



# PLAN D'ACTION HABITAT 91D0 Boulaies tourbeuses



No version	Auteur(s)	Date de rédaction
v1.0	Lionel Wibail (DEMNA)	30/03/2023

## Sommaire

1.	Informations générales relatives à l'habitat .....	4
1.1.	Description générale : physiologie, variantes et espèces typiques.....	4
1.2.	Caractéristiques abiotiques (nécessaires à l'existence de l'habitat).....	8
1.3.	Dynamique de l'habitat .....	8
1.4.	Facteurs de qualité de l'habitat.....	11
1.4.1.	Surface et connectivité .....	11
1.4.2.	Structures et fonctions .....	11
2.	Situation historique et actuelle de l'habitat .....	15
2.1.	Distribution et surface .....	15
2.1.1.	Distribution actuelle (carte) en Europe .....	15
2.1.2.	Distribution (carte) et surfaces en Wallonie.....	16
2.1.3.	Proportion de la surface de l'habitat dans le réseau Natura 2000 et dans les propriétés publiques 17	
2.1.4.	Facteurs explicatifs de la situation actuelle et menaces pesant sur le maintien des surfaces de l'habitat.....	18
2.2.	Qualité de l'habitat (structures et fonctions) dans les sites existants et pressions et menaces sur cette qualité .....	21
3.	Services écosystémiques liés à l'habitat et enjeux socio-économiques .....	22
3.1.	Services écosystémiques .....	22
3.1.1.	Services de production .....	22
3.1.2.	Services de régulation et de maintenance .....	22
3.1.3.	Services culturels et sociaux : ressourcement, bien-être, loisirs, tourisme.....	25
3.2.	Enjeux socio-économiques.....	25
4.	Analyse du contexte légal actuel, des actions et mesures prises et des bonnes pratiques .....	26
4.1.	Cadre légal .....	26
4.1.1.	Cadre juridique international.....	27
4.1.2.	Statut légal de l'habitat en Wallonie .....	27
4.1.3.	Mesures légales existantes ayant un impact positif pour la protection de l'habitat en Wallonie 27	
4.2.	Mesures incitatives .....	31
4.3.	Actions et bonnes pratiques de gestion et restauration déjà entreprises.....	31
4.3.1.	En Wallonie.....	31
4.3.2.	Dans d'autres Etats/Régions Membres .....	35
5.	Objectifs.....	36
5.1.	Objectifs stratégiques .....	36
	Objectif stratégique 1 – lié au paramètre « surface » de l'état de conservation – «Augmenter les surfaces de l'habitat et éviter une contraction de l'aire de répartition à l'échelle de chacune des deux régions biogéographiques» .....	36

Objectif stratégique 2 – « Améliorer les structures et fonctions à l'échelle de chacune des deux régions biogéographiques » .....	36
5.2. Objectifs opérationnels .....	38
Objectif opérationnel 1 : assurer l'attribution des unités de gestion les plus adéquates à l'habitat 91D0 au sein du réseau Natura 2000 .....	38
Objectif opérationnel 2 : Assurer le maintien des surfaces de l'habitat 91D0 en dehors du réseau Natura 2000 .....	40
Objectif opérationnel 3 - revoir et préciser les dispositions légales relatives aux UG6 et envisager la protection des habitats rares sur tout le territoire .....	43
Objectif opérationnel 4 - Restaurer activement des boulaies tourbeuses à partir de peuplements résineux .....	44
Objectif opérationnel 5 : Promouvoir l'amélioration des structures et fonctions des surfaces existantes de chênaies-boulaies .....	47
Bibliographie .....	49
Annexes .....	53
Annexe I – cartes issues de la modélisation de la végétation naturelle potentielle des boulaies tourbeuses (ULiège en collaboration avec le DEMNA), croisée avec l'occupation du territoire selon la coupe écotopes produite dans le cadre du projet LifeWatch (UCL, ULiège) .....	53

Préambule : l'information présentée dans le points 1 est tirée et adaptée des « Habitats d'intérêt communautaire de Wallonie » (Claessens et Wibail 2022).

## 1. Informations générales relatives à l'habitat

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 & Sougnez 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.

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.

### 1.1. Description générale : physionomie, variantes et espèces typiques

Les boulaies tourbeuses du *Vaccinio-Betuletum* forment des forêts claires, peu élevées (généralement < 15 m), parsemées de trouées. 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 oiseleurs). Dans la plupart des cas, la structure verticale est peu développée : bourdaine, saules cendré et a oreillettes composent l'essentiel de la strate arbustive et ces saules peuvent former de petits massifs clairsemés au sein de l'habitat.

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.

Des intrusions d'espèces des groupes acidiphiles de la luzule blanche, de la germandrée scorodoine 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*.



Eléments de la flore des boulaies tourbeuses : myrtille des loups (*Vaccinium uliginosum*), Laïche à bec (*Carex rostrata*), linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), jonc à tépales aigus (*Juncus acutiflorus*), sphaigne rougeâtre (*Sphagnum rubellum*), canneberge (*Vaccinium oxycoccos*) – toutes les photos L. Wibail sauf photo *E. angustifolium* – P. Ghiette

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*) 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 stations connues de boulaies tourbeuses situées en région limoneuse et en Condroz sont toutes incluses dans cette variante. On y observe 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 sylvicoles 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.



Variante sourceuse à prêle des bois (*Equisetum sylvaticum*) à gauche, variante sur tourbe épaisse à linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) à droite – photos L. Wibail

## Flore patrimoniale associée à l'habitat

L'habitat peut présenter, en particulier dans ses variantes sur tourbe épaisse, des espèces rares ou protégées par la Loi sur la Conservation de la Nature (\*), la plupart de ces espèces étant surtout caractéristiques des milieux tourbeux et paratourbeux non dégradés : *Empetrum nigrum*\*, *Erica tetralix*\*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*\*, *Narthecium ossifragum*, *Sphagnum div. sp.*\*, *Trichophorum cespitosum*\*, *Trientalis europaea*\*, *Vaccinium oxycoccos*\*, *Vaccinium uliginosum*

## Faune patrimoniale associée à l'habitat

Les chênaies-boulaies contribuent à l'habitat de nombreuses espèces animales, mais peu d'entre elles sont strictement inféodées à cet habitat.

On peut ainsi y retrouver, comme dans la plupart des habitats forestiers :

- des espèces strictement forestières, liées à l'ambiance des écosystèmes forestiers et/ou à la présence d'espèces ligneuses particulières (bouleaux, sorbier des oiseleurs, aulne et saules à oreillettes et cendré dans le cas de la boulaie tourbeuse), notamment des insectes saproxylophages ;
- des espèces qui ne sont pas 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 ;
- des espèces plus ubiquistes, dont l'habitat peut inclure des forêts, mais de manière non-systématique.

Par ailleurs, certaines espèces animales occupent des territoires étendus au sein des massifs forestiers. C'est le cas de mammifères comme le cerf (*Cervus elaphus*), le chat sauvage (*Felis silvestris*), 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 le vespertillon de Bechstein (*Myotis bechsteinii*), le murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*), ou le pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*). Les boulaies tourbeuses font partie de l'habitat de ces espèces plus ou moins spécialisées, dont l'habitat englobe aussi d'autres écosystèmes forestiers.

Si l'on se focalise sur les espèces rares, menacées et/ou protégées, la liste suivante (non-exhaustive) reprend des espèces forestières dont l'habitat potentiel peut inclure les boulaies tourbeuses :

- chauves-souris : le murin de Brandt<sup>1</sup> (*Myotis brandtii*), le vespertillon à oreilles échancrées<sup>2</sup> (*Myotis emarginatus*), le grand murin<sup>2</sup> (*Myotis myotis*), le murin de Natterer<sup>1</sup> (*Myotis nattereri*), les oreillard gris et roux<sup>1</sup> (*Plecotus austriacus* et *P. auritus*), la noctule de Leisler<sup>1</sup> (*Nyctalus leisleri*), la noctule commune<sup>1</sup> (*Nyctalus noctula*), ;
- autres mammifères : le chat sauvage<sup>1</sup> (*Felis silvestris*), la martre<sup>3</sup> (*Martes martes*), le muscardin<sup>1</sup> (*Muscardinus avellanarius*) ;

---

<sup>1</sup> Espèces reprises à l'annexe IV de la Directive Habitats et protégées par la LCN

<sup>2</sup> Espèces reprises à l'annexe IV de la Directive Habitats et protégées par la Loi sur la Conservation de la Nature (LCN)

<sup>3</sup> Espèces reprises à l'annexe V de la Directive Habitats et protégées par la LCN

- oiseaux : la cigogne noire<sup>4</sup> (*Ciconia nigra*), le grand corbeau<sup>5</sup> (*Corvus corax*), la bondrée apivore<sup>4</sup> (*Pernis apivorus*) ;
- amphibiens : la salamandre terrestre<sup>5</sup> (*Salamandra salamandra*) ;
- papillons de jour : le moiré blanc-fascié (*Erebia ligea*) ;
- papillons de nuit : le bombyx versicolore (*Endromis versicolora*), la feuille-morte du tremble (*Phyllodesma tremulifolium*), la feuille-morte de l'yeuse (*Phyllodesma ilicifolia*) ;

Par le caractère clair et parfois parsemé de la strate herbacée, et l'intrication des boulaies tourbeuses avec les milieux ouverts dont elles constituent le terme évolutif, elles contribuent également à l'habitat potentiel des espèces suivantes :

- Papillons : le nacré de la canneberge<sup>5</sup> (*Boloria aquilonaris*)
- Oiseaux : le tétras-lyre<sup>4</sup> (*Tetrao tetrix*), le hibou des marais<sup>4</sup> (*Asio flammeus*), les pies-grièches grise<sup>4</sup> (*Lanius excubitor*) et écorcheur<sup>4</sup> (*L. collurio*), l'engoulevent<sup>4</sup> (*Caprimulgus europaeus*)

## 1.2. Caractéristiques abiotiques (nécessaires à l'existence de l'habitat)

Les boulaies tourbeuses 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.

**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 venues aquifères des milieux environnants apportent des éléments minéraux et compensent dans une certaine mesure l'oligotrophie naturelle de la tourbe.

**La variante des tourbes très épaisses** (*V.-B. eriophoretosum*) occupe des stations dont l'épaisseur de tourbe peut approcher 1 mètre d'épaisseur.

## 1.3. Dynamique de l'habitat

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). A 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

---

<sup>4</sup> Espèces reprises à l'annexe I de la Directive Oiseaux et protégées par la LCN

<sup>5</sup> Espèces protégées par la LCN



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).

Actuellement, de nombreuses mises à blanc d'épicéas sur sol tourbeux, non replantées en raison de leur absence totale de rentabilité, ont 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 naturel. 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 a saule cendré et saule a oreillettes peut précéder l'installation de la boulaie ou coexister en mosaïque avec celle-ci.



Extension de la molinie (*Molinia caerulea*) dans une boulaie tourbeuse à régime hydrique perturbé – photo L. Wibail



Colonisation par le saule à oreillettes (*Salix aurita*) sur substrat tourbeux (Hautes Fagnes) – photo L. Wibail

### Dynamique des boulaies tourbeuses

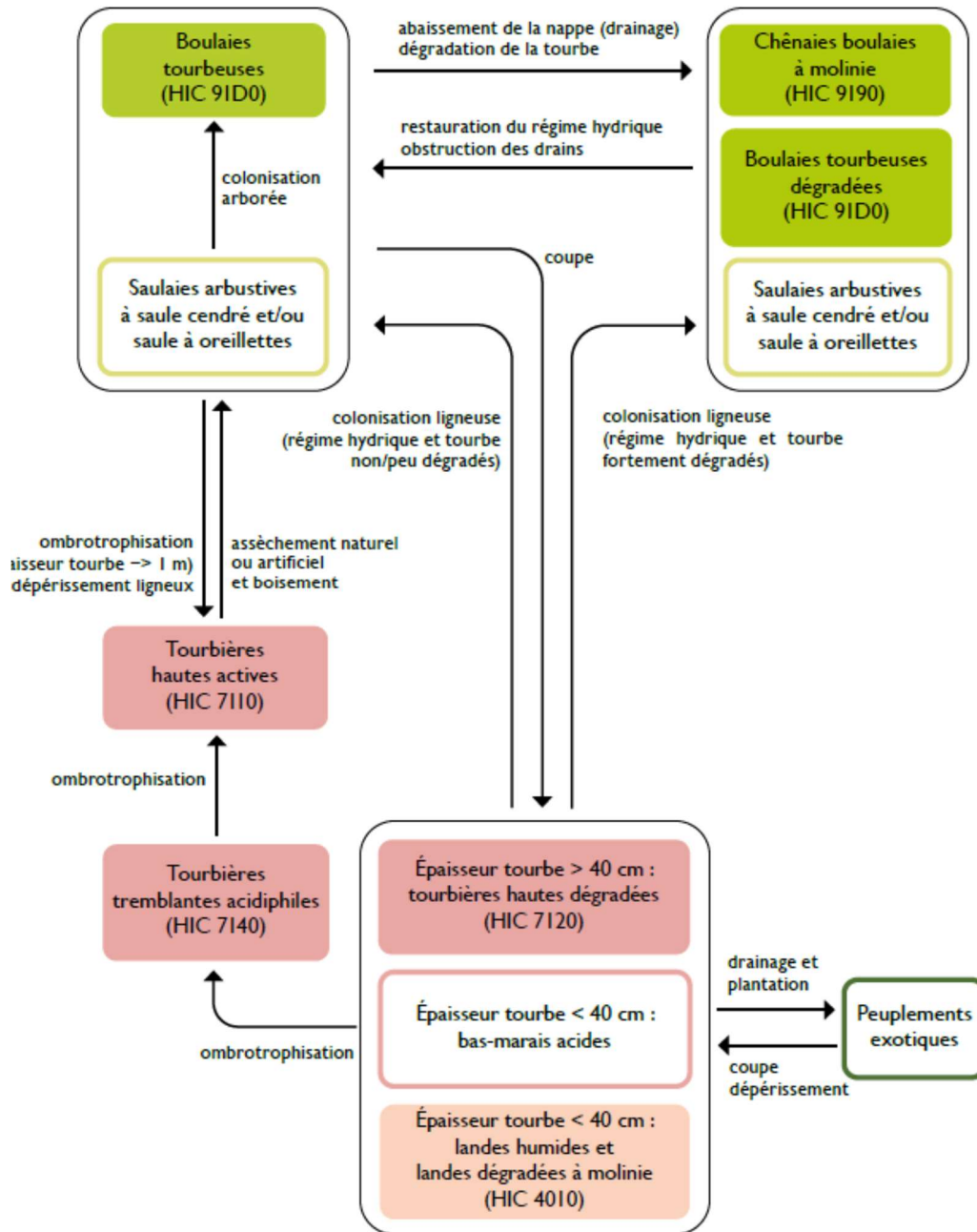


Diagramme de la dynamique des boulaies tourbeuses (tiré de Claessens et Wibail 2022)

## 1.4. Facteurs de qualité de l'habitat

### 1.4.1. Surface et connectivité

Comme pour tous les habitats, la surface et la connectivité sont des facteurs de qualité fondamentaux des boulaies tourbeuses. Celles-ci constituent la végétation climacique de stations aux conditions abiotiques particulières (sols tourbeux très acides). Elles pourraient occuper des surfaces relativement importantes sur les hauts plateaux ardennais, mais leurs stations potentielles ont connu diverses dégradations par le passé (pastoralisme, extraction de tourbe, puis drainage et plantations résineuses).

Les aspects de surface et de connectivité doivent être envisagés au regard des espèces occupant l'habitat. De nombreuses espèces forestières (dont les espèces animales à grand territoire) ne sont pas spécifiquement liées à un habitat, et pour celles-ci, ce sont surtout la taille et la continuité du massif feuillu ou sa connectivité avec d'autres massifs qui importent ; cela peut également être une certaine abondance et une continuité spatiale et temporelle de micro-habitats liés aux essences forestières et la disponibilité/accessibilité des ressources alimentaires. Pour ces espèces généralistes, les boulaies tourbeuses contribuent à l'habitat au même titre que d'autres formations feuillues indigènes.

D'autres espèces sont plus spécialisées, et nécessitent ou apprécient par exemple particulièrement les conditions de sol propres à certains habitats. Il s'agit par exemple, dans le cas des boulaies tourbeuses, de végétaux comme la trientale (*Trientalis europaea*), diverses espèces de sphaignes (*Sphagnum* sp.), les linaigrettes (*Eriophorum* sp.), la myrtille des loups (*Vaccinium uliginosum*) ou la canneberge (*V. oxycoccos*), ces espèces étant inféodées aux milieux tourbeux. Pour ces espèces plus spécialisées, il est important de garantir le maintien ou la restaurations des surfaces d'habitats tourbeux non dégradés et une certaine forme de connectivité, afin d'assurer leur survie à long terme et de limiter les risques d'extinction locale liés à des « accidents ».

### 1.4.2. Structures et fonctions

#### *Composition spécifique*

En termes de composition spécifique, c'est évidemment la composition en essences ligneuses qui constitue le premier 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 Keersmaeker 2010 ; Verheyen & Branquart 2010 ; Emberger *et al.* 2013).

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 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.

Dans le cas des boulaies tourbeuses, les conditions pédologiques limitent fortement la diversité spécifique potentielle de la strate arborée. Celle-ci se limite aux bouleaux pubescent et verruqueux, avec le sorbier des oiseleurs comme essence compagne et l'aune glutineux dans les variantes

sourceuses. Le sous-bois est lui aussi naturellement peu varié et est principalement constitué des saules cendré et à oreillettes, pouvant former de petits massifs, et de la bourdaine.

## *Structures et fonctions sensu stricto*

### **Structure du peuplement forestier**

Une structure complexe est à l'origine d'une biodiversité spécifique importante (Ferris 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'espèces aux tempéraments différents et se traduit par la présence permanente de stades jeunes au sein des peuplements, assurant une meilleure résilience aux tempêtes et autres accidents climatiques (Legay *et al.* 2008).

Les **futaies irrégulières** présentent les structures les plus complexes et la plus forte biodiversité strictement forestière, en assurant la présence d'une diversité maximale de micro-habitats. Il s'agit aussi de la structure la plus proche du fonctionnement naturel de l'habitat dans sa phase climacique (Emberger *et al.* 2013, Branquart & Liégeois 2005).

Si la **futaie équienne** peut exister au sein des dynamiques forestières naturelles (du Bus de Warnaffe & Devillez 2002), elle est moins représentative du fonctionnement spontané du climax forestier. Dans le contexte des forêts gérées, elle est le plus souvent synonyme d'une replantation ou d'une recolonisation naturelle après la pratique de la mise à blanc ou l'abandon d'un milieu ouvert. Etant donné l'historique des stations tourbeuses (pastoralisme, exploitation de la tourbe et/ou spéculation résineuses suivis d'un abandon complet ou d'actions de restauration de l'habitat), une proportion importante des surfaces actuelles de boulaies tourbeuses présente une structure équienne et donc simplifiée par rapport au fonctionnement naturel de l'écosystème. Certaines boulaies tourbeuses présentent également des faciès en vieilles cépées, témoignant d'une gestion ancienne en taillis de ces peuplements très peu productifs. Cette structure, si elle peut s'avérer intéressante pour certaines espèces héliophiles dans d'autres habitats, n'est pas souhaitable dans le cas des boulaies tourbeuses, qui présentent déjà naturellement un couvert discontinu, car elle ampute l'habitat des micro-habitats liés aux arbres sénescents.

On peut donc avancer qu'un traitement laissant un maximum de liberté à l'expression de la dynamique naturelle en évitant les coupes est optimal pour cet habitat de faible extension spatiale et d'un intérêt pratiquement nul pour la production de bois.

### **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).

### **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). 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 régénération, le bois mort garantit la pérennité de l'habitat (Harmon 1986 in Vallauri, 2005).

### **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 micro-habitats tels que fentes, décollements d'écorces, cimes cassées ou fourches, dendrotelmes, écorces crevassées, développement de lierre, de fougères, de mousses (Gosselin & Paillet 2010, Emberger *et al.*, 2013), et dont la présence conditionne celle d'espèces spécialisées.

Leur présence dans le peuplement est par ailleurs complémentaire à celle des arbres morts, puisqu'en offrant une meilleure régulation thermique que ces derniers, ils permettent l'installation dans le peuplement d'espèces spécifiques, comme des chauves-souris (ex. : *Myotis bechsteinii* et *Barbastella barbastellus*) et divers oiseaux cavernicoles (European Commission 2008). Les arbres d'intérêt biologique sont également importants pour le complexe saproxylique, car leurs micro-habitats 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 ; Carnino 2009).

### **Continuité temporelle, ancienneté de l'état boisé, intégrité du sol et 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 (micro-climat tamponné, abris et habitats spécifiques, etc.) (Hermey *et al.* 1999, Jacquemin *et al.* 2014), nécessitant une stabilité à long terme de l'ambiance forestière pour se développer pleinement. Il s'agit par exemple de coléoptères du bois mort ou de plantes à faible capacité de dispersion (Honnay *et al.* 1998) comme les géophytes.

Les boulaies tourbeuses ont un sol très spécifique, défini par ses caractéristiques physiques : oligotrophie et hydromorphie très marquée, avec développement de tourbe sur plusieurs dizaines de centimètres dans les variantes typiques non dégradées. Ces sols sont également très proches voire identiques à ceux des milieux tourbeux ouverts de leur série climacique.

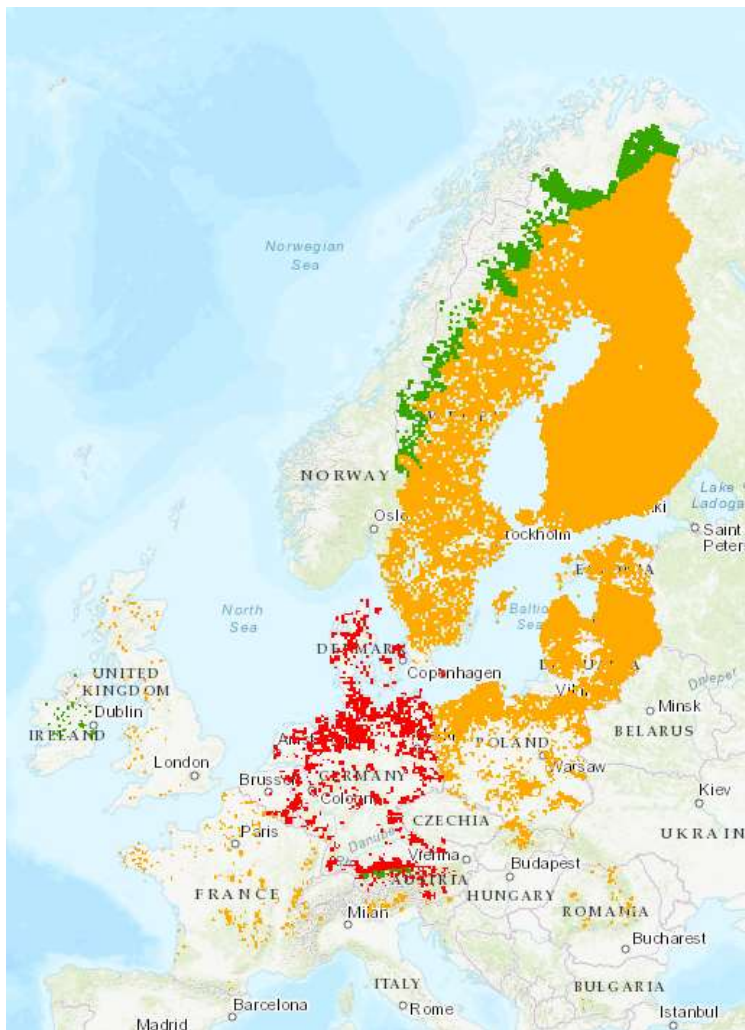
Si l'on se concentre sur les espèces végétales supérieures dites « de forêts anciennes », leur nombre potentiel est très faible, parce que l'habitat présente naturellement un peuplement très ouvert, avec une ambiance forestière moins fermée, et parce que les caractéristiques pédologiques ne relèvent pas strictement des milieux forestiers. Par contre, la plupart des espèces typiques régressent fortement si

le régime hydrique a été dégradé par drainage ou par extraction de la tourbe dans ou à proximité de l'habitat. Dans ces situations, la strate herbacée se banalise et est dominée par des tapis continus de molinie.

## 2. Situation historique et actuelle de l'habitat

### 2.1. Distribution et surface

#### 2.1.1. Distribution actuelle (carte) en Europe



Carte de distribution de l'habitat 91D0 issue de la synthèse des données livrées par les Etats Membres de l'Union Européenne dans le cadre du rapportage européen (rapportage article 17) pour la période 2013-2018. Les couleurs représentent l'état de conservation de l'habitat (vert = favorable, orange = inadéquat, rouge = mauvais, les évaluations étant réalisées par chaque Etat Membre pour son propre territoire).<sup>6</sup>

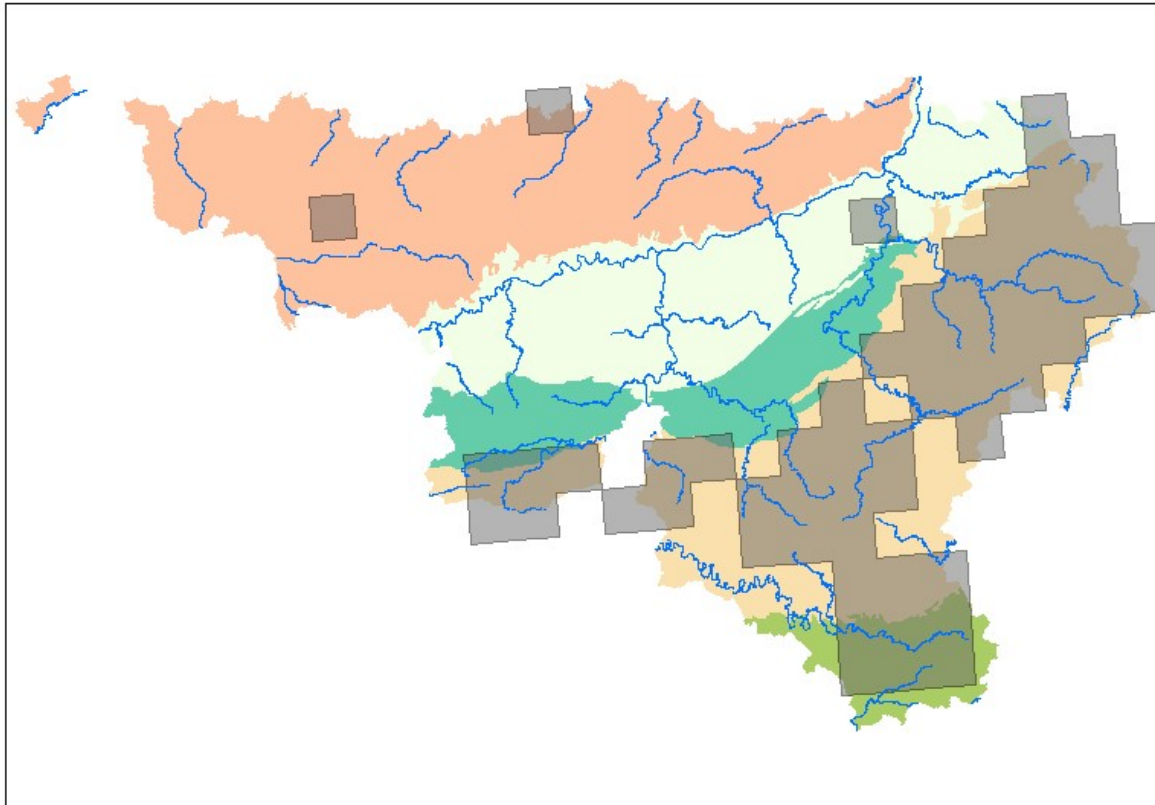
L'habitat 91D0 présente une distribution relativement étendue à l'échelle européenne, présent dans la majorité des régions biogéographiques. Il convient néanmoins de préciser que la définition de l'habitat

<sup>6</sup> Source: European Environment Agency – European Topic Center on Biological Diversity. Report under the Article 17 of the Habitats Directive. Period 2013-2018. Bog woodland.

[https://maps.eea.europa.eu/EEAViewer/?appid=380483fb60e84338b4d250b96f570ce2&showLayers=HabitatsDirective\\_ART\\_17\\_WMS\\_version\\_2020\\_08\\_public\\_1809;HabitatsDirective\\_ART\\_17\\_WMS\\_version\\_2020\\_08\\_public\\_1809\\_0;HabitatsDirective\\_ART\\_17\\_WMS\\_version\\_2020\\_08\\_public\\_1809\\_2&zoomto=true&embed=true&habitatcode=91D0&region=%25](https://maps.eea.europa.eu/EEAViewer/?appid=380483fb60e84338b4d250b96f570ce2&showLayers=HabitatsDirective_ART_17_WMS_version_2020_08_public_1809;HabitatsDirective_ART_17_WMS_version_2020_08_public_1809_0;HabitatsDirective_ART_17_WMS_version_2020_08_public_1809_2&zoomto=true&embed=true&habitatcode=91D0&region=%25)

ne se limite pas aux seules variantes décrites pour la Wallonie. Les interprétations de l'habitat peuvent également varier selon l'Etat Membre.

### 2.1.2. Distribution (carte) et surfaces en Wallonie



Carte de distribution de l'habitat 91D0 en Wallonie selon l'évaluation réalisée pour le rapportage article 17

En raison de la forte spécificité de ses sols, l'habitat 91D0 a une distribution naturellement limitée à certaines zones géographiques. Selon les estimations réalisées pour le rapportage article 17 pour la période 2012-2017 sur base des placettes de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie et de la cartographie de zones restaurées récemment, les surfaces de l'habitat 91D0 sont estimées entre 700 et 1 100 ha dans le domaine continental, et entre 2 et 10 ha dans le domaine atlantique.

L'intervalle entre les estimations basse et haute est élevée pour deux raisons : en région continentale, en raison des surfaces importantes en cours de restauration/d'abandon de la sylviculture résineuse en zone tourbeuse. Une partie importante des surfaces présente des formes transitoires entre des « mises à blanc », des milieux ouverts tourbeux et l'habitat 91D0 ; en région atlantique, les boulaies tourbeuses sont sans aucun doute rarissimes (2 ha connus) mais il n'est pas exclu que des stations inconnues existent dans des zones non cartographiées (maximum dès lors estimé à 10 ha).

#### Distribution de l'habitat par région

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 acidiphiles 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 de la variante sourceuse de l'habitat 91D (*Vaccinio-Betuletum alnetosum*) et leur cortège floristique est dépourvu des espèces à caractère continental.

En Condroz également, les quelques éléments de l'habitat 91D0 relèvent du *V.-B. alnetosum*, sont très rares et liés à quelques stations sourceuses de l'Ardenne condrusienne.

Le niveau trophique général trop élevé des sols explique l'absence complète 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 des boulaies tourbeuses en Wallonie. Toutes les variantes de l'habitat s'y retrouvent, majoritairement sur les hauts plateaux de la Croix-Scaille, de Saint-Hubert, du Plateau des Tailles et des Hautes Fagnes. L'habitat y reste malgré tout relativement rare en raison des conditions abiotiques très particulières qui conditionnent sa présence et des dégradations anthropiques passées (enrésinement, drainage).

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).

### **2.1.3. Proportion de la surface de l'habitat dans le réseau Natura 2000 et dans les propriétés publiques**

Selon les données utilisées pour le rapportage article 17 de 2019, les surfaces de l'habitat 91D0 comprises dans les sites Natura 2000 sont estimées entre 650 et 1 050 ha dans le domaine continental, et entre 0,9 et 2 ha dans le domaine atlantique. En termes de pourcentages, cela revient à approximativement 95 % des surfaces de l'habitat incluses dans le réseau à l'échelle wallonne – 95 % pour la Région Continentale, et 50 % pour la Région Atlantique.

Une couche de modélisation de l'habitat 91D0 a été réalisée dans le cadre de l'action A12 du Life BNIP. Cette couche a été construite sur base des données issues de la cartographie détaillée des sites Natura 2000, extrapolées ensuite à partir des données abiotiques disponibles sur tout le territoire (information pédologique, territoire écologique, aléas d'inondation, proximité des zones tourbeuses...). Elle fournit une carte de développement potentiel de l'habitat 91D0 à l'échelle wallonne sur l'ensemble de la surface forestière<sup>7</sup>. A chaque polygone de la couche est associé un % de « probabilité » (min. 6 %) de correspondance potentielle à l'habitat 91D0.

Lorsque cette couche de « potentiel » de l'habitat 91D0 est croisée avec l'occupation du sol afin de ne conserver que les forêts effectivement feuillues et mixtes (donc les zones où l'habitat pourrait effectivement être présent), il apparaît que les surfaces de développement « effectif » modélisées de la sorte sont très majoritairement reprises (84 %) dans le réseau Natura 2000, et qu'elles sont situées à 64 % en forêt publique.

---

<sup>7</sup> Tous les polygones de forêt identifiés par l'IGN 1/10000

Les valeurs détaillées issues du croisement des différentes couches avec la modélisation sont fournies dans le tableau ci-dessous.

	type de propriété		
	publique	Privée	publique et privée
ha en site Natura 2000	619	262	881
% surface totale	59	25	84
ha hors site Natura 2000	50	119	169
% surface totale	5	11	16
ha en et hors site Natura 2000	669	381	1050
% surface totale	64	36	100

#### 2.1.4. Facteurs explicatifs de la situation actuelle et menaces pesant sur le maintien des surfaces de l'habitat

Tous les types de milieux tourbeux ont fait l'objet d'une exploitation humaine principalement à partir du Moyen-Âge, d'abord modérée (extraction de tourbe pour le chauffage domestique, pratiques agropastorales, exploitation des forêts) puis beaucoup plus intensive à partir du milieu du XIXe siècle.

L'exploitation des forêts sur sols très hydromorphes, paratourbeux et tourbeux a entraîné au fil des siècles une modification importante du paysage et l'apparition, puis l'extension sur de vastes superficies, de milieux secondaires dits semi-naturels, au détriment des forêts initiales (Damblon 1969 ; Dumont 1975, 1985 ; Schumacker & Noirfalise 1979) : landes humides à tourbeuses, bas-marais, mais aussi tourbières de transition.

A partir du milieu du XIXe siècle, les pratiques agropastorales traditionnelles ont été progressivement abandonnées et dès la fin du même siècle, de vastes zones tourbeuses ont été drainées puis enrésinées, tandis que d'autres, plus proches des villages, ont été converties en cultures ou en pâtures (Froment 1968). Ces activités humaines relativement récentes ont détruit de vastes zones d'une valeur patrimoniale exceptionnelle.

Ainsi, sur les 3 361 ha de surface totale de la couche modélisée par le DEMNA (avec un potentiel de l'habitat 91D0 supérieur à 20 %) et pour lesquels l'occupation est forestière selon l'IGN, l'évolution entre la fin du 18<sup>ème</sup> siècle et la levée de l'IGN est la suivante :

- 6 % sont des forêts anciennes subnaturelles (sont donc restées des forêts feuillues),
- 17 % sont des transformations résineuses de forêts feuillues
- 12 % sont des boisements feuillus de zones ouvertes,
- 64 % sont des plantations résineuses de zones ouvertes

Ces chiffres sont calculés sur base d'un croisement avec la couche d'ancienneté des forêts, construite à partir des cartes historiques du territoire.

Les surfaces des boulaies tourbeuses sont donc faibles par rapport à leur extension potentielle, puisque seules 18 % des stations forestières correspondant à l'habitat étaient occupées par des forêts feuillues au moment de la levée de la dernière version de l'IGN, contre 82 % de forêts résineuses. Par ailleurs, la situation historique de ces stations forestières montre que 76 % d'entre elles étaient des zones ouvertes (tourbières, bas-marais acides et landes humides) à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle.

Ces chiffres ne sont toutefois qu'indicatifs :

- la couche modélisée utilisée ici ne couvre que les stations forestières selon l'IGN – le potentiel total d'extension de l'habitat 91D0 est donc nettement plus important puisqu'il inclut aussi les milieux ouverts ;
- à l'inverse, les données d'occupation du sol sont des données datant de la levée de l'IGN. Or des projets de restauration importants des milieux tourbeux ont été menés depuis.

Un croisement complémentaire avec l'occupation du sol selon la couche « écotopes 2015 » de LifeWatch permet dans une certaine mesure d'approcher l'évolution entre la fin des années 1990-2000 (levée de l'IGN) et 2015. Il apparaît ainsi que, en 2015, sur les 3 361 ha de surface qui était forestière au moment de la levée de l'IGN :

- 14 % étaient feuillus ou mixtes
- 42 % étaient résineux
- 15 % étaient des mises à blanc récentes
- 29 % étaient des milieux ouverts mélangés à des « fourrés » ou « buissons »

Les surfaces résineuses ont ainsi diminué de moitié en 1 à 2 décennies (de 82 à 42 %). Cette diminution s'explique par les coupes massives des peuplements résineux, improductifs sur les sols tourbeux. Ces coupes ont notamment été réalisées dans le cadre de projets de restauration des milieux tourbeux sur les hauts plateaux, principalement les projets LIFE cofinancés par l'Union Européenne et la Wallonie. En fonction du potentiel des stations, les restaurations visent aussi bien les milieux ouverts que les boulaies tourbeuses. Les surfaces de l'habitat 91D0 sont en nette augmentation, même si les surfaces feuillues semblent en légère diminution par comparaison entre les données IGN (18 % des surfaces) et « écotopes 2015 » (14 %). Cette contradiction apparente s'explique principalement par :

- des différences de typologie entre les classifications IGN et la couche écotopes : une partie des fourrés et des buissons selon les écotopes correspondent à des forêts feuillues selon l'IGN
- le passage obligé, pour la restauration de l'habitat 91D0 à partir de peuplements résineux, par des « mises à blanc récentes », évoluant progressivement vers des « milieux ouverts » puis des « fourrés » (et repris donc sous ces classes dans la classification LifeWatch) avant le redéveloppement d'un faciès forestier - cette évolution naturelle étant lente en milieu tourbeux
- des déboisements localisés de boulaies tourbeuses pour restaurer des milieux ouverts de grand intérêt : landes tourbeuses (HIC 4010), tourbières hautes actives (HIC 7110) ou tourbières de transition (HIC 7140)

Il convient de rappeler que ces statistiques ne concernent que les surfaces forestières au moment de la levée de l'IGN. L'habitat 91D0 s'est aussi redéveloppé à partir de zones classées comme ouvertes sur la carte IGN (notamment des tourbières et landes dégradées).

Le tableau suivant montre la ventilation entre les principaux types d'occupation du sol selon la couche « écotopes 2015 » pour les surfaces « forestières IGN » en végétation naturelle potentielle de boulaie tourbeuse, ainsi que leur localisation respectivement en propriété publique, en site Natura 2000, en réserve naturelle. On peut notamment y voir que pratiquement toutes les surfaces (plus de 99 %) de zones identifiées comme milieux ouverts naturels (prairies diversifiées, fourrés, buisson et herbacées) sont situées en site Natura 2000. Les mises à blanc récentes sont comprises pour 84 % en propriété publique, 71 % en site Natura 2000 et 33 % en réserve naturelle. Les surfaces encore résineuses sont situées pour 62 % en propriété publique, et pour 66 % en site Natura 2000.

type d'occupation « LifeWatch »	surface totale		propriété publique		site Natura 2000		réserve naturelle		propriété publique, site Natura 2000 et/ou réserve naturelle	
	ha	ha	% classe occupation	ha	% classe occupation	ha	% classe occupation	ha	% classe occupation	
Feuillus	439	190	43	332	76	125	28	355	81	
Résineux	1523	950	62	1011	66	164	11	1323	87	
mises à blanc récentes	557	376	68	394	71	186	33	496	89	
prairies diversifiées et fourrés	802	671	84	795	99	641	80	801	100	
buissons et herbacées "inondés"	221	211	95	220	100	185	84	221	100	



Exemple de zones tourbeuses, résineuses au moment de l'IGN, ayant depuis été exploitées, et évoluant en milieu ouvert et en régénération feuillue au sein d'un site Natura 2000.

Une analyse plus récente a été réalisée avec les données de l'ULiège dans le cadre de la convention « réseau écologique » financée par le SPW, en collaboration avec le DEMNA. Cette analyse ne se limite cette fois plus aux seules zones de « forêts selon l'IGN », mais porte sur l'ensemble des surfaces potentielles des milieux tourbeux et marécageux en Wallonie. Les valeurs ne sont pas comparables entre les deux modélisations, puisqu'elles ne visent pas la même enveloppe totale (toute le territoire vs les « forêts IGN »), et la modélisation de l'ULiège intègre également des potentiels d'aulnaies marécageuses en plus des boulaies tourbeuses. Néanmoins, en se focalisant sur l'Ardenne uniquement (zone de développement principale des boulaies tourbeuses) cette seconde modélisation,

probablement la plus à jour, montre que, sur l'ensemble des stations ardennaises correspondant à la végétation naturelle potentielle « boulaie tourbeuse » modélisée :

- 10 % sont feuillues
- 7 % sont de la régénération forestière (feuille et résineuse confondues)
- 63 % sont des « milieux ouverts naturels »
- 20 % sont des résineux

Les milieux dominants dans les stations à potentiel de boulaie tourbeuse sont des milieux ouverts – correspondant à des landes et à des tourbières, majoritairement dégradées par le drainage artificiel. En ce qui concerne les milieux forestiers, les résineux occupent encore une surface double de celle des boulaies tourbeuses.

## **2.2. Qualité de l'habitat (structures et fonctions) dans les sites existants et pressions et menaces sur cette qualité**

Lors du dernier rapportage article 17 (période 2013-2018), le paramètre « structures et fonctions » de l'habitat 91D0 a reçu une évaluation mauvaise (U2). Cette cote a été attribuée sur base des données de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW), traitées selon une méthode développée par le Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole (DEMNA) et l'Université de Liège (ULg), et validée par le Département de la Nature et des Forêts (DNF).

L'IPRFW collecte les données au sein de placettes installées de manière systématique et uniforme sur tout le territoire forestier wallon, aux sommets d'une grille rectangulaire de 500 m sur 1000 m – soit un point tous les 50 ha. Les placettes ont un rayon de 18 m, et une série de paramètres descriptifs quantitatifs et qualitatifs, y compris des relevés floristiques, y sont effectués. Si cet inventaire procure une évaluation précise pour les habitats totalisant de grandes surfaces aux échelles biogéographiques (et notamment sur les hêtraies et les chênaies de leur métaclimax), la précision est très relative pour les très rares boulaies tourbeuses – il s'agit de l'un des habitats d'intérêt communautaire le moins interceptés par les placettes de l'IPRFW (après les forêts fluviales 91F0). Par ailleurs, l'évaluation ne peut être réalisée que pour la région continentale, aucune placette de l'IPRFW ne tombant dans les 2-3 stations résiduelles connues de l'habitat en région atlantique.

Les paramètres pour lesquels les boulaies tourbeuses obtiennent une cote défavorable sont :

- la composition du peuplement ligneux : proportion d'espèces exotiques trop élevée, et diversité trop faible des essences indigènes
- le manque de gros bois vivants et morts
- la présence de drains au sein de l'habitat

Ces résultats, s'ils sont évalués via un très faible nombre de placettes de l'IPRFW, sont néanmoins cohérents avec l'historique de l'habitat 91D0 décrite aux points précédents. En effet, une partie importante des surfaces actuelles sont issues de la recolonisation du bouleau en sous-bois ou après mise à blanc de peuplements résineux plantés sur des surfaces drainées. Il en ressort des peuplements relativement jeunes et donc sans arbres de grosses dimensions (d'autant que la croissance ligneuse est lente en raison de la faible fertilité des stations de l'habitat 91D0), souvent réduits à des faciès quasi-monospécifiques de bouleau, sur des zones anciennement drainées. A cela s'ajoutent :

- en Ardenne, les semis latéraux d'épicéas à partir des peuplements adjacents
- la pression du gibier sur la régénération naturelle, limitant à la fois sa densité et la diversité ligneuse, et favorisant les semis résineux au détriment des semis feuillus

A l'avenir, il serait opportun d'améliorer le suivi de ces peuplements, soit en ajoutant des placettes supplémentaires au sein des surfaces cartographiées de l'habitat (majoritairement situées au sein des sites Natura 2000), soit en utilisant de nouvelles techniques d'inventaire se basant par exemple sur la télédétection. Des indicateurs complémentaires, actuellement non prévus, pourraient également être intégrés dans l'évaluation de l'habitat, en particulier le recouvrement relatif de la molinie, qui témoigne de la dégradation du régime hydrique de l'habitat.

### **3. Services écosystémiques liés à l'habitat et enjeux socio-économiques**

Les boulaies tourbeuses combinent, en raison de leur caractère intermédiaire entre milieux forestiers et milieux tourbeux, les services écosystémiques liés à ces deux catégories d'habitats.

#### **3.1. Services écosystémiques**

Préambule : l'information présentée dans le points 3.1 (description générale et services écosystémiques) est tirée et adaptée des « Habitats d'intérêt communautaire de Wallonie » (Claessens et Wibail 2022 ; Frankard 2022).

##### **3.1.1. Services de production**

Bois

Il est admis aujourd'hui que la sylviculture, tant feuillue que résineuse, n'a pas d'avenir sur les sols tourbeux, les coûts liés à la plantation, au drainage et à l'entretien des peuplements étant souvent supérieurs au revenu espéré (Claessens *et al.* 2001). De plus, les risques de chablis et de dégâts dus aux ravageurs sont très importants dans les plantations d'essences résineuses sur tourbe qui, bien souvent, vivent plus qu'elles ne se développent.

Tourbe

L'extraction de tourbe pour le chauffage ou l'horticulture n'a pas (ou plus) d'intérêt économique en Wallonie.

##### **3.1.2. Services de régulation et de maintenance**

###### **Fixation de carbone**

En forêt, 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, 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 (Luysaert *et al.* 2008). La

production de matière ligneuse des boulaies tourbeuses est néanmoins faible en raison de la faible fertilité des stations.

Par contre, s'agissant d'habitats tourbeux, leur sol constitue un important puits de carbone. En raison de l'engorgement permanent associé à des températures fraîches et à une faible diffusion de l'oxygène, les conditions sont asphyxiantes (anoxiques) au sein des milieux tourbeux et l'activité microbienne y est très limitée, ce qui implique une faible décomposition et une forte accumulation de matière organique sous forme de tourbe. D'importantes quantités de carbone s'y retrouvent donc séquestrées durablement.

A l'inverse, les tourbières dégradées par les activités humaines constituent des sources importantes de gaz à effet de serre (gaz carbonique et méthane). Silvola (1986) a par exemple estimé qu'en Finlande, dans les tourbières drainées pour la sylviculture, les échanges de CO<sub>2</sub> ont été modifiés, passant d'un stockage d'environ 25 g/m<sup>2</sup>.an pour les milieux intacts à une émission d'approximativement 250 g/m<sup>2</sup>.an. Nykanen *et al.* (1995) ont montré que la transformation de tourbières basses finlandaises en milieux agricoles a conduit à augmenter les émissions de gaz carbonique de 26 000 kg/ha.an.

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la dégradation des milieux tourbeux pourraient être fortement réduites par la réhumidification et la restauration des tourbières dégradées (Trumper *et al.* 2009). Toutefois, les travaux de restauration des tourbières par inondation ou réhumidification des milieux dégradés peuvent être, dans un premier temps, une source importante de gaz à effet de serre sous forme d'émission de méthane. Mais on estime que, sur le long terme (au minimum 50 ans), le bilan en termes d'accumulation du carbone dans les sites restaurés devient positif (Charman 2002 ; Hiraishi *et al.* 2014 ; Günther *et al.* 2015 ; Kotowski *et al.* 2016).

L'impact des changements climatiques actuels sur les tourbières et sur le cycle global du carbone est encore étudié, mais quels que soient les scénarios climatiques envisagés, la seule certitude est que la dégradation des tourbières ne pourra que contribuer négativement aux changements climatiques globaux.

### **Régulation climatique**

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 la réduction du vent au sein de la forêt. 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.

Les milieux tourbeux se caractérisent quant à eux par la constitution d'un microclimat froid et humide à leurs abords. L'importance de l'évapotranspiration en zones de tourbières conduit en effet à un accroissement de l'humidité de l'air et, du fait de la consommation d'énergie qui y est liée, à un refroidissement de l'air qui les surplombe (Cholet & Magnon 2010).

### **Amélioration de la qualité de l'air**

Les forêts jouent aussi 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.

## Pollinisation, contrôle biologique et 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 syrphidés, qui sont des pollinisateurs à l'état adulte, sont par exemple saproxylophages à l'état larvaire. Dans un paysage agricole, la proportion de forêts feuillues et de lisières feuillues est un indicateur pertinent de la diversité des organismes qui vont pouvoir assurer des rôles régulateurs significatifs (Tscharrntke *et al.*, 2005).

## Protection 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 quant à lui les sols par une fixation directe.

## 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) :

- 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 des cours d'eau, 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.

Les boulaies tourbeuses contribuent théoriquement à ces services écosystémiques, d'autant plus qu'une partie des stations de l'habitat sont situées le long du réseau hydrographique ou sur haut plateau humide, dans les têtes des bassins versants, essentiellement en Haute Ardenne. Néanmoins, dans les zones tourbeuses les plus épaisses (correspondant au *Vaccinio-Betuletum eriophoretosum* pour les boulaies tourbeuses), la masse principale de la tourbière (le catotelme) contient une grande quantité d'eau, mais cette eau est piégée quasi en permanence car la conductivité hydraulique est très faible. Les tourbières épaisses sont donc des milieux qui sont toujours proches de la saturation hydrique et seule une petite partie des précipitations qui tombent sur ces milieux peut être stockée dans l'acrotelme. Une fois que celui-ci est saturé en eau, le reste des précipitations est évacué sous forme d'écoulement rapide de crue. De ce fait, le rôle des boulaies tourbeuses installées sur les sols les plus épais dans la régulation des crues et le soutien des étiages est généralement assez négligeable. Par contre, lorsqu'elles sont dégradées, un drainage important peut à long terme changer considérablement la structure du sol et entraîner la formation de réseaux de canalisations souterraines et de macropores dans le catotelme. Ces canalisations et macropores favorisent l'exportation de grandes quantités d'eau à l'extérieur de la zone tourbeuse, ce qui peut localement augmenter les risques d'inondation en aval (Holden *et al.* 2004, 2006).

Des études montrent aussi que certaines zones tourbeuses, se développant principalement dans les fonds de vallées, les grandes plaines alluviales ou les régions côtières (bas-marais ou tourbières boisées), peuvent avoir une action plus importante en terme de régulation des eaux, notamment en ce



qui concerne l'atténuation temporaire des crues (Bonn *et al.* 2016 ; Charman 2002 ; Crassous & Karas 2007 ; Joosten & Clarke 2002 ; Platteeuw & Kotowski 2006 ; Porteret 2010).

### **3.1.3. Services culturels et sociaux : ressourcement, bien-être, loisirs, tourisme**

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).

Vu leurs surfaces importantes, les forêts sont aussi un environnement très favorable à la réalisation d'activités de loisirs partagées 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, sont une source d'expériences et de contacts assez unique.

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 et des milieux tourbeux comme sources d'inspirations et de connaissances. Les milieux forestiers et tourbeux sont enfin des espaces auxquels sont associées des valeurs patrimoniales et existentielles importantes.

Les forêts et les hauts plateaux sont donc un objet de communication essentiel pour le développement du tourisme. 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 (Moons *et al.* 2000 ; Colson *et al.*, 2010). La beauté et l'âpreté des paysages des hauts plateaux tourbeux attirent également une foule nombreuse de skieurs et de randonneurs. Les plus grands sites tourbeux sont de ce fait très fréquentés par le public (principalement les Hautes-Fagnes et le plateau des Tailles qui sont les deux plus grands massifs tourbeux de Wallonie, mais aussi le plateau de la Croix Scaille).

## **3.2. Enjeux socio-économiques**

### **Maintien des surfaces existantes et restauration de nouvelles surfaces**

Comme mentionné précédemment, en raison de l'impossibilité de mener une sylviculture résineuse rentable sur les sols tourbeux (fertilité très faible, entretien et création de drains trop coûteux et interdits par des mesures légales, conditions d'exploitation très difficiles), les boulaies tourbeuses connaissent actuellement une extension de leur surface, principalement sur les mises à blanc résineuses en Ardenne, et en bénéficiant de projets de restaurations financés par la Wallonie et l'Union Européenne.

Néanmoins, si cette tendance s'observe au niveau régional, une proportion non négligeable des stations potentielles des boulaies tourbeuses sont encore occupées par des peuplements résineux non arrivés à maturité, voire laissés à une régénération naturelle résineuse ou mixte. D'après les modélisations (pour les stations dont la probabilité de développement potentiel de l'habitat 91D0 est supérieure à 20 %), sur les stations forestières au moment de la levée de la dernière version de l'IGN, il restait en 2015 encore 42 % de peuplements résineux et 15 % de mises à blanc récentes (croisement avec la couche « écotopes » 2015 de LifeWatch).

Un autre type d'enjeu entre également en ligne de compte pour le maintien/l'augmentation des surfaces des boulaies tourbeuses. Il s'agit cette fois de la priorisation d'objectifs de restauration

écologique « antagonistes ». Les boulaies tourbeuses constituent en effet le terme d'évolution de milieux ouverts de grand intérêt patrimonial (et pour la plupart également habitats d'intérêt communautaire visés par la Directive Habitats) : landes et nardaies humides (HIC 4010), bas-marais acides (non HIC), tourbières de transition (HIC 7140), tourbières hautes actives (HIC 7110) et végétations des tourbes dénudées (HIC 7150). Ces milieux ouverts contribuent en outre à l'habitat d'espèces protégées, qu'il s'agisse de végétaux (ex. droseras, andromède, camarine noire, lycopode inondé) ou d'animaux (ex. tétras-lyre, nacré de la canneberge). Les restaurations de ces milieux à partir de zones tourbeuses boisées (plantations résineuses mais aussi boisements spontanés de zones ouvertes) peuvent donc s'avérer dans certains cas prioritaires par rapport au maintien ou à la restauration de l'habitat 91D0.

Il convient dès lors de définir les zones consacrées au maintien et à la restauration des boulaies tourbeuses et celles dédiées aux milieux ouverts.



Les tourbières hautes actives, les tourbières de transition et les végétations des tourbes dénudées constituent des milieux de très grand intérêt pour la biodiversité qu'il convient de considérer au même titre que les boulaies tourbeuses lors de la restauration de zones tourbeuses. Photos L. Wibail

## 4. Analyse du contexte légal actuel, des actions et mesures prises et des bonnes pratiques

### 4.1. Cadre légal

Le contenu ci-dessous est le résultat d'une première analyse réalisée par le DEMNA et ne prend que partiellement en compte le « Code du Développement Territorial ». Ce point 4 sera donc étoffé lors des prochaines mises à jour du plan d'action, et devrait s'appuyer sur les prises de contact avec d'autres départements du SPW (notamment via l'action C9 du Life BNIP qui prévoit l'organisation d'ateliers transversaux au sein de l'administration).

#### 4.1.1. Cadre juridique international

Habitat repris à l'annexe I de la Directive Habitats, et prioritaire au sens de cette Directive.

#### 4.1.2. Statut légal de l'habitat en Wallonie

L'habitat n'est pas protégé sur l'intégralité du territoire wallon. Au sein des sites Natura 2000 uniquement, il est identifié au sein de l'unité de gestion UG6, dans laquelle des mesures légales conservatoires sont d'application via un arrêté du Gouvernement Wallon (AGW « catalogue »).

#### 4.1.3. Mesures légales existantes ayant un impact positif pour la protection de l'habitat en Wallonie

Au sein des sites Natura 2000, les boulaies tourbeuses sont explicitement mentionnées dans la description légale des UG6, et doivent donc être incluses au sein de celles-ci lorsqu'elles sont identifiées lors de la cartographie des sites.

##### A. Mesures ayant un impact sur la protection/la restauration des surfaces de l'habitat

Au sein des sites Natura 2000, une série d'actes sont interdits ou soumis à autorisation dans les UG6. Plus particulièrement :

- toute transformation et enrichissement par des essences non-indigènes sont interdits en UG6
- toute coupe d'arbre indigène vivant ou mort est soumise à autorisation en UG6, « sauf les arbres vivants à forte valeur économique unitaire et hormis les interventions pour cause de sécurité publique (le long des routes, chemins, sentiers, voies de chemin de fer, lignes électriques et conduites de gaz) »

Dans les forêts domaniales, la Circulaire biodiversité doit être appliquée (et proposées aux des propriétaires publics dans les autres forêts soumises). Celle-ci précise que « *les peuplements à forte valeur biologique (dont les habitats rares et/ou d'intérêt communautaire, ...) doivent être conservés. Dans les zones centrales (NB : 5 % de la surface) et les zones de développement de la biodiversité (NB : 30 %), la transformation de peuplements indigènes en peuplements exotiques est interdite. Ailleurs (NB : 65 % de la surface), celles-ci ne pourront être réalisées que sur des surfaces réduites et uniquement à partir de formations de substitution* ». A priori, les boulaies tourbeuses rentrent dans les zones centrales : « *Les habitats clés peuvent être identifiés sur le terrain par les critères suivants : · présence d'une association végétale rare (...), caractérisée par des conditions de station très particulières comme des sols tourbeux, marécageux ou superficiels* ».

Par ailleurs, la circulaire prévoit la mesure suivante : (E1) « Zones de conservation intégrale – parcelles affectées à un objectif prioritaire « réserve intégrale » : (...) des zones correspondant à des habitats clés (...). Pourront aussi être incluses dans ces îlots des mises à blanc en voie de reconversion vers des formations feuillues naturelles (boulaies tourbeuses (...))

Le Code Forestier prévoit quant à lui, en forêt publique de plus de 25 ha (article 57 relatif aux aménagements forestiers), l'identification dans le plan d'aménagement 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 » ; ainsi que l'intégration de « mesures liées à la biodiversité ». A

priori, les boulaies tourbeuses rentrent dans les 2 catégories (protection et conservation), mais doivent être placées préférentiellement en zones de conservation.

A ces mesures de « conservation » d'habitats s'ajoutent une série de mesures légales relatives à l'introduction de résineux sur les sols tourbeux :

- Circulaire biodiversité : (A3) : « La plantation de résineux est interdite sur des sols tourbeux (V), paratourbeux (v) et hydromorphes à nappe permanente (classes de drainage e, f et g de la carte des sols). »
- Loi sur la Conservation de la Nature (d'application sur tout le territoire wallon) : interdiction de planter ou de laisser se développer les semis des résineux (à l'exception de l' if et du genévrier) dans les zones naturelles et les zones d'intérêt scientifique au plan de secteur.
- Code Forestier : Art. 71 Dans les bois et forêts des personnes morales de droit public, par massif appartenant à un même propriétaire, sont appliquées les mesures de conservation suivantes – 5° l'interdiction de planter des résineux sur une largeur de douze mètres de part et d'autre de tous les cours d'eau. Cette distance est portée à vingt-cinq mètres dans le cas des sols alluviaux, des sols hydromorphes à nappe temporaire et à nappe permanente, et des sols tourbeux et paratourbeux tels que déterminés par la carte pédologique de Wallonie.

On peut également considérer que les restrictions de drainage prévues par les différentes législations rendent *de facto* impossible la sylviculture résineuse sur les sols tourbeux, favorisant dès lors les restaurations d'habitats tourbeux naturels :

- Circulaire biodiversité (F4) : « En forêt domaniale, le drainage est interdit sur tous les types de sol. Ailleurs, le drainage est interdit sur des sols tourbeux (V), paratourbeux (v) et hydromorphes à nappe permanente (classes de drainage e, f et g). »
- Code Forestier (Art. 43) - Pour toute nouvelle régénération, il est interdit de drainer ou d'entretenir un drain (...) dans les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, tels que déterminés par la carte pédologique de Wallonie. Sur les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, les plantations de peupliers peuvent être drainées moyennant l'autorisation préalable de l'agent désigné comme tel par le Gouvernement.
- *Loi sur la Conservation de la Nature (art. 58)* : dans les zones naturelles, zones naturelles d'intérêt scientifique au plan de secteur ou dans les réserves naturelles, il est interdit de creuser de nouveaux fossés de drainage.
- Arrêté « mesures générales » pour les sites Natura 2000 :
  - o est soumise à autorisation la création ou la remise en fonction de drains et de fossés, à l'exception des fossés de bord de voirie, et des drains et fossés prévus dans un plan de gestion ;
  - o est soumis à notification l'entretien de fossés et drains fonctionnels existants.

## **B. Mesures ayant un impact sur les facteurs de qualité des habitats forestiers**

Les mesures légales prévues pour améliorer la qualité des habitats forestiers s'appliquent uniquement dans les forêts publiques, et sur une partie des propriétés privées (situées en site Natura 2000, avec une exemption d'une partie des mesures générales pour les propriétés de moins de 2,5 ha).

Elles sont détaillées et analysées ci-dessous pour les différents facteurs de qualité des habitats.

## 1. Arbres morts et arbres d'intérêt biologique

Le tableau suivant synthétise les instruments légaux relatifs au bois mort, aux arbres d'intérêt biologique et aux stades de sénescence :

Instrument légal	Circulaire biodiversité	Code Forestier	Arrêtés Natura 2000
Zone d'application	toutes forêts domaniales	toutes forêts publiques	en site Natura 2000
Bois mort en forêt feuillue	Maintien jusqu'à obtention de 2 arbres morts/ha	Maintien jusqu'à obtention de 2 arbres morts/ha (à l'échelle de la propriété)	Autorisation nécessaire pour tout prélèvement d'arbre indigène mort dans les UG6
Arbres d'intérêt biologique (AIB)	Réserver 1 AIB/2 ha et par rotation, maintenus jusqu'à leur mort naturelle (→ à terme plusieurs AIB/ha)	Maintien d'1 AIB/2 ha (à l'échelle de la propriété publique)	Autorisation nécessaire pour tout prélèvement d'arbre indigène vivant dans les UG6
Réserves intégrales et îlots de Conservation (en forêt feuillue)	Désignation de 3 % de la surface de la propriété, notamment dans les « habitats-clés »	Désignation de 3 % de la surface de la propriété **	UG6 correspondant pratiquement à un statut de réserve intégrale  Arrêté mesures générales : Désignation de 3 % de la surface de la propriété en forêt privée dont la surface atteint plus de 2,5 ha, et en forêt publique de surface comprise entre 2,5 et 100 ha

\*\* : uniquement pour les forêts de plus de 100 ha

## 2. Diversité ligneuse et structures des peuplements

Seule la Circulaire Biodiversité prévoit une série d'obligations et de recommandations en faveur des paramètres de la diversité ligneuse et structurale des peuplements. Celles qui peuvent s'appliquer aux boulaies tourbeuses sont reprises ci-dessous :

- obligations :
  - o préservation des essences compagnes lors des travaux de dégagement et d'éclaircie, en particulier les espèces rares ou menacées à l'échelle locale ou régionale ;
  - o pas de plantation systématique dans les petites trouées ;
  - o recours à la régénération naturelle aussi souvent que possible, ainsi qu'à l'utilisation de plants d'origine génétique certifiée issus de la même région de provenance quand ceux-ci sont disponibles ;
- recommandations :
  - o éviter la substitution d'une essence dominante par une autre quand cette dernière possède un potentiel biologique plus faible ;
  - o structures variées, naturelles et/ou adaptées aux enjeux biologiques.

En site Natura 2000, les mesures contraignantes (interdiction de coupes d'arbres indigènes) liées aux UG6 devraient avoir un effet bénéfique sur la structure et la composition des peuplements en permettant leur diversification progressive, mais aucune mesure ne vise spécifiquement une des principales pressions auxquelles les peuplements feuillus ardennais sont actuellement soumis, à savoir la surdensité de gibier. Celle-ci peut en effet avoir un effet à la fois sur la densité de la

régénération, sur sa diversité (abroustissement sélectif), voire sur sa présence, et ce d'autant plus que le milieu est déjà peu fertile...

### 3. Drainage

Les mesures relatives au creusement ou à l'entretien de drains en zone tourbeuse ont déjà été énumérées au point 4.1.3.A et sont rappelées ci-dessous :

- Circulaire biodiversité (F4) : « En forêt domaniale, le drainage est interdit sur tous les types de sol. Ailleurs, le drainage est interdit sur des sols tourbeux (V), paratourbeux (v) et hydromorphes à nappe permanente (classes de drainage e, f et g). »
- Code Forestier (Art. 43) - Pour toute nouvelle régénération, il est interdit de drainer ou d'entretenir un drain (...) dans les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, tels que déterminés par la carte pédologique de Wallonie. Sur les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, les plantations de peupliers peuvent être drainées moyennant l'autorisation préalable de l'agent désigné comme tel par le Gouvernement.
- *Loi sur la Conservation de la Nature (art. 58)* : dans les zones naturelles, zones naturelles d'intérêt scientifique au plan de secteur ou dans les réserves naturelles, il est interdit de creuser de nouveaux fossés de drainage.
- Arrêté « mesures générales » pour les sites Natura 2000 :
  - o est soumise à autorisation la création ou la remise en fonction de drains et de fossés, à l'exception des fossés de bord de voirie, et des drains et fossés prévus dans un plan de gestion ;
  - o est soumis à notification l'entretien de fossés et drains fonctionnels existants.

### 4. Tassement du sol

Seul l'Article 16 du Code Forestier prévoit que « le Gouvernement peut déterminer, dans un but de conservation de la nature, ou de protection du sol, les conditions techniques auxquelles doivent répondre les véhicules automobiles et engins autorisés à circuler dans les bois et forêts hors des voies ouvertes à la circulation du public ainsi que leurs conditions d'utilisation. », mais ces conditions n'ont pas encore été déterminées. A l'heure actuelle, un guide de bonnes pratiques a été édité et ne se conclut que par des recommandations générales. L'étude ne semble par ailleurs pas avoir pris en compte les effets de la compaction sur la composition de la végétation herbacée (notamment les espèces de forêts anciennes).

La Circulaire Biodiversité prévoit, en recommandation (mesure non-contraignante) : « Favoriser la technique de circulation des engins sur lits de branches ou en cloisonnement d'exploitation lors des mises à blanc, des travaux d'éclaircie et de la récolte de bois de chauffage. »

### 5. Utilisation d'herbicides et d'amendement

L'article 41 du Code Forestier prévoit que le Gouvernement peut fixer les conditions d'épandage des amendements et des fertilisants du sol, tandis que l'article 42 interdit toute utilisation d'herbicides, fongicides et insecticides, sauf les exceptions fixées par le Gouvernement.

La Circulaire Biodiversité va dans le même sens que le Code Forestier en ce qui concerne l'utilisation de pesticides. Elle se réfère à la circulaire 2633 pour les amendements.

L'Arrêté Catalogue interdit en UG6 le stockage, l'épandage de tout amendement et de tout engrais minéral ou organique, dont fumiers, fientes, purins, lisiers, composts, boues d'épuration, gadoues de fosses septiques. Il en est de même pour les UG2 (reprenant les autres milieux tourbeux) et pour les UG7 (reprenant les forêts riveraines). La même mesure est portée au niveau 'autorisation' pour les autres unités de gestion forestières (UG 8 à 10).

## 4.2. Mesures incitatives

La principale mesure légale incitative à la restauration de boulaies tourbeuses en Wallonie était liée à l'arrêté du Gouvernement wallon relatif aux indemnités et subventions octroyés dans les sites Natura 2000 ainsi que la structure écologique principale.

Il prévoyait à ses articles 48 et 49 des subventions à l'exploitation des résineux pour les parcelles situées dans un site Natura 2000 ou dans la structure écologique principale, possédant un potentiel biologique en vue d'y restaurer notamment un type d'habitat naturel (dont les boulaies tourbeuses). Dans le cas d'une restauration forestière, le bénéficiaire de la subvention devait ensuite favoriser pendant une période minimale de 30 ans la régénération naturelle ou replanter en station des essences feuillues indigènes.

Les montants prévoyaient via l'article 49 une subvention au déboisement qui tenait compte de la perte de revenu lié à l'exploitation prématurée du peuplement résineux (coût variable plafonné à 7000 €/ha), d'éventuels coûts d'exploitation, et de l'abandon de la spéculation sylvicole après déboisement (2000 €/ha pour l'exploitation définitive, 1000 €/ha pour 30 ans).

Si les subventions tenant compte de la perte de revenus n'existent plus, il est par contre toujours possible de financer les travaux d'exploitation des résineux si ceux-ci dépassent le prix de la vente de bois (à hauteur des coûts nets), ainsi que les travaux liés à la restauration de la station (bouchage de drains) et à la régénération indigène, via les fonds PWDR.

## 4.3. Actions et bonnes pratiques de gestion et restauration déjà entreprises

### 4.3.1. En Wallonie

Méta-projet de restauration des tourbières de Haute-Ardenne

(source : [A. Le méta-projet de restauration des tourbières de Haute-Ardenne | Projets LIFE | Agir | La biodiversité en Wallonie](#))

Ce projet synthétise 6 projets de restauration des milieux tourbeux et associés sur les hauts-plateaux ardennais : Croix-Scaille, Libin-Recogne, Saint-Hubert, Plateau des Tailles, Spa-Malchamps et Hautes-Fagnes.

#### 1. Projet Life « Tourbières » à Saint-Hubert

## Présentation du projet

(source : [Carte d'identité du projet LIFE Saint-Hubert \(Tourbières\) | La biodiversité en Wallonie](#))

Le projet Life « Tourbières » (de 2003 à 2007) avait pour objectif la restauration de milieux tourbeux sur le Haut-Plateau de Saint-Hubert. La plupart des sites restaurés étaient occupés par des épicéas à divers stades de développement. Les peuplements ont été abattus sur lit de branche, tandis que les semis naturels d'épicéa développés sur d'autres surfaces depuis les tempêtes des années 1990 ont été broyées. Des mesures ont été prises pour éviter au maximum le tassement du sol (tracteurs chenillés, broyage à bout de bras de pelle mécanique, débardage au cheval de trait). Les rémanent et broyats ont ensuite été inondés, et certaines parties de sites étrépeés.

S'en est suivi un travail de restauration hydrique consistant à boucher tout le réseau de drainage des anciennes plantations résineuses : bouchage de drains, construction de digues minérales, creusement de mares...

Actions menées favorables à la restauration de boulaies tourbeuses

Sur une partie des surfaces, il a été décidé de recréer des habitats feuillus, essentiellement sur argile blanche et sols paratourbeux : boulaies tourbeuses (91D0\*), boulaies-chênaies, et aulnaies rivulaires (91E0\*). Des semis de bouleau pubescent, de bouleau verruqueux et de sorbier des oiseleurs ont été réalisés sur une surface totale de 55 ha. Du saule à oreillettes a également été produit à partir de 15 000 boutures, et plus de 2 000 plants de chênes ont été installés. La croissance des essences les plus sensiblées (chêne, sorbier et bouleau pubescent) a bénéficié de la pose temporaire de clôtures de protection contre la grande faune, sur une surface de 33 hectares.

## 2. Life « Croix-Scaille »

### Présentation du projet

([Life Croix Scaille: Life Croix Scaille \(life-croixscaille.eu\)](#))

Le projet Life « Croix-Scaille » (de 2006 à 2009) avait pour objectif la restauration de milieux tourbeux, de forêts feuillues et de fonds de vallée sur le plateau de la Croix-Scaille, point culminant de la province de Namur. La plupart des sites restaurés étaient occupés par des épicéas à divers stades de développement. Les peuplements ont été abattus sur lit de branche, tandis que les semis naturels d'épicéa développés sur d'autres surfaces depuis les tempêtes des années 1990 ont été broyées. Des mesures ont été prises pour éviter au maximum le tassement du sol (tracteurs chenillés, broyage à bout de bras de pelle mécanique, débardage au cheval de trait). Les rémanent et broyats ont ensuite été inondés, et certaines parties de sites étrépeés.

S'en est suivi un travail de restauration hydrique consistant à boucher tout le réseau de drainage des anciennes plantations résineuses : bouchage de drains, construction de digues minérales, creusement de mares...

## 3. Life « Plateau des Tailles »

### Présentation du projet

(source : [Carte d'identité du projet LIFE du Plateau des Tailles | La biodiversité en Wallonie](#))



Le projet Life « Plateau des Tailles » (de 2006 à 2010) avait pour objectif la restauration de milieux tourbeux sur le Plateau des Tailles qui constitue la seconde région la plus élevée de Belgique, après les Hautes-Fagnes. Les restaurations au départ de plantations résineuses ont été réalisées aussi bien en propriété publique que privée, la plupart des bois ayant été vendus au profit des propriétaires – avec exploitation sur lit de branche par des machines équipées de chenilles ou de pneus larges. Les régénérations naturelles d'épicéas ont quant à elles été broyées par des pelleteuses chenillées, parfois sur plateau flottant.

S'en est suivi un travail de restauration hydrique par bouchage de drains (bouchons d'argile) et pose de digues,

Les techniques de régénération des forêts feuillues, notamment en zones tourbeuses, ont consisté à installer des treillis pour protéger certaines zones du grand gibier, créant des exclos de 1 à 2 ha pour un total de 65 ha (répartis également au sein des hêtraies). Des milliers de jeunes arbres ont également été plantés, soit protégés par les clôtures, soit par des protections individuelles. Enfin, sur 80 ha, des boutures de saules ont été repiquées et du sorbier et du bouleau ont été semés, avec souvent un travail du sol préalable pour favoriser la germination.

#### 4. Life « Hautes Fagnes »

Présentation du projet

(source : [Carte d'identité du projet | La biodiversité en Wallonie](#))

Le projet Life « Hautes Fagnes » (de 2007 à 2012) avait pour objectif la restauration de milieux tourbeux sur le Plateau des Hautes-Fagnes, les plus élevés de Belgique. Les restaurations au départ de plantations résineuses ont été réalisées aussi bien en propriété publique que privée, la plupart des bois ayant été vendus au profit des propriétaires, avec indemnité pour coupe anticipée le cas échéant – avec exploitation sur tapis de branches voire lits de troncs, par des machines équipées de roues jumelées. Pour les travaux réalisés à partir d'une pelleteuse, la machine était équipée d'un jeu de 2 plateaux sur lesquels elle circulait en alternance afin de préserver les sols. Le déboisement a ainsi concerné 960 ha (coupe de plantations et de régénération naturelle)

Une grande partie des 960 ha de coupes d'épicéas a été laissée au reboisement spontané par les essences indigènes. 125 ha ont été clôturés temporairement afin de protéger les jeunes pousses de la dent des cervidés. Par ailleurs, l'élimination périodique des semis d'épicéas est prévue sur les zones restaurées ainsi qu'à l'intérieur des enclos destinés à la régénération des feuillus indigènes.

#### 5. Life « Lomme »

Présentation du projet

(source : [Carte d'identité du projet | La biodiversité en Wallonie](#))

Le projet Life « Lomme » (de 2010 à 2015) avait pour objectif la restauration de milieux tourbeux, landes, prairies, nardaies et hêtraies dans les bassins ardennais de la Lesse et de la Lomme. Les restaurations ont principalement visé des plantations et des régénérations naturelles d'épicéa. Selon l'âge des réineux et leur densité, ceux-ci ont soit été valorisés dans la filière-bois classique, soit sous forme de bois-énergie, soit encore laissés sur place après les travaux.

Comme dans les autres projets Life des hauts plateaux, s'en est suivi un travail de restauration hydrique par bouchage de drains (bouchons d'argile) et pose de digues minérales.,

Les forêts feuillues adjacentes aux zones ouvertes restaurées par l'élimination de résineux et la restauration hydriques ont été ciblées par la mise sous clôture temporaire de plusieurs zones d'1 à 2 hectares situés en forêt dégradée, et la plantation par endroits d'essences dans la clôture. Néanmoins, la plupart des zones ciblées officiellement relèvent d'autres habitats que de la boulaie tourbeuse (chênaies et hêtraies).

## 6. Life « Ardenne Liégeoise »

Le projet « Ardenne Liégeoise » (de 2012 à 2020) s'étend sur une zone géographique faisant la connexion entre le plateau des Tailles et les Hautes-Fagnes, reprenant notamment la Fagne de Malchamp. Ce projet vise globalement les mêmes milieux naturels typiques des hauts plateaux : landes, tourbières, boulaies tourbeuses, chênaies-boulaies à molinie, aulnaies riveraines, nardaies... Les travaux préliminaires concernent comme pour les projets précédents l'élimination de plantation et semis résineux, suivis d'une restauration du régime hydrique par colmatage de drains et création de digues.

Outre les actions d'élimination de résineux et la restauration du régime hydrique, le projet a prévu la pose de 24 km de clôtures pour assurer la régénération des forêts feuillues, ainsi que la diversification des essences via plantations et semis.

## 7. Synthèse

Selon une synthèse établie par le DEMNA sur le « méta-projet de restauration des tourbières de Haute-Ardenne », les chiffres clefs relatifs aux forêts sont les suivants :

### Types de travaux

#### Surfaces clôturées pour la régénération feuillue

Saint-Hubert	Croix Scaille	Plateau des Tailles	Hautes-Fagnes	Lomme	Ardenne liégeoise	Total
33 ha	0 ha	70 ha	124 ha	23 ha	87 ha	337 ha

#### Plantations forestières + semis

	Saint-Hubert	Croix Scaille	Tailles	Hautes-Fagnes	Lomme	Ardenne liégeoise	Total
Surface (ha)	50 (25 sous clôtures)	0	70	0	27,6	50	197,6
Plantation (nb plants)	8 000 chênes	/	72 550	/	5 232	25 851	111 633
Semis (ha)	53	/	52	/	12,3	/	117,3
Boutures (ha)	7,2 (15 000 saules)	/	8	/	5,6	/	20,8

#### Surface d'habitat objectif 91D0 selon rapport final et/ou couches cartographiques

Pour les 4 projets suivants, l'information cartographique détaillée est disponible. L'information est donc reprise dans le tableau en ventilant les surfaces (en ha) d'« habitat objectif 91D0 » (ou plus rarement à objectif complexe entre habitat 91D0 et un autre habitat) selon la situation initiale

habitat initial	Saint-Hubert	Plateau des Tailles	Lomme	Ardenne Liégeoise	total
habitat 91D0 déjà présent	59,55	33	14	25	131,55
résineux, mixtes ou mise à blanc récente	27	24	17,83	257,5	326,33
milieux ouverts	1,7	1,7	0,46	40,4	44,26
régénération feuillue non précisée	0	8,2	0	67	75,2
autres habitats feuillus (potentiel 91D0 très incertain)				24,1	24,1
Total	88,25	66,9	32,29	414	601,44

#### 4.3.2. Dans d'autres Etats/Régions Membres

La base de données en ligne des projets Life renseigne 159 projets sur base du critère de recherche « Habitat visé = 91D0 ».

Étant donné l'expérience déjà acquise en Wallonie via le méta-projet de restauration des tourbières, et d'autres projets wallons, le présent document ne développera pas davantage ce point sur les projets Life étrangers.

## 5. Objectifs

### 5.1. Objectifs stratégiques

**Objectif stratégique 1 – lié au paramètre « surface » de l'état de conservation – «Augmenter les surfaces de l'habitat et éviter une contraction de l'aire de répartition à l'échelle de chacune des deux régions biogéographiques»**

Pour les habitats d'intérêt communautaire, des objectifs surfaciques sont fixés par l'arrêté du Gouvernement wallon fixant les objectifs de conservation régionaux pour le réseau Natura 2000 (arrêté « **objectifs de conservation** » du 1<sup>er</sup> décembre 2016), à atteindre pour 2025. Ils s'élèvent à une augmentation de **300 ha à l'échelle continentale**, et de **1 ha à l'échelle atlantique**. Ces objectifs doivent être atteints **au sein des sites Natura 2000**.

Des objectifs sont également définis dans le **Cadre d'Actions Prioritaires** (PAF en anglais) wallon à l'échelle régionale, soumis à la Commission Européenne pour la période 2021-2027. Ces objectifs, qui concernent l'ensemble de la surface de l'habitat (aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des sites Natura 2000) et définissent une marge de progression permettant de se rapprocher fortement de l'état de conservation favorable, définissent une augmentation de **300 ha pour l'habitat 91D0** à l'échelle wallonne, quasi exclusivement à l'intérieur du réseau Natura 2000, qui reprend l'essentiel des sols tourbeux wallons.

Ces objectifs ont d'abord été établis en se basant sur le constat de surfaces actuelles trop faibles et déconnectées (dans l'absolu et par rapport à la situation historique et potentielle) pour un habitat prioritaire au sens de la Directive Habitats. Ils ont aussi été établis en considérant l'existence de législations devant mener, si elles sont effectivement respectées, à une augmentation des surfaces de l'habitat. Ces législations sont principalement celles liées à l'interdiction de drainer les sols tourbeux, et donc, implicitement, d'y mener une spéculation sylvicole résineuse, par ailleurs non rentable.

Il va de soi que cet objectif englobe aussi bien la création de nouvelles surfaces de boulaies tourbeuses que le maintien de la grande majorité des surfaces existantes. La raison de cette « obligation » de maintien est double :

- Tout d'abord, la création de nouvelles surfaces doit évidemment s'appuyer sur le réseau de boulaies tourbeuses existantes, pour des raisons évidentes d'augmentation des surfaces individuelles et d'amélioration de la connectivité
- Ensuite, on ne peut envisager qu'exceptionnellement des mouvements de surface, c'est-à-dire la destruction de surfaces existantes de boulaies tourbeuses compensées par la création de nouvelles unités d'habitat. Il est avant tout primordial de maintenir les boulaies tourbeuses adultes, en place depuis longtemps (notamment des forêts anciennes), avec des espèces typiques dont certaines sont peu mobiles, et à les compenser par de jeunes forêts dont de nombreux paramètres de qualité mettront des années, voire des décennies, à être aussi favorables (espèces forestières typiques, bois mort, gros arbres, sol forestier, diversité structurale) ; seules peuvent être envisagées des coupes de recolonisation récente de bouleaux sur des zones tourbeuses convenant davantage à la restauration de milieux ouverts rares et/ou profitant à des espèces rares ou patrimoniales.

**Objectif stratégique 2 – « Améliorer les structures et fonctions à l'échelle de chacune des deux régions biogéographiques »**



Comme mentionné au point 2 du présent plan d'action, les boulaies tourbeuses se sont vu attribuer une cote mauvaise (U2) dans les deux régions biogéographiques pour le paramètre « structures et fonctions » lors du dernier exercice de rapportage à l'Union Européenne (rapportage Article 17 pour la période 2007-2012).

L'objectif stratégique consiste donc à agir en vue d'améliorer les principaux paramètres défavorables : déficit de bois mort et d'arbres vivants âgés d'intérêt biologique, diversité ligneuse faible, proportion élevée d'essences exotiques dans le peuplement, et présence de drains. Ceci en promouvant au maximum la naturalité de l'habitat, et en limitant donc les interventions humaines à des actions de restauration ou de limitation des pressions : lutte contre la pression du gibier et la régénération naturelle d'essences exotiques, et restauration du régime hydrique.

## 5.2. Objectifs opérationnels

### Objectif opérationnel 1 : assurer l'attribution des unités de gestion les plus adéquates à l'habitat 91D0 au sein du réseau Natura 2000

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques, puisque l'attribution des unités de gestion appropriées à l'habitat – et *a priori* de l'UG6 revenant à une en réserve intégrale – permet à la fois la protection des surfaces mais aussi l'amélioration des paramètres de qualité favorisés par la non-intervention humaine.

Les actions consistent en :

- la production d'une cartographie la plus exhaustive possible de l'habitat 91D0 au sein du réseau Natura 2000
- la vérification et la correction de l'attribution des UG attribuées à tous les polygones identifiés de l'habitat

#### **Action 1.1. Obtenir une cartographie exhaustive et à jour de l'habitat au sein du réseau Natura 2000**

L'essentiel des surfaces actuelles de l'habitat 91D0, liées aux grands massifs tourbeux de Haute Ardenne (et dans une moindre mesure, de Lorraine), est repris au sein du réseau Natura 2000, dont la cartographie est terminée en 2023. Néanmoins, le travail de cartographie détaillée a commencé en 2005 et s'est étendu sur plus de 15 ans. Or, les zones tourbeuses ont connu depuis cette date de nombreuses modifications, liées :

- à l'abandon pur et simple de la spéculation résineuse après mise à blanc, en raison de la non-rentabilité des investissements sylvicoles sur les zones tourbeuses, accentuée par la mise en place de mesures légales du Code Forestier et des arrêtés Natura 2000 interdisant le drainage ;
- aux nombreuses actions de restauration entreprises via des projets LIFE et PwDR sur les zones tourbeuses, s'étalant sur pratiquement 20 ans, et dont les effets sur les zones déboisées en épicéa ne s'observent que progressivement, en particulier pour la restauration d'habitats forestiers ;
- à la colonisation naturelle de milieux qui étaient ouverts au moment de la cartographie, ou à l'inverse, à l'élimination de ligneux dans des tourbières ou des landes

La mise à jour de la cartographie de l'habitat peut être réalisée de manière ciblée grâce aux différentes modélisations de végétation naturelle potentielle « boulaie tourbeuse » décrites au point 2, croisées avec des couches identifiant l'occupation forestière du sol (ex. la couche « écotopes » produite par LifeWatch)<sup>8</sup>. Ces modèles peuvent également être combinés avec la couche des restaurations des projets Life et PWDR, et les parcellaires forestiers du DNF. Le croisement de ces différentes sources d'information produit une couche de zones de « présence présumée » de boulaies tourbeuses, qui peut ensuite être croisée avec la cartographie détaillée des sites Natura 2000. Les vérifications ultérieures ne porteront évidemment que dans les zones de « présence présumée » non identifiées par la cartographie détaillée.

---

<sup>8</sup> Un ensemble de carte des modélisations réalisées par l'ULiège dans le cadre des projets LifeWatch et « Appui à la mise en œuvre du réseau écologique », en collaboration avec le DEMNA, est disponible en annexe I

Sur les zones à vérifier, une première validation peut déjà être réalisée par les cartographes via un SIG afin de contrôler :

- visuellement (examen des photographies aériennes) la dominance effective d'un couvert feuillu dans les zones où aucun habitat forestier n'avait été identifié lors du premier passage en cartographie.
- les zones où la cartographie détaillée renseigne un habitat non tourbeux ; ces zones feraient l'objet d'un examen de la carte des sols et des habitats identifiés à proximité pour vérifier si la cartographie détaillée des sites semble erronée, ou s'il s'agit de zones où le modèle semble moins fiable

Des vérifications seront ensuite menées sur le terrain afin de valider la présence effective de l'habitat 91D0 (sur base de la végétation) dans les zones sélectionnées après l'étape de modélisation et de pré-validation sur SIG.

### ***Action 1.2. Vérifier et améliorer l'attribution des Unités de Gestion adéquates aux polygones de l'habitat 91D0***

Les arrêtés de désignation soumis à enquête publique en 2012 ont été produits en attribuant des unités de gestion sur base de la cartographie détaillée réalisée par les équipes du DEMNA quand celle-ci était disponible. Néanmoins, une majorité des sites Natura 2000 ne disposaient pas à l'époque d'une cartographie détaillée. Dans ces sites non cartographiés, des prospections ont donc été réalisées sur les milieux les plus sensibles afin de leur attribuer l'unité de gestion la plus adéquate, dans la limite des moyens humains disponibles et des délais fixés pour soumettre les sites à enquête publique.

Ces prospections ciblées ont visé prioritairement les milieux ouverts en zone agricole, puisqu'il s'agissait des habitats les plus susceptibles de connaître une dégradation directe et rapide en l'absence de mesures adéquates. D'autres prospections ont visé les habitats forestiers prioritaires, principalement en propriété privée. Néanmoins, ces prospections forestières sont lacunaires, et nombre d'habitats n'ont pas pu être identifiés dans les délais impartis. Les zones non parcourues sur le terrain se sont donc vu attribuer des unités de gestion « temporaires » (en forêt publique) ou des unités de gestion correspondant aux habitats forestiers les plus fréquents sur le territoire (notamment l'UG8). En outre, l'IGN, les photographies aériennes, et dans une moindre mesure le parcellaire DNF, ont souvent été utilisés à cette époque pour distinguer les forêts feuillues des peuplements résineux dans les zones non parcourues. Or, comme mentionné précédemment, nombre de pessières peuvent avoir connu des restaurations depuis la levée de l'IGN ou des photographies aériennes utilisées à l'époque.

Le principe de l'action 1.2 est donc de partir de l'information cartographique exhaustive et mise à jour de l'habitat 91D0 au sein sites Natura 2000 (produite au point 1.1), et de croiser cette information avec les unités de gestion officielles liées aux arrêtés de désignation.

Un croisement peut déjà être réalisé entre la cartographie exhaustive des habitats disponible actuellement et la couche des unités de gestion officielles liées aux arrêtés de désignation. Ce croisement est obsolète sur une partie des surfaces en raison notamment des actions de restauration réalisées en continu sur les hauts plateaux ardennais. Il est en outre à prendre avec précaution car il s'agit d'une analyse reprenant tous les polygones abritant l'habitat 9190 - dont des polygones où il est en complexe avec d'autres habitats forestiers ou avec des milieux ouverts. Ce croisement indicatif reste néanmoins intéressant à consulter (tableau déjà présenté également au point 5.1.3) :

	surface (ha)	% surface totale
UG2	76	6
UG6	311	24
UG7	48	4
UG8	32	2
UG9	2	0
UG10	111	9
UGTemp01	420	32
UGTemp02	286	22
UGTemp03	12	1

On observe donc que 53 % des surfaces abritant l'habitat correspondent à des unités de gestion « forêts feuillues » (UG6, 7, 8, 9, temp02 et temp03). 9 % sont reprises sous l'UG10/forêts exotiques, 6 % sous l'UG2/milieus ouverts prioritaires et 32 % sous l'UG\_Temp01 « zone sous statut de protection ». Des unités de gestion temporaires sont en outre attribuées à 55 % des surfaces.

Il serait donc utile de réattribuer les UG adéquates aux périmètres (mis à jour) de boulaies tourbeuses en suivant les définitions actuelles de l'arrêté catalogue :

- l'UG6 : pour toutes les surfaces où l'habitat est destiné à être favorisé ou maintenu
- l'UG2 : dans les zones où l'habitat est présent sous forme de colonisation forestière de zones à vocation de maintien ou de restauration d'un milieu ouvert (ex. lande humide)

l'identification des zones destinées à être maintenues/restaurées en milieu ouvert constitue l'un des principaux enjeux de cette action. Elle devra être réalisée en concertation avec les experts des milieux ouverts concernés, à savoir principalement les landes humides et les tourbières, des habitats qui font aussi l'objet de plans d'action dédiés. Des considérations relatives à la faune des milieux ouverts devront également entrer en ligne de compte.

Les propositions d'UG adaptées à la situation seront fournies par le DEMNA au DNF, qui pourra les répercuter :

- dans sa gestion des forêts publiques (ex. dans les plans d'aménagement forestier), dans un premier temps ;
- dans la révision des arrêts de désignation lorsqu'une mise à jour des cartes des unités de gestion sera mise en œuvre.

Il sera aussi recommandé de mettre en œuvre (au sein des propriétés publiques) des mesures de protection et de restauration allant au-delà du cadre légal actuel pour les surfaces de l'habitat 91D0, notamment l'élimination progressive des essences exotiques présentes dans les peuplements, la neutralisation des systèmes de drainage encore fonctionnels, et une protection élevée des sols lors de l'élimination des essences exotiques.

## **Objectif opérationnel 2 : Assurer le maintien des surfaces de l'habitat 91D0 en dehors du réseau Natura 2000**



Selon le dernier rapportage article 17, il apparaît que la grande majorité des surfaces de l'habitat 91D0 est reprise dans le réseau Natura 2000, qui englobe les sites tourbeux majeurs de Wallonie (hauts plateaux ardennais, camp militaire de Lagland). Le % de surface de l'habitat en site Natura 2000 est estimé à 95 % en région continentale (où l'habitat totalise plusieurs centaines d'hectares), et à 50 % en région atlantique (où l'habitat occupe moins de 10 ha).

Comme mentionné dans l'analyse faite au point 4, les mesures légales de protection sont pratiquement inexistantes en dehors des sites, même si la rentabilisation économique classique de ces milieux est pratiquement impossible, en raison de la non-fertilité des stations et des interdictions de drainage des sols tourbeux.

L'objectif opérationnel 2 vise donc la protection des surfaces hors réseau. Il est donc, comme l'Oop1, lui aussi lié aux objectifs stratégiques 1 et 2.

Cette action consistera en :

- la production d'une cartographie la plus exhaustive possible de l'habitat 91D0 en dehors du réseau Natura 2000 ;
- l'établissement d'un niveau de protection élevé de l'habitat dans les forêts publiques situées hors du réseau Natura 2000 ;
- l'identification des zones les plus sensibles à une dégradation potentielle de l'habitat en propriété privée ;
- une sensibilisation des propriétaires privés à la conservation des chênaies-boulaies à molinie, et la mise en œuvre de mesures assurant la non dégradation de l'habitat en propriété privée ;
- l'acquisition le cas échéant de surfaces privées de l'habitat 91D0 à très haute valeur biologique (ex. forêts anciennes, sous-régions où l'habitat est très rare...).

### ***Action 2.1. Identifier les zones majeures de boulaies tourbeuses situées en dehors du réseau Natura 2000 et, parmi ces forêts, celles qui présentent le plus d'intérêt***

Etant donné que l'on ne dispose pas sur le territoire wallon d'une cartographie détaillée des habitats en dehors du réseau Natura 2000, cette action consiste, sur base de la modélisation des habitats et de validations de terrain ciblées, à identifier les stations de boulaies tourbeuses situées en dehors du réseau Natura 2000.

Comme mentionné dans l'action 1.1, différentes modélisations de la végétation naturelle potentielle des boulaies tourbeuses ont été produites pour le territoire wallon. Ces modélisations donnent des résultats certes différents en termes de surfaces totales, mais sont ressemblantes dans l'identification des zones principales d'occurrence potentielle de l'habitat. Le croisement des deux modèles devrait permettre d'identifier les zones a priori les plus susceptibles d'abriter l'habitat<sup>9</sup> (identifiées par les deux modèles), et un avis d'expert pourra être porté sur les zones de non-recouvrement afin d'estimer leur pertinence. Une première analyse sur SIG permettra alors d'identifier les zones à valider prioritairement sur le terrain, à savoir les zones :

- avec les plus fortes probabilités de présence de l'habitat (informations des modèles)
- avec une forte concentration géographique de surfaces adjacentes

La présence de drains dans les zones modélisées ou à proximité de celles-ci est paradoxalement un bon indice de présence de l'habitat, car une proportion très élevée des stations tourbeuses ont connu un drainage par le passé afin d'améliorer les conditions de production de bois.

---

<sup>9</sup> Un ensemble de carte des modélisations réalisées par l'ULiège dans le cadre des projets LifeWatch et « Appui à la mise en œuvre du réseau écologique », en collaboration avec le DEMNA, est disponible en annexe I

La couche qui résultera de cette analyse sera ensuite croisée avec les couches d'ancienneté forestière (continuité de l'état boisé), et les informations disponibles sur la nature du peuplement forestier (utilisation de la télédétection, et des informations du parcellaire DNF pour les forêts publiques) afin de caractériser et donner un score de valeur écologique présumée aux polygones présélectionnés, les forêts anciennes et les peuplements adultes présentant une valeur supérieure. Une distinction entre propriétés privées et publiques sera réalisée via un croisement avec la couche des propriétés soumises.

Sur cette base, une validation de terrain sera réalisée, en visitant en priorité les zones présentant le plus de probabilité de présence de l'habitat 91D0, des surfaces cumulées importantes, des peuplements adultes, ou des occurrences dans des régions où l'habitat est naturellement rare. L'objet de cette validation sera de confirmer la présence et l'intérêt biologique des boulaies tourbeuses.

### ***Action 2.2. Assurer un niveau de protection élevé de l'habitat 91D0 au sein des forêts publiques situées en dehors du réseau Natura 2000***

Les boulaies tourbeuses situées en forêts publiques hors réseau (identifiées au moyen de l'action 2.1) seront d'abord croisées avec la couche des réserves intégrales au sens du Code Forestier (RBI), des réserves naturelles au sens de la LCN et des zones de conservation des aménagements forestiers. Ces différents statuts assurent déjà un degré de protection élevé.

Les stations identifiées par l'action 2.1 ne bénéficiant pas de ces statuts seront ensuite analysées, de manière transversale avec des experts des landes humides et des tourbières, afin de distinguer les zones pour lesquelles il est préférable de maintenir les boulaies tourbeuses des zones où la priorité devrait être donnée à la restauration de milieux ouverts.

La couche résultante sera transmise au DNF. Les zones identifiées comme prioritaires pour l'habitat 91D0 se verraient alors attribuer un statut de protection élevé : RBI au sens du Code Forestier, réserves naturelles au sens de la LCN, intégration au réseau Natura 2000, zones de conservation dans les aménagements forestiers...

### ***Action 2.3. Elaborer et mettre en œuvre des mesures permettant le maintien et/ou l'amélioration des surfaces et de la qualité de l'habitat en propriété privée***

La couche cartographique issue de l'action 2.1 fera l'objet d'une analyse afin d'identifier les peuplements de boulaies tourbeuses en forêt privée dont la conservation est prioritaire - pour éviter une dégradation de l'état de conservation de l'habitat 91D0.

Il conviendra d'explorer diverses voies permettant d'assurer le maintien sur le long terme des zones identifiées. Différentes options se présentent d'ores et déjà :

- 1) leur intégration au réseau Natura 2000 ;
- 2) la création d'un statut de réserve agréée ;
- 3) la conclusion de conventions/contrats avec les propriétaires visant à garantir le maintien de l'habitat et sa gestion durable à long terme, par exemple via la mise en œuvre de mesures sylvo-environnementales ;
- 4) l'acquisition par le SPW et la mise sous statut ;
- 5) la protection légale des boulaies tourbeuses sur l'ensemble du territoire wallon – donc la création d'une liste d'habitats rares et à haute valeur patrimoniale, protégés sur tout le territoire, éventuellement assortie d'une cartographie détaillée.

Les 4 premières options nécessitent a priori l'accord du propriétaire.

La 1<sup>ère</sup> option impliquerait la révision des arrêtés de désignation de nombreux sites afin d'y inclure des zones boisées abritant des sites majeurs de boulaies tourbeuses. Elle ne pourrait par ailleurs s'appliquer que pour des habitats d'une certaine taille et connectivité (continuité des parcelles), afin de former des entités cohérentes spatialement, susceptibles d'être ajoutés à des sites Natura 2000 existants. L'impact budgétaire (hors démarches et enquête publique) serait relativement faible – 40 €/ha/an et exonération des droits de succession, ou 100 €/ha/an si ces parcelles constituent des îlots de conservation au sein de propriétés de grande taille, en se basant sur les règles s'appliquant actuellement dans les sites Natura 2000.

Les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> options nécessiteraient dans la majorité des cas de prévoir des subventions/indemnités, soit annuelles, soit uniques, afin de compenser l'éventuelle perte de revenus pour le propriétaire. En l'absence d'incitants financiers, ces 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> options ont peu de chances de porter leurs fruits. Des réflexions ont déjà été menées sur l'intérêt de mesures sylvo-environnementales de type « réserves intégrales » dans le cadre de la dernière révision du PWDR, sans aboutir sur une mise en œuvre pour la période 2021-2027, mais pourraient être relancées pour la période de programmation suivante – ou une mesure équivalente pourrait être financée uniquement sur fonds régionaux.

La 4<sup>ème</sup> option, à savoir l'acquisition, présente l'avantage de garantir la meilleure protection sur les terrains identifiés, puisque ceux-ci seraient acquis par les pouvoirs publics dans une optique de « conservation de la nature ». L'acquisition pourrait se faire via les fonds PwDR actuels et futurs. Si l'option d'acquisition est privilégiée sur certaines zones, il s'agirait de contacter les propriétaires de manière ciblée.

La dernière option, la protection légale des forêts de ravins sur tout le territoire wallon, est détaillée sous l'objectif opérationnel 4.

Les différentes options pourraient aussi être combinées ou hiérarchisées : démarchage des propriétaires afin d'assurer un statut Natura 2000 ou de réserve agréée à leur terrain, ou conclusion d'un contrat sur base volontaire, sinon proposition d'achat.

L'élaboration détaillée de cette stratégie de protection des surfaces sensibles de l'habitat en dehors du réseau Natura 2000 serait réalisée par le SPW-ARNE, avant modification/validation par les autorités.

Une fois les outils/mesures définis, une action de communication devrait être mise en œuvre afin de sensibiliser les propriétaires privés à l'intérêt de l'habitat 9180 en termes de biodiversité, de valeur patrimoniale et de services écosystémiques. Cette communication devrait à la fois être générale (via la production d'un document d'information et des communications au cours de réunions, d'ateliers, de séminaires) et ciblée via la prise de contact directe avec des propriétaires dont les parcelles forestières abritent des surfaces importantes de l'habitat ou celles qui sont le plus sujettes aux menaces identifiées au point précédent

### **Objectif opérationnel 3 - revoir et préciser les dispositions légales relatives aux UG6 et envisager la protection des habitats rares sur tout le territoire**

#### **Action 3.1. Etablir un groupe de travail de révision des mesures légales et de proposition de nouvelles mesures**

Un groupe de travail constitué d'agents de l'administration (DEMNA, DNF...) serait mis sur pied afin d'identifier :

- les mesures légales qui pourraient être revues afin d'améliorer leur mise en œuvre sur le terrain
- un éventuel cadre légal pour la protection des habitats rares sur l'ensemble du territoire wallon

Ce travail d'amélioration du cadre légal de protection des habitats ne devrait pas se limiter au seul cas des boulaies tourbeuses ; la révision du cadre légal est en effet mentionnée pour plusieurs plans d'actions (stades de sénescence en forêt, forêts alluviales, forêts de ravins et de pentes...) et devrait donc être examinée de manière transversale.

### **Action 3.2. Consulter les parties prenantes sur les modifications proposées**

Les propositions élaborées au point 4.1 devraient ensuite faire l'objet d'une consultation des parties prenantes sur leur perception en termes d'acceptabilité, d'indemnisation et de compréhension de l'intérêt des propositions/modifications. Les parties prenantes consultées devraient au minimum inclure des représentants des propriétaires forestiers privés et publics (NTF, SRFB, UVCW, experts forestiers) et les ONG environnementales.

## **Objectif opérationnel 4 - Restaurer activement des boulaies tourbeuses à partir de peuplements résineux**

Cet objectif opérationnel est lié à l'objectif stratégique 1 : « augmenter les surfaces de l'habitat ». Il se concentre sur la restauration à partir de peuplements exotiques, à savoir essentiellement des forêts résineuses pures ou des forêts mixtes. La restauration de l'habitat à partir de milieux non forestiers est en effet plus complexe, car les milieux ouverts correspondant à l'habitat sont essentiellement des landes et des tourbières, relevant d'habitats d'intérêt communautaire rares ; l'évolution de ces habitats ouverts vers des formations ligneuses se fait déjà naturellement en l'absence de gestion conservatoire, et est généralement problématique car elle mène à une réduction de leurs surfaces - déjà trop déconnectées sur le territoire wallon.

### **Action 4.1 – Modéliser les peuplements et coupes à blanc résineux restaurables en boulaies tourbeuses**

Il s'agit d'identifier les zones répondant à plusieurs critères :

- végétation naturelle potentielle correspondant à l'habitat 91D0<sup>10</sup> : en privilégiant les zones à forte probabilité de développement potentiel de l'habitat (notamment les stations les plus tourbeuses selon la carte des sols)
- surface suffisante pour justifier une démarche de restauration ;
- une localisation en dehors des parcelles faisant ou ayant fait l'objet de restauration (notamment via des projets Life) d'un milieu ouvert.

Une priorisation (pour le démarchage ultérieur) est ensuite établie entre les parcelles forestières sélectionnées, sur base des critères suivants :

- le statut du propriétaire : prioritairement public (domanial puis autre) puis privé (et dans ce cas un autre critère est la surface totale des parcelles cadastrales concernées) ;

---

<sup>10</sup> Un ensemble de carte des modélisations réalisées par l'ULiège dans le cadre des projets LifeWatch et « Appui à la mise en œuvre du réseau écologique », en collaboration avec le DEMNA, est disponible en annexe I

- l'appartenance au réseau Natura 2000 : prioritairement dans les sites Natura 2000 ;
- le statut du peuplement résineux, en démarchant prioritairement :
  - o les mises à blanc récentes ou abandonnées ;
  - o les peuplements les plus âgés ;
- la taille de la parcelle : priorité aux parcelles de grande taille ;
- l'affectation au plan de secteur, en privilégiant les zones naturelle, puis forestière et d'espace vert ou de parc

#### **Action 4.2 – Valider sur le terrain les peuplements sélectionnés**

La validation de la restaurabilité des peuplements et coupes à blanc résineux identifiés au point précédent se fera en 2 étapes.

##### **1) Une confrontation aux autres enjeux biologiques**

Un grand nombre de peuplements ou de coupes à blanc résineux peut être restauré aussi bien en milieu ouvert qu'en boulaie tourbeuse. Il conviendra donc de consulter des scientifiques, le DNF et les ONG qui ont entrepris ou comptent entreprendre des actions dans certaines zones en faveur des habitats et espèces des landes et tourbières. Le but de cette consultation est de ne pas rentrer en conflit avec des plans de gestion et des plans d'action existants ou en cours de développement.

##### **2) Une validation de terrain**

Les zones de restauration potentielle identifiées comme prioritaires après les actions 4.1 et 4.2.1 seront visitées sur le terrain afin de valider leur restaurabilité, sur base notamment :

- de l'intérêt de la flore en présence ;
- du degré d'humidité de la station (qui peut être appréhendé par la flore) ;
- des dimensions des arbres du peuplement résineux et de la facilité vs difficulté de coupe et de débardage ;
- de la présence d'une régénération naturelle ou artificielle déjà en cours ;
- de la présence d'un réseau de drains (et de sa fonctionnalité).

L'action 4.2 sera pilotée par le DEMNA. Elle permettra d'obtenir une liste validée de parcelles à démarcher pour la restauration de l'habitat 919D0.

#### **Action 4.3 - Produire un guide de restauration des chênaies-boulaies à molinie à partir de boisements résineux**

Cette action consiste en la production d'un guide, incluant un organigramme décisionnel, et détaillant les différentes techniques de restauration de l'habitat 91D0 à partir de peuplements résineux dans le contexte géographique wallon.

Ce guide devra prévoir différents types de scénarios, en fonction de l'occupation actuelle de la parcelle (peuplement adulte, mise à blanc récente ou abandonnée), du type de station, de la présence de semenciers d'essences indigènes ou exotiques à proximité, de l'accessibilité de la parcelle, de la présence de drains...

Pour chaque scénario, le guide décrirait les modalités d'exploitation, le recours à la régénération naturelle ou artificielle, à la protection des plants, les actions de restauration éventuelle du régime hydrique, les opérations de dégagements (élimination des résineux qui se régénéreraient) au cours du temps, voire des actions de lutte contre des espèces invasives.

La production de ce guide pourrait faire l'objet d'une sous-traitance et devrait s'appuyer sur l'expérience accumulée depuis 2 décennies par les projets Life réalisés sur les hauts plateaux ardennais.

#### **Action 4.4 – Démarcher et conclure des contrats avec les propriétaires**

Sur base de la carte des stations à plus haut potentiel de restauration, des démarchages seront effectués pour la restauration auprès des différents types de propriétaires.

L'obtention d'accords pour la restauration de l'habitat pourrait être menée par le DNF en propriété publique. Une autre structure pourrait lui venir en appui, par exemple Natagriwal. La restauration ne devrait pas poser de problème majeur pour les forêts domaniales, mais un démarchage serait nécessaire pour les autres types de propriétaires publics : communes, CPAS, fabriques d'églises, provinces...

Les démarchages auprès des propriétaires privés pourraient être pris en charge par une structure de type Natagriwal. Dans l'état actuel de la législation, le taux de conclusion de contrats devrait être plus élevé dans les sites Natura 2000, puisque le drainage y est davantage réglementé via l'arrêté mesures générales - et la restauration de forêts indigènes dans ces sites permet au propriétaire d'accéder à un subside annuel de 40 €/ha/an de forêt feuillue restaurée (les forêts résineuses ne rapportant pas de subside annuel).

Au sein des sites Natura 2000 comme en dehors, l'accord du propriétaire pour la restauration de l'habitat 91D0 serait formalisé via un contrat dans lequel le propriétaire s'engagerait à abandonner la spéculation sylvicole après exploitation des résineux, avec une compensation par hectare payée en une fois et financée par le projet Life BNIP. Le montant de cette compensation devrait être établi en tenant compte de la très faible productivité des stations de l'habitat 91D0. L'objet du démarchage pourrait aussi être, quand cela se justifie, le rachat de la parcelle par la Région Wallonne, via les fonds PwDR.

Le démarchage serait un démarchage ciblé pour les parcelles identifiées au terme de l'action 4.2. Cette sélection ne se prétend pas pour autant exhaustive, puisqu'elle se base sur le filtre d'une modélisation. Par ailleurs, une stratégie de communication plus large serait mise en œuvre via différents instruments (notamment un site web, la production d'une brochure, la participation à des séances d'information) à l'attention des propriétaires et gestionnaires forestiers. Le contenu de cette communication reprendrait une description de l'habitat, son intérêt pour la biodiversité, les services écosystémiques associés, et les conditions pour accéder aux subventions de restauration.

#### **Action 4.5 – mettre en œuvre la restauration**

Dans les parcelles où l'accord du propriétaire est obtenu, la restauration sera effectuée avec l'appui de l'administration et/ou d'un autre opérateur (ex. Natagriwal).

Dans un certain nombre de cas, la restauration s'appuierait sur la régénération naturelle indigène après la coupe des résineux – qui constitue la première étape. Toutes les opérations qui engendreraient un coût (plantations, dégagement, bouchage de drains, élimination d'invasives, pose de clôtures) seraient financées, par exemple via les fonds PwDR.

L'action 4.5 démarrera dès l'obtention des accords des propriétaires au point 4.4.

## **Objectif opérationnel 5 : Promouvoir l'amélioration des structures et fonctions des surfaces existantes de chênaies-boulaies**

Cet objectif opérationnel est évidemment lié à l'objectif stratégique 2 : « améliorer les structures et fonctions ».

Les principaux paramètres pour lesquels les boulaies tourbeuses obtiennent une cote défavorable sont :

- la composition du peuplement ligneux : proportion d'espèces exotiques trop élevée, et diversité trop faible des essences indigènes
- le manque de gros bois vivants et morts
- la présence de drains au sein de l'habitat

Les mesures légales existantes permettent d'éviter la dégradation de certains de ces paramètres (limitation partielle du drainage, pas de transformation exotique, maintien d'arbres morts) en site Natura 2000, et dans une moindre mesure en forêt publique hors réseau. Ces mesures pourraient être renforcées dans le cadre d'une meilleure attribution des unités de gestion (cf. objectif opérationnel 1) et d'une révision du cadre légal (cf. objectif opérationnel 3). Il s'agirait néanmoins toujours de mesures préventives, et non de mesures d'amélioration active de la qualité de l'habitat.

Selon l'issue d'une analyse du cadre légal (modification ou non de la législation), diverses mesures volontaires (allant au-delà des contraintes légales) pourraient être promues auprès des propriétaires pour améliorer la qualité de l'habitat

### **Action 5.1. Développer, promouvoir et mettre en œuvre des outils permettant d'améliorer les facteurs de qualité des boulaies tourbeuses non visées par les législations actuelles**

Un groupe de travail serait mis en place au sein de l'administration afin d'identifier les outils les plus à même d'améliorer les paramètres des structures et fonctions qui ne sont pas visés de manière adéquate par les législations existantes (ou modifiées). Il conviendrait, pour certains types de mesures volontaires, de prévoir une subsidiation. Les propositions faites par l'administration devraient évidemment faire l'objet d'une validation par les autorités.

Les mesures sélectionnées seraient promues :

- en forêt publique et/ou en site Natura 2000 : sur la majorité des surfaces de l'habitat
- en forêt privée hors site Natura 2000 : sur les parcelles ayant fait l'objet d'un accord du propriétaire sur le maintien à long terme des surfaces de l'habitat 91D0 (cf. objectif opérationnel 2).

Les mesures les plus évidentes d'amélioration de l'état de conservation sont l'abandon de la spéculation sylvicole et du drainage. Celles-ci sont déjà prévues en UG6, et devraient être promues dans toutes les surfaces de l'habitat via diverses actions déjà présentées (attribution correcte de l'UG6 en site Natura 2000, identification et protection des surfaces de l'habitat en dehors du réseau Natura 2000, renforcement du cadre légal).

Des mesures d'amélioration actives de l'état de conservation pourraient également être promues (assorties d'un financement des travaux ou d'une compensation financière) :

- l'élimination des essences exotiques

- le colmatage des drains encore fonctionnels

La mise en œuvre de l'action 7.1 doit s'appuyer sur une stratégie de communication générale envers les propriétaires et gestionnaires forestiers (publics et privés).



## Bibliographie

- André J. (1997) La phase hétérotrophe du cycle sylvigénésique. Dossiers de l'environnement de l'INRA 15 : 87-99.
- 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 p. & 423 p. + cédérom.
- Bonn A., Allott T., Evans M., Joosten H. and Stoneman R. (2016) Peatland restoration and ecosystem services: an introduction. In Bonn A., Allott T., Evans M., Joosten H. and Stoneman R. (Eds) : Peatland restoration and ecosystem services. Science, policy and practice. Cambridge University Press, Cambridge : 1-16.
- 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.
- Branquart E. et De Keersmaecker L. (2010) Effets du mélange d'essences sur la biodiversité forestière. Forêt Wallonne 106 : 17-24.
- Branquart E. 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 E., Delahaye L., Dufrene 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.
- 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.
- Bunnell 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.
- Carnino N. (2009) Etat 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.
- Charman D. (2002) Peatlands and environmental change. Wiley, Chichester : 301 p.
- Cholet J. et Magnon G. (2010) Tourbières des montagnes françaises - Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion et de gestion. Pôle-relais Tourbières/Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels : 188 p.
- Claessens H., Lecomte H., Lejeune P. et Rondeux J. (2001) Plante-t-on l'épicéa n'importe où ? L'apport d'une analyse objective de la pessière wallonne. Forêt Wallonne 49-50 : 45-51.
- Claessens H. et Wibail L. (2022) Tome 2. Les habitats forestiers. In Delescaille L.-M., Wibail L., Claessens H., Dufrene M., Mahy G., Peeters A. et Sérusiaux E. (éditeurs) : Les Habitats d'intérêt Communautaire de Wallonie. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW ARNE). Série « Faune – Flore – Habitats » n° 11, Gembloux : 296 p
- 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.
- Crassous C. et Karas F. (2007) *Guide de gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale*. Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, Pôle-relais Tourbières : 203 p.
- 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.
- 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.
- European Commission (2008) *Management of Natura 2000 habitats. Luzulo-Fagetum beech forests 9110*. Technical Report 22/24.
- 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.
- Fiquepron J., Garcia S., 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
- Frankard P. (2022) Tome 6. Les habitats tourbeux. In Delescaille L.-M., Wibail L., Claessens H., Dufrière M., Mahy G., Peeters A. et Sérusiaux E. (éditeurs). *Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie*. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW-DGARNE). Série « Faune – Flore – Habitats », n° 11, Gembloux : 116 p.
- 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
- Gosselin M. et Paillet Y. (2010) *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière*. Guide pratique (France métropolitaine). Quae, Paris : 100 p.
- Günther A., Huth V., Jurasinski G. and Glatzel S. (2015) The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. *GCB Bioenergy* 7 : 1092-1106.
- 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.
- Hiraishi T., Krug T., Tanabe K. et al. (eds) (2014) 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: wetlands. Geneva, IPCC : 354 p.
- Holden J., Chapman P. J. and Labadz J. C. (2004) Artificial drainage of peatlands : hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. *Progress in Physical Geography* 28 : 95-123.
- Holden J., Evans M. G., Burt T. P. and Horton M. (2006) Impact of land drainage on peatland hydrology. *Journal of Environmental Quality* 35 : 1764-1778.
- 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
- Jacquemin F., Kervyn T., Branquart E., Delahaye L., Dufrière M. et Claessens H. (2014) Les forêts anciennes en Wallonie. 1ère partie : concepts généraux. *Forêt Wallonne* 131 : 34-49.
- Joosten H. and Clarke D. (2002) *Wise use of mires and peatlands*. Background and principles

- including a framework for decision-making. International Mire Conservation Group and International Peat Society, Saarijärvi : 304 p.
- Kotowski W., Ackerman M., Grootjans A., Klimkowska A., Rößling H. and Wheeler B. (2016) Restoration of temperate fens: matching strategies with site potential. In Bonn A., Allott T., Evans M., Joosten H. and Stoneman R. (Eds) : Peatland restoration and ecosystem services. Science, policy and practice. Cambridge University Press, Cambridge : 170-191.
- 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
- Legay M., Cordonnier T., Dhôte J.-F. (2008) Des forêts mélangées pour composer avec les changements climatiques. *Revue Forestière Française LX*, numéro spécial Ateliers REGEFOR « Forêts mélangées : quel scénario pour l'avenir ? » : 181-190
- Legay M., Mortier F., Mengin-Lecreux P. et Cordonnier T. (2008) La gestion forestière face aux changements climatiques : tirons les premiers enseignements. *Rendez-vous techniques de l'ONF*, hors série 3.
- Luysaert S., Schulze E.D. <http://www.nature.com/nature/journal/v455/n7210/abs/nature07276.html>
- 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
- Mac Arthur R.H and Wilson E.O (1967) The theory of island biogeography. Princeton University Press, New York.
- Moons E., Eggermont K., Hermy M. en Proost S. (2000) Economische waardering van bossen. Een case-study van Heverleebos-Meerdaalwoud. Gartant, Leuven : 356 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. (1984) Forêts et stations forestières en Belgique. Les presses agronomiques de 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 Sougnez N. (1961) Les forêts riveraines de Belgique. *Bull. Jard. Bot. Etat* 30 : 199-288.
- Nykanen H., Alm J., Lang K., Silvola J. and Martikainen P.J. (1995) Emissions of CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> from a virgin fen and a fen drained for grassland in Finland. *Journal of Biogeography* 22 : 351-357.
- Otto H. (1998) *Ecologie forestière*. Institut pour le Développement Forestier, Paris : 397 p.
- Peterken G.F. (1996) *Natural woodland ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press : 522 p.
- 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.
- Platteeuw M. and Kotowski W. (2006) Floodplain restoration contributes to nature conservation. In Blackwell M. S. A. and Maltby E. (Eds.) : *Ecoflood Guidelines : how to use floodplains in flood risk prevention*. European Commission, Bruxelles : 60-70.
- 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.
- Porteret J. (2010) Capacité de stockage de l'eau et rôle des tourbières basses minérotrophes dans le fonctionnement des têtes de bassin versant. *Annales scientifiques de la Réserve de Biosphère*

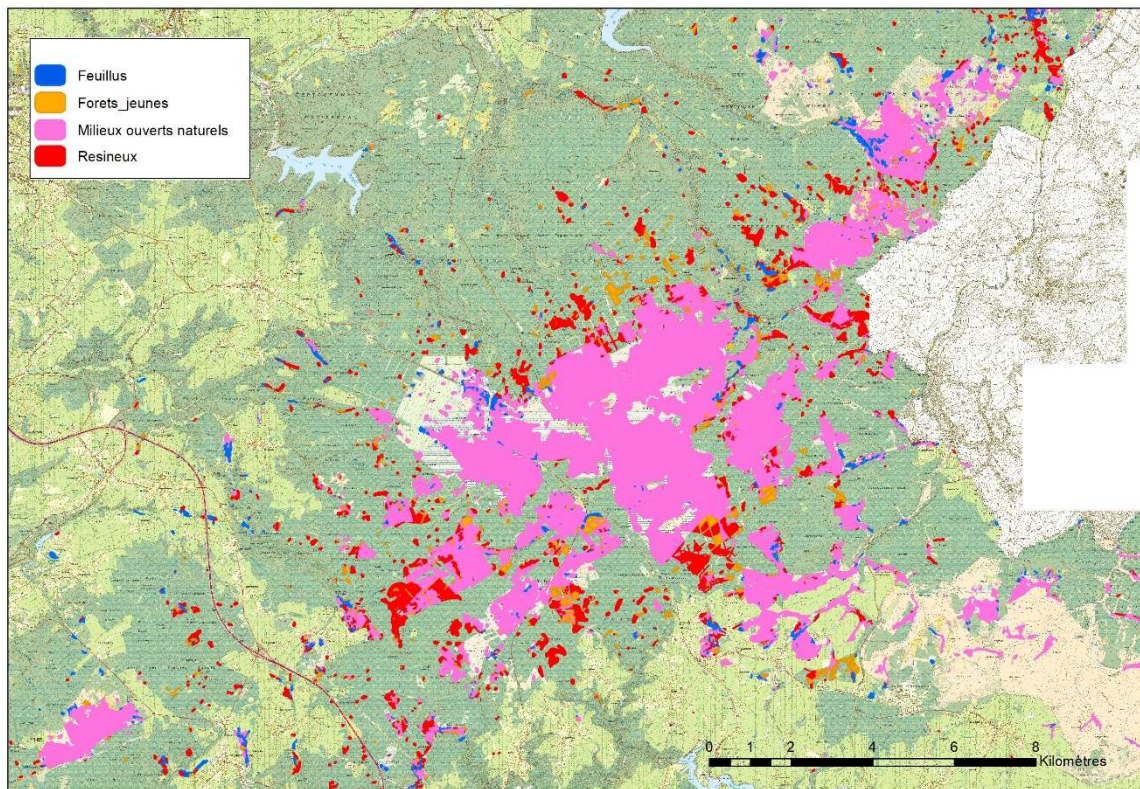
transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald 15 : 207-229.

- Silvola J. (1986) Carbon dioxide dynamics in mires reclaimed for forestry in eastern Finland. *Annales Botanica Fennici* 23 : 59-67.
- 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.
- Trumper K., Bertzky M., Dickson B., van der Heijden G., Jenkins M. and Manning P. (2009) The natural fix ? The role of ecosystems in climate mitigation. A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, UNEPWCMC, Cambridge, UK : 65 p.
- Tscharntke T., Klein A. M., Kruess A., Steffan-Dewenter I. (2005) Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* 8 (8) : 857-874
- 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.
- Verheyen K. et Branquart E. (2010) La recherche sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes forestiers. *Forêt Wallonne* 106 : 6-16.

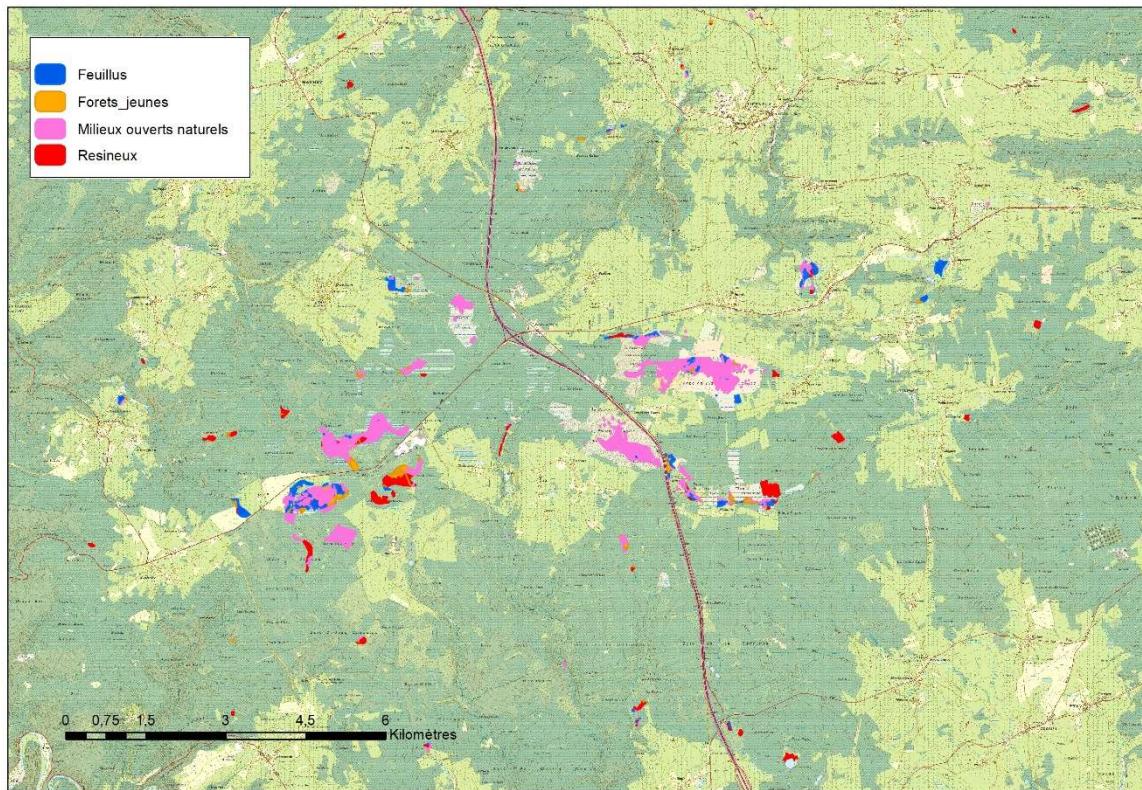
## Annexes

**Annexe I – cartes issues de la modélisation de la végétation naturelle potentielle des boulaies tourbeuses (ULiège en collaboration avec le DEMNA), croisée avec l'occupation du territoire selon la coupe écotopes produite dans le cadre du projet LifeWatch (UCL, ULiège)**

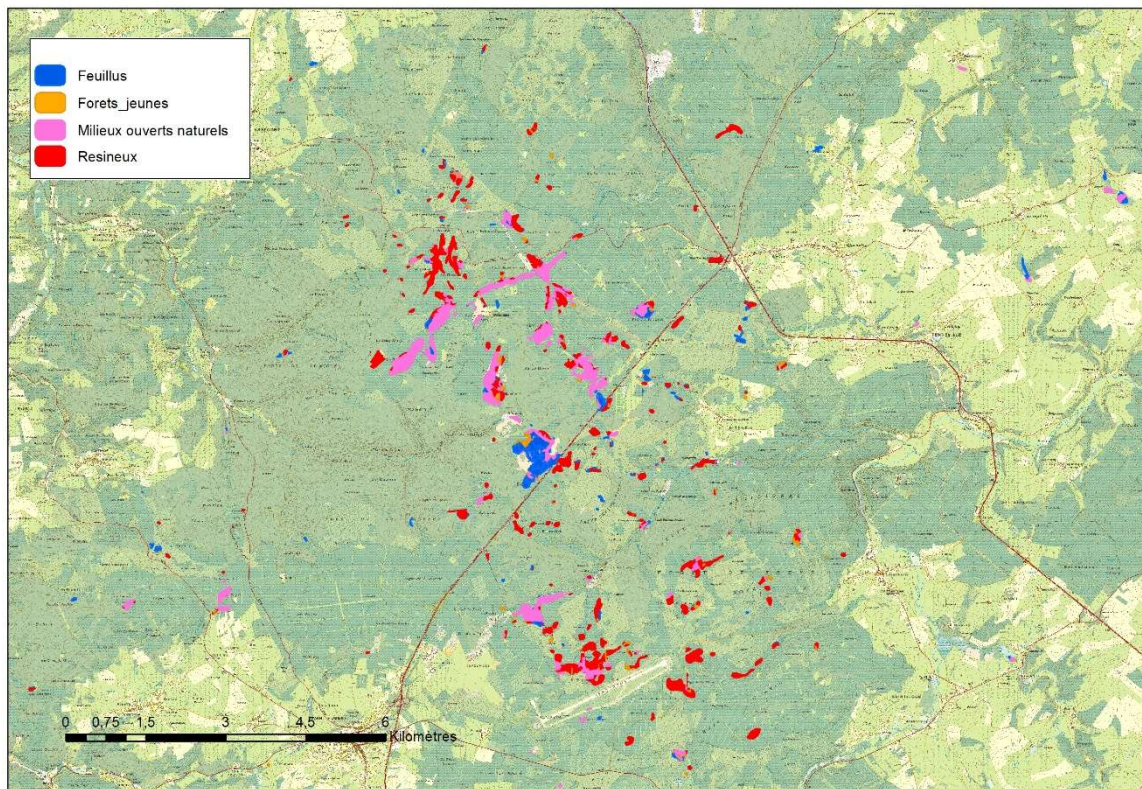
Plateau des Hautes Fagnes



### Plateau des Tailles



### Plateau de Saint-Hubert



### Plateau de la Croix-Scaille

