une part sur la bonne représentation naturelle des tilleuls, d'autre part sur les caractéristiques stationnelles des forêts de ravins, qui se distinguent par l'instabilité de leur substrat.

2.6. Dynamique de la végétation

Les forêts de ravins et de pentes sont des habitats rares, peu étendus et dont la structure et la composition ont souvent été fortement modifiées par la sylviculture (taillis, taillis sous futaie ayant favorisé le charme, voire le chêne...). Leur dynamique naturelle est de ce fait peu connue, et les connaissances sont insuffisantes pour établir rigoureusement des séries évolutives en phase avec la réalité de ces habitats. Théoriquement, les éléments de leurs séries évolutives sont les végétations herbacées des éboulis, les végétations de coupes forestières et éventuellement les groupements pionniers à bouleau.



Néanmoins, l'exploitation des carrières a mis à nu des rochers et créé des zones d'éboulis, dispersés sur le territoire. La colonisation ligneuse de ces milieux après l'abandon de l'exploitation permet localement, lorsque les conditions abiotiques sont réunies (pente, exposition, nature de la roche, conditions microclimatiques), la mise en place de séries progressives menant à l'installation d'habitats forestiers dont la flore relève de l'habitat 9180.

En raison des conditions pédologiques et topographiques très limitantes en termes de production de bois de qualité et d'accessibilité, les forêts de ravins et de pentes n'ont que rarement été transformées en plantations résineuses.

2.6.1. Les érablières hygrosclaphiles

La végétation climacique des variantes hygrosclaphiles de l'habitat 9180 est constituée de peuplements dominés par les érables sycomore et plane avec, dans la variante calcicole, l'érable champêtre, le frêne et le tilleul à larges feuilles. Des ormes de montagne subsistent encore çà et là, surtout dans l'étage arbustif. Dans ces stations, par définition peu étendues, limitées par des conditions physiographiques très spécifiques, il est rare d'observer de grandes ouvertures provoquées par exemple par des tempêtes, des neiges collantes, ou même par des mises à blanc. Mais, le cas échéant, elles permettent l'expression d'espèces typiques des coupes forestières appartenant aux groupes de la benoîte commune et de l'ortie. L'évolution naturelle de ces ouvertures consiste généralement en la réinstallation directe des essences de la végétation climacique. En effet, le passage par un stade de boulaie de recolonisation est rare puisque les surfaces ouvertes sont généralement réduites et les essences constitutives de la végétation climacique, en particulier les

érables et le frêne, présentent de bonnes aptitudes de colonisation dans les variantes hygrosclaphiles de l'habitat 9180.

Toutefois, lors de la colonisation d'éboulis rocheux, consécutive à l'abandon d'une carrière par exemple, des végétations typiques de formations ouvertes (HIC 8150 sur substrat siliceux et 8160 sur calcaire) se développent dans un premier temps, avant l'installation de fourrés ou de ligneux typiques, menant à terme à des érablières dans les stations suffisamment ombragées. Les groupements sclaphiles des éboulis et rochers (HIC 8150, 8160, 8210 et 8220) subsistent d'ailleurs en mosaïque au sein de ces forêts.

2.6.2. Les érablières des coulées pierreuses

Les érablières des coulées pierreuses (*Dicrano-Aceretum*) présentent rarement une composition naturelle car les martelages ont fortement diminué la proportion des érables dans le peuplement, dont la composition ligneuse finit par ressembler à celle des chênaies et chênaies-charmaies du métaclimax des hêtraies à luzule (HIC 9110). Les ouvertures permettent le développement des espèces acidoclines à acidiphiles de coupes forestières, relevant de l'*Epilobio-Digitalietum*, avec, localement, des zones dominées par la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*). En raison de la dynamique forestière lente dans ces pierriers siliceux, les ouvertures peuvent aussi se maintenir à moyen terme ou former des mosaïques avec les érablières, et abriter les espèces typiques (notamment la flore bryolichénique) des variantes les plus acidiphiles des éboulis siliceux (HIC 8150), voire des landes sèches (HIC 4030).

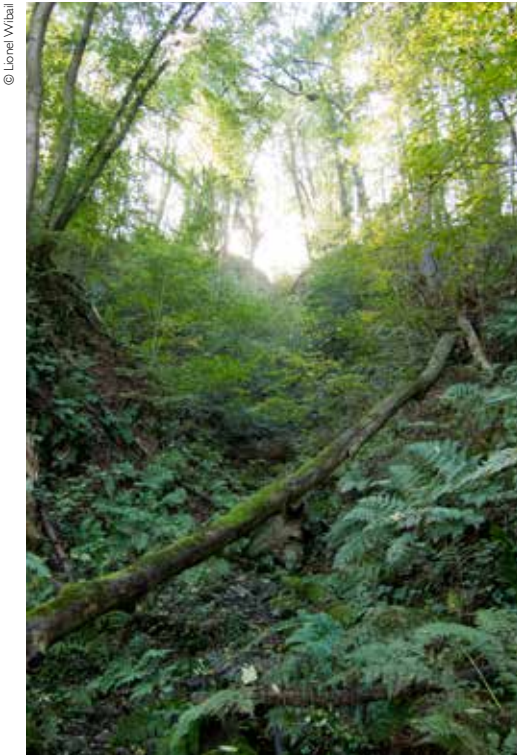


La recolonisation ligneuse se fait généralement par le semis des essences colonisatrices du contexte ardennais, essentiellement l'érable sycomore (s'il a été maintenu en proportions suffisantes dans le peuplement), le bouleau verruqueux et le sorbier des oiseleurs. Les chênes et le hêtre peuvent apparaître ensuite pour former un peuplement climacique mélangé.

2.6.3. Les forêts thermophiles de pentes à tilleuls

En tillaie thermophile, les ouvertures permettent l'expression d'une flore typique des coupes forestières, variable selon le niveau trophique, ou même d'une flore typique

des éboulis ensoleillés (HIC 8150 et 8160) si la surface et le délai de recolonisation ligneuse le permettent. Au départ des éboulis thermophiles ouverts, la recolonisation forestière se fait, dans un cycle théorique complet, par l'installation de fourrés et fruticées constitués d'arbustes adaptés aux conditions thermophiles de l'habitat, suivie de l'installation des espèces arborées typiques de l'habitat, et notamment du tilleul.



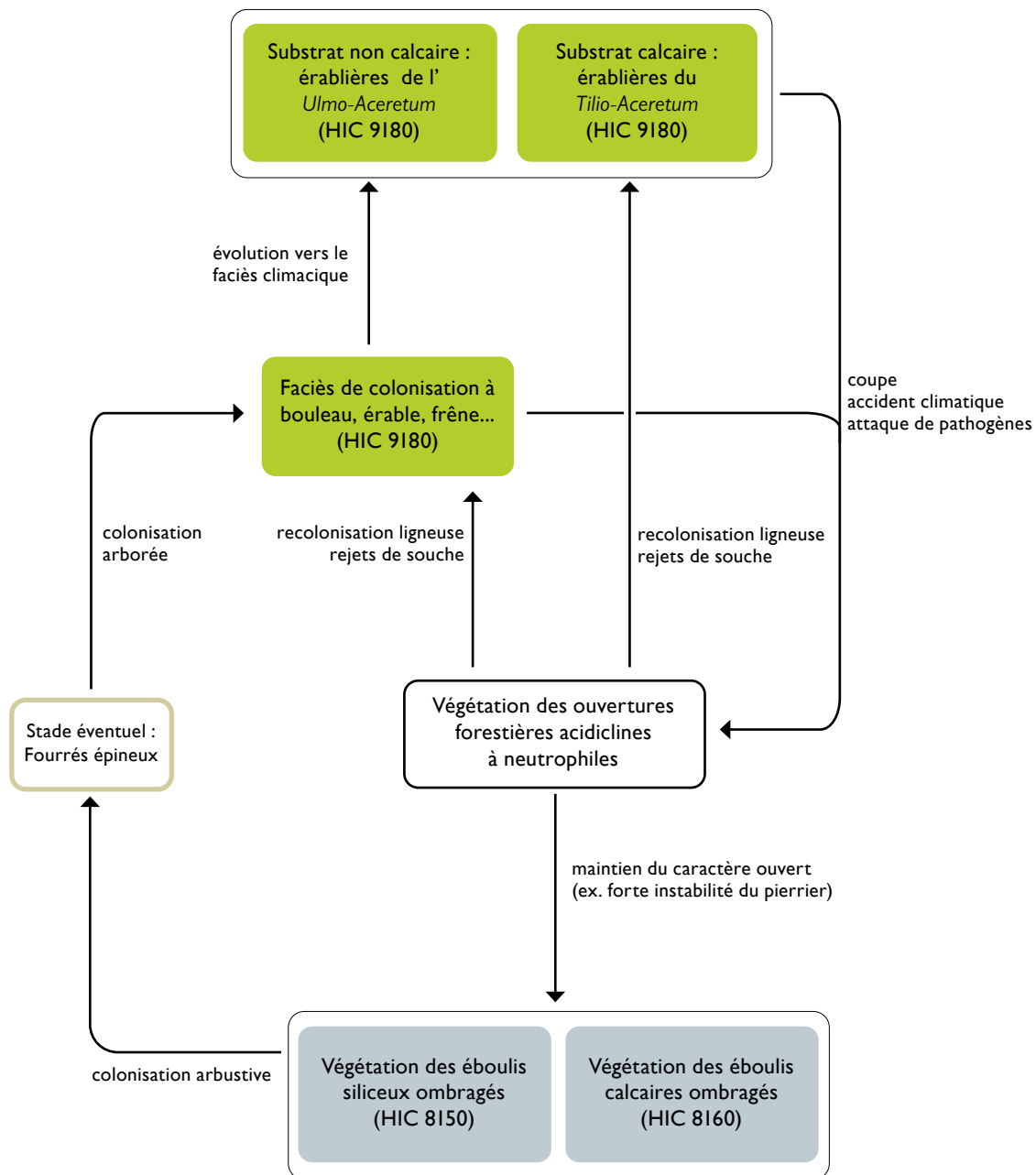
Les chablis naturels sont fréquents en érablière de ravin



Recolonisation ligneuse d'éboulis en carrière

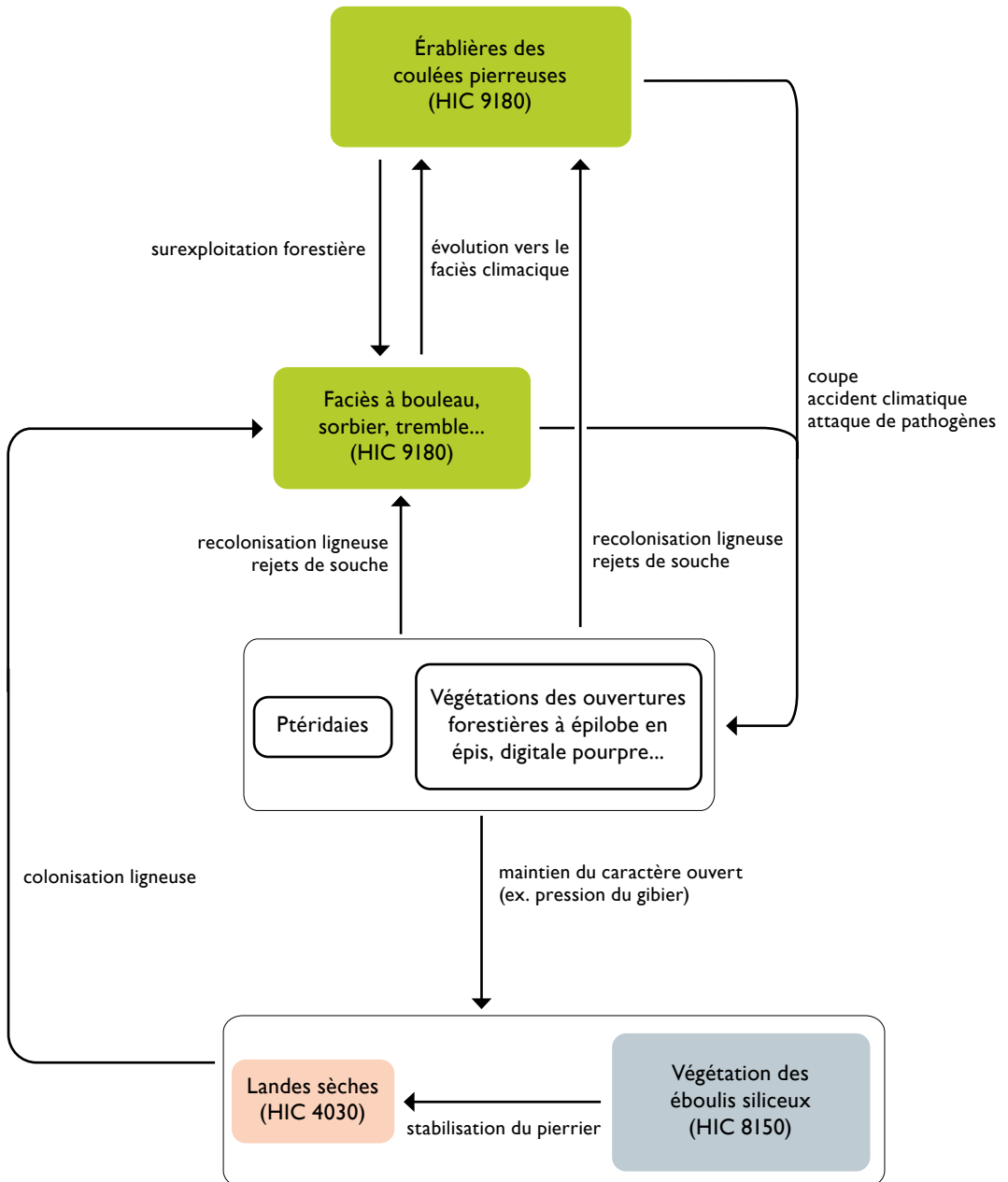


Dynamique des érablières hygrosclaphiles





Dynamique des érablières des coulées pierreuses







Les chênaies-boulaies à molinie (9190)

La description de l'habitat 9190, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur la typologie WALEUNIS et sur les publications des auteurs suivants : Bensettiti *et al.* 2001 ; Decler 2007 ; Durwael *et al.* 2000 ; Rameau *et al.* 2000 ; Sougne 1974 ; Stein 1980 ; Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEM-NA et de l'ULg - Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

En Wallonie, l'habitat 9190 est constitué de chênaies-boulaies et de boulaies acidiphiles assez claires, à sous-bois de molinie (*Molinia caerulea*). Il occupe des sols très acides et oligotrophes, podzolisés ou fortement lessivés, défavorables aux principaux ligneux dont le hêtre. Il s'agit le plus souvent de sols sub-humides à humides (sols hydromorphes), mais on retrouve également l'habitat sur des podzols sableux secs. Il est représenté par plusieurs associations atlantiques ou sub-atlantiques, et par un faciès de recolonisation dominé par les bouleaux pubescent et/ou ver-ruqueux.

I.2. Correspondances entre les typologies

PAL. CLASS. (CORINE) : 41.51 - chênaies pédonculées à bouleau

EUNIS : G1.81 - chênaies-boulaies atlantiques

WALEUNIS : G1.81 - chênaies pédonculées à bouleau

Syntaxonomie : *Quercu-Betuletum*, *Trientalo-Quercetum*, *Betulo-Quercetum* Stein 1980.

2 | Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

2.1.1. La chênaie-boulaie à molinie

On distingue deux grands types biogéographiques et pédologiques.

Les forêts du *Quercu-Betuletum* se rencontrent sur sol sableux podzolique très oligotrophe, parfois marqué d'hydromorphie. Leur plus grande extension se situe dans la région atlantique (bassin de la Haine essentiellement, avec quelques stations dans les collines sablonneuses du Brabant) mais elles sont également présentes en Lorraine belge, dans la région d'Arlon.

Le *Trientalo-Quercetum*, type ardennais, se développe sur les sols oligotrophes et hydromorphes dits « à argile blanche » (sigles « Gix »



et apparentés sur les cartes pédologiques), souvent en périphérie des massifs tourbeux, ainsi que sur de petites terrasses alluviales et des zones sourceuses, où il peut entrer en contact avec les aulnaies oligotrophes du *Carici laevigatae-Alnetum*. Les sols à argile blanche sont hérités des périodes glaciaires. Ils sont caractérisés par un horizon peu épais (40 à 60 cm) totalement lessivé et blanchi, reposant sur un fragipan²² imperméable, panaché de taches de rouille. La forte oligotrophie, le plancher imperméable, les fortes précipitations et la fraîcheur du climat constituent une combinaison de facteurs favorables à l'accumulation de la matière organique, conduisant à des humus

acidifiants de type mor, hydromor (parfois nommé « paratourbe »), voire à une faible couche de tourbe (< 40 cm). Une variante moins typique (*Betulo-Quercetum*) peut aussi se rencontrer sur les plateaux limoneux hydromorphes, sur substrat schisto-gréseux de l'Ardenne condrusienne.

D'une manière générale, l'acidité marquée de ces sols oligotrophes et leur régime hydrique alternatif, en liaison avec le plancher du fragipan (Ardenne) ou avec l'horizon ferrique ou humo-ferrique (sables), limitent la diversité des essences. Les formations forestières qui colonisent ces milieux très contraignants

(22) Le fragipan désigne un horizon naturel de profondeur qui s'observe surtout dans des matériaux à dominante limoneuse et qui est caractérisé par une très forte compacité et une porosité très faible.

© Pascal Chivette



Chênaie-boulaie ardennaise humide avec touradons de molinie (*Molinia caerulea*)

© Lionel Wbail



Variante sur terrasse alluviale en Haute Ardenne



sont constituées des chênes (le plus souvent le chêne pédonculé) et des bouleaux verruqueux et pubescent en proportions variables, parfois accompagnés du peuplier tremble, du sorbier des oiseleurs ainsi que de l'aulne glutineux dans les variantes les plus humides. Le hêtre a parfois été planté dans ces stations (notamment en Ardenne condrusienne) mais il ne peut en aucun cas former des hêtraies climaciques fonctionnelles.

Les espèces arbustives sont peu nombreuses et se résument essentiellement à la bourdaine, avec les saules cendré et à oreillettes dans les stations les plus humides, et le coudrier dans les stations plus riches, tendant alors vers les chênaies-charmaies acidiclinales du *Stellario-Carpinetum*.

La strate herbacée comporte un cortège d'espèces acidiphiles des groupes de la molinie, de la germandrée scorodaine, de la myrtille commune et des dryoptéris et se caractérise surtout par la présence *quasi* systématique de la molinie, qui peut atteindre des recouvrements importants. Sur les plateaux de l'Ardenne, l'altitude confère un caractère boréo-montagnard accusé qui se marque notamment dans la flore par la présence de la trientale (*Trientalis europaea*) ou du sceau de Salomon verticillé (*Polygonatum verticillatum*).

2.1.2. Les faciès à bouleaux

Les faciès à bouleaux de l'habitat 9190 ont été favorisés par le régime de taillis ou, le plus souvent, proviennent du reboisement spontané de landes et de mises à blanc résineuses abandonnées. D'un point de vue floristique, ces boulaies ne se différencient pas nettement de la végétation climacique décrite ci-avant, si ce n'est, dans le cas de recolonisations de mi-

lieux ouverts (landes, mises à blanc drainées), par une plus grande dominance de la molinie et un appauvrissement de la flore au niveau des espèces forestières. Ainsi, la blechne en épi (*Blechnum spicant*) et la luzule des bois (*Luzula sylvatica*) y sont moins fréquemment observées.

2.2. Espèces diagnostiques

La liste des espèces ligneuses de l'habitat 9190 est présentée dans le tableau 14.

Au niveau de la strate herbacée, il n'existe pas d'espèce vraiment caractéristique de l'habitat 9190 si ce n'est, pour les variantes de haute Ardenne, la trientale, espèce rare et protégée par la Loi sur la Conservation de la Nature. Par ailleurs, la molinie est pratiquement constante et forme souvent de larges plages. Elle se développe en touradons dans les variantes les plus humides qui assurent la transition vers les boulaies tourbeuses (HIC 91D0).

En dehors de ces caractéristiques, la flore de ces forêts est exclusivement acidiphile, abritant les groupes de la myrtille, de la germandrée et, en région continentale, de la luzule blanche. On peut notamment citer *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis*, *Polytrichum formosum*, *Pteridium aquilinum* et *Vaccinium myrtillus*. À ces groupes mésophiles s'ajoutent, dans les variantes humides, les groupes hygroclines de la molinie, des dryoptéris et de la fougère femelle, avec *Athyrium filix-femina*, *Deschampsia cespitosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Juncus effusus* ou *Luzula sylvatica*, espèce qui peut former des plages étendues assez caractéristiques sur les « argiles blanches » de l'Ardenne.



Espèces du groupe hygrocline acidiphile de la molinie

- 1 Luzule des bois (*Luzula sylvatica*)
- 2 Trientale d'Europe (*Trientalis europaea*)
- 3 Blechne en épi (*Blechnum spicant*)
- 4 Molinie (*Molinia caerulea*)

Toutes les photos © Lionel Wilbail



Espèces des variantes humides de l'habitat 9190

- 1 Prêle des bois (*Equisetum sylvaticum*) © Lionel Wibail
- 2 Osmonde royale (*Osmunda regalis*) © Lionel Wibail
- 3 Violette des marais (*Viola palustris*) © Lionel Wibail
- 4 Polytric commun (*Polytrichum uliginosum*) © Lionel Wibail
- 5 Sphaigne frangée (*Sphagnum fimbriatum*) © Annick Pironet



TABLEAU 14 Liste des espèces ligneuses des chênaies-boulaies à molinie

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Aulne glutineux (h)	<i>Alnus glutinosa</i>	Bourdaine	<i>Frangula alnus</i>
Bouleau pubescent (h)	<i>Betula pubescens</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Coudrier*	<i>Corylus avellana</i>
Charme*	<i>Carpinus betulus</i>	Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>	Saule à oreillettes	<i>Salix aurita</i>
Hêtre (r)	<i>Fagus sylvatica</i>		
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>		
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>		

(h) : variantes humides / * : variantes riches / (r) : espèces rares ou sporadiques dans l'habitat / **caractères gras** : espèces fréquemment (co-)dominantes

Les types les plus humides de l'habitat voient apparaître des espèces des groupes des sphaignes et de la laïche lisse.

2.3. Variabilité de l'habitat

Au niveau stationnel, les chênaies-boulaies de l'habitat 9190 relèvent de deux grands types phytosociologiques dépendant de la localisation biogéographique et des caractéristiques pédologiques (type de substrat), et qui sont eux-mêmes sujets à variation selon le niveau hydrique des sols.

Sur les sols sableux oligotrophes de la série podzolique, le *Querco-Betuletum* présente des variantes sèches, occupant plutôt les faibles versants sablonneux podzoliques, dont les espèces hygroclicines sont quasi absentes (à l'exception de la molinie) et où dominent les groupes de la myrtille et de la germandrée scorodaine, en particulier la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*) qui peut y former de grandes plages. En situation de très faible pente, de plateau ou de plaine avec un drainage latéral peu efficace, surtout si un horizon

humus-ferrique imperméable est présent, le *Querco-Betuletum* se développe sous une variante humide qu'indique un cortège hygroclicine (groupes des dryopteris, de la molinie), voire hygrophile (groupes du cirse des marais, de la laïche lisse et des sphaignes). Dans les stations les plus humides, les sphaignes (ex. : *Sphagnum girgensohnii*, *S. fallax*, *S. fimbriatum*, *S. palustre*) sont présentes dans les drains et les moindres dépressions.

Sur le plateau ardennais, le caractère humide du *Trientalo-Quercetum* est variable, principalement selon la position topographique de la station (ex. : cuvette, plateau, zone de source en faible pente). Dans les stations en pente permettant un drainage latéral naturel ou dans les stations drainées, les sols peuvent connaître un déficit hydrique en cours de saison de végétation. Dès lors, les éléments hygrophiles sont moins bien représentés, ce qui rapproche l'habitat des variantes humides à molinie de la hêtraie acidiphile médioeuropéenne (HIC 9110). Dans les zones où l'eau stagne, *Polytrichum uliginosum* et *Sphagnum palustre* deviennent plus abondants et la



Variante sèche sur podzol sableux en Brabant



© Lionel Wbail

Variante ardennaise humide sur le plateau de Saint-Hubert



molinie se développe en touradons, comme dans les boulaies tourbeuses. À proximité des sources, la flore s'enrichit d'espèces hygrophiles des groupes de la laîche lisse et du cirse des marais (notamment *Equisetum sylvaticum*, *Galium palustre*, *Scirpus sylvaticus*), ce qui rapproche l'habitat des aulnaies marécageuses acidiphiles du *Carici laevigatae-Alnetum*. Les sols y sont très oligotrophes et fortement hydromorphes, parfois recouverts d'une fine couche tourbeuse (sols « para-tourbeux »).

D'autres variations peuvent être observées au sein des forêts relevant de l'habitat 9190. Elles sont liées à l'historique de ces milieux fragiles. Au cours des siècles passés, le défrichement ou la surexploitation de ces forêts a conduit au développement de landes plus ou moins humides. Lors de leur abandon à partir du milieu du XIX^e siècle, beaucoup de ces landes ont été enrésinées en pin sylvestre et pin noir de Corse, principalement sur les sols sableux (Nord de la Meuse), ou en épicéa, principalement sur les argiles blanches de l'Ardenne.

En zone sablonneuse du Hainaut, des essais de mise en culture des landes (après éventuel drainage ou sous-solage, ainsi qu'une fertilisation) ont été réalisés au XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, avant d'être finalement abandonnés et plantés en pin sylvestre. Le caractère héliophile de cette essence a permis le développement d'un sous-bois conduisant à des forêts mixtes de bouleaux et de pins. Les mises à blanc ont quant à elles produit des faciès à bouleau. Dans ces zones autrefois cultivées, on note la présence de ronciers, voire de quelques espèces typiques de niveaux trophiques plus élevés. La présence de l'ortie dans certaines chenaies-boulaies acidiphiles sur sable indique quant à elle une eutrophie

récente et manifeste. Par ailleurs, le cerisier tardif, une espèce exotique envahissante qui a été introduite pour l'amélioration du sol et du biotope à des fins cynégétiques, se développe particulièrement bien sur sol sableux. D'autres espèces ligneuses exotiques, dont le chêne rouge d'Amérique, tendent également à manifester un caractère envahissant sur sable.

En Ardenne, les argiles blanches ont été drainées à grande échelle pour stabiliser les plantations résineuses et améliorer leur productivité. Le drainage a aussi homogénéisé et asséché le milieu, éliminant les variations spatiales d'humidité du sol, et a favorisé le développement de tapis continus de molinie. Après leur exploitation par mise à blanc, une partie de ces plantations ont été abandonnées et recolonisées par des faciès à bouleaux, floristiquement appauvris, dans lesquels les semis d'épicéas peuvent être nombreux et où domine largement la molinie.



2.4. Répartition géographique

L'habitat est peu répandu sur le territoire wallon en raison de la rareté relative de ses stations et surtout de leur historique.

En région limoneuse, les chênaies-boulaies à molinie résiduelles se trouvent essentiellement dans le bassin de la Haine et plus sporadiquement dans les zones sablonneuses du Brabant. Elles sont limitées, en Condroz, à quelques stations de plateau à sol hydromorphe (Ardenne condrusienne), et sont complètement absentes de Fagne-Famenne en raison du niveau trophique général trop élevé des sols de cette région, convenant davantage aux chênaies-charmaies.

L'Ardenne abrite quant à elle l'aire principale du *Trientalo-Quercetum* sur les « argiles blanches » des hauts plateaux humides et froids, mais l'histoire agropastorale et forestière de l'Ardenne a considérablement réduit son extension.

En Lorraine, l'habitat est très localisé, sur des sols sableux podzolisés aux environs d'Arlon.

2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Les chênaies-boulaies présentent des faciès qui peuvent porter à confusion avec des habitats voisins, en connexion topographique ou édaphique.

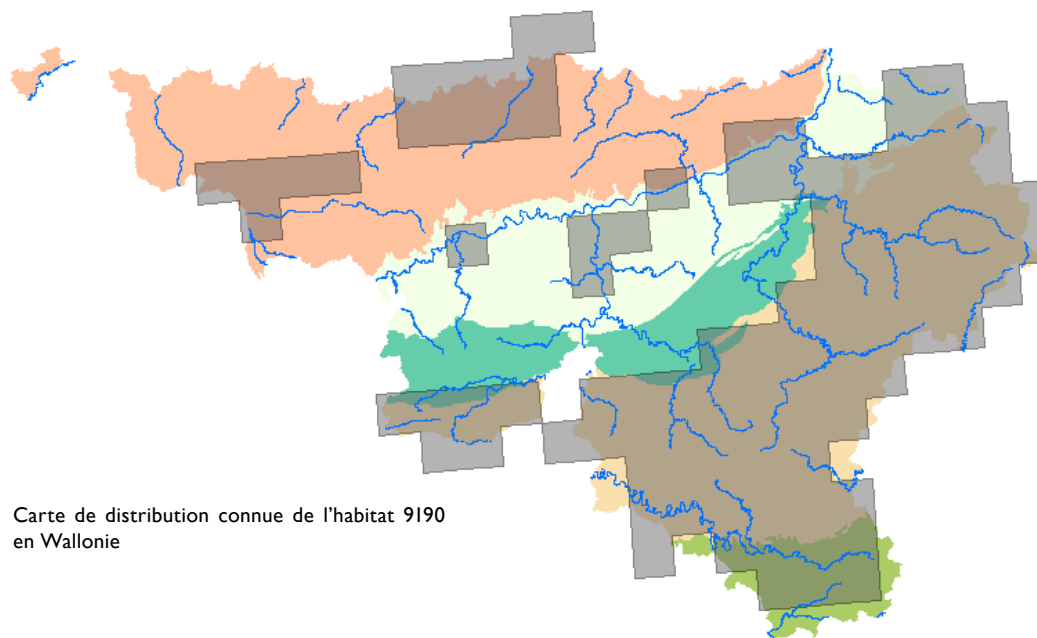
Les chênaies acidiphiles qui relèvent du métaclimax des hêtraies acidiphiles (HIC 9110 et 9120) présentent, dans certaines de leurs variantes, notamment les plus humides, une flore assez semblable à celle des chênaies-bou-

laies à molinie. La distinction entre les deux habitats qui forment un *continuum* repose alors essentiellement sur des bases pédologiques.

En Ardenne, les chênaies-boulaies de l'habitat 9190 occupent les sols à « argile blanche » bien caractérisés par leur horizon superficiel blanchi alors que les hêtraies potentielles du 9110 se trouvent sur des sols moins hydromorphes. L'abondance relative des espèces hygroclines peut également aider à la prise de décision, tandis que la présence d'espèces du groupe des sphaignes permet d'identifier sans ambiguïté les variantes les plus humides des chênaies-boulaies de l'habitat 9190.

Dans la région atlantique, notamment en Brabant, les chênaies-boulaies peuvent former une mosaïque spatiale avec les chênaies acidiphiles de l'habitat 9120. Il n'est par ailleurs pas toujours aisé de distinguer les deux habitats lorsque la molinie se développe sur d'anciennes landes reboisées ou à la suite de coupes ayant entraîné une remontée de la nappe phréatique. Dans certains cas, la dégradation des chênaies de l'habitat 9120 est telle que le phénomène peut s'avérer *quasi* irréversible et créer un habitat dont les caractéristiques floristiques sont celles des chênaies-boulaies à molinie.

Les chênaies-charmaies acidiclinales climatiques (HIC 9160) occupent également des stations humides. Elles ont une certaine similitude floristique avec les forêts relevant de l'habitat 9190, mais s'en distinguent par la présence d'espèces caractéristiques de sols plus riches, des groupes de l'anémone sylvie, de la circée de Paris ou de la violette de Rivin, tandis que la flore des chênaies-boulaies acidiphiles se limite *quasi* exclusivement aux groupes acidiphiles. La présence de plages de la molinie ou, dans les va-



Carte de distribution connue de l'habitat 9190 en Wallonie



© SPW

Îlots résiduels de l'habitat 9190 sur argiles blanches entourés de plantations d'épicéas

riantes les plus humides, de sphaignes sont également des éléments permettant de distinguer les chênaies-boulaies à molinie.

Les faciès à bouleaux sont très fréquents pour l'habitat 9190. Il convient en particulier d'attirer l'attention sur les risques de confusion avec **les boulaies tourbeuses (HIC 91D0)**. Malgré des similitudes floristiques entre les deux habitats, les boulaies tourbeuses en bon état se distinguent nettement par leurs caractéristiques pédologiques (épaisseur de tourbe sur plusieurs dizaines de centimètres) et le recouvrement très important des sphaignes, mais la molinie peut y former des plages continues dans les stations dégradées par un abaissement de la nappe (drainage).

2.6. Dynamique de la végétation

La végétation climacique de l'habitat 9190 est constituée de peuplements de chêne (surtout pédonculé pour les variantes humides), accompagnés des bouleaux verruqueux ou pubescent, du sorbier des oiseaux et du peuplier tremble. Théoriquement, lorsque des trouées de grande taille surviennent, notamment lors des tempêtes, ces ouvertures sont colonisées par les espèces du groupe de l'épilobe en épi avec, en outre, de larges plages résiduelles des herbacées de l'habitat telles que la molinie et/ou la fougère-aigle qui peuvent bloquer temporairement le développement de la série progressive en raison de leur caractère très compétitif.



Colonisation d'une prairie humide par le saule à oreillettes (*Salix aurita*) en haute Ardenne



Dans les stations humides, la recolonisation ligneuse peut connaître un premier stade sous forme de fourrés, dominés par les saules cendré et à oreillettes et par la bourdaine. Mais très souvent, s'il n'y a pas de blocage par les tapis d'herbacées, les bouleaux participent dès le début à cette recolonisation arborée. Ils sont généralement accompagnés du sorbier des oiseleurs, voire du peuplier tremble, ainsi que de l'aulne glutineux dans les stations les plus humides. Théoriquement, le chêne finit par se réinstaller sous le couvert clair des essences colonisatrices, reformant des chênaies plus ou moins mélangées.

Dans les faits, l'action de l'homme a été déterminante. Ainsi, dans les milieux très oligotrophes qui caractérisent les chênaies-boulaies à molinie, la surexploitation du taillis et les prélèvements sélectifs ont été dommageables au chêne et les bouleaux ont alors dominé les peuplements.

Par ailleurs, la grande majorité des stations ardennaises des chênaies-boulaies ont été converties en landes humides (HIC 4010) par le passé. Ces landes, une fois abandonnées, sont susceptibles de revenir vers l'habitat 9190 par l'intermédiaire d'une recolonisation des saules arbustifs ou des bouleaux.

La plupart des stations correspondant aux chênaies-boulaies à molinie ont toutefois été plantées en pin sylvestre ou en épicéa avec le creusement d'un réseau de drains (fossés et collecteurs, dont certains sont devenus des ruisseaux) dans les variantes humides. À l'heure actuelle, dans le cas d'un abandon de la sylviculture résineuse, après la mise à blanc qui a produit temporairement une végétation des coupes, on peut observer le développement d'une ptéridaie ou d'une lande dégradée à

molinie selon les conditions de la coupe (âge des résineux, niveau d'humidité du sol...). Ces zones sont ensuite recolonisées par des fourrés de saules (dans les stations les plus humides) ou directement par une boulaie mélangée, tandis que les chênes y sont le plus souvent absents ou très disséminés, à la fois en raison de leur faible capacité de dispersion et de leur forte apétence pour le gibier. L'épicéa peut aussi recoloniser les coupes lorsque des semenciers sont présents à proximité.

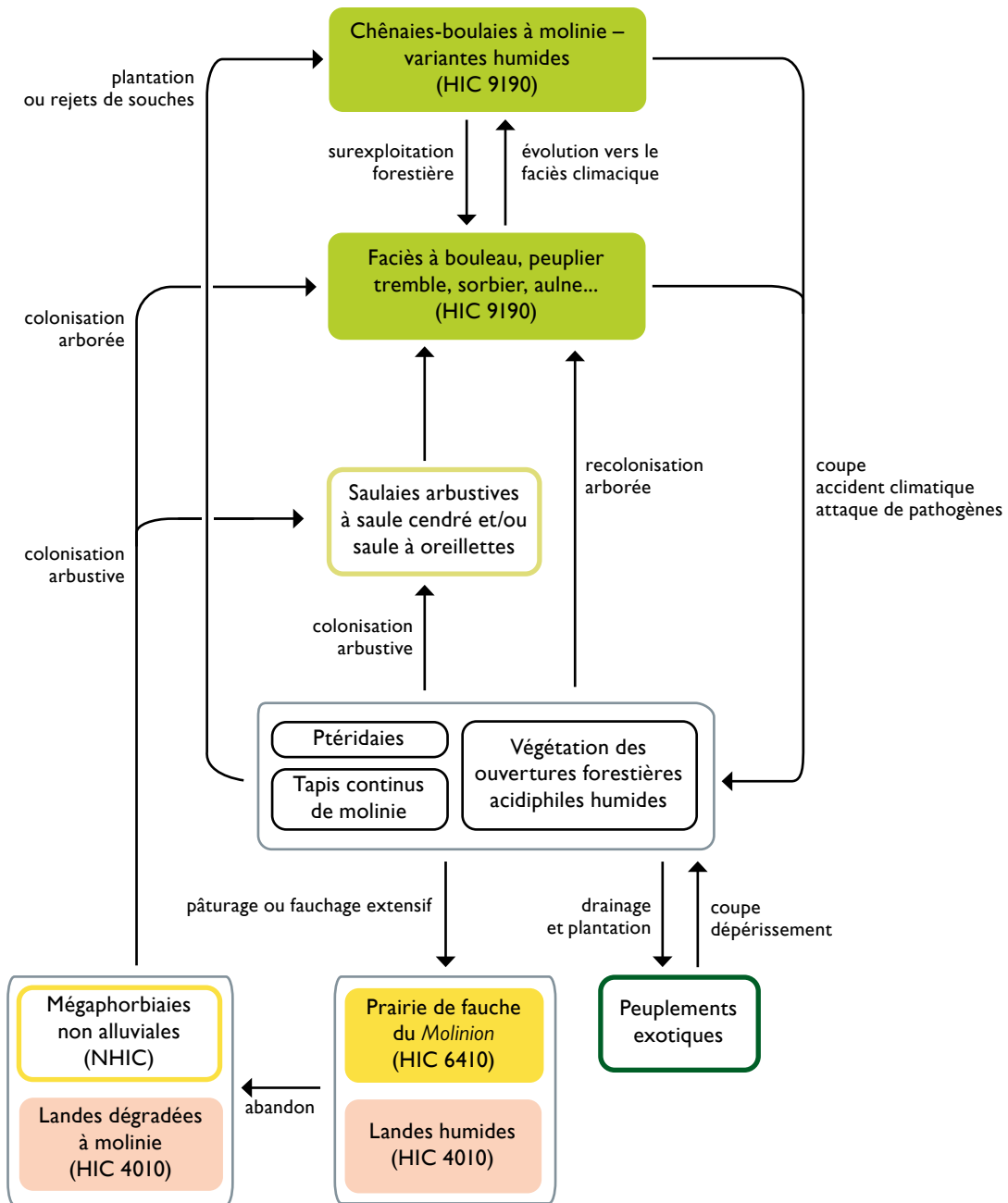
Parmi les dynamiques liées aux activités anthropiques, le drainage des boulaies tourbeuses (HIC 91D0), en modifiant le régime hydrique du sol, dégrade la tourbe et limite le développement des sphaignes. On voit alors se développer une flore moins hygrophile, analogue à celle de l'habitat 9190 sur argile blanche (*Trientalo-Quercetum*).



© Lionel Vrbail

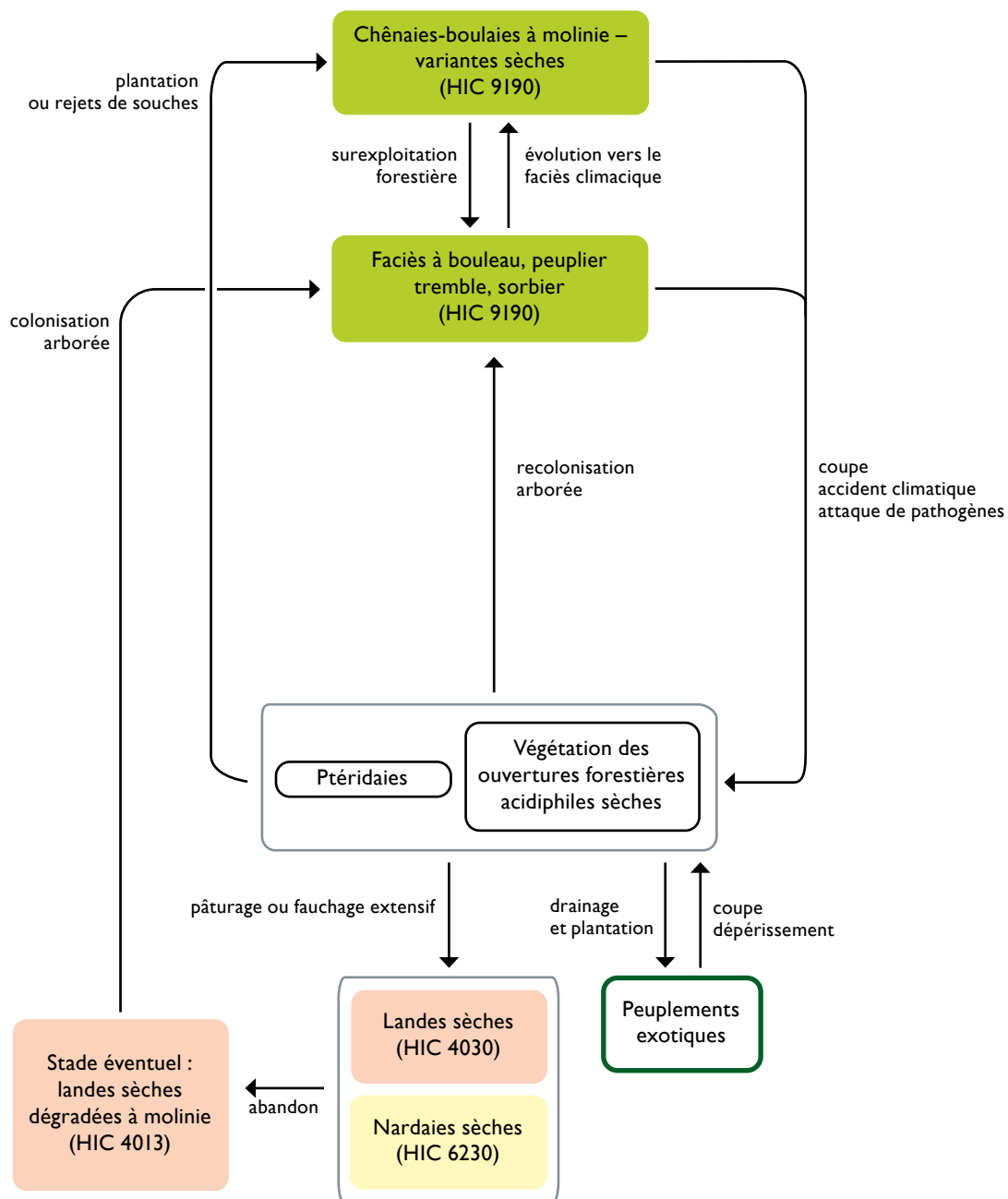
Boulaie de recolonisation d'une ancienne pineraie sur podzol humide dans le bassin de la Haine

Dynamique des chênaies-boulaies à molinie (variante humide)





Dynamique des chênaies-boulaies à molinie (variante sèche)







Les boulaies tourbeuses (91D0*)

La description de l'habitat 91D0, de ses diverses variantes, de sa composition floristique, de sa répartition géographique et de sa dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984) et sur les travaux de Noirfalise, Dethioux et De Zuttere (1971), ainsi que sur les publications des auteurs suivants : Bensettiti *et al.* 2001 ; Catteau *et al.* 2009 ; Noirfalise & Sougneux 1961. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg - Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

En Wallonie, les tourbières boisées ne sont représentées que par la boulaie tourbeuse à sphaignes (*Vaccinio-Betuletum*), qui se développe sur des sols tourbeux d'épaisseur variable, principalement en Ardenne.

I.2. Correspondances entre les typologies

PAL. CLASS. (CORINE) : 44.A1 - boulaies tourbeuses
 EUNIS : G1.51 - boulaies à sphaigne
 WALEUNIS : G1.51 - boulaies tourbeuses
 Syntaxonomie : *Vaccinio-Betuletum*

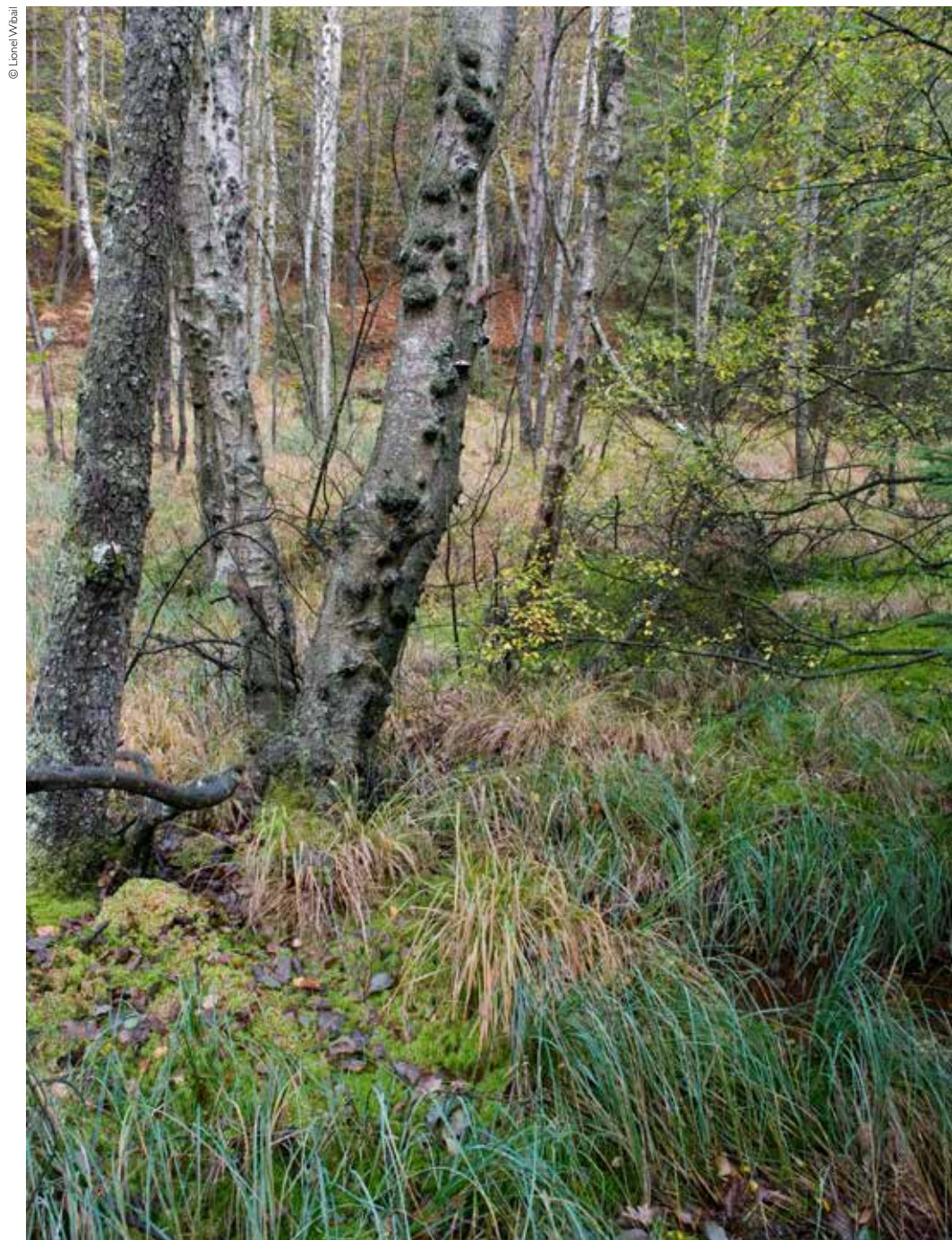
2 | Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

Les boulaies tourbeuses du *Vaccinio-Betuletum* forment des forêts claires, peu élevées (généralement < 15 m), parsemées de trouées. Elles sont installées sur des sols tourbeux et très acides (pH de 3,5 à 5,5), baignés par une eau pauvre en éléments nutritifs. L'épaisseur de tourbe est variable, allant de quelques dizaines de centimètres jusqu'à plus d'un mètre.

L'habitat présente dans sa forme la plus typique un caractère boréal accusé. Il est majoritairement situé sur les hauts plateaux de l'Ardenne, bien que la Lorraine en abrite également des surfaces non négligeables, et qu'il puisse apparaître très sporadiquement en région limoneuse et en Ardenne condrusienne, à la faveur de suintements d'eaux très acides.

Le peuplement est dominé par le bouleau pubescent, souvent accompagné du bouleau verruqueux et, parfois, d'essences minérotrophes (aulne glutineux, sorbier des oiseaux). Dans la plupart des cas, la structure verticale est peu développée : bourdaine, saules cendré et à oreillettes composent la strate arbustive et ces saules peuvent former de petits massifs clairsemés au sein de l'habitat.



© Lionel Wabail

Boulaie tourbeuse dans la vallée de la Lienne



Des espèces boréales des groupes de la molinie et des sphaignes constituent l'essentiel de la strate herbacée. On y retrouve notamment diverses éricacées du genre *Vaccinium*. Dans les faciès non dégradés par le drainage, la strate muscinale a un recouvrement pratiquement complet, caractéristique de l'habitat, et est dominée par les sphaignes, auxquelles s'associe fréquemment le polytric commun (*Polytrichum uliginosum*). L'habitat abrite également, selon les variantes, des espèces transgressives des milieux ouverts dont les boulaies tourbeuses constituent le terme de la série évolutive : landes tourbeuses (HIC 4010), tourbières hautes plus ou moins dégradées (HIC 7110 et 7120) ou bas-marais acides.

Au siècle passé, les tentatives de rentabilisation des grands massifs tourbeux ont transformé en pessières une partie des zones potentielles de développement de la boulaie tourbeuse. Les modifications de régime hydrique liées au creusement des drains ont par ailleurs généré un développement excessif de la molinie et une banalisation de la flore. Les projets récents de restauration des zones tourbeuses financés au travers de projets LIFE, cofinancés par l'Union Européenne et la Wallonie, ont visé notamment la restauration de l'habitat 91D0 sur les différents hauts plateaux ardennais (« méta-projet » de restauration des tourbières de haute Ardenne²³).

(23) <http://biodiversite.wallonie.be/fr/meta-projet-life-de-restauration-des-tourbieres-de-haute-ardenne>

2.2. Espèces diagnostiques

La flore ligneuse des boulaies tourbeuses est très pauvre, tant la contrainte édaphique est déterminante (tableau 15).

La flore vasculaire est peu diversifiée, au contraire de la flore bryophytique, mais toutes deux présentent une série d'espèces d'intérêt patrimonial confinées aux milieux tourbeux. Elles sont caractérisées avant tout par les sphaignes (*S. fallax*, *S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. palustre*), qui atteignent un recouvrement très important dans toutes les variantes non dégradées de l'habitat, et qu'accompagnent les espèces de leur groupe écologique (notamment *Carex rostrata*, *Eriophorum* sp., *Polytrichum uliginosum*, *Vaccinium uliginosum*). Les espèces acidiphiles des groupes de la myrtille et de la molinie sont également fréquentes : *Calluna vulgaris*, *Luzula sylvatica* (variantes sourceuses), et en particulier *Vaccinium myrtillus* et *Molinia caerulea* ; cette dernière, naturellement présente dans l'habitat, peut former des tapis continus dans les stations à régime hydrique dégradé. Plus rare, *Trientalis europaea* apparaît dans les stations des hauts plateaux ardennais.

TABLEAU 15 Espèces ligneuses des boulaies tourbeuses

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>	Bourdaine	<i>Frangula alnus</i>
Bouleau pubescent	<i>Betula pubescens</i>	Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Saule à oreillettes	<i>Salix aurita</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>		

caractères gras : espèces fréquemment (co-)dominantes



Espèces appartenant au groupe des sphaignes

- 1** Myrtille des loups (*Vaccinium uliginosum*) © Lionel Wibail
- 2** Laîche à bec (*Carex rostrata*) © Lionel Wibail
- 3** Linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) © Lionel Wibail
- 4** Sphaigne des marais (*Sphagnum palustre*) © Annick Pironet



**Espèces des milieux ouverts transgressant dans les
boulaies tourbeuses**

- 1 Narthécie des marais (*Narthecium ossifragum*)
- 2 Canneberge (*Vaccinium oxycoccos*)
- 3 Jonc à tépales aigus (*Juncus acutiflorus*)
- 4 Laïche noire (*Carex nigra*)
- 5 Laïche étoilée (*Carex echinata*)
- 6 Bruyère quaternée (*Erica tetralix*)
- 7 Sphaigne rougeâtre (*Sphagnum rubellum*)

Toutes les photos © Lionel W/bail



Des intrusions d'espèces des groupes acidiphiles de la luzule blanche, de la germandrée scorodaine et des groupes hygroclines de la fougère femelle et des dyroptéris sont également possibles. Parmi les espèces les plus fréquentes de ces quatre groupes dans les boulaies tourbeuses, on peut citer *A. filix-femina*, *Dryopteris carthusiana*, *Holcus mollis* et *Pteridium aquilinum*.

Enfin, des éléments d'une flore relevant davantage de milieux ouverts tourbeux ou paratourbeux peuvent se développer au sein des boulaies selon le milieu ouvert auquel elles correspondent, par exemple *Carex echinata*, *C. nigra*, *Empetrum nigrum*, *Erica tetralix*, *Juncus acutiflorus*, *Narthecium ossifragum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum magellanicum* ou *Vaccinium oxycoccos*.

2.3. Variabilité de l'habitat

La boulaie tourbeuse possède une forte identité et apparaît comme un ensemble très homogène quant à ses caractéristiques abiotiques et floristiques. Noirfalise (1984) y a toutefois distingué trois variantes définies selon l'épaisseur de la couche de tourbe et l'oligotrophie qui lui est liée.

La variante typique (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis typicum*) occupe des tourbes d'épaisseur variable et correspond au boisement naturel de bas-marais acides, de jonchaies acutiflores et de landes tourbeuses.

La variante sourceuse à aulne glutineux (*V.-B. alnetosum*) se rencontre dans les zones de suintement très acides, avec une faible épaisseur de tourbe (parfois seulement 10 cm). Les

© Lionel Witail



Variante à linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) sur tourbe épaisse en Haute Ardenne

© Lionel Witail



Variante sourceuse avec la prêle des bois (*Equisetum sylvaticum*) en Condroz



stations connues de boulaies tourbeuses situées en région limoneuse et en Condroz sont toutes incluses dans cette variante. Les venues aquifères des milieux environnants apportent des éléments minéraux et compensent dans une certaine mesure l'oligotrophie naturelle de la tourbe, permettant un meilleur développement d'espèces minérotrophes, telles *Dryopteris dilatata*, *Equisetum sylvaticum*, *Lysimachia vulgaris*, *Oxalis acetosella*, *Polygonatum verticillatum*, *Succisa pratensis* ainsi que *Calamagrostis canescens*. La boulaie tourbeuse à aulne glutineux représente une forme de transition vers l'aulnaie à sphaignes du *Carici laevigatae-Alnetum* (habitat de grand intérêt patrimonial non repris à l'annexe I de la Directive Habitats).

La variante occupant les tourbes très épaisses (*V.-B. eriophoretosum*) correspond au stade de boisement de tourbières hautes dont l'activité turfigène s'est ralentie ou a été arrêtée. Elle se distingue par la *quasi* absence d'espèces minérotrophes et par la présence d'espèces de tourbières hautes : *Empetrum nigrum*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Polytrichum strictum* ou *Sphagnum magellanicum*.

Les faciès sylvoles sont presque inexistantes en boulaie tourbeuse car la forte sélectivité du sol tourbeux et sa faible productivité n'ont jamais permis d'envisager la sylviculture de ses essences constitutives, que ce soit en taillis, taillis sous futaie ou futaie. Par contre, les perturbations du régime hydrique par drainage des milieux tourbeux et les incendies provoquent un envahissement par la molinie et une banalisation de la flore, surtout au détriment des espèces typiques relevant du groupe des sphaignes. Cette évolution peut mener à des faciès dégradés dont la composition floristique tend vers celle des chênaies-boulaies à molinie de l'habitat 9190.

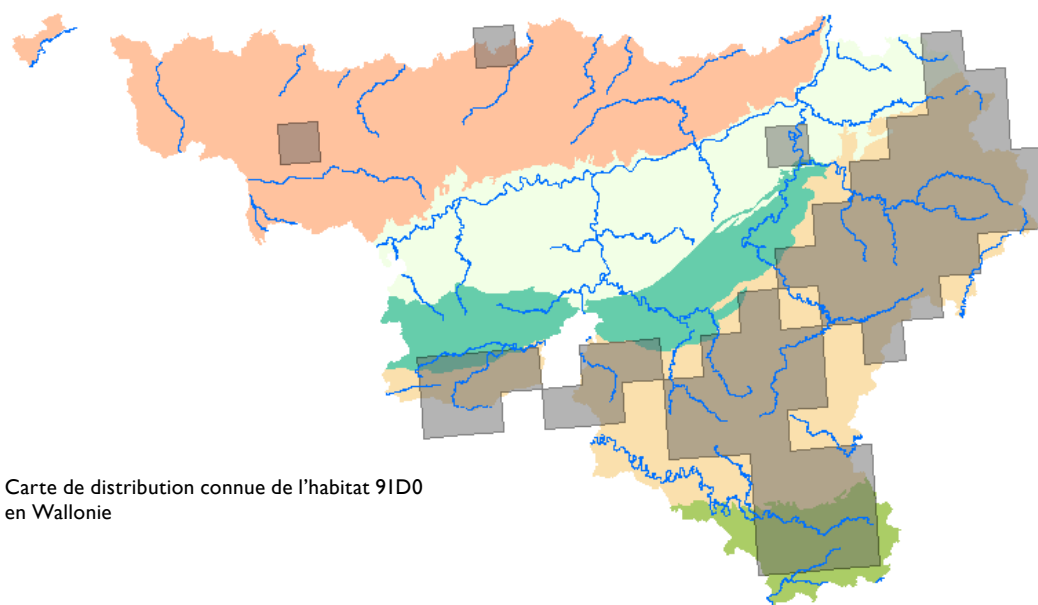
2.4. Répartition géographique

En région limoneuse, la plupart des milieux forestiers présentant des plages de sphaignes ne correspondent pas à l'habitat 91D0 mais sont à rattacher aux aulnaies du *Carici laevigatae-Alnetum*. Elles abritent en effet des espèces plus minérotrophes des groupes de la dorine à feuilles opposées, du cirse des marais, de la reine-des-prés ou du populage des marais. Les stations relictuelles des boulaies tourbeuses sont quant à elles très rares, peu étendues et limitées à quelques suintements acides du bassin de la Haine et du Brabant. Elles relèvent des variantes sourceuses et leur cortège floristique est dépourvu des espèces à caractère continental.

En Condroz également, les quelques éléments de l'habitat 91D0 relèvent aussi de ses variantes sourceuses, sont très rares et liés à quelques stations sourceuses de l'Ardenne condrusienne.

Le niveau trophique général trop élevé des sols explique l'absence de l'habitat en Fagne-Famenne, les zones marécageuses étant uniquement occupées par les aulnaies de l'*Alnion glutinosae*.

L'Ardenne, et particulièrement la haute Ardenne, constitue l'aire de distribution principale de l'habitat en Wallonie. Toutes les variantes de l'habitat s'y retrouvent, majoritairement sur les hauts plateaux de la Croix-Saille, de Saint-Hubert, du Plateau des Tailles et des Hautes Fagnes. L'habitat y reste malgré tout rare en raison des conditions abiotiques très particulières qui conditionnent sa présence et des dégradations anthropiques passées (enrésinement, drainage).



Carte de distribution connue de l'habitat 91D0
en Wallonie



Boulaie tourbeuse (au centre) dans la réserve naturelle domaniale du Rouge Ponceau à Tenneville



Boulaie tourbeuse dans le bois de Baudour



En Lorraine, les zones tourbeuses et paratourbeuses du Marais du Landbruch abritent plusieurs dizaines d'hectares de boulaies tourbeuses. On en retrouve par ailleurs des éléments de plus petite taille dans diverses stations lorraines, notamment dans des zones ayant connu une acidification par rehaussement de la couche de tourbe au sein de bas-marais alcalins (HIC 7230).

2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Les confusions peuvent avoir lieu au niveau des faciès de transition formant un *continuum* écologique avec d'autres habitats des sols très humides. Ainsi, **les faciès à bouleau des chênaies-boulaies à molinie (HIC 9190)** présentent, dans leurs variantes humides, de nombreuses espèces communes avec les boulaies tourbeuses du *Vaccinio-Betuletum*, telles la molinie, le polytric commun, la trientale ou la myrtille commune. Les sphaignes peuvent également s'y développer, mais pas au point de former les tapis pratiquement continus typiques des boulaies tourbeuses. Cependant, lorsque ces dernières connaissent une perturbation importante de leur régime hydrique, leur flore se banalise, la molinie recouvre le tapis de sphaignes et celui-ci peut se réduire nettement. Dans les zones humides ardennaises dégradées et homogénéisées par le drainage, la flore des boulaies tourbeuses devient alors difficilement discernable de celle des boulaies relevant de l'habitat 9190. L'habitat relève davantage de la boulaie tourbeuse si l'épaisseur de tourbe atteint plusieurs dizaines de centimètres.

Les aulnaies marécageuses acidiphiles du *Carici laevigatae-Alnetum* (non HIC) peuvent être dominées par un mélange

d'aulne glutineux et de bouleaux, tout comme la variante sourceuse des boulaies tourbeuses. Si l'aulnaie acidiphile peut également occuper un sol organique d'une certaine épaisseur (jusqu'à 30 cm) et présenter des populations importantes de molinie et de sphaignes, elle se distingue par une meilleure représentation des espèces minérotrophes (fougères, certaines laïches, groupes de la dorine à feuilles opposées, du cirse des marais ou de populage des marais). Des aulnaies-boulaies aux caractéristiques intermédiaires constituent un complexe de transition entre les deux habitats.

2.6. Dynamique de la végétation

La dynamique naturelle des boulaies tourbeuses est étroitement liée à celle de la nappe phréatique qui permet son développement. Si le niveau de la nappe monte, les bouleaux dépérissent et l'habitat évolue vers des tourbières hautes actives (HIC 7110). À l'inverse, si la boulaie, par son ombrage, ses retombées de litière et sa consommation d'eau, mène à une dégradation de la tourbe lorsque celle-ci est peu épaisse, une chênaie-boulaie humide (HIC 9190) est susceptible de se développer.

Mais les dynamiques ayant le plus marqué l'habitat sur le territoire wallon sont le fait d'activités humaines : exploitation de la tourbe, pâturage, puis drainage et enrésinement par l'épicéa. Ces activités ont profondément affecté le fonctionnement des boulaies tourbeuses et réduit l'épaisseur de la tourbe par minéralisation.

Le déboisement mène, selon l'épaisseur de la tourbe et l'intensité de la perturbation du régime hydrique, au développement de landes humides (HIC 4010), de tourbières dégradées (HIC 7120), ou de bas-marais acides. Ces



derniers peuvent à leur tour évoluer par ombrotrophisation (processus naturel très lent) vers les tourbières de transition (HIC 7140) puis les tourbières hautes actives (HIC 7110).

La politique forestière actuelle prône l'abandon total de la production de bois sur les zones tourbeuses, en raison de leur faible productivité, des difficultés d'exploitation et de leur haute valeur conservatoire. De nombreuses mises à blanc d'épicéas sur sol tourbeux ont dès lors créé des opportunités de relance de la dynamique des milieux tourbeux, y compris les boulaies. Quand l'épaisseur de tourbe et l'humidité sont encore suffisantes, la boulaie tourbeuse peut se reconstituer par semis na-

turel. Par contre, si le niveau de la nappe a été fortement abaissé par le drainage, les mises à blanc évoluent plutôt vers une forme dégradée de l'habitat, dont la flore dominée par la molinie est similaire à celle de la chênaie-boulaie humide (HIC 9190). La reconstitution progressive de la flore typique et du fonctionnement naturel de l'habitat nécessite alors une restauration du régime hydrique (bouchage de drains).

Un stade intermédiaire de saulaie marécageuse à saule cendré et saule à oreillettes peut précéder l'installation de la boulaie ou coexister en mosaïque avec celle-ci.



© Lionel Wibail

Régénération naturelle de bouleau dans une tourbière haute en voie d'assèchement



© Lionel Wibail



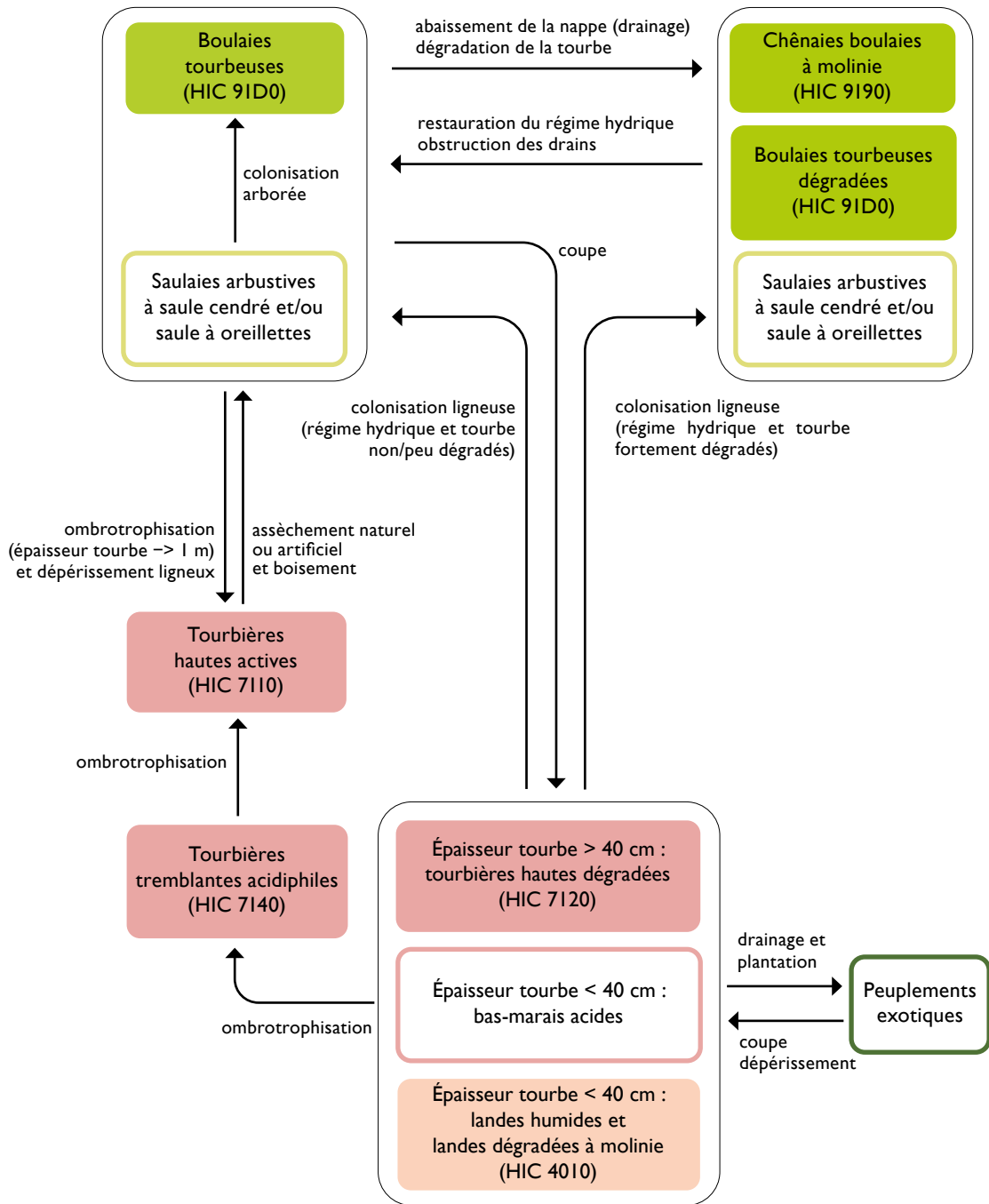
Colonisation par le saule à oreillettes (*Salix aurita*) sur substrat tourbeux (Hautes Fagnes)

© Lionel Wibail



Extension de la molinie (*Molinia caerulea*) dans une boulaie tourbeuse à régime hydrique perturbé

Dynamique des boulaies tourbeuses







Les forêts alluviales (91E0*, 91F0)

La description des habitats 91E0 et 91F0, de leurs diverses variantes, de leur composition floristique, de leur répartition géographique et de leur dynamique se basent sur la synthèse de Noirfalise (1984), sur les travaux de Noirfalise et Sougnez (1961) et sur la typologie WALEUNIS, ainsi que sur les publications des auteurs suivants : Bensettiti *et al.* 2001 ; Claessens *et al.* 2007 ; Durwael *et al.* 2000 ; Lebrun *et al.* 1954 ; Noirfalise 1952 ; Rameau *et al.* 2000 ; Saintenoy-Simon & Duvigneaud 1994 ; Wibail *et al.* 2014. Elle se base également sur l'expérience de terrain et sur les données récoltées par les équipes du DEMNA et de l'ULg – Gembloux Agro-Bio Tech.

I | Définitions

I.1. Déclinaison wallonne de l'habitat

L'habitat 91E0 regroupe des formations forestières occupant les berges et terrasses alluviales des cours d'eau périodiquement inondées par les crues. En Wallonie, il est représenté par trois types d'aulnaies-frênaies (forêts alluviales dites « à bois dur ») et deux types de saulaies alluviales (forêts alluviales dites « à bois tendre »). Les termes d'« aulnaies-frênaies », de « frênaies » et de « saulaies » sont utilisés pour désigner ces variantes parce qu'ils en représentent les faciès les plus fréquents ou typiques, mais ne doivent pas être interprétés au sens strict en termes de composition ligneuse de l'habitat.

L'habitat 91F0 correspond quant à lui aux forêts fluviales, circonscrites pour la Wallonie à

quelques stations résiduelles dans la vallée de la Meuse. Il est traité dans la même fiche puisque ses caractéristiques stationnelles et floristiques sont pratiquement communes avec une des variantes de l'habitat 91E0, l'association phytosociologique de l'*Ulmo-Fraxinetum*.

Les habitats 91E0 et 91F0 englobent toutes les forêts indigènes de leur métaclimax, y compris les faciès pionniers à bouleau, peuplier tremble et saules. Ils incluent également dans leur définition les cordons rivulaires constitués d'essences indigènes en milieu ouvert.

I.2. Correspondances entre les typologies

Frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources
PAL. CLASS. (CORINE) : 44.31 - aulnaies-frênaies rivulaires

EUNIS : G1.211 - frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources

WALEUNIS : G1.211 - frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources

Syntaxonomie : *Carici remotae-Fraxinetum*

Aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides

PAL. CLASS. (CORINE) : 44.3211 - aulnaies-frênaies à stellaire

EUNIS : G1.212 - frênaies-aulnaies des cours d'eau rapides

WALEUNIS : G1.212 - aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides

Syntaxonomie : *Stellario-Alnetum*

Frênaies alluviales des cours d'eau lents

PAL. CLASS. (CORINE) : 44.33 - aulnaies-frênaies des rivières lentes ; 44.42 - fo-



rêts fluviales résiduelles

EUNIS : G1.2132 - frênaies-aulnaies à hautes herbes ouest-européennes

WALEUNIS : G1.213 - frênaies-aulnaies des cours d'eau lents

Syntaxonomie : *Ulmo-Fraxinetum*, *Aegopodio-Fraxinetum* Noirfalise & Sougnez 1961

Saulaies blanches

PAL. CLASS. (CORINE) : 44.131 - saulaies blanches ouest-européennes

EUNIS : G1.1111 - saulaies blanches ouest-européennes

WALEUNIS : G1.111 - saulaies alluviales

Syntaxonomie : *Salicetum albae*

Saulaies riveraines arbustives

PAL. CLASS. (CORINE) : 44.121 - saussaies à saule amandier et saule des vanniers

EUNIS : F9.121 - saussaies à saule amandier et saule des vanniers

WALEUNIS : F9.12 - saussaies riveraines

Syntaxonomie : *Salicetum triandro-viminalis*

La typologie WALEUNIS distingue en outre les cordons rivulaires en milieu ouvert

WALEUNIS : G5.1aa - cordons rivulaires résiduels en milieu ouvert

2 | Caractéristiques diagnostiques de l'habitat

2.1. Structure, physionomie générale, description générale

Les sols de l'habitat 91E0 sont souvent profonds, constitués d'alluvions de textures diverses (gravier, sable, limon, argile) et de nature dépendant de la lithologie dominante du bassin amont (calcaire, siliceuse, limoneuse, marneuse). Bien aérés en surface durant la saison de végétation, ils sont aussi constamment alimentés en eau par la nappe phréatique alluviale. Ces conditions particulières, très favorables à la minéralisation des litières et à la nitrification, produisent un sol à humus de type mull eutrophe avec un très bon

© Lionel Wibal



Forêt alluviale en période de crue



équilibre chimique. Il présente un horizon gleyifié (trempé en permanence et de couleur bleu-gris) au niveau de l'étiage de la nappe, surmonté d'un pseudogley (horizon à engorgement temporaire présentant des taches de rouille) dans sa zone de battement.

La flore est avant tout hygro-neutro-nitrophile, traduisant l'excellente fertilité de ces sols, à la fois riches et bien alimentés en eau, avec des horizons de surface bien aérés (contrairement aux marais où se développent les aulnaies marécageuses de l'*Alnion glutinosae*).

La périodicité des inondations et la profondeur d'abaissement de la nappe à l'étiage varient considérablement en fonction de la position de l'habitat dans le lit majeur (berge, terrasse, dépression marginale) et du type de cours d'eau (largeur, débit, régime hydrologique) auquel est associée la forêt alluviale. Ces paramètres définissent les différentes associations phytosociologiques présentées ci-dessous, qui forment ensemble l'habitat d'intérêt communautaire « forêt alluviale ».

2.1.1. Les frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources

Les frênaies-aulnaies des ruisseaux et des sources sont des habitats le plus souvent linéaires qui longent les petits ruisseaux depuis leur source, occupant leurs étroites banquettes au sol humide tout au long de l'année, avec un étiage faible mais suffisant pour offrir de bonnes conditions d'aération dans l'horizon humifère (humus de type hydro-mull). Il est fréquent que l'habitat présente un caractère discontinu le long d'un même ruisseau, en raison de variations topographiques et pédologiques.

La flore ligneuse est principalement constituée d'alignements d'aulne glutineux et de frêne en proportions variables selon la richesse du substrat, tandis que le coudrier domine le sous-bois lorsqu'il est développé. La strate herbacée se caractérise par la présence de diverses espèces du groupe fontinal de la dorine à feuilles opposées, notamment des laïches (*Carex* sp.). En plus de ce groupe, la végétation est diversifiée et présente un caractère neutrocline à neutrophile, mésophile à hygrophile, et souvent nitrophile. Ce type d'habitat peut être observé dans l'ensemble des régions naturelles.

2.1.2. Les aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides

Les aulnaies-frênaies du *Stellario-Alnetum* se développent sur les terrasses alluviales des rivières et des gros ruisseaux à eaux vives. Elles sont assez fréquemment mais brièvement inondées lors des crues. La nappe d'eau circule en permanence dans les alluvions, avec un battement allant de quelques dizaines de cm à un mètre. Ces forêts forment des galeries plus ou moins larges, en fonction du développement de la terrasse et de l'action anthropique sur le milieu. Elles peuvent ainsi être réduites à des cordons feuillus longeant les berges dans les fonds de vallées enrésinés, en peupleraie ou en milieu prairial (avec un cortège floristique moins typique dans ce dernier cas).

La strate arborescente est naturellement dominée par l'aulne glutineux et le frêne, parfois accompagnés de l'érable sycomore et du saule blanc, voire de l'érable plane. La composition arbustive, généralement dominée par le coudrier, peut être très diversifiée. Le groupe alluvial de la stellaire des bois est fré-



© Lionel Wbail



Forêt alluviale des ruisselets et des sources (*Carici remotae-Fraxinetum*)

© Lionel Wbail



Forêt alluviale des cours d'eau rapides (*Stellario-Alnetum*)



Forêt alluviale des cours d'eau lents (*Ulmo-Fraxinetum*)



Forêt fluviale résiduelle sur une île de la Meuse



quent dans une strate herbacée par ailleurs bien développée et elle aussi diversifiée. On y retrouve ainsi, selon les variantes trophiques de l'habitat, de nombreux groupes forestiers, mésophiles à hygrophiles, neutro-acidiclines à neutrophiles, nitroclines et nitrophiles. Les géophytes peuvent y former d'imposants tapis au printemps, tandis que les hautes herbes dominant en été.

Ces aulnaies-frênaies sont présentes dans la plupart des régions naturelles, mais leurs éléments les plus représentatifs sont développés en région continentale.

2.1.3. Les frênaies alluviales des cours d'eau lents

Cette variante reprend les forêts riveraines des terrasses hautes des grosses rivières à cours d'eau lent et régulier relevant de l'association végétale de l'*Ulmo-Fraxinetum*. Elle comprend également les forêts alluviales longeant des cours d'eau de moindre importance occupant des terrasses plus basses et plus humides, essentiellement en région limoneuse. Les sols sont de texture généralement légère, inondés uniquement lors des crues exceptionnelles (certaines stations pouvant naturellement connaître plusieurs années sans inondation). Ils sont dès lors profonds, fertiles et bien drainés pendant la période de végétation ; l'humus y est de type eu-mull. Les conditions de fertilité exceptionnelles sont responsables de la haute productivité de ces forêts.

Dans des conditions naturelles, le peuplement est dominé par le frêne accompagné des érables sycomore et plane, de l'aulne glutineux, des ormes lisse (rare) et champêtre et du chêne pédonculé. Les strates arbustive et herbacée sont particulièrement bien dévelop-

pées et potentiellement diversifiées, abritant des éléments du groupe alluvial de la cardère velue, ainsi que des plantes mésophiles neutroclines à neutrophiles et certains éléments hygroclicines et hygrophiles. Les espèces nitrophiles sont abondamment représentées et peuvent dominer complètement la strate herbacée en été.

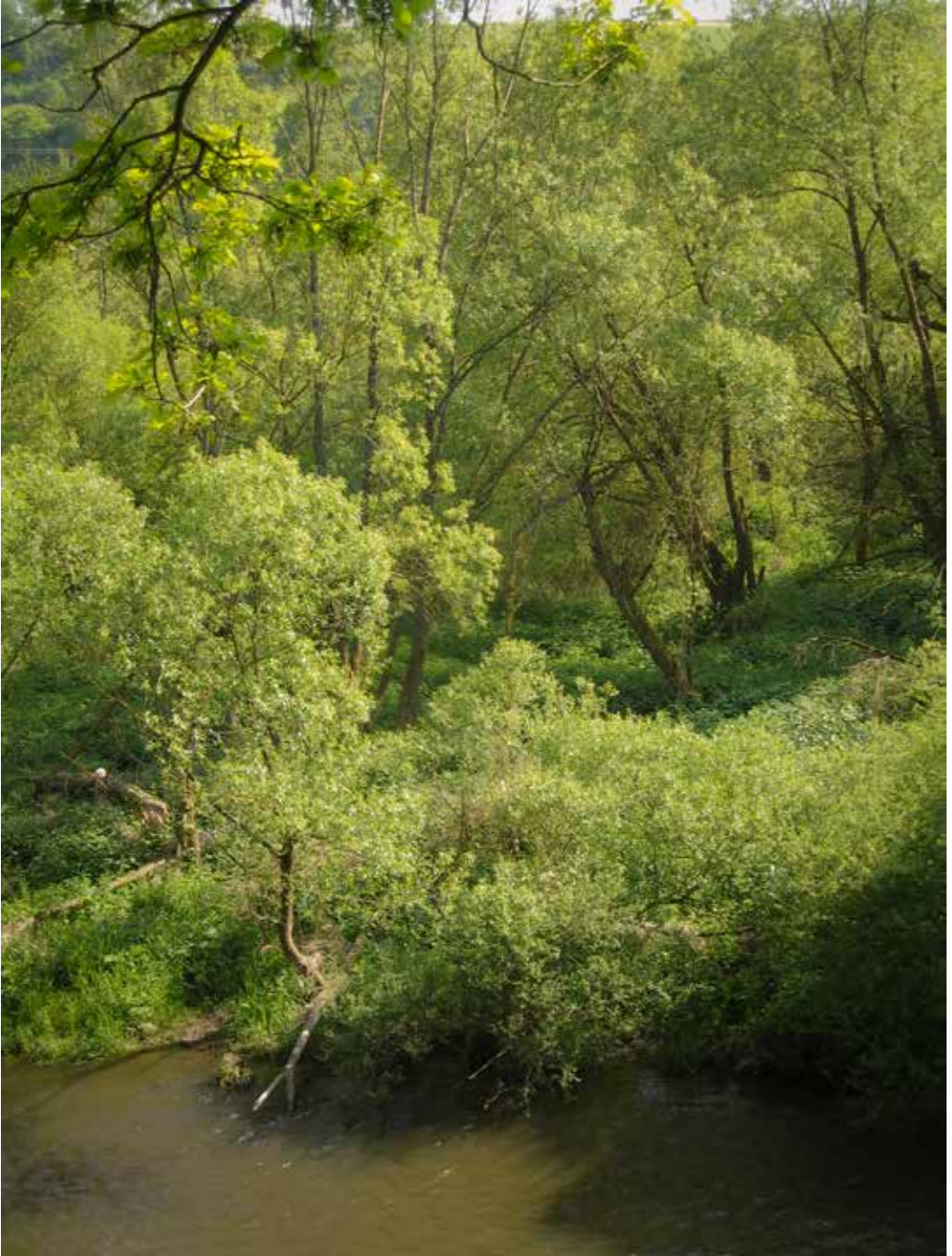
Sur le territoire wallon, les frênaies des cours d'eau lents relèvent de l'habitat 91E0, sauf sur les terrasses et les îles de la vallée de la Meuse où il correspond à l'habitat 91F0 (forêts riveraines des grands fleuves), dont il constitue l'unique variante pour la Wallonie.

Il s'agit d'une des variantes de forêts alluviales qui a été la plus profondément dénaturée par l'endiguement et la rectification des cours d'eau.

2.1.4. Les saulaies blanches

Les saulaies incluses dans l'alliance du *Salicion albae* forment des galeries ou des îlots boisés en bordure des grandes rivières et des fleuves. Elles se développent en situation exposée au courant, sur des terrasses relativement basses et susceptibles de subir des inondations violentes et durables. La durée d'immersion est sensiblement plus élevée que pour les aulnaies-frênaies décrites précédemment. Le saule blanc y forme des peuplements qui peuvent atteindre jusqu'à 20 à 30 m de hauteur, avec une strate arbustive également constituée de saule fragile et d'un hybride naturel entre les saules blanc et fragile (*Salix x rubens*).

Cette variante de l'habitat 91E0 n'existe plus en Wallonie qu'au sein de quelques îlots résiduels sur des terrasses en pente douce, notamment le long de l'Ourthe. Elle y présente une flore herbacée largement nitrophile, mélangée



Saulaie blanche le long de l'Ourthe



à quelques éléments alluviaux et neutrophiles.

2.1.5. Les saulaies riveraines arbustives

Ces groupements buissonneux se développent sur les bancs d'alluvions et sur la partie basse des berges directement soumises à l'action des crues. Ils forment un habitat ligneux linéaire à la jonction entre les bancs d'alluvions et les terrasses alluviales plus développées. Ils atteignent 3 à 8 mètres de hauteur et sont composés de cordons de saules arbustifs enchevêtrés, garnis de lianes (*Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*). La strate herbacée, qui n'est la plupart du temps pas fermée, est hétérogène et essentiellement dominée par les espèces alluviales nitrophiles, avec quelques hautes herbes hygrophiles, des espèces de roselières et des espèces typiques des vases exondées (HIC 3270). On y retrouve également des représentants des groupes forestiers alluviaux et marécageux, et, dans le contexte anthropisé des forêts wallonnes, quelques espèces exotiques envahissantes.

La structure de cet habitat peut varier rapidement en raison de la dynamique liée aux inondations. Certaines espèces de saules peuvent former de grandes populations clonales par reproduction végétative.

L'association est tributaire d'eaux à charge minérale élevée.

2.6. Les groupements pionniers

L'habitat 91E0 inclut également dans sa définition les faciès de recolonisation de milieux ouverts abandonnés (mégaphorbiaies, coupes forestières et prairies), dominés par le bouleau verruqueux (plus rarement le bouleau pubescent) et le peuplier tremble. Ils peuvent aussi se présenter sous la forme de saulaies

mélangées comportant différentes espèces et hybrides de saules.

Il s'agit de saulaies transitoires précédant l'installation des essences à bois dur, et clairement distinctes des saulaies du *Salicetum albae* et du *Salicetum triandro-viminalis*, qui subissent de manière beaucoup plus fréquente et violente l'action des crues.

2.1.7. Les cordons rivulaires résiduels en milieu ouvert

Les sols fertiles des vallées ayant été largement défrichés, la majorité du linéaire des cours d'eau wallons coule désormais en milieu ouvert. Cependant, des cordons rivulaires plus ou moins étroits, à base d'aulne glutineux, de frêne et de saules ont fréquemment été conservés pour stabiliser les berges, pour assurer de l'ombre au bétail ou pour produire du bois (osier, piquets, bois de chauffage). Selon l'Inventaire des bandes riveraines de Wallonie, 60 % du linéaire des cours d'eau forme ainsi un réseau écologique de première importance, surtout lorsqu'il s'agit de zones non forestières.

En raison de cet intérêt, ces cordons rivulaires constitués d'essences indigènes relèvent également de l'habitat 91E0 (91F0 dans la vallée de la Meuse). À partir de la flore forestière herbacée résiduelle et des caractéristiques de la berge et de la terrasse, il est fréquemment possible de les rattacher aux différentes associations présentées précédemment. La flore alluviale forestière est néanmoins appauvrie dans la plupart des cas, avec un caractère nitrophile accusé, encore renforcé par les activités agricoles voisines et l'eutrophisation généralisée des cours d'eau.



© Lionel Wibail



Saulaie riveraine arbustive sur banc d'alluvions

© Lionel Wibail



Cordon rivulaire dans la vallée de l'Eau Blanche



Ainsi, le sureau noir et l'ortie y sont souvent très abondants, surtout le long des grosses rivières et particulièrement dans le bassin de l'Escaut. On y observe aussi une colonisation par les espèces issues des écosystèmes ouverts voisins (cultures, prairies, ourlets, zones rudérales...). La combinaison des perturbations anthropiques (travaux réalisés le long des berges), de l'éclaircissement et du transport par les crues favorisent en outre le développement d'espèces exotiques envahissantes, dont la balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) et les renouées asiatiques (*Fallopia* div. sp.)

Les cordons rivulaires constitués d'essences exotiques (ex. : peuplier, épicéa) ne sont pas considérés comme habitat d'intérêt communautaire.

2.2. Espèces diagnostiques

Le cortège ligneux des 3 types de forêts alluviales à bois dur (frênaies et aulnaies-frênaies) est repris dans le tableau 16. Les principales spécificités propres à chaque variante (fréquence, abondance des principales espèces) sont détaillées dans les textes descriptifs.

TABEAU 16 Espèces ligneuses des forêts alluviales à bois dur

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>	Aubépine à deux styles	<i>Crataegus laevigata</i>
Bouleau verruqueux	<i>Betula pendula</i>	Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	Bois joli (r)	<i>Daphne mezereum</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	Cassis (r)	<i>Ribes nigrum</i>
Érable champêtre (r)	<i>Acer campestre</i>	Cerisier à grappes*	<i>Prunus padus</i>
Érable plane	<i>Acer platanoides</i>	Chèvrefeuille	<i>Lonicera periclymenum</i>
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>
Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	Coudrier	<i>Corylus avellana</i>
Merisier (r)	<i>Prunus avium</i>	Églantier commun	<i>Rosa canina</i>
Orme champêtre	<i>Ulmus minor</i>	Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>
Orme des montagnes	<i>Ulmus glabra</i>	Groseille rouge	<i>Ribes rubrum</i>
Orme lisse (r)*	<i>Ulmus laevis</i>	Groseille à maquereau	<i>Ribes uva-crispa</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>	Pommier sauvage	<i>Malus sylvestris</i>
Saule blanc*	<i>Salix alba</i>	Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>
Saule des vanniers	<i>Salix viminalis</i>	Rosier des champs	<i>Rosa arvensis</i>
Saule fragile (r)*	<i>Salix fragilis</i>	Saule à trois étamines*	<i>Salix triandra</i>
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	Saule pourpre*	<i>Salix purpurea</i>
Tilleul à petites feuilles	<i>Tilia cordata</i>	Sureau à grappes	<i>Sambucus racemosa</i>
		Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>
		Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>

* : espèces du groupe alluvial de la stellaire des bois / (r) : espèces rares ou sporadiques dans l'habitat / **caractères gras** : espèces fréquemment (co-)dominantes



2.2.1. Les frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources

L'aulne glutineux et le frêne dominant les forêts alluviales des ruisselets et des sources. De nombreuses autres espèces ligneuses y trouvent néanmoins des conditions favorables à leur développement ; de plus, le caractère spatialement très étroit et parfois discontinu de l'habitat permet la coexistence intime avec des essences relevant davantage des milieux qui le bordent.

La strate herbacée est avant tout caractérisée par la présence d'espèces relevant du groupe de la dorine à feuilles opposées, en particulier *Cardamine amara*, *Cardamine pratensis*, *Carex remota* et *Chrysosplenium oppositifolium*. On peut également y retrouver quelques espèces du groupe de la stellaire des bois, dont *Impatiens noli-tangere* et *Rumex sanguineus*, ainsi que des populations parfois très abondantes de *Carex pendula*.

Le caractère humide des stations se traduit par la fréquence du groupe hygrophile de la reine-des-prés et des groupes hygroclines de la fougère femelle, de la circée de Paris et de la ficaire. Les variantes des sols les plus eutrophes abritent en outre la grande prêle et des espèces du groupe du cirse maraîcher.

Les espèces relevant de groupes mésophiles (ex. : *Carex sylvatica*, *Lamium galeobdolon*) et des groupes nitrophiles et nitroclines (ex. : *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica*) sont également assez abondantes.

Cette diversité floristique ne s'exprime néanmoins que très partiellement le long des ruisseaux encaissés ou bordés de peuplements sombres, ainsi que dans les stations les plus pauvres en éléments nutritifs, par exemple en Ardenne. Elle se limite alors au développement sporadique des espèces du groupe de la dorine à feuilles opposées.



© Lionel Wzbal

Les forêts alluviales peuvent former d'étroites galeries au sein de hêtraies et de chênaies



Espèces du groupe sourceux de la dorine à feuilles opposées

- 1 Laïche espacée (*Carex remota*)
- 2 Cardamine amère (*Cardamine amara*)
- 3 Cardamine des prés (*Cardamine pratensis*)
- 4 Menthe aquatique (*Mentha aquatica*)
- 5 Laïche pendante (*Carex pendula*)
- 6 Dorine à feuilles opposées (*Chrysosplenium oppositifolium*)

Toutes les photos © Lionel Wbail



Espèces du groupe alluvial de la stellaire des bois

- 1** Stellaire des bois (*Stellaria nemorum*)
- 2** Dorine à feuilles alternes (*Chrysosplenium alternifolium*)
- 3** Balsamine des bois (*Impatiens noli-tangere*)
- 4** Renoncule à feuilles de platane (*Ranunculus platanifolius*)
- 5** Aconit tue-loup (*Aconitum lycoctonum*)
- 6** Pétasite hybride (*Petasites hybridus*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



2.2.2. Les aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides

Les espèces arborescentes dominant les aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides sont l'aulne glutineux, le frêne et l'érable sycomore. Parmi les arbustes, le coudrier est le plus fréquent, mais il convient également de mentionner le cerisier à grappes, qui trouve dans les forêts alluviales ses milieux de prédilection en Wallonie, ainsi que le groseillier rouge, qui abonde dans certaines stations. Etant donné le caractère à la fois humide en profondeur (nappe phréatique) et drainé en surface, de nombreuses autres espèces ligneuses peuvent se mélanger à celles précitées.

La strate herbacée se caractérise avant tout par les espèces du groupe alluvial de la stellaire des bois, à savoir *Aconitum lycoctonum* subsp. *vulparia* (rare), *Chrysosplenium alternifolium*, *Festuca gigantea*, *Impatiens noli-tangere*, *Petasites hybridus*, *Ranunculus platanifolius* (rare), *Rumex sanguineus* et *Stellaria nemorum*. Le groupe alluvial de la cardère velue apparaît quant à lui dans les variantes plus riches, notamment les variantes à eau plus neutre et calcique de l'habitat en Condroz et en Caletienne. *Persicaria bistorta* est par ailleurs abondante dans la région continentale, surtout en Ardenne.

Les groupes hygroclines et hygrophiles de la ficaire, de la circée de Paris, de la fougère femelle et de la reine-des-prés sont également bien représentés, avec comme espèces les plus fréquentes *Angelica sylvestris*, *Athyrium filix-femina*, *Deschampsia cespitosa*, *Filipendula ulmaria* ou *Valeriana repens*. Le groupe de l'ail des ours apparaît dans les variantes les plus riches de l'habitat (Condroz, Caletienne).



Le cerisier à grappes (*Prunus padus*) trouve son optimum dans les stations alluviales

Les groupes nitrocline de la benoîte commune et nitrophile de l'ortie profitent quant à eux de la richesse azotée des alluvions, ce qui les rend naturellement abondants dans cet habitat (ex. : *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Silene dioica* ou *Urtica dioica*). L'habitat abrite également des espèces plus mésophiles, relevant surtout des groupes de l'anémone sylvie et du lamier jaune, notamment *Anemone nemorosa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Lamium galeobdolon*, *Polygonatum multiflorum*.

2.2.3. Les frênaies alluviales des cours d'eau lents

Les espèces arborescentes les plus fréquentes dans cette variante des forêts alluviales sont le frêne, le chêne pédonculé, l'érable sycomore et l'aulne glutineux.

La flore arbustive est riche en espèces, avec notamment le coudrier, le sureau noir, le groseillier rouge, l'aubépine monogyne, la viorne obier.



Espèces du groupe alluvial de la cardère velue

- 1 Cardère velue (*Dispacus pilosus*)
- 2 Ronce bleuâtre (*Rubus caesius*)
- 3 Houblon (*Humulus lupulus*)
- 4 Orme lisse (*Ulmus laevis*)

Toutes les photos © Lionel Wibail



Au sein de la strate herbacée, les frênaies des cours d'eau lents présentent dans leur forme typique des éléments relevant du groupe alluvial à niveau trophique élevé de la cardère velue, dont *Humulus lupulus* et *Rubus caesius*. *Aegopodium podagraria* y est très fréquente et peut former de grandes plages. Certaines espèces du groupe de la stellaire des bois, telles *Festuca gigantea* et *Stellaria nemorum*, bien que plus régulièrement observées dans les aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides, peuvent également apparaître.

Le caractère humide de l'habitat se reflète au niveau de la flore par la présence des espèces hygroclines et hygrophiles des groupes de la de la circée de Paris, de la ficaire, de la reine-des-prés et du cirse maraîcher avec comme espèces fréquentes *Adoxa moschatellina*, *Filipendula ulmaria*, *Primula elatior*, *Ranunculus ficaria* ou *Stachys sylvatica*. Le groupe hygrocline de l'ail des ours se développe quant à lui dans les variantes installées sur les alluvions plus calcaires, avec notamment des espèces qui caractérisent surtout les variantes du bassin mosan, comme *Anemone ranunculoides*, *Corydalis solida*, *Gagea lutea* ou *Lathraea squamaria*.

Les groupes mésophiles de l'anémone sylvie, de l'aspérule odorante, du lamier jaune et de la violette de Rivin sont eux aussi présents, tandis que les groupes nitrocline et nitrophile la benoîte commune et de l'ortie sont particulièrement développés au sein de ces frênaies alluviales, au point de dominer la strate herbacée durant l'été, avec des espèces comme *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Silene dioica*, *Urtica dioica* et *Veronica hederifolia*.



© Jean-Yves Baugé

Lamier tacheté (*Lamium maculatum*)

Il convient enfin de citer *Lamium maculatum*, espèce pratiquement inféodée à la vallée de la Meuse et donc essentiellement présente au sein des forêts fluviales résiduelles relevant de l'habitat 91F0.

2.2.4. Les saulaies blanches

Les saulaies blanches n'existent plus qu'à l'état de stations résiduelles en Wallonie et il est difficile d'en fournir une description floristique détaillée. Un relevé, réalisé dans un îlot résiduel à Bomal-sur-Ourthe, permet de présenter une liste indicative d'espèces.

- espèces ligneuses dominantes : saule blanc, saule hybride (*S. x rubens*) ;
- essences compagnes et strate arbustive : aulne glutineux, érable sycomore, frêne,



Saulaie blanche, avec végétation nitrophile foisonnante et bancs de galets apparents

merisier, saule des vanniers, saule pourpre, sureau noir

- ▶ espèces herbacées alluviales : *Festuca gigantea*, *Humulus lupulus* ;
- ▶ espèces herbacées nitroclines et nitrophiles : *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Heracleum sphondylium*, *Silene dioica*, *Urtica dioica* ;
- ▶ espèces herbacées hygrophiles et marécageuses : *Angelica sylvestris*, *Calystegia sepium*, *Cirsium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Phalaris arundinacea* ;
- ▶ autres espèces indigènes : *Arrhenatherum elatius*, *Elymus caninus*, *Myosoton aquaticum*, *Rubus* sp., *Rumex obtusifolius* ;
- ▶ espèces exotiques envahissantes : *Fallopia* sp., *Impatiens glandulifera*

2.2.5. Les saulaies riveraines arbustives

Cette variante présente une composition ligneuse à base de saule pourpre, accompagné des saules fragile, à trois étamines, des vanniers, blanc et d'hybrides de ces espèces.

La strate herbacée, qui n'est la plupart du temps pas fermée sur les bancs d'alluvions, est hétérogène et regroupe des espèces relevant de plusieurs groupes forestiers, dont les mieux représentés sont le groupe nitrophile de l'ortie, le groupe alluvial de la stellaire des bois, le groupe hygrophile de la reine-des-prés et les groupes marécageux de l'iris jaune et de la laïche des marais : *Calystegia sepium*, *Glechoma hederacea*, *Humulus lupulus*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Phalaris arundinacea*, *Urtica dioica*, *Valeriana*



repens. S'y ajoutent des espèces annuelles des bancs d'alluvions, comme *Myosoton aquaticum* et diverses *Polygonaceae*. Les espèces exotiques invasives (*Fallopia* sp., *Impatiens glandulifera*) s'y développent particulièrement bien en raison du couvert herbacé souvent incomplet et de la fréquence des inondations, servant de perturbation et de vecteur de dissémination.

2.3. Variabilité de l'habitat

C'est la présence du cours d'eau et la variation des paramètres stationnels qui lui sont liés (intensité, fréquence et durée des inondations, présence d'une nappe phréatique en profondeur, fertilité chimique) qui conditionnent l'existence et la diversité des habitats alluviaux. La variabilité de l'habitat est largement mise en lumière par la diversité des associations végétales qui le composent. Des variations méritent néanmoins d'être citées pour deux de ces associations.

2.3.1. Les aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides

L'habitat se présente théoriquement en *continuum* avec les habitats alluviaux voisins de l'amont (frênaie-aulnaie des ruisselets et des sources) et de l'aval (frênaie des cours d'eau lents) et avec les stations topographiquement plus élevées par rapport au niveau de la nappe phréatique (communautés du *Carpinion* - HIC 9160).

Selon les paramètres climatiques et lithologiques dominants des régions naturelles, l'association du *Stellario-Alnetum* possède une flore plus ou moins neutrophile. On distingue clairement les variantes ardennaises, plus acidiques et au caractère submontagnard marqué, se développant le long de cours d'eau

rapides, des variantes de la région limoneuse, plus proches, par leur flore neutrophile, des frênaies des cours d'eau lents.

2.3.2. Les frênaies alluviales des cours d'eau lents

Malgré les similitudes floristiques justifiant leur regroupement au sein d'une même entité, deux variantes des frênaies des cours d'eau lents peuvent être observées.

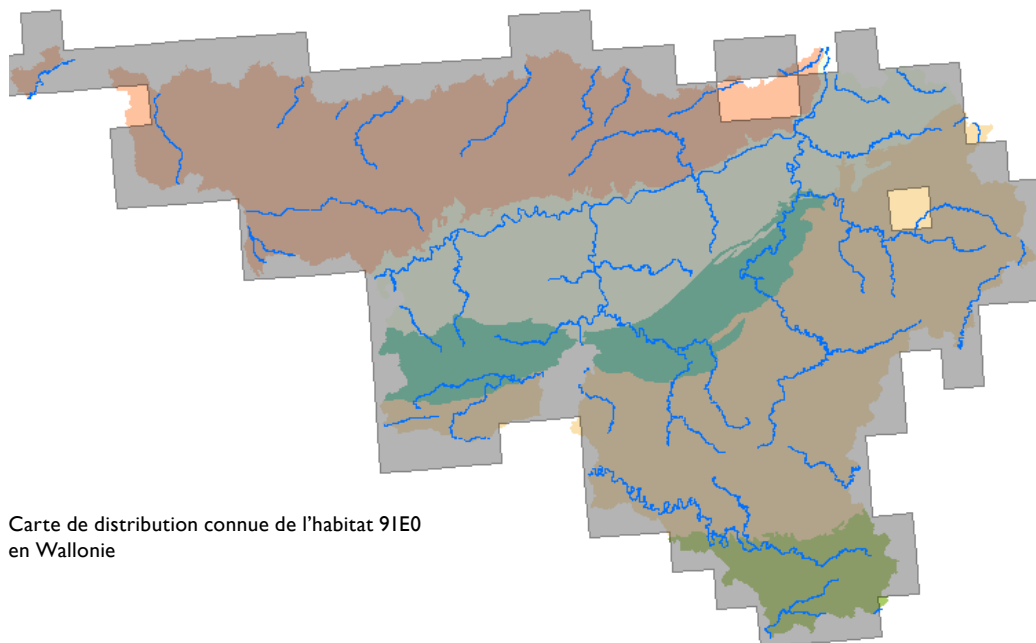
La variante continentale occupe les terrasses élevées des basses vallées du bassin mosan. En termes floristiques, la nature plus calcaire des substrats formant les alluvions est particulièrement propice au groupe de l'ail des ours, avec des espèces comme *Anemone ranunculoides*, *Corydalis solida*, *Gagea lutea* ou *Lathraea squamaria*. Les forêts alluviales riveraines de la Meuse (correspondant à l'habitat 91F0) abritent en outre fréquemment des populations de *Lamium maculatum*.

La variante atlantique se développe sur les terrasses de rivières à cours lent d'importance variable, sur des alluvions sablo-limoneuses ou argilo-limoneuses. Elle ne montre quant à elle pas d'éléments différentiels dans sa flore.

2.4. Répartition géographique

2.4.1. L'habitat 91E0

L'habitat 91E0 a une distribution qui couvre la *quasi* totalité du territoire wallon. Sa surface totale est en revanche considérablement réduite par rapport à son extension potentielle, du fait du défrichement passé des fonds de vallées, de leur urbanisation, de leur enrésinement et de la populiculture.

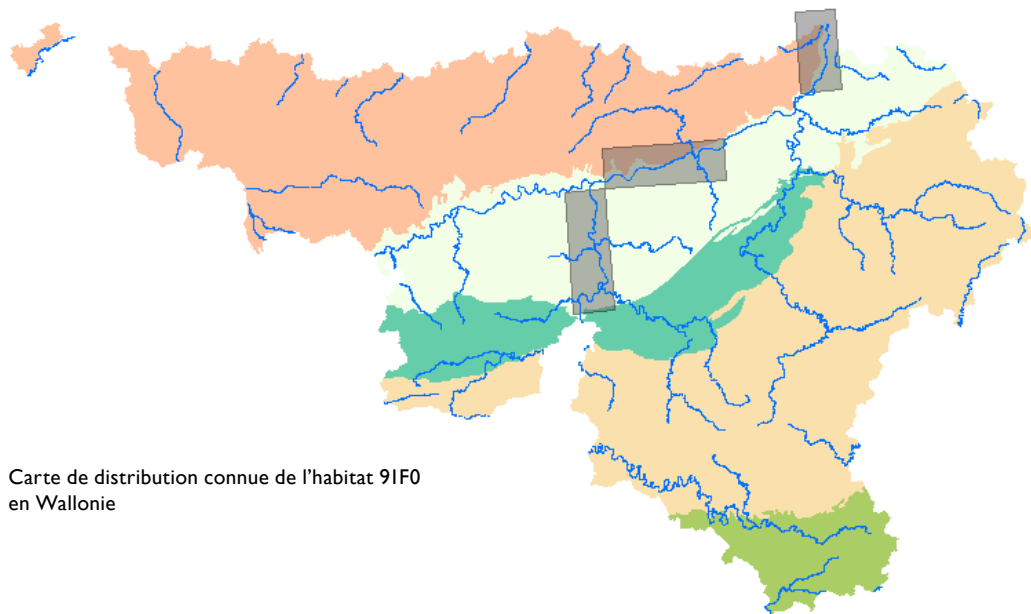


Carte de distribution connue de l'habitat 91E0 en Wallonie



© SPW

En milieu agricole, les forêts alluviales subsistent sous forme de cordons résiduels



Carte de distribution connue de l'habitat 91F0
en Wallonie

© Lionel Wfaiil



Forêt fluviale résiduelle sur une île de la Meuse



La répartition géographique des différentes variantes est détaillée ci-dessous.

Les frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources couvrent naturellement de faibles étendues en Wallonie puisqu'elles se limitent à d'étroits couloirs colonisant les banquettes et terrasses alluviales bordant les cours d'eau. Elles sont cependant distribuées sur l'ensemble du territoire wallon, à l'exception des zones à sols très acides du plateau ardennais.

Les aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides sont représentées sous leur forme la plus typique en Ardenne, mais on en retrouve des exemplaires dans la plupart des régions naturelles. Leur fréquence locale dépend dès lors du défrichement, de l'enrésinement des vallées et de la distribution des rivières à eaux vives et à régime hydrique peu perturbé.

Les frênaies des cours d'eau lents sont essentiellement distribuées en région limoneuse ainsi que dans les basses vallées du bassin mosan (ex. : Hermeton, Bocq, Lesse, Ourthe). Établies sur des milieux très fertiles, elles ont connu un défrichement massif pour l'agriculture et leurs stations potentielles ont fréquemment été plantées en peupliers, surtout en région limoneuse.

Les saulaies blanches sont rarissimes en Wallonie. Elles ne sont plus connues que de quelques stations des vallées mosanes, leur disparition étant essentiellement liée au déboisement, à la disparition du profil naturel des berges en pente douce et à la modification du régime hydrique naturel des cours d'eau.

Les saulaies riveraines arbustives sont des milieux linéaires, de faible étendue, liés à des rivières d'une certaine taille, présentant des

berges naturelles en pente douce. Elles sont devenues très rares et semblent actuellement limitées au bassin de la Meuse.

2.4.2. L'habitat 91F0

L'habitat 91F0, variante fluviale, a une distribution circonscrite à la vallée de la Meuse. Les vastes plaines alluviales mosanes, à terrain plat et aux sols fertiles ont été très tôt déboisées pour l'élevage (prairies à foin), l'agriculture et l'horticulture. Elles ont également connu une urbanisation importante. Les forêts fluviales se limitent dès lors actuellement à des peuplements résiduels sur quelques îles et sur des terrasses aux berges majoritairement modifiées.

2.5. Confusions possibles avec d'autres habitats

Au sein des forêts alluviales, des confusions sont possibles entre les différentes associations phytosociologiques décrites précédemment, car celles-ci coexistent parfois en mosaïques ou se présentent sous des faciès intermédiaires. Les critères permettant de les distinguer peuvent être déduits des descriptions floristiques et stationnelles. Dans la vallée de la Meuse, par convention, les forêts alluviales relèvent systématiquement de l'habitat 91F0, qui y est inféodé. Quoi qu'il en soit, les confusions entre ses différentes variantes ne conduisent pas à des erreurs d'identification de l'habitat d'intérêt communautaire, au contraire de possibles confusions avec les forêts marécageuses (non HIC) ou avec certains faciès de chênaies-frênaies (HIC 9160). Les principaux risques de confusions avec d'autres habitats sont développés ci-dessous.



Des risques de confusions existent entre **les peuplements dominés par les saules** relevant de milieux marécageux, sub-humides ou de sols à drainage naturel favorable et les différentes saulaies alluviales (saulaies alluviales arbustives, saulaies blanches et saulaies de colonisation des aulnaies-frênaies).

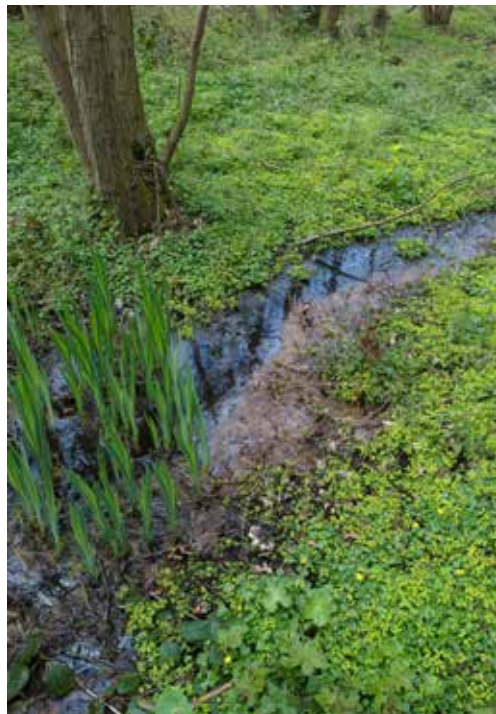
Les saulaies marécageuses du *Frangulo-Salicetum* sont des formations arbustives colonisant des milieux ouverts humides non alluviaux. Elles sont caractérisées par les saules cendré et à oreillettes et leurs hybrides, ce qui les différencie des saulaies alluviales arbustives, essentiellement composées de saules osiers (saules à feuilles étroites).

Les autres saulaies de colonisation ou de recolonisation de forêts non alluviales sont généralement dominées par le saule marsault. Elles peuvent se développer dans une grande variété de stations, relevant aussi bien des métaclimax des hêtraies que des chênaies climaciques.

Dans les cas douteux, la distinction peut se faire sur la base de la station (berges, îlots et terrasses alluviales, soumis à des inondations plus ou moins fréquentes) et de la flore constituée d'un mélange d'espèces de groupes alluviaux, nitrophiles, hygrophiles et mésophiles.

Des confusions sont possibles entre les frênaies-aulnaies alluviales des ruisselets et des sources et **les aulnaies marécageuses du *Carici remotae-Alnetum***. Toutes deux se développent en forêts galeries et abritent des espèces du groupe sourceux de la dorine à feuilles opposées

Des confusions sont également possibles entre les aulnaies-frênaies et frênaies alluviales et **les**



© Lionel Wihail

Mosaïque entre flore alluviale et marécageuse dans une zone de source

aulnaies marécageuses méso- à eutrophes de l'*Alnion glutinosae*. La microtopographie des terrasses alluviales est en outre souvent responsable d'une mosaïque spatiale composée de ces deux types d'habitats.

La distinction entre les forêts marécageuses et alluviales peut se faire sur base de la situation topographique, de la composition dendrologique, de la composition du tapis herbacé et de la pédologie. Les forêts marécageuses se développent à la faveur de dépressions inondées en permanence ou dans des zones de suintement. Elles sont généralement dominées par l'aulne glutineux et les autres essences forestières sont rares ou absentes. On y note une forte représentation des groupes marécageux du cirse des marais et de l'iris jaune et la ra-



Les terrasses hautes, rarement inondées, présentent un caractère intermédiaire entre les habitats 9160 et 91E0

reté des mésophiles dans le tapis herbacé. Enfin, l'humus y est de type anmoor, traduisant l'engorgement permanent du sol.

Certaines variantes des chênaies-frênaies climaciques (HIC 9160) ont de nombreuses caractéristiques communes avec les forêts alluviales, qu'elles soient stationnelles (développement sur des terrasses en bordure de cours d'eau) ou floristiques (dominance de l'aulne ou du frêne, flore neutro-hygrocline). Les terrasses sont néanmoins plus hautes et non soumises à l'action des crues, et leur strate herbacée ne contient pas d'éléments alluviaux. On y note l'absence des groupes de la stellaire des bois et de la cardère velue. Certaines forêts riveraines présentent un caractère intermédiaire naturel entre les forêts alluviales et

les chênaies-frênaies humides. Elles occupent des terrasses inondées exceptionnellement dans lesquelles les espèces des groupes alluviaux sont sporadiques.



Colonisation d'un banc de gravier par le saule et l'aulne



2.6. Dynamique de la végétation

Dans des conditions naturelles, les forêts alluviales sont des habitats très dynamiques. Le courant érode les berges et les terrasses, tandis que des dépôts d'alluvions, des bancs de graviers ou de sable se forment ailleurs dans le cours d'eau. Ces dépôts sont éventuellement colonisés par des végétations pionnières (HIC 3270), qui peuvent être à leur tour remplacées par des végétations herbacées d'hélophytes ou, directement, par des saulaies arbustives qui contribuent à fixer le substrat. Le développement de la végétation arbustive freine le courant et accentue l'atterrissement, grâce notamment à la faculté de bouturage des saules. L'installation de saulaies blanches devient possible lorsque le niveau des alluvions est suffisamment élevé par rapport à la nappe phréatique. Ensuite, si le niveau de la nappe baisse, par atterrissement ou creusement du chenal par la dynamique fluviale, les forêts alluviales à bois dur (frênaies, aulnaies) se constituent.

Les frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources, liées à des petits cours d'eau, à faible force érosive, sont beaucoup moins dynamiques et souvent représentées par la végétation climacique qui se développe en fins cordons au sein des massifs forestiers.

Dans le contexte très anthropisé des vallées wallonnes, ces dynamiques sont assez exceptionnelles. Les cours d'eau sont en effet stabilisés par la protection des berges, la limitation de l'effet des crues (dragage, rehaussement de berges, rectification, canalisation, barrages), de telle sorte que les phases d'érosion et de dépôts sont très marginales le long des grands cours d'eau, ne produisant plus les conditions favorables à l'installation des saulaies. Les

dynamiques que l'on observe sont donc plutôt liées aux activités humaines. Elles sont le fait de la recolonisation naturelle de terrains autrefois défrichés (prairies, mégaphorbiaies rivulaires) ou de mises à blanc (de peupleraies ou de pessières) par des fourrés neutroclines ou des forêts mélangées d'essences pionnières.

En raison de l'abondance de semenciers en bordure de cours d'eau et du transport des graines par l'eau, en particulier durant les crues, la recolonisation des milieux ouverts par la forêt alluviale est généralement rapide.

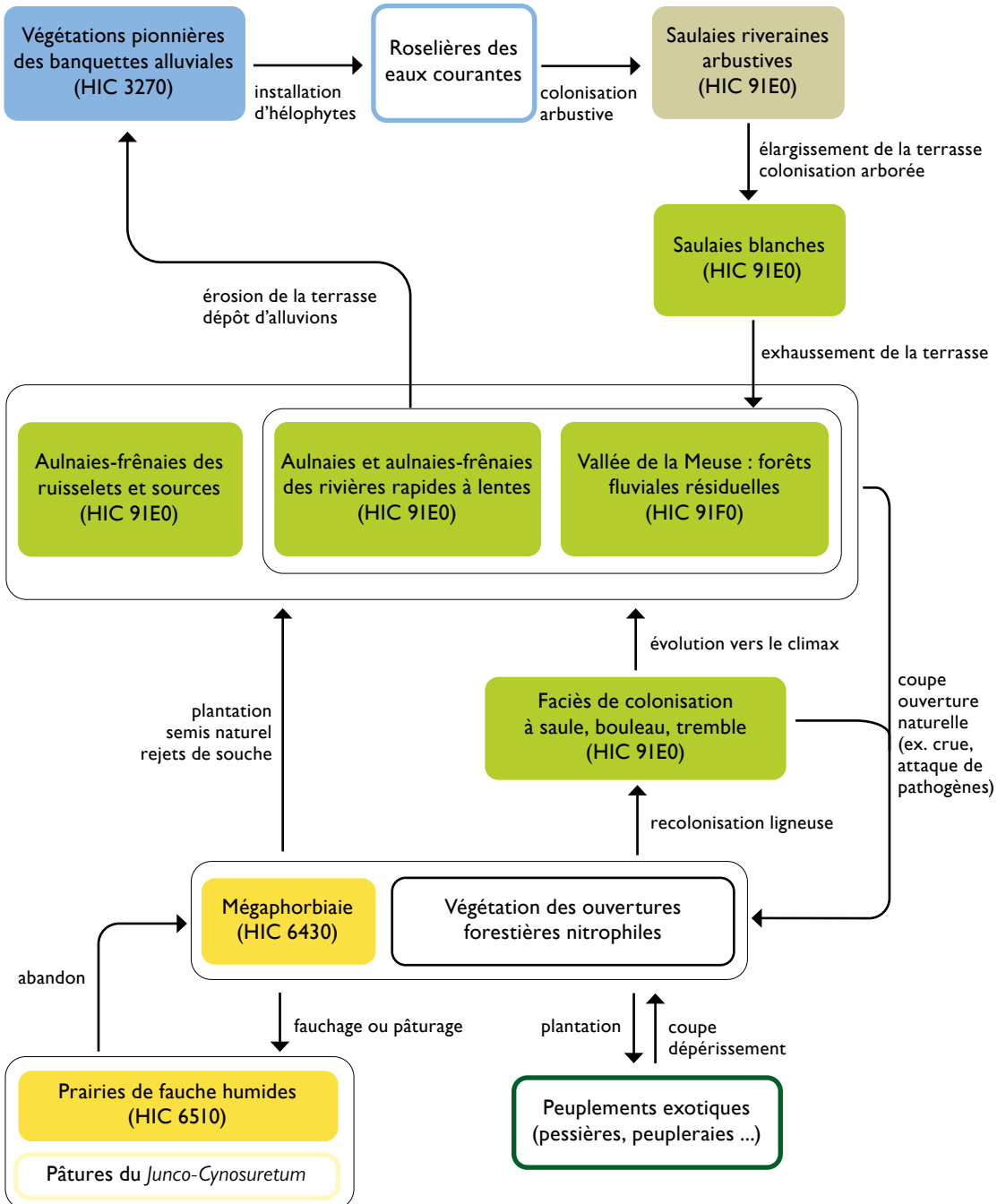
Les cordons rivulaires étroits qui serpentent en zone agricole constituent un faciès particulier des forêts alluviales. Leur dynamique est quant à elle très limitée, contrôlée par les activités humaines telles le pâturage et l'agriculture. Ils se caractérisent toutefois, à une échelle très locale, par la même alternance de mégaphorbiaies, de fourrés et de régénérations naturelles, voire de massifs d'espèces exotiques envahissantes, ceci en fonction des interventions des gestionnaires sur les berges des cours d'eau.



Mosaïque de prairies, de forêts alluviales et de plantations résineuses en bordure de la Semois



Dynamique des forêts alluviales





Références bibliographiques

I. Articles et ouvrages

- Alderweireld M., Burnay F., Pitchugin P. et Lecomte H. (2015) Inventaire forestier wallon - Résultats 1994-2012. SPW, DGO3, Direction des Ressources Forestières, Jambes : 236 p.
- Alderweireld M. et Claessens H. (2005) Potentialités et dynamique de recolonisation de la hêtraie sur les calcaires de la Caestienne. *Parcs et Réserves* 60 (2) : 22-28.
- Alderweireld M., Ligot G., Latte N. et Claessens H. (2010) Le chêne en hêtraie ardennaise, un atout à préserver. *Forêt Wallonne* 109 : 10-27.
- André J. (1997) La phase hétérotrophe du cycle sylvigénétique. *Dossiers de l'environnement de l'INRA* 15 : 87-99.
- Baar F., De Roover B. et Gigounon P. (1996) La Forêt et la protection de l'eau. Ministère de la Région wallonne, DGRNE-DNF, Namur : 48 p.
- Bardat J. (2004) Caractérisation d'indicateurs de réponse à différents modes de traitements forestiers. Présentation réalisée lors du Colloque ECOFOR « biodiversité et gestion forestière : restitution des résultats de recherche » (Paris 2-3 Décembre 2004).
- Bastien Y. et Gauberville C. (coord.) (2011) Vocabulaire forestier. Écologie, gestion et conservation des espaces boisés. IDF/CNPF, AgroParisTech, ONF, Paris : 554 p.
- Baumgartner H. (2007) Écosystèmes fragiles : les méfaits de l'azote. *Environnement* 4 : 15-18.
- Becker K. P., Freer-Smith P. H. and Taylor G. (1998) Urban woodlands : their role in reducing the effects of particulate pollution. *Environmental Pollution* 99 (3) : 347-360.
- Bensettiti F., Rameau J.-C. et Chevallier H. (coord.) (2001) « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1-Habitats forestiers. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 & 423 p. + cédérom.
- Bertouille S., Duran V., Fichet V., Flamand M.-C., Licoppe A., Lievens J., Linden A., Malengreux C., Manet B., Petit F. et Villers M. (2015) Rapport Cerf 2014-2015. SPW - DGO3 - DEMNA et DNF, Gembloux : 76 p.
- Blondel J. (2003) Les perturbations spontanées, moteur de la dynamique forestière. In : Vallauri D. (éd.) (2003) Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Tec & Doc Lavoisier : 43-50.
- Boisson B. (2016) Maturité des arbres et maturité humaine. In : Vallauri D., Chauvin C., Brun J.-J., Fuhr M., Sardat N., André J., Eynard-Machet R., Rossi M. et De Palma J.-P. (coord.) *Naturalité des eaux et des forêts*. Lavoisier Tech & Doc, Paris : 102-111.
- Bossuyt B. and Hermy M. (2000) Restoration of the understorey layer of recent forest bordering ancient forest. *Applied Vegetation Science* 3 (1) : 43-50.
- Bouget C. (2007) Enjeux du bois mort pour la conservation de la biodiversité et la gestion des forêts. *Rendez-vous technique ONF* n°16, printemps 2007 : 55-59.
- Bouget C. et Gosselin F. (2005) Distribution spatiale du bois mort : enjeux pour la conservation des espèces cavicoles et saproxyliques. In : Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R. et Rambaud D. (coord.) (2005) Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc Lavoisier, Paris : 404 p.
- Boulanger V. (2010) Pression d'herbivorie et dynamique des communautés végétales. Influence à court et moyen termes des populations de cervidés sur la diversité des communautés végétales en forêt. Thèse Université Nancy 1 - Henri Poincaré.
- Branquart É. et De Keersmaecker L. (2010) Effets du mélange d'essences sur la biodiversité forestière. *Forêt Wallonne* 106 : 17-24.
- Branquart É., Delahaye L., Dufrêne M., Paquet J.-Y. et Verté P. (2003) Lignes directrices pour la conservation de la biodiversité forestière en Wallonie. Forum sur la diversité biologique en forêt, Gembloux : 11 p.
- Branquart É. et Dufrêne M. (2005) Les arbres, de puissants révélateurs de la biodiversité forestière. In : Branquart É. *et al.* (éds) *Résumé des interventions de la journée d'étude « Gestion forestière et biodiversité »*, Gembloux, 23 mars 2005.
- Branquart É. et Liégeois S. (2005) Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier (complément à la circulaire n° 2619). Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Jambes : 66 p. + annexes.
- Branquart É., Vandekerckhove K., Bourland N. et Lecomte H. (2005) Les arbres sur-âgés et le bois mort dans les forêts de Flandre, de Wallonie et du Grand Duché de Luxembourg. In : Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R. et Rambaud D. (coord.) (2005) Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc Lavoisier, Paris : 404 p.
- Brustel H. (2001) Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Perspectives pour la conservation du patrimoine naturel. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse : 327 p.



- Buckley, P. and Mills, J. (2015). The Flora and Fauna of Coppice Woods : Winners and Losers of Active Management or Neglect ? In: Kierby K.J. and Watkins C. (2015) Europe's Changing Woods and Forests. From Wildwood to Managed Landscapes. Center for Agriculture and Biosciences International, Wallingford : 384 p.
- Bunell F.L., Kremaster L.L. and Wind E. (1999) Managing to sustain vertebrate richness in forests of the Pacific Northwest : relationships within stands. *Environmental Reviews* 7 (3) : 97-146.
- Bütler R. (2006) Le bois mort et les vieux arbres : le signe d'une gestion forestière moderne et durable. In : La Forêt vol. 1 : 10-13.
- Bütler R., Lachat T., Larrieu L. and Paillet Y. (2013) Habitat trees : key elements for forest biodiversity. In : Kraus D. Krumm F. (eds) Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute : 84-91.
- Carnino N. (2009) État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Méthode d'évaluation des habitats forestiers. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts : 49 p + annexes.
- Catteau E., Duhamel F., Baliga M.-F., Basso F., Bedouet F., Cornier T., Mullie B., Mora F., Toussaint B. et Valentin B. (2009) Guide des végétations des zones humides de la région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie agréé. Conservatoire botanique national de Bailleul : 632 p.
- Claessens, H. (2001) Faut-il bannir l'épicéa au nom de la gestion durable ? Forêt Wallonne 49-50 : 36-44.
- Claessens H. (2005) L'aune glutineux, ses stations et sa sylviculture. Forêt Wallonne, Louvain-la-Neuve : 197 p.
- Claessens H. (2012) Avis de tempête. Forêt wallonne 116 : 56-58.
- Claessens H. et Lecomte H. (2004) Quelques données objectives sur la désignation des forêts dans les sites Natura 2000. Forêt Wallonne 69-70 : 42-47.
- Claessens H., Rondeux J., Debruxelles N., Burton C., Lejeune P. (2009) Le suivi des bandes riveraines des cours d'eau de Wallonie. *Revue forestière française* 61 (6) : 595-610.
- Colson V., Garcia S., Rondeux J. and Lejeune P. (2010) Forest recreation and nature tourism. *Urban Forestry & Urban greening* 9 (2) : 83-91.
- Colson V., Granet A.-M. et Vanwijnsberghe S. (2012) Loisirs en forêt et gestion durable. Les Presses agronomiques de Gembloux : 303 p.
- Cordonnier T. et Gosselin F. (2014) Traitements sylvicoles et biodiversité : le cas des futaies régulières et irrégulières. *Rendez-vous Techniques ONF* 45-46 : 25-29.
- Côté S., Rooney T., Tremblay J.-P., Dussault C. and Waller D. (2004) Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35 : 113-147.
- Crawford C.L. (2009) Ancient woodland indicator plants in Scotland. *Scottish Forestry* 63 (1) : 6-19.
- Dauffy-Richard E., Bergès L., Bonnel P., Chevalier R. et Gosselin F. (2010) Conversion de chênaies en futaie régulière : quel impact sur la biodiversité ? Illustration en forêt domaniale de Montargis. *Rendez-vous Techniques ONF hors série* 5 : 36-44.
- Decler K. (2007) Europees beschermde natuur in Vlaanderen en het Belgisch deel van de Noordzee-Habitattypen / Dier - en plantsoorten. Mededeling van het Instituut van Natuur- en Bosonderzoek, Bruxelles : 584 p.
- Delahaye L., Herman M., Claessens H., Chandelier A. et Marchal D. (2015) Note de référence pour la gestion du frêne dans le contexte de la crise liée à la chalarose. *Forêt Nature* 136 : 53-58.
- de Paul M.-A. (2005) Exploitation forestière en zone humide... Quelques pistes. *Forêt Wallonne* 75 : 32-37.
- de Paul M.-A. et Bailly M. (2005a) À propos de la pression exercée par les pneus, chenilles et sabots. *Forêt Wallonne* 78 : 21-33.
- de Paul M.-A. et Bailly M. (2005b) La compaction des sols forestiers, définition et principes du phénomène. *Forêt Wallonne* 76 : 39-47.
- de Paul M.-A., Bailly M. et Heyninck C. (2009) Le cloisonnement d'exploitation pour préserver les sols forestiers. *SPW-DGARNE, Jambes* : 44 p.
- Dethioux M. (1969) La hêtraie à mélisse et asperule des districts mosan et ardennais. *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux* 4 (3-4) : 471-483.
- Dethioux M. (1978) Les chênaies à charme et luzule blanche de l'Ardenne belge. *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux* 13 (1) : 41-48.
- Djupström L. B., Weslien J., ten Hoopen J. and Schroeder L. M. (2012). Restoration of habitats for a threatened saproxylic beetle species in a boreal landscape by retaining dead wood on clear-cuts. *Biological Conservation* 155 : 44-49.



- du Bus de Warnaffe G. and Deconchat M. (2008) Impact of four silvicultural systems on birds in the Belgian Ardenne : implications for biodiversity in plantation forests. *Biodiversity and Conservation* 17 (5) : 1041-1055.
- du Bus de Warnaffe G. et 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 Science* 59 : 369-387.
- du Bus de Warnaffe G. and Dufrene M. (2004) To what extent can management variables explain species assemblages ? A study of carabid beetles in forests. *Ecography* 27 (6) : 701-714.
- Dufrene M., Frankard P., Plunus J., Loute M., Cristofoli S., Pironet A., Motte G. et Parkinson D. (2015) Le méta-projet de restauration des tourbières de haute-Ardenne. *Hautes-Fagnes* 2015 (4) : 24-42.
- Dulière J.-F., Carnol M., Dalem S., Remacle J. and Malaisse F. (1999) Impact of dolomite lime on the ground vegetation and on potential net N transformations in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Lieb.) stands in the Belgian Ardenne. *Annals of Forest Science* 56 : 361-370.
- Dumas Y. (2004) Impact de la fertilisation sur la biodiversité en forêt. In : Gosselin M. et Laroussinie O. (coord.) (2004) *Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique*. Collection Études du Cemagref, série Gestion des territoires, n°20. Antony, Coédition GIP Ecofor-Cemagref Editions : 320 p.
- Dumas Y. et Valadon A. (2006) Amendement, fertilisation. In : Gosselin M., Valadon A., Berges L., Dumas Y., Gosselin F., Baltzinger CH. et Archaud F. (2006) *Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations*. ONF-Cemagref, Nogent-sur-Vernisson : 161 p.
- Dupouey J.-L., Sciamia D., Koerner W., Dambrine E. et Rameau J.-C. (2002) La végétation des forêts anciennes. *Revue Forestière Française* LIV (6) : 521-532.
- Durwael L., Roelandt B., De Keersmaecker L. et Lust N. (2000) Beschrijving van de natuurtypen in Vlaanderen : Bossen. Onderzoekopdracht MINA, Eindrapport, 2000, Universiteit Gent en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap : 122 p.
- Emberger C., Larrieu L. et Gonin P. (2013) Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Institut pour le développement forestier, Document technique, Paris : 56 p.
- Escobedo F. J., Kroeger T., Wagner J. E. (2011) Urban forests and pollution mitigation : Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution* 159 (8-9) : 2078-2087.
- Fagot J., Marchal D., Heyninck C., Leboutte L., Valière J. (2013). *Prise en compte du paysage dans la gestion forestière. Partie 2: analyse de quelques cas concrets dans le cantonnement de Spa. Forêt Wallonne* 127 : 39-54.
- Falk W. and Hempelmann N. (2013) Species favourability shift in Europe due to climate change : A case study for *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. based on an ensemble of climate models. *Journal of Climatology* 2013, Article ID 787250 : 18 p.
- Fayt P., Dufrene M., Branquart E., Hastir P., Pontégnie C., Henin J.-M. and 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 (2) : 129-150.
- Ferris R. and Humphrey J.W. (1999) A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry* 72 (4) : 313-328.
- Fichefet V., Barbier Y., Baugnée J.-Y., Dufrene M., Goffart Ph., Maes D. et van Dyck H. (2008) *Papillons de jour de Wallonie (1985 - 2007)*. Publication du Groupe de Travail Lépidoptères *Lycaena* et du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW - DGARNE), série « Faune - Flore - Habitats » n°4, Gembloux : 320 p.
- Fichefet V., Branquart É., Claessens H., Delescaille L.-M., Dufrene M., Graitson E. et Wibail L. (2011) *Milieux ouverts forestiers, lisières et biodiversité. De la théorie à la pratique*. SPW, DGARNE, Département de l'Étude du Milieu naturel et agricole, Série « Faune-Flore-Habitats » 7, Gembloux : 182 p.
- Fiquepron J., Garcia S. and Stenger A. (2013) Land use impact on water quality : Valuing forest services in terms of the water supply sector. *Journal of Environmental Management* 126 : 113-121.
- Fischesser B. (2009) *La vie de la forêt*. Editions de la Martinière, Paris : 303 p.
- Fischesser B. et Dupuis-Tate M.-F. (1996) *Le guide illustré de l'écologie*. La Martinière, Paris : 319 p.
- Gerarts F., Chandelier A., Claessens H., Herman M., Lassois L. et Delahaye L. (2015) Évolution de la chalarose du frêne en Wallonie. *Forêt Wallonne* 134 : 35-46.
- Gerkens M. (2005) La part des revenus de la chasse dans les revenus nets de la forêt soumise. *Forêt Wallonne* 76 : 23-33.
- Gibbons S., Mourato S. and Reende G. M. (2014) The Amenity Value of English Nature : A Hedonic Price Approach. *Environment and Resource Economics* 57(2) : 175-196.



- Gill R.M.A. and Beardall V. (2001) The impact of deer on woodlands : the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry* 74(3) : 209-218.
- Godefroid S. and Koedam N. (2004) Interspecific variation in soil compaction sensitivity among forest floor species. *Biological Conservation* 119 : 207-217.
- Gosselin F. (2004) Influence de la composition et de la richesse spécifique du peuplement arboré. In : Gosselin M. et Laroussinie O. (coord.) (2004) Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique. Collection Études du Cemagref, série Gestion des territoires n°20, Antony, Coédition GIP Ecofor-Cemagref Éditions : 320 p.
- Gosselin M. et Laroussinie O. (coord.) (2004) Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique. Collection Études du Cemagref, série Gestion des territoires n°20, Antony, Coédition GIP Ecofor-Cemagref Éditions : 320 p.
- Gosselin M. et Pailler Y. (2010) Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière. Guide pratique (France métropolitaine). Quae, Paris : 100 p.
- Gosselin F. et Valadon A. (coord) (2006) Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations. ONF-Cemagref, Nogent-sur-Vernisson : 161p.
- Guyot V., Castagneyrol B., Vialatte A., Deconchat M. and Jactel H. (2016) Tree diversity reduces pest damage in mature forests across Europe. *Biology Letters* 12 : 20151037. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2012.1037>.
- Hahn K. and Christensen M. (2004) Dead wood in European forest reserves - A reference for forest management. *European Forest Institute Proceedings* 51 : 181-191.
- Hanewinkel M., Cullmann D., Schelhaas M.-J., Nabuurs G.-J. and Zimmermann N. (2013) Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature climate change* 3 : 203-207.
- Hardy B. et Dufeyt J. (2015) La forêt wallonne, composante vitale de la sidérurgie industrielle. *Forêt.Nature* 135 : 10-18.
- Hauzeur A. et Jadin I. (2011) Le Néolithique ancien en Belgique, autrement ... Catalogue de l'exposition du musée du Malgré-Tout. Guides archéologiques du Malgré-Tout, Treignes : 19-48.
- Hermey M., Honnay O., Firbank L., Grashof-Bokdam C. and Lawesson J.-E. (1999) An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biological Conservation* 91 (1) : 9-22.
- Heyninck C. et François J.-R. (2005) Le franchissement temporaire des cours d'eau lors d'exploitations forestières. *Forêt Wallonne* 74 : 24-31.
- Honnay O., Hermey M. and Coppin P. (1998) Ancient-forest plant species in Western Belgium : A species list and possible ecological mechanisms. *Belgian Journal of Botany* 130 (2) : 139-154
- Huart O., Adam J.-C., Quévy B. et Claessens H. (2002) La forêt et la protection du sol. Fiche technique 14. DGRNE-DNF, Jambes : 55 p.
- Huber C. and Baumgarten M. (2005) Early effects of forest regeneration with selective and small scale clear-cutting on ground beetles (Coleoptera, *Carabidae*) in a Norway spruce stand in Southern Bavaria (Höglwald). *Biodiversity & Conservation* 14 (8) : 1989-2007.
- ICEW (2014) Les Indicateurs Clés de l'Environnement Wallon 2014. SPW - DGO3 - DEMNA - Direction de l'État Environnemental : 204 p
- IWEPS (Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique) (2013) Les chiffres-clés de la Wallonie. IWEPS, n°13 : 231 p.
- Jacob J.-P., Dehem C., Burnel A., Dambiermont J.-L., Fasol M., Kinet T., van der Elst D. et Paquet J.-Y. (2010) Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007. Aves et Région Wallonne, Série « Faune – Flore – Habitats » 5, Gembloux : 524 p.
- Jacob J.-P., Percsy C., de Wavrin H., Graitson E., Kinet T., Denoël M., Paquay M., Percsy N. et Remacle A. (2007) Amphibiens et Reptiles de Wallonie. Aves et Région Wallonne, Série « Faune – Flore – Habitats » 5, Gembloux : 384 p.
- Jacquemart A.-L., Decocq G., Vanhellemont M. et Verheyen K. (2010) Espèce envahissante. Faut-il lutter ou vivre avec ? Le cas de l'invasion par le cerisier tardif, *Prunus serotina*. *Silva Belgica* 117 (3) : 16-22.
- Jacquemin F. (2014) Identification d'espèces végétales indicatrices de forêts anciennes de Wallonie. Mémoire de master, ULg, Gembloux Agro-Bio Tech : 74 p.
- Jacquemin F., Kervyn T., Branquart E., Delahaye L., Dufrène M. et Claessens H. (2014) Les forêts anciennes en Wallonie. 1ère partie : concepts généraux. *Forêt Wallonne* 131 : 34-49.
- Jacquot A. (1911) La forêt, son rôle dans la nature et les sociétés. Berger-Levrault, Paris : 324 p.



- Jactel H., Brockerhoff E. and Duelli P. (2005) A test of the biodiversity-stability theory : meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. *Forest Diversity and Function : Temperate and Boreal Systems* 176 : 235-262.
- Jeanmart P., Doucet J.-L. et Delvingt W. (1998) Vers une meilleure gestion des lisières forestières. Ministère de la Région wallonne, DGRNE, DNF, Fiche technique n° 10.
- Juvigné E. (sans date) Les pierriers des Hautes Fagnes - Généralités. En ligne (<http://www.amisdelafagne.be/HF/HFGeologie/HFNatExGeolPierGen.htm>)
- Keenan R. J. and Kimmins J. P. (H.) (1993) The ecological effects of clear-cutting. *Environmental Reviews* 1(2) : 121-144.
- Kennedy C.E.J. and Southwood T.R.E. (1984) The number of species of insects associated with British trees : a reanalysis. *Journal of Animal Ecology* 53 : 455-478.
- Kervyn T., Scohy J.-P., Marchal D., Collette O., Hardy B., Delahaye L., Wibail L., Jacquemin F., Dufrene M. et Claessens H. (2017) La gestion patrimoniale des forêts de Wallonie (Belgique). *Revue Forestière Française* LXIX : 545-560.
- Korn H., Stadler J., Bonn A., Bockmühl K. and Macgregor N. (Eds.) (2014) Proceedings of the European Conference « Climate Change and Nature Conservation in Europe - an ecological, policy and economic perspective ». BfN-Skripten 367, Federal Agency for Nature Conservation, Bonn : 228 p.
- Kubin E. (1998) Leaching of nitrate nitrogen into the groundwater after clear felling and site preparation. *Boreal Environment Research* 3 : 3-8.
- Langohr R. (2010). Quelques facteurs édaphiques dans l'écosystème Forêt de Soignes. *Forêt Wallonne* 105 : 3-14.
- Larrieu L., Cabanettes A. and Delarue A. (2011) Impact of silviculture on the distribution and frequency of tree micro-habitats in Montane Bech-Fir forests of the Pyrenees. *European Journal of Forest Research* 131 (3) : 773-786.
- Larrieu L. et Gonin P. (2008) L'indice de biodiversité potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française* LX (6) : 727-748.
- Latte N., Colinet G., Fayolle A., Lejeune P., Hébert J., Claessens H. and Bauwens S. (2013) Description of a new procedure to estimate the carbon stocks of all forest pools and impact assessment of methodological choices on the estimates. *European Journal of Forest Research* 132 (4) : 565-577.
- Latte N., Kint V., Drouet T., Penninckx V., Lebourgeois F., Vanwijnsberghe S. et Claessens H. (2015) Dendroécologie du hêtre en forêt de Soignes. Les cernes des arbres nous renseignent sur les changements récents et futurs. *Forêt.Nature* 137 : 24-37.
- Laurent C. et Lecomte H. (2007) La santé des forêts. In Brahy V. (éd.) : Cellule État de l'Environnement wallon. Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. MRW - DGRNE. Direction de la Coordination de l'Environnement, Jambes : 202-207.
- Laurent C. et Perrin D. (coord.) (2009) Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes. Recommandations aux décideurs et aux propriétaires. Rapport interne. Ministère de l'agriculture, de la Ruralité, de l'Environnement et du Tourisme : 44 p.
- Lebrun J., Noirfalise A. et Sougniez N. (1954) Sur la flore et la végétation du territoire belge de la Basse Meuse. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 87 : 157-194.
- Lecomte H. (2016) Consultation de la base de données de l'IPRFW
- Lecomte H., Florkin P., Morimont J.-P. et Thirion M. (2002) La forêt wallonne, état de la ressource à la fin du 20^e siècle. DGRNE-DNF, Jambes : 71 p.
- Le Gall A.-C. (2004) Effets des dépôts atmosphériques de soufre et d'azote sur les sols et les eaux douces en France. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable : 101 p.
- Legay M., Cordonnier T., Dhôte J.-F. (2008a) Des forêts mélangées pour composer avec les changements climatiques. *Revue Forestière Française* LX, numéro spécial Ateliers RE-GEFOR « Forêts mélangées : quel scénario pour l'avenir ? » : 181-190.
- Legay M., Mortier F., Mengin-Lecreux P. et Cordonnier T. (2008b) La gestion forestière face aux changements climatiques : tirons les premiers enseignements. *Rendez-vous techniques de l'ONE*, hors série 3 : 95-102.
- Legout A., Nys C., Picard J.-F., Turphault M.-P. and Dambrine E. (2009) Effects of storm Lothar (1999) on the chemical composition of soil solutions and on herbaceous cover, humus and soils (Fougères, France). *Forest Ecology and Management* 257(3) : 800-811.
- Lehaire F., Morelle K., Licoppe A. et Lejeune P. (2013) Les enclos-exclos : une technique éprouvée pour l'évaluation et le monitoring de l'équilibre forêt-grande faune. *Forêt wallonne* 125 : 3-14.



- Lelouchier P. (1962) 632 p. Étude écologique de la vallée de l'Hermeton. Genèse et relations du complexe végétation-sol-modélisé des versants de la vallée de l'Hermeton. *Lejeunia* N.S. 6 : 1-97.
- Lemée G., Faille A. et Pontailier J.Y. (1991) Dynamique linéaire et cyclique d'une forêt inexploitée : cas des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau. *Colloques Phytosociologiques XX - Phytodynamique et Biogéographie historique des forêts* (Bailleur, 1991) : 273-282.
- Licoppe A. (2008) Cervidés et biodiversité. *Forêt wallonne* 94 : 3-17.
- Licoppe A., Monami J. et Lievens J. (2012) Impact des Ongulés sur la flore forestière : suivi d'un réseau d'enclos-exclos. *Chasse & Nature* 10 : 49-52.
- Ligot G., Lejeune P., Rondeux J. and Hébert J. (2012) Assessing and harmonizing lying deadwood volume with regional forest inventory data in Wallonia (Southern region of Belgium). *The Open Forest Science Journal* 5 : 15-22.
- Luyssaert S., Schulze E.D., Börner A., Knohl A., Hessenmöller D., Law B. E., Ciais P. and Grace J. (2008) Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455 : 213-215.
- Maciejewski L. (2016). État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire. Évaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 1 : définitions, concepts et éléments d'écologie. *Muséum national d'Histoire naturelle, Service du patrimoine naturel, Rapport SPN 2016-75*, Paris : 82 p.
- Marchal D., Fagot J., Heyninck C. (2012). *Prise en compte du paysage dans la gestion forestière. Partie 1 : quelques principes*. *Forêt Wallonne* 116 : 30-41.
- Massei G. and Genov P. V. (2004) The environmental impact of wild boar. *Galemys* 16 (n° special) : 135-145.
- Massei G., Kindberg J., Licoppe A., Gačić D., Šprem N., Kamler J., Baubert E., Hohmann U., Monaco A., Ozoliņš J., Cellina S., Podgórski T., Fonseca C., Markov N., Pokorný B., Rosell C. and Náhlik A. (2015) Wild boar populations up, numbers of hunters down ? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science*. Published online in Wiley Online Library : DOI 10.1002/ps.3965 : 9 p.
- MCPFE (Ministerial Conference on the Protection of Forests) (2007) *State of Europe's Forests 2007 : the MCPFE report on sustainable forest management in Europe*.
- Meerts P., Dassonville N., Vanderhoeven S., Chapuis-Lardy L., Koutika L.-S. et Jacquemart A.-L. (2006) Les plantes exotiques envahissantes et leurs impacts. In : *Biodiversité. État, enjeux et perspectives*. Chaire Tractebel-Environnement 2004, De Boeck, Bruxelles : 109-120.
- Milner J.M., Bonenfant C., Mysterud A., Gaillard J.M., Csanyi S. and Stenseth N.C. (2006) Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe : biological and cultural factors. *Journal of Applied Ecology* 43 : 721-734.
- Mitchell R.J., Beaton J.K., Bellamy P.E., Broome A., Chetcuti J., Eaton S., Ellis C.J., Gimona A., Harmer R., Hester A.J., Hewison R.L., Hodgetts N.G., Iason G.R., Kerr G., Littlewood N.A., S.Newey S., Potts J.M., Pozsgai G., Ray D., Sim D.A., Stockan J.A., Taylor A.F.S. and Woodward S. (2014) Ash dieback in the UK : A review of the ecological and conservation implications and potential management options. *Biological Conservation* 175 : 95-109.
- Moons E., Eggermont K., Hermey M. en Proost S. (2000) Economische waardering van bossen. Een case-study van Heverleebos-Meerdaalwoud. *Gartant*, Leuven : 356 p.
- Müller J., Bussler H., Bense U., Brustel H., Flechtner G., Fowles A., Kahlen M., Möller G., Mühle H., Schmidt J. and Zabransky P. (2005) Urwald relict species - Saproxyllic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldökologie* 2 : 106-113.
- Müller J. and Büttler R. (2010) A review of habitat thresholds for dead wood : a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129 : 981-992.
- Munaut A.-V. (1984) L'homme et son environnement végétal. In : Cahen D. et Haesaerts P. (éds) (1984) *Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*. Patrimoine de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles : 59-68.
- Nieto A. and Alexander K.N.A. (2010) *European Red List of Saproxyllic Beetles*. Publications Office of the European Union, Luxembourg : 45 p.
- Nisbet T., Silgram M., Shah N., Morrow K. and Broadmeadow S. (2011) *Woodland for Water : Woodland measures for meeting Water Framework Directive objectives*. Forest Research Monograph 4, Surrey : 156 p.
- Noirfalise A. (1952) Étude d'une biocénose. La frênaie à *Carex (Carici remotae-Fraxinetum* Koch 1926). Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. *Mémoire n°122*, Bruxelles : 156 p.
- Noirfalise A. (1960) Les érablières de ravin en Belgique. *Bulletin du Jardin botanique de l'État* 15 : 37-48.



- Noirfalise A. (1962) La hêtraie calcicole et ses taillis de substitution. Bulletin de l'Institut Agronomique et Station de Recherche de Gembloux 30 (3-4) : 332-349.
- Noirfalise A. (1969) La chênaie mélangée à jacinthe du domaine atlantique de l'Europe (*Endymio-Carpinetum*). Vegetatio 17 (1-6) : 131-150.
- Noirfalise A. (1984) Forêts et stations forestières en Belgique. Les Presses Agronomiques, Gembloux : 234 p.
- Noirfalise A., Dethioux M. et De Zuttere P. (1971) Les bois de bouleau pubescent en haute Belgique (*Vaccinio-Betuletum pubescentis*). Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux 6 (1-2) : 203-214.
- Noirfalise A. et Roisin M.A. (1981) La hêtraie à millet étalé en Belgique (*Milio-Fagetum*). Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux 16 (3) : 249-256.
- Noirfalise A. et Sougnez N. (1961) Les forêts riveraines de Belgique. Bulletin du Jardin botanique de l'État 30 : 199-288.
- Noirfalise A. et Sougnez N. (1963) Les forêts du bassin de Mons. Pédologie 13 (2) : 200-215.
- Noirfalise A. et Thill A. (1959) Les taillis sartés de l'Ardenne. Comptes-rendus de la Réunion technique de l'U.I.C.N., vol. 2 : 8 p.
- Noirfalise A. et Vanesse R. (1977) La hêtraie naturelle à luzule blanche en Belgique (*Luzulo-Fagetum*). Communication du Centre d'Écologie forestière et rurale (I.R.S.I.A.), Gembloux. Nouvelle série n°13 : 1-29.
- Noss R. F. (1999) Assessing and monitoring forest biodiversity : A suggested framework and indicators. Forest Ecology and Management 115 (2) : 135-146.
- OEWB (Office économique wallon du Bois) (2019) Panorama Wallonie édition 2019. OEWB, Marche-en-Famenne : 104 p.
- ONF (2005) Conséquences du tassement du sol dues à l'exploitation forestière. Rendez-vous technique 8 : 28 p.
- Otto H. (1998) Écologie forestière. Institut pour le Développement Forestier, Paris : 397 p.
- Ozenda P. (1994) La végétation du continent européen. Delachaux et Niestlé, Lausanne : 272 p.
- Pairon M., Jonard M. and Jacquemart A-L (2006) Modeling seed dispersal of black cherry, an invasive forest tree : how microsatellites may help ? Canadian Journal of Forest research 36 : 1385-1394.
- Palviainen M., Finér L., Kurka A.-M., Mannerkoski H., Pii-rainen S. and Starr M. (2004) Decomposition and nutrient release from logging residues after clear-cutting of mixed boreal forest. Plant and Soil 263 (1) : 53-67.
- Peterken G.F. (1996) Natural woodland ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press : 522 p.
- Peterken G.F. (2002) Reversing the habitat fragmentation of British woodlands. UK-WWF report, Godalming, Surrey : 60 p.
- Piedallu C., Perez V., Gégout J.-C., Lebourgeois F. et Bertrand R. (2009) Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'épicéa, du sapin, du hêtre et du chêne sessile en France. Revue Forestière Française LXI (6) : 567-593.
- Piégay H., Pautou G. et Ruffinoni C. (2003) Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion. Institut pour le Développement Forestier, Paris : 463 p.
- Pischedda D. (2009) Pour une exploitation responsable des sols et de la forêt « Prosol ». ONF, Paris : 110 p.
- Ponette Q. (2010) Effet de la diversité des essences forestières sur la décomposition des litières et le cycle des éléments. Forêt Wallonne 106 : 33-42.
- Rameau J.-C., Gauberville C. et Drapier N. (2000) Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Wallonie, Grand-Duché de Luxembourg. IDF, Paris : 99 p. + fiches
- Richard F., Corriol G., Moreau P.A., Selosse M.A. et Gardes M. (2005) Conservation des champignons saproxyliques en France : perspectives pour la gestion forestière. In : Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R. et Rambaud D. (coord.) (2005) Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Lavoisier, Paris : 157-165.
- Rondeux J., Hébert J., Bourland N., Puissant T., Burnay F. et Lecomte H. (2005) Production ligneuse de la forêt wallonne, l'apport de l'inventaire permanent régional. Forêt Wallonne 79 : 3-18.
- Rondeux J. et Lecomte H. (2010) Inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (IPRFW). Guide méthodologique. DGRNE-DNE, Jambes.
- Rooney T.P., Waller D.M. (2003) Direct and indirect effects of deer in forest ecosystems. Forest Ecology and Management 181 : 165-76.



- Rose F. (1986) Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In : Brown D.H., Hawksworth, D.L. and Bailey R.H. (eds) *Lichenology : Progress and Problems. Proceedings of an International Symposium Held at the University of Bristol*. Academic Press, London : 279–307.
- Rose F. (1992) Temperate forest management : its effect on bryophyte and lichen floras and habitats. In : Bates J.W. and Farmer A.M. (eds) *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Clarendon Press, Oxford : 211–233.
- Rudolphi J. and Gustafsson L. (2011) Forests Regenerating after Clear-Cutting Function as Habitat for Bryophyte and Lichen Species of Conservation Concern. *PLoS One* 6 (4) : e18639. doi : 10.1371/journal.pone.0018639.
- Saïd S., Malengreux C., Lievens J. and Licoppe A. (2015) Response of *Vaccinium myrtillus* height to ungulate populations. IUFRO International Symposium. Effects of ungulate browsing on forest regeneration and silviculture. Birmensdorf, Switzerland.
- Saintenoy-Simon J. et Duvigneaud J. (1994) L'île de Waulsort (Hastière, province de Namur). *Les Naturalistes belges* 75 (1) : 26–32.
- Schnitzler-Lenoble A. (2002) Écologie des forêts naturelles d'Europe. Lavoisier, Paris : 271 p.
- Schütz J.-P. (1997) La sylviculture proche de la nature face au conflit économie - écologie : panacée ou illusion ? *Bio-technologie, Agronomie, Société et Environnement* 1 (4) : 239–247.
- Schütz J.-P. et Oldeman R. (1996) Gestion durable par automatisation biologique des forêts. *Revue Forestière Française*, n° spécial 48 : 65–73.
- Sérusiaux E. et Vanderpoorten A. (2005) in Guillite O. (coord.) Contribution des cryptogames en vue d'établir les états de conservation des habitats Natura 2000. Ministère de la Région Wallonne - Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement : Convention 133a. Acrea-ULg, Liège : 49 p.
- SITERM (2019) Rapport d'actualisation des charges critiques en azote, soufre pour les écosystèmes forestiers et de végétation naturelle. SITERM S.A., Louvain-la-Neuve : 28 p.
- Sotiaux A. et Vanderpoorten A. (2015) Atlas des Bryophytes (mousses, hépatiques, anthocérotes) de Wallonie (1980–2014). Publication du Département de l'Étude du Milieu naturel et agricole (SPW - DGARNE). Série «Faune-Flore-Habitats» n°9, Gembloux. Tome I : 384 p. ; tome II : 680 p.
- Sougniez N. (1967) Les forêts de la Lorraine Belge - Étude phytosociologique. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux : 114 p.
- Sougniez N. (1973) La chênaie mélangée à bistorte de l'Ardenne (*Polygono bistortae-Quercetum roboris*). *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 43 : 37–81.
- Sougniez N. (1975) Les chênaies silicicoles de Belgique (*Quercion robori-petraeae* (Malc. 1929) Br.-Bl. 1932). *Colloques phytosociologiques* 3. La végétation des forêts caducifoliées acidiphiles (Lille, 1974) : 183–249.
- Sougniez N. (1978) Les chênaies-charmaies du district calcaire mosan. *Communications du Centre d'Écologie forestière et rurale (I.R.S.I.A.)*, nouvelle série n° 23, Gembloux : 85 p.
- Speight M.C.D. (1989) Les invertébrés saproxyliques et leur protection. *Collection Sauvegarde de la Nature* 42, Conseil de l'Europe, Strasbourg 42 : 77 p.
- Stein J. (1980) Le rôle et l'intérêt des études écologiques et paysagères dans l'aménagement du territoire. UCL, Thèse de doctorat, Louvain-la-Neuve : 307 p.
- Stiennon (1985) Histoire de la forêt wallonne. In Blérot P. & Lambot J.-P. (coord) : *Le Grand Livre de la Forêt Wallonne*. Solédi, Liège : 434 p.
- Tanghe M. (1970) Recherches sur l'écosystème forêt. Série E : Forêts de Haute Belgique. Contribution n° 12 : La végétation forestière de la vallée de la Semois ardennaise. Troisième partie : Les associations forestières stationnelles de plateau et de plaine. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 46 (30) : 76 p.
- Tanghe M. (2011) Boisements artificiels et semi-naturels : la composition du sous-bois herbacé comme indicateur du degré de naturalité. *Adoxa* 68 (1) : 25–36.
- Thauront M. and Stallegger M. (2008) Management of Natura 2000 habitats. *Luzulo-Fagetum* beech forests 9110. European Commission, DG Environment B2. Technical Report 2008 09/24 : 26 p.
- Thill A. (1964) La flore et la végétation du Parc National de Lesse et Lomme. Ardenne et Gaume, Monographie n°5 : 51 p.
- Thill A., Dethioux M. et Delecour F. (1988) Typologie et potentialités forestières des hêtraies naturelles de l'Ardenne Centrale. Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.) : 135 p.
- Timbal J. et Maizeret C. (1998) Biodiversité végétale et gestion durable de la forêt landaise de pin maritime : bilan et évolution. *Revue Forestière Française* L (5) : 403–424.



Tscharntke T., Klein A. M., Kruess A. and Steffan-Dewenter I. (2005) Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters* 8 (8) : 857-874.

Vallauri D. (2003) Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Lavoisier, Paris : 260 p.

Vallauri D. (2005) Le bois dit mort, une lacune des forêts en France et en Europe. In : Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R. et Rambaud D. (coord.) (2005) Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Lavoisier, Paris : 404 p.

Vandenschrick F., Lievens J., Lehaire F. and Licoppe A. 2013. An enclosure experiment to assess the impact of ungulates on plant diversity in Belgium. 31th Congress of the International Union of Game Biologists, Abstract Book, Brussels : 308.

Vanderhoeven S., Dassonville N. and Meerts P (2005) Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant Soil* 275 : 169-179.

Vanhellemont M. (2009) Present and future population dynamics of *Prunus serotina* in forests in its introduced range. PhD thesis, University of Ghent, Ghent : 159 p.

Van Tol G., Van Dobben H.F., Schmidt P. and Klap J.M. (1998) Biodiversity of Dutch forest ecosystems as affected by receding groundwater levels and atmospheric deposition. *Biodiversity and Conservation* 7 (2) : 221-228.

Verheyen K. et Branquart E. (2010) La recherche sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes forestiers. *Forêt Wallonne* 106 : 6-16.

Weltecke K. and Gaertig T. (2011) Methods for the assessment of soil deformation in forest stands : interrelationships and ecological relevance. *AFJZ - German Journal of Forest Research* 182 (9) :187-204.

Wibail L., Cordier S., Haeghens M.-A. et Claessens H. (2012) Mise au point de critères et indicateurs de l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire en Wallonie. Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Gembloux : 114 p. [consultable en ligne sur <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/202844/1/EvaluationEtatConservationN2000.pdf>]

Wibail L., Goffart Ph., Smits Q., Delescaille L.-M., Couvreur J.-M., Keulen Chr., Delmarche C., Gathoye J.-L., Manet B. & Derochette L. (2014). « Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces Natura 2000 en Wallonie. Résultats du Rapportage Article 17 au titre de la Directive 92/43/CEE pour la période 2007-2012. » DGOARNE, Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole - Direction de la Nature et de l'Eau, Gembloux, 277 p.

2. Sites consultés

<http://www.alterias.be/fr/>
<http://www.econet.ulg.ac.be/cryptogames/>



Annexes

ACIDITÉ

XÉRICITÉ

A ESPÈCES MÉSOPHILES ET XÉROPHILES					
Hyper acidiphiles	Acidiphiles	Neutro-acidiclines	Neutroclines	Neutrophiles	Calcicoles
Myrtille commune	Alisier torminal				Hellébore fétide
		<i>Anthericum liliago</i> <i>Campanula persicifolia</i> <i>Silene nutans</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Sorbus torminalis</i>			<i>Berberis vulgaris</i> <i>Buxus sempervirens</i> <i>Cornus mas</i> <i>Daphne laureola</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Polygonatum odoratum</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Rhamnus cathartica</i> <i>Rosa pimpinellifolia</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Viburnum lantana</i> <i>Vincetoxicum hirsutatum</i> <i>Viola hirta</i>
<i>Calluna vulgaris</i> <i>Carex pilulifera</i> <i>Deschampsia flexuosa</i> <i>Dicranum scoparium</i> <i>Galium saxatile</i> <i>Leucobryum glaucum</i> <i>Luzula multiflora</i> <i>Melampyrum pratense</i> <i>Potentilla erecta</i> <i>Vaccinium myrtillus</i>	Germadrée scorodaine <i>Agrostis capillaris</i> <i>Anthoxanthum odoratum</i> <i>Frangula alnus</i> <i>Hieracium sabaudum</i> <i>Hieracium umbellatum</i> <i>Holcus mollis</i> <i>Hypericum humifusum</i> <i>Hypericum pulchrum</i> <i>Lathyrus linifolius</i> <i>Maianthemum bifolium</i> <i>Mespilus germanica</i> <i>Polytrichum formosum</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Teucrium scorodonia</i> <i>Veronica officinalis</i>	Violette de Rivin <i>Luzula pilosa</i> <i>Poa chaixii</i> <i>Potentilla sterilis</i> <i>Stellaria holostea</i> <i>Viola riviniana</i>	Lamier jaune <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Carex sylvatica</i> <i>Epipactis helleborine</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Hyacinthoides non-scripta</i> <i>Lamium galeobdolon</i> <i>Lapsana communis</i> <i>Prunus avium</i> <i>Veronica chamaedrys</i> <i>Vicia sepium</i> <i>Viola reichenbachiana</i>	Aspérule odorante <i>Acer campestre</i> <i>Acer platanoides</i> <i>Arum maculatum</i> <i>Campanula trachelium</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Crataegus laevigata</i> <i>Daphne mezereum</i> <i>Euonymus europaeus</i> <i>Galium odoratum</i> <i>Galium sylvaticum</i> <i>Hypericum hirsutum</i> <i>Listera ovata</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Mycelis muralis</i> <i>Neottia nidus-avis</i> <i>Ornithogalum pyrenaicum</i> <i>Paris quadrifolia</i> <i>Phyteuma spicatum</i> <i>Ranunculus auricomus</i> <i>Ribes uva-crispa</i> <i>Rosa arvensis</i> <i>Rosa canina</i> <i>Sanicula europaea</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Valeriana wallrothii</i>	Hellébore fétide <i>Aquilegia vulgaris</i> <i>Carex digitata</i> <i>Cephalanthera sp.</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Epipactis atrorubens</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Melica nutans</i> <i>Mercurialis perennis*</i> <i>Orchis mascula</i> <i>Primula veris</i> <i>Pulmonaria montana</i> <i>Rubus saxatilis</i>
	Luzule blanche <i>Calamagrostis arundinacea</i> <i>Luzula luzuloides</i> <i>Polygonatum verticillatum</i>				

* : espèce pouvant également former des plages dans certains milieux neutrophiles



ACIDITÉ

HUMIDITÉ

B ESPÈCES HYGROCLINES ET HYGROPHILES					
Hyper acidiphiles	Acidiphiles	Neutro-acidiclines	Neutroclines	Neutrophiles	Calcicoles
Molinie	Dryoptéris	Fougère femelle	Circée de Paris	Ficaire	Ail des ours
<i>Blechnum spicant</i> <i>Luzula sylvatica</i> <i>Molinia caerulea**</i> <i>Oreopteris limbosperma</i> <i>Trientalis europaea</i>	<i>Carex pallescens</i> <i>Dryopteris carthusiana</i> <i>Dryopteris dilatata</i>	<i>Athyrium filix-femina</i> <i>Carex remota***</i> <i>Deschampsia cespitosa***</i> <i>Juncus effusus***</i> <i>Lysimachia nemorum</i> <i>Oxalis acetosella</i>	<i>Ajuga reptans</i> <i>Cardamine pratensis</i> <i>Circaea lutetiana</i> <i>Myosotis sylvatica</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Ribes rubrum</i> <i>Stachys sylvatica</i> <i>Veronica montana</i>	<i>Adoxa moschatellina</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Primula elatior</i> <i>Pulmonaria obscura</i> <i>Ranunculus ficaria</i>	<i>Allium ursinum</i> <i>Anemone ranunculoides</i> <i>Corydalis solida</i> <i>Gagea lutea</i> <i>Helleborus viridis</i> <i>Lathraea squamaria</i>
Sphaignes	Laïche lisse	Cirse des marais	Populage des marais	Laïche des marais	Cirse maraîcher
<i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum angustifolium</i> <i>Eriophorum vaginatum</i> <i>Polytrichum uliginosum</i> <i>Salix aurita</i> <i>Scutellaria minor</i> <i>Sphagnum sp.</i> <i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Agrostis canina</i> <i>Carex laevigata</i> <i>Equisetum sylvaticum</i> <i>Osmunda regalis</i> <i>Viola palustris</i>	<i>Cirsium palustre</i> <i>Galium palustre</i> <i>Galium uliginosum</i> <i>Lotus pedunculatus</i> <i>Scirpus sylvaticus</i> <i>Valeriana dioica</i>	<i>Caltha palustris</i> <i>Carex elongata</i> <i>Crepis paludosa</i> <i>Iris pseudacorus</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Scutellaria galericulata</i>	<i>Calystegia sepium</i> <i>Carex acutiformis</i> <i>Carex paniculata</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Stachys palustris</i>	<i>Cirsium oleraceum</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Eupatorium cannabinum</i>

** : espèce pouvant également transgresser dans les milieux hyper-acidiphiles plus secs / *** : espèces témoignant aussi d'un tassement du sol dans des milieux plus secs

C GROUPES ÉCOLOGIQUES À LARGE AMPLITUDE

Mésophile à hygrocline / Neutro-acidicline à calcicole

Anémone sylvie

Acer pseudoplatanus
Anemone nemorosa
Atrichum undulatum
Carpinus betulus
Corylus avellana
Dryopteris filix-mas
Epilobium montanum

Milium effusum
Phyteuma nigrum
Poa nemoralis
Polygonatum multiflorum
Scrophularia nodosa
Vinca minor

Hygrocline à hygrophile / Neutro-acidicline à calcicole

Reine-des-près

Agrostis stolonifera
Alnus glutinosa
Angelica sylvestris
Filipendula ulmaria

Ranunculus repens
Thuidium tamariscinum
Valeriana repens



D GROUPES DIFFÉRENTIELS DE CONDITIONS PARTICULIÈRES

	Neutro-acidiclines	Neutroclines	Neutrophiles	Calcicoles
Hygrosciaphiles (stations ombragées)	Fétuque des bois	Polystic à aiguillons		Scolopendre
	<i>Festuca altissima</i> <i>Phegopteris connectilis</i>	<i>Cardamine impatiens</i> <i>Gymnocarpium robertianum</i> <i>Polystichum aculeatum</i> <i>Polystichum setiferum</i> <i>Ranunculus platanifolius</i> <i>Ulmus glabra</i>		<i>Actaea spicata</i> <i>Asplenium scolopendrium</i> <i>Cystopteris fragilis</i> <i>Lunaria rediviva</i>
Alluviaux		Stellaire des bois		Cardère velue
		<i>Festuca gigantea</i> <i>Impatiens noli-tangere</i> <i>Rumex sanguineus</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix triandra</i> <i>Stellaria nemorum</i>	<i>Aconitum lycoctonum</i> <i>Chrysosplenium alternifolium</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Ranunculus platanifolius</i> <i>Salix alba</i>	<i>Dipsacus pilosus</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Ulmus laevis</i>
Rhéophiles (sources)	Dorine à feuilles opposées			Grande prêe
	<i>Cardamine amara</i> <i>Cardamine pratensis</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex remota</i> <i>Carex strigosa</i> <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Myosotis scorpioides</i> <i>Ranunculus flammula</i>			<i>Equisetum telmateia</i>

E ESPÈCES NITROPHILES ET/OU DES OUVERTURES FORESTIÈRES

Hyper acidiphiles	Acidiphiles	Neutro-acidiclines	Neutroclines	Neutrophiles	Calcicoles
Epilobe en épi			Benoîte comune	Ortie	Belladone
	<i>Digitalis purpurea</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Epilobium angustifolium</i> <i>Sambucus racemosa</i> <i>Senecio sylvaticus</i> <i>Senecio ovatus</i>		<i>Galeopsis tetrahit</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Geum urbanum</i> <i>Moehringia trinervia</i> <i>Silene dioica</i> <i>Sambucus nigra</i>	<i>Aegopodium podagraria</i> <i>Alliaria petiolata</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Arctium nemorosum</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Galium aparine</i> <i>Glechoma hederacea</i> <i>Heracleum sphondylium</i> <i>Symphytum officinale</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica hederifolia</i>	<i>Atropa bella-donna</i> <i>Bromus ramosus</i> <i>Digitalis lutea</i> <i>Lithospermum officinale</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Stachys alpina</i>