



PLAN D'ACTION

Bois morts, arbres sur-âgés et espèces associées



No version	Auteur(s)	Date de rédaction
v1.0	Lionel Wibail (DEMNA)	31/12/2022
v2.0	Lionel Wibail (DEMNA)	29/06/2023

Sommaire

1.	Informations générales relatives au plan d'action	4
1.1.	Habitats visés	4
1.2.	Espèces visées.....	4
1.3.	Types de microhabitats liés aux arbres-habitats vivants ou mort	7
1.4.	Dynamique : processus de formation des microhabitats et des arbres morts, durée de développement, taux de disparition.....	9
1.4.1.	Formation.....	9
1.4.2.	Durée de développement et d'utilisation par les espèces associées	10
1.5.	Facteurs de qualité favorisant les espèces liées aux arbres morts et arbres d'intérêt biologique	11
2.	Situation actuelle et évolution temporelle des arbres d'intérêt biologique, du bois mort et de la biodiversité saproxylique en Wallonie	15
2.1.	Abondance des arbres d'intérêt biologique et du bois mort	15
2.1.1.	Valeurs de référence en forêt naturelle	15
2.1.2.	Arbres d'intérêt biologique	15
2.1.3.	Bois mort.....	16
2.2.	Proportion relative du phénomène en et hors sites Natura 2000	18
2.3.	Facteurs explicatifs de la situation actuelle	20
2.4.	Pressions et menaces sur le phénomène	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	23
3.1.3.	Services culturels et sociaux : ressourcement, bien-être, loisirs, tourisme.....	24
3.2.	Enjeux socio-économiques.....	26
4.	Analyse du contexte légal actuel, des actions et mesures prises et des bonnes pratiques	27
4.1.	Cadre légal	27
4.1.1.	Cadre juridique international.....	27
4.1.2.	Cadre juridique wallon	27
4.2.	Mesures incitatives	34
4.3.	Actions et bonnes pratiques de gestion et restauration déjà entreprises.....	34
4.3.1.	En Wallonie.....	34
4.3.2.	Dans d'autres Etats/Régions Membres	35
5.	Objectifs.....	37
5.1.	Objectifs stratégiques	37
	Objectif stratégique 1 – Augmenter les surfaces d'îlots de conservation et de réserves intégrales sur base d'une analyse optimisant leur emplacement en termes d'intérêt actuel et futur pour la biodiversité.....	37

Objectif stratégique 2 – Augmenter le nombre et la variété d’arbres vivants de grosses dimensions et sénescents porteurs de microhabitats de manière diffuse sur la surface forestière	37
Objectif stratégique 3 – « Augmenter le volume de bois mort et sa diversité en dehors des zones d’îlots de conservation et de réserves intégrales »	38
5.2. Objectifs opérationnels	39
Objectif opérationnel 1 : établir un bilan des îlots de conservation et réserves intégrales existantes et identifier des zones potentielles pour renforcer ce réseau	39
Objectif opérationnel 2 – Revoir et préciser les dispositions légales relatives aux îlots de conservation, réserves intégrales, arbres d’intérêt biologique et arbres morts, et assurer une implémentation optimale.....	44
Objectif opérationnel 3 – Développer et promouvoir des mesures volontaires visant l’augmentation des quantités de bois mort et d’arbres d’intérêt biologique en forêt	46
Objectif stratégique 4 - Améliorer la communication et la sensibilisation sur les arbres morts, réserves intégrales et îlots de sénescence, ainsi que sur les mesures légales et volontaires qui y on trait.....	47
Objectif opérationnel 5 – assurer le monitoring des AIB, du bois mort, des réserves intégrales, et de la biodiversité associée	49
6. Bibliographie	51
Annexes.....	53
Annexe 1 – Informations détaillées sur la définition et les indicateurs relatifs aux Old Growth Forests dans le cadre de la Stratégie Biodiversité 2030 de l’Union Européenne	54

1. Informations générales relatives au plan d'action

Le présent plan d'action vise l'augmentation, dans les habitats forestiers feuillus indigènes de Wallonie, des quantités d'arbres sur-âgés, sénescents et de bois mort, et ce faisant le développement des microhabitats¹ nécessaires à la subsistance d'espèces spécialisées.

Dans la suite du document, les arbres vivants âgés et/ou de grosses dimensions, et porteurs de microhabitats, seront désigné par le vocable d'arbres d'intérêt biologique « AIB », selon l'usage courant les désignant en Wallonie.

1.1. Habitats visés

L'ensemble des habitats forestiers indigènes de Wallonie sont visés. L'offre en microhabitats liés aux arbres constitue en effet une composante fondamentale de la qualité biologique des écosystèmes forestiers. Elle est d'ailleurs intégrée dans la méthode d'évaluation des habitats d'intérêt communautaire (HIC) forestiers présents en Wallonie. Ce plan d'action, qui se veut transversal, est donc bénéfique pour l'état de conservation des 10 HIC suivants :

- 9110 - Hêtraies acidiphiles médio-européennes
- 9120 - Hêtraies acidiphiles atlantiques
- 9130 - Hêtraies neutrophiles
- 9150 - Hêtraies calcicoles
- 9160 – Chênaies-charmaies et chênaies-frênaies subatlantiques climaciques
- 9180 - Forêts de ravins et de pentes
- 9190 - Chênaies-boulaies à molinie
- 91D0 – Boulaies tourbeuses
- 91E0 – Forêts alluviales
- 91F0 – Forêts fluviales résiduelles

1.2. Espèces visées

Un nombre conséquent d'espèces dépendent du bois mort et des AIB, que ce soit comme lieu de reproduction, d'hivernage, de refuge, de nourrissage... On parle aussi bien d'espèces animales que végétales, lichéniques et fongiques, dont certaines hautement spécialisées (Bütler *et al.* 2020) et plus ou moins inféodées aux milieux forestiers. A ce cortège s'ajoutent les autres maillons de la chaîne alimentaire (prédateurs, parasites, charognards, phytophages, mycophages...) se nourrissant des espèces précitées (Speight 1989).

Bois mort

Les bois mort et mourant jouent un rôle-clef en tant que source de nourriture et d'habitat pour des espèces spécialisées et menacées (Bouget 2007 ; Fayt *et al.* 2007 ; Gosselin & Paillet 2010 ; Speight

¹ Les microhabitats liés aux arbres sont des structures clairement délimitées supportées par l'arbre, dont dépendent de nombreuses espèces animales, végétales, lichéniques et fongiques différentes, parfois hautement spécialisées, pendant au moins une partie de leur cycle de vie.

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). Les insectes et les champignons constituent les espèces les plus diversifiées (Lachat et al. 2014) et les plus importants pour le processus de décomposition de la matière ligneuse, mais de nombreux autres groupes de détritivores, fongivores, prédateurs, charognards et parasitoïdes forment des réseaux trophiques complexes (Bauhus et al. 2018) et/ou dépendent du bois mort comme support ou comme abri : lichens, bryophytes, oiseaux, petits vertébrés... (Samuelsson et al. 1994 ; Esseen et al. 1997 ; Butler et al. 2001 in Humphrey et al. 2004).

Arbres d'intérêt biologique

Leur rôle est complémentaire à celui 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 et divers oiseaux cavernicoles (Thauront & Stallegger 2008). Les microhabitats des AIB évoluent également plus lentement et de manière plus variée, créant durablement les habitats les plus rares des forêts modernes (Brustel 2001). Ils ont donc un rôle d'éléments structurants du peuplement, utilisés par la faune, la flore, les champignons ou les lichens (Branquart et al. 2003 ; Branquart et al. 2005 ; Carnino 2009).

Espèces d'intérêt communautaire liées au bois mort et aux arbres d'intérêt biologique

Parmi les espèces liées au bois mort et aux microhabitats des arbres, certaines relèvent des annexes des Directives Oiseaux et Habitats (sources : biodiversite.wallonie.be, Jacob et al. 2010) :

- la martre des pins : espèce préférant les forêts bien structurées avec de vieux arbres où les cavités sont nombreuses, installant ces gîtes notamment dans des arbres creux
- le chat sauvage : espèce volontiers arboricole dont les gîtes incluent des arbres creux et des tas de bois.
- de nombreuses espèces de chauves-souris :
 - o dont les sites de reproduction et d'hivernage sont forestiers (décollements d'écorces ou cavités) : barbastelle, murin d'Alcathoe, vespertilion de Bechstein, noctules commune et de Leisler
 - o dont les sites de reproduction sont forestiers, mais pas les sites d'hivernage : vespertillons de Brandt, de Daubenton et de Natterer, pipistrelle de Nathusius
 - o dont les milieux de nourrissage incluent la forêt et/ou les lisières forestières (en plus des espèces précitées) : vespertilion à oreilles échanquées, grand murin, pipistrelle pygmée, oreillards roux et gris, grand et petit rhinolophes
- le lucane cerf-volant : espèce non strictement forestière, mais se développant dans du bois feuillu en décomposition, enterré ou en contact avec le sol
- de nombreuses espèces de l'avifaune, dont :
 - o le pic mar : nicheur dans les chênaies, dont les densités dépendent notamment de la quantité de bois mort sur pied ;
 - o le pic noir : nicheur dans les hêtraies, où il creuse ses loges de nidification
 - o le pic cendré : espèce recherchant des sites avec de vieux arbres feuillus et du bois mort à profusion
 - o le pic épeichette : espèce dont l'habitat principal est la vieille forêt feuillue non gérée, les essences au bois tendre en zone alluviale étant privilégiées pour le nourrissage et la nidification
 - o le gobemouche noir : espèce cavernicole dont l'habitat est constitué de futaies dominées par le chêne et le hêtre, avec les populations augmentent en fonction de la densité de bois mort sur pied



Figure 1 : Exemples d'espèces liées aux arbres morts et/ou vivants porteurs de microhabitats : martre des pins (photo J. Lhoir), chat sauvage (photo S. Pierret), lucane cerf-volant (photo J. Lhoir), carabe à reflets cuivrés (photo L. Wibail), murin de Bechstein (photo S. Krickx)

1.3. Types de microhabitats liés aux arbres-habitats vivants ou mort

Une typologie des microhabitats arborés est proposée par Larrieu et al. (2018, in Büttler *et al.* 2020). Elle est organisée selon une structure hiérarchique. Le premier niveau se compose de 7 formes basées sur des caractéristiques pertinentes pour la biodiversité :

- 1) Les **cavités au sens large**, qui sont des trous dans le bois ou des endroits abrités sur le tronc ou à sa base. On peut distinguer au sein de cette catégorie les cavités de nidification de pics, les trous de pourriture, les galeries d'insectes, et les concavités. 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). Les cavités de reproduction des pics jouent un rôle important pour les utilisateurs secondaires (oiseaux cavernicoles, chauves-souris et petits mammifères comme les loirs et les martres, mais aussi les invertébrés comme les araignées, les coléoptères et les guêpes). Parmi les concavités, les **dendrotelmes** sont remplies d'eau, souvent temporairement ; plusieurs espèces d'invertébrés sont inféodées à leur présence.
- 2) **Les blessures des arbres et le bois exposés**, au sein desquelles on distingue les blessures n'exposant que l'aubier des blessures exposant également le bois de cœur (duramen). Si l'arbre ne couvre pas sa blessure, le bois exposé peut lentement se transformer en une cavité de pourriture. Il convient de noter l'importance des fissures, des abris et des poches dans l'écorce pour le repos diurne, la reproduction et l'hivernage de certaines chauves-souris, et comme lieux de nidification pour les oiseaux, les insectes et les araignées.
- 3) **le bois mort de la cime**. Celui-ci, exposé au soleil, offre des conditions sèches et chaudes souvent rares dans nos forêts fermées. En plus des branches mortes, les cassures de tiges et de grosses branches appartiennent à cette forme.
- 4) **Les excroissances** : chancres, loupes, et enchevêtrements de brindilles (« balais de sorcière » et pousses épicromiques)
- 5) Les **fructifications fongiques** : organes reproducteurs des champignons. Une distinction est faite entre les fructifications éphémères et les fructifications pérennes durant plusieurs années. Outre une diversité d'espèces fongiques, ces microhabitats favorisent également la présence de nombreux insectes : coléoptères, diptères, hyménoptères, lépidoptères et hémiptères.
- 6) Les **structures épiphytiques et épixyliques** : microhabitats pour lesquels l'arbre sert principalement de support physique. On y distingue les espèces végétales (mousses, fougères, gui) et lichens, les nids de vertébrés et d'invertébrés, ainsi que les « **microsols** », qui se forment soit dans l'écorce gercée, soit sur les parties plates des arbres fourchus.
- 7) Les **exsudats** : au sein desquels on distingue les coulées de sève actives et les fortes résinoses. Les coléoptères, les diptères et les papillons sont les principaux bénéficiaires des exsudats

Ces différentes catégories étant subdivisées en sous-catégories (ex. les différentes parties d'un champignon pérenne), la plupart des microhabitats des arbres (TreM) sont donc en réalité une mosaïque de plus petits habitats.

Le bois mort en lui-même présente une très grande diversité qui n'est que survolée dans cette typologie. Celle-ci s'exprime via l'essence concernée, la position de l'élément, ses dimensions, son stade de décomposition, son exposition... Ces aspects sont développés au point 1.5.



Figure 2 : Variété des microhabitats : 1-dendrohelme / 2-cavité de pied / 3-décollement d'écorce / 4-blessure avec bois de cœur exposé / 5-bois mort de cime et pousses épigormiques / 6-chancre / 7-loupe / 8-fructification pérenne de champignon / 9-fructification éphémère de champignon / 10-mousses et lichens corticaux / 11-microsol (photos L. Wibail)

1.4. Dynamique : processus de formation des microhabitats et des arbres morts, durée de développement, taux de disparition

1.4.1. Formation

Microhabitats

Les microhabitats des arbres vivants sont pour la plupart créés par des blessures (dommages à l'écorce, branches cassées, cavités...) (Bütler et al. 2020) :

- des événements ayant une origine climatique : tempêtes, foudre, gel, neige collante...
- des causes biologiques ; creusement par les pics, attaque par des insectes, colonisation par des champignons, attaque parasitaire ou microbienne ; ces causes biologiques pouvant succéder à des blessures causées par les facteurs cités précédemment
- des dommages causés par des travaux forestiers : l'élagage, le débardage, la mise en lumière soudaine de l'écorce (« coup de soleil »)...
- la chute naturelle ou l'abattage d'un arbre voisin
- la croissance réactive des arbres aux blessures, l'auto-élagage et la configuration des racines contreforts.

Ces différents facteurs provoquent l'apparition de microhabitats différents, et peuvent se succéder dans le temps au même titre que les types de microhabitats qu'il génèrent.

Arbres mort

Les processus cités précédemment sont globalement aussi ceux responsables de la mortalité des arbres (Kirby *et al.* 1998 in Humphrey *et al.* 2004, Bauhus *et al.* 2018) :

- des événements ayant une origine climatique : chablis causés par une tempête, la neige, un incendie ou une inondation ; et dépérissement lié à des conditions climatiques défavorables (sécheresse, gel...) éventuellement suivies d'attaques biologiques
- des causes biologiques : attaques par des espèces animales comme le castor, ou dépérissement consécutif à des attaques de certaines espèces de coléoptères (ex. scolytes, capricornes), de pics ou d'agents pathogènes fongiques...
- l'éclaircie naturelle par compétition entre arbres
- les interventions sylvicoles (éclaircies aux jeunes stades sans récolte, rémanents des coupes)

Ces facteurs varient en échelle et en intensité, conduisant à une répartition inégale du bois mort à l'échelle du peuplement et du paysage avec des accumulations plus importantes près des trouées de la canopée et dans les peuplements anciens (Humphrey et al. 2002, Sippola et al. 1998 in Humphrey et al. 2004).

Les plus grandes quantités de bois mort sont généralement générées par des perturbations

« catastrophiques » telles que des tempêtes ou des épidémies de scolytes. Ces phénomènes sont par contre moins fréquents et plus irréguliers en forêt non gérée que l'auto-éclaircie des jeunes peuplements (fournissant uniquement du bois mort de petite dimension) et la sénescence des arbres de grand diamètre (source de bois mort de grande dimension), ces 2 processus assurant une disponibilité en bois mort plus stable dans le temps (Bauhus et al. 2018, Forêt & Naturalité 2022).

1.4.2. Durée de développement et d'utilisation par les espèces associées

Microhabitats

(Bütler et al. 2020)

Etant donné la diversité des types de microhabitats et la variété des facteurs responsables de leur apparition, leur **durée de développement est très variable**, allant de quelques millisecondes pour une blessure créée par la foudre à plusieurs années pour le développement d'un grand trou de pourriture. Il en va de même pour le temps durant lequel un microhabitat est disponible pour une espèce donnée. Par exemple, les fructifications de nombreuses espèces de champignons lignivores sont éphémères, et un dendrotelme ne permet à certaines espèces de diptères de se développer que tant qu'il contient de l'eau. À l'inverse, un trou de pourriture volumineux peut abriter des populations de coléoptères spécialisés pendant plusieurs décennies.

Les microhabitats disparaissent pour trois raisons principales : lorsque l'arbre est récolté ou tombe et se décompose naturellement ; par leur évolution naturelle vers un autre type de microhabitat ; et lorsqu'ils sont temporairement indisponibles pour les organismes, comme lors du dessèchement d'un dendrotelme.

Bois mort

(Bauhus *et al.* 2018, Hahn & Christensen 2004).

Les principaux processus de décomposition et de perte de masse des débris ligneux grossiers comprennent la respiration, la fragmentation et la lixiviation, la respiration étant quantitativement le plus important de ces processus. L'évolution/la décomposition du bois mort est déterminée par la combinaison de nombreux facteurs : la forme et la taille de l'élément (les petits fragments se décomposent plus rapidement), sa position (le bois mort au sol se décompose plus rapidement), le (micro-)climat (les climats plus doux accélèrent la décomposition), le niveau d'humidité et de fertilité du sol (les sols riches en nutriment accélèrent également la décomposition), et bien sûr l'essence. Les essences peuvent ainsi être divisées en trois groupes en fonction de leur vitesse de décomposition :

- décomposition rapide : ex. bouleau, peuplier, tilleul, etc.
- décomposition intermédiaire : ex. frêne, hêtre, épicéa
- décomposition lente : ex. chêne, pin, sapin, mélèze

Par ailleurs, la mortalité-même dépend d'autres caractéristiques propres à l'essence, comme sa longévité et sa sensibilité aux facteurs générant le bois mort (ex. tempêtes, pathogènes...)

1.5. Facteurs de qualité favorisant les espèces liées aux arbres morts et arbres d'intérêt biologique

La biodiversité liée aux arbres d'intérêt biologique et au bois mort dépend évidemment de leur abondance dans un peuplement, mais aussi de leur diversité.

Il va en effet de soi que la diversité et l'abondance des populations d'espèces sont tributaires de l'abondance des AIB porteurs de microhabitats et des volumes de bois mort disponibles dans le peuplement ou le massif. Ainsi, à titre d'exemple, le projet Xylobios a montré que l'approvisionnement en bois mort était particulièrement important pour la diversité des espèces de champignons décomposant le bois. Dans les hêtraies, plus il y avait de bois mort, plus il y avait d'espèces, dont des polypores et des espèces importantes pour la biodiversité au BENELUX. Le plus grand nombre d'espèces a été enregistré dans la réserve forestière stricte de Kerselaerspleyn, avec 105 espèces pour un volume de bois mort de 151 m³/ha. À l'inverse, seulement 14 espèces ont été trouvées en dessous de 10 m³/ha (Fayt *et al.* 2007).

En termes de variété des microhabitats et du bois mort, les facteurs suivants influencent fortement la biodiversité associée :

Les essences en présence. La diversité des essences permet le développement de type de microhabitats différents par leur nature, leurs caractéristiques, leur longévité et leur abondance, ceci en raison notamment de caractéristiques telles que les différences morphologiques (architecture de la cime, rugosité de l'écorce) ou les propriétés du bois (propriétés physico-chimiques...). En règle générale, les feuillus forment des microhabitats plus fréquemment, plus rapidement et à un âge plus précoce que les conifères (Larrieu et Cabanettes 2012). De nombreuses espèces saproxyliques sont tributaires d'un éventail restreint de plantes-hôtes, voire d'un seul genre d'arbres (Lachat *et al.* 2014). Par exemple, la richesse en espèces de coléoptères saproxyliques bénéficie de la diversité ligneuse de peuplements dominées par les chênes (Fayt *et al.* 2007). Certaines espèces de papillons de nuit ont par contre spécifiquement besoin de bouleau vétérans (Humphrey *et al.* 2004). Les peuplements mélangés présentent donc une plus grande diversité d'espèces saproxyliques que les peuplements purs, surtout s'ils contiennent également des essences pionnières et secondaires généralement sous-représentées dans nos forêts gérées (Bütler *et al.* 2020). Au cours du processus de décomposition du bois, l'importance de l'essence diminue pour les espèces saproxyliques, car les propriétés physiques et chimiques du bois mort tendent à se confondre quelle que soit l'essence (Lachat *et al.* 2014).

L'âge et le diamètre de l'arbre/du bois mort. Avec l'augmentation de l'âge et du diamètre d'un arbre vivant, le nombre et la diversité des microhabitats qu'il abrite augmentent de manière significative (Larrieu et Cabanettes 2012 ; Asbeck *et al.* 2020). Ainsi, dans une étude de Ranius *et al.* (2009 in Bütler *et al.* 2020), moins de 1 pour cent des chênes pédonculés de moins de 100 ans avaient des cavités, tandis que 50 pour cent des chênes entre 200 et 300 ans avaient déjà des cavités et tous avaient des cavités à l'âge de 400 ans. Seuls les arbres les plus épais et les plus vieux portent de nombreux microhabitats différents ou tous les microhabitats possibles liés aux arbres. Fayt *et al.* (2007) ont également montré que le nombre d'espèces et d'individus d'insectes saproxyliques est influencé positivement par le diamètre moyen des arbres d'un peuplement. Pour le bois mort aussi, la composition des espèces se distingue nettement selon les dimensions. Ainsi, le bois mort de grand diamètre présente notamment une écorce plus épaisse et plus crevassée, un microclimat plus stable, un habitat plus durable, et la présence simultanée de plusieurs stades de décomposition (Lachat *et al.* 2014). Mais

la biodiversité liée aux sections plus fines de bois mort ne doit pas non plus être négligée, même si celles-ci sont nettement plus représentées car non prélevées dans la plupart de nos forêts gérées. Dahlberg (2003, in Norden et al. 2004) a ainsi constaté que plus de 50 % de toutes les espèces saproxyliques en Suède se rencontrent principalement dans du bois mort d'un diamètre inférieur à 20 cm, et 10 % se dans du bois d'un diamètre inférieur à 5 cm.

L'exposition (ensesoleillé/à l'ombre) et le microclimat (sec/humide). Ces paramètres jouent également un rôle important conditionnant la présence d'espèces spécialisées. Ainsi, de nombreuses bryophytes des forêts anciennes ont besoin d'un régime constant d'humidité et d'ombre (Humphrey et al. 2004). À l'inverse d'autres espèces nécessitent des AIB et du bois mort dans des conditions ensoleillées. C'est le cas du torcol fourmilier, un oiseau qui bénéficie de la présence de cavités en lisière.

La proximité d'autres ressources nécessaires au cycle de vie. C'est par exemple le cas des ressources florales. Fayt et al. (2007) a ainsi observé que la richesse en espèces de coléoptères saproxyliques a davantage bénéficié de l'ouverture du peuplement - c'est-à-dire d'une strate herbacée bien développée et riche en espèces fournissant des ressources florales abondantes.

Plus spécifiquement en ce qui concerne **le bois mort**, sa diversité se décline aussi selon les paramètres suivants :

- **le stade de décomposition:** au cours de la décomposition, les conditions de vie évoluent, entraînant une succession d'espèces différentes. On distingue ainsi trois stades de succession: 1 - colonisation par les espèces saproxyliques primaires; 2 - décomposition et remplacement par des espèces saproxyliques secondaires; et 3 - humification lors du remplacement par les organismes du sol. La richesse spécifique des coléoptères saproxyliques atteint son maximum lors des stades intermédiaires et terminaux sur les feuillus (Stokland et al. 2012 in Lachat et al. 2014)
- **la position** (au sol/sur pied/souches) : certains types de microhabitats ne sont liés qu'au bois mort debout, couché ou aux souches. Typiquement, la disponibilité de cavités de nidification des pics est évidemment liée au bois mort debout et Fayt et al. (2007) ont observé que celle-ci explique la majeure partie de la variance de la diversité des oiseaux forestiers. Sur les bouleaux morts debout, les champignons de support (par exemple *Fomes fomentarius*) soutiennent leur propre écosystème saproxylique spécialisé (Humphrey et al. 2004). De nombreuses espèces du bois mort se succèdent sur un arbre mort debout qui reste plusieurs années sur pied avant de s'écrouler, créant de nouveaux microhabitats (cavités, galerie...). Lorsqu'un arbre est renversé par une tempête, la succession des espèces diffère car les phases sont raccourcies en raison d'une décomposition plus rapide au contact du sol (Lachat et al. 2014). Les souches peuvent quant à elles s'avérer également particulièrement intéressantes, notamment en termes de densité et de rareté des bryophytes, champignons et lichens (Lindholm 2001 in Norden et al. 2004)

Au-delà de l'abondance et de la diversité des microhabitats et du bois mort dans un peuplement, d'autres paramètres jouent un rôle à une plus grande échelle spatio-temporelle. Il s'agit **de la connectivité et de la continuité** de la présence des différents types de microhabitats. En effet, les différents types de microhabitats et de bois mort présentent une durée d'existence limitée, d'autant plus dans les forêts exploitées. La survie des espèces qui leur sont liées nécessite qu'elles puissent donc trouver un habitat similaire à une distance qui leur est accessible pour survivre (Bütler et al. 2020). La perte de la continuité des microhabitats peut être particulièrement grave pour les organismes saproxyliques spécialisés (ex. associés aux microhabitats des arbres sénescents ou à des conditions temporaires de pourriture du bois) et dont les capacités de dispersion sont limitées (Fayt et al. 2007).

Conserver à long terme la communauté des espèces saproxyliques dans un massif forestier exige donc la coexistence permanente de toute la variété des dimensions, stades de décomposition et essences, avec des niveaux d'abondance et une dispersion adaptés aux besoins des espèces spécialisées qui leur sont liées.

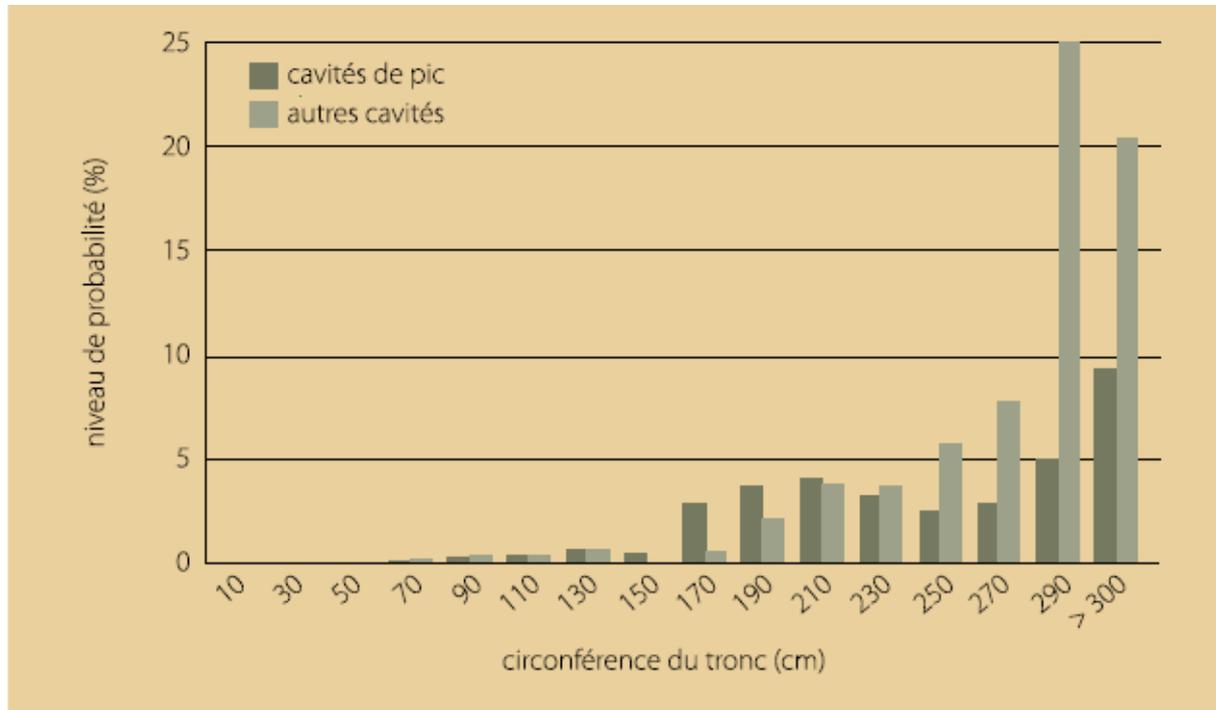


Figure 3 : Probabilité de développement des cavités en fonction de la taille de l'arbre (extrait de Branquart et al. 2005 d'après DUFOUR 2003)



Figure 4 : Diversité des formes de bois mort (arbres morts entiers debout, couchés, houppiers, stades de décomposition différents...) – photos L. Wibail

2. Situation actuelle et évolution temporelle des arbres d'intérêt biologique, du bois mort et de la biodiversité saproxylique en Wallonie

2.1. Abondance des arbres d'intérêt biologique et du bois mort

2.1.1. Valeurs de référence en forêt naturelle

Naturellement, la densité spatiale des microhabitats arborés en forêt est très élevée : selon des études dans les Carpates roumaines et ukrainiennes et dans les Alpes dinariques, un arbre sur 3 voire sur 2 soutient des microhabitats dans les forêts naturelles (Commarmot et al. 2013 ; Kozák et al. 2018 in Bütler *et al.* 2020).

Selon une revue de la littérature et des recherches de terrain, réalisée par Hahn et Christensen (2004), en ne considérant que les débris grossiers de bois mort (donc en retirant les estimations de bois mort de petite dimension et sous forme de branches mortes ou de parties mortes d'arbres vivants), les valeurs suivantes ressortent :

- pour les forêts européennes atlantiques némorales (essences principales : hêtre, chêne, charme et frêne) : 128 m³/ha en moyenne (min. 44 – max. 269), et un ratio moyen bois mort/bois vivant de 24%.
- pour les forêts mélangées décidues d'Europe Centrale (essences principales : hêtre, frêne, chêne, érable, charme, pin, orme, bouleau, épicéa) : 84 m³/ha (min. 10 – max. 177) et un ratio moyen bois mort/bois vivant de 15 %.

2.1.2. Arbres d'intérêt biologique

L'estimation de la densité des arbres vivants portant des microhabitats est tributaire de définitions de ces microhabitats et de seuils de prise en compte ou non de leur présence (ex. type et dimension d'une cavité, d'un décollement d'écorce ou quantités de branches mortes dans la couronne). En outre, le relevé de terrain des microhabitats est très consommateur en temps, l'effet opérateur peut être élevé, ainsi que l'effet de la saison (présence ou non de feuilles pour l'identification des microhabitats localisés en hauteur). Ils ne sont donc en pratique pas relevés par l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie, seul outil pouvant fournir des statistiques régionales.

Dès lors, étant donné le lien entre l'abondance des microhabitats et la dimension des arbres qui les portent (cf. points précédents), l'un des meilleurs proxys disponibles est la dimension des arbres indigènes vivants. C'est cette approche qui est réalisée pour les évaluations des habitats d'intérêt communautaire dans le cadre du rapportage périodique « article 17 » à l'Europe.

En considérant par ailleurs que les microhabitats spécifiques les plus rares dans nos forêts gérées sont ceux liés aux stades de sénescence, les seuils de comptabilisation des arbres sont adaptés aux essences en fonction de leurs capacités naturelles de croissance, de leur longévité naturelle et des dimensions classiques d'exploitation :

- Chênes, hêtre et frêne : diamètre seuil de 80 cm
- Érables sycomore et plane, merisier, ormes, saule blanc, saule des vanniers, peuplier grisard, tilleuls : 70 cm
- Bouleaux, aulne glutineux, charme, peuplier tremble : 50 cm
- Sorbus sp, autres saules, autres sp : 40 cm

Sur cette base, **les densités moyennes d'arbres de grosses dimensions, pour l'ensemble des placettes abritant au moins un habitat d'intérêt communautaire en leur sein**, sont les suivantes :

- **Région continentale : cycle 1 (1994-2008) : 0,90** arbres de grosses dimensions/ha (2852 placettes) – **cycle 2 (2011-2018 – encore en cours) : 1,22/ha** (1829 placettes) (**+0,32** arbres de grosses dimensions/ha)
- **Région atlantique : cy1 : 3,7/ha** (331 placettes) - **cy 2 : 3,7/ha** (219 placettes) (aucune augmentation)

NB : les valeurs nettement plus élevées pour les stations atlantiques où la majorité des sols sont plus fertiles et le climat plus doux, permettant aux essences d'atteindre plus rapidement les dimensions-seuils établies pour la Wallonie - sans pour autant atteindre les stades de développement permettant l'apparition de nombreux microhabitats

En se limitant aux 3 habitats concentrant les plus grosses surfaces, les valeurs sont les suivantes :

- Hêtraie acidiphile médio-européenne (9110). Cy1 : 1,01 /ha (971 pl.) – Cy 2 : 1,02 /ha (626 pl.) (+)
- Forêts du métaclimax de la hêtraie neutrophile (9130). Cy1 : 1,1 /ha (830 pl.) – Cy 2 : 1,8 /ha (500 pl.) (+)
- Chênaies-charmaies et chênaies frênaies climaciques (9160). Cy1 : 0,7 /ha (639 pl.) – Cy 2 : 1,04 /ha (389 pl.) (+)

On observe donc globalement augmentation des gros arbres vivants entre deux cycles de l'inventaire permanent. Cette augmentation est concentrée en région continentale, et est plus marquée dans des habitats que l'on retrouve surtout en Famenne (chênaies-charmaies), en Condroz et en Lorraine (forêts neutrophiles). Il est par contre difficile d'interpréter ce phénomène. Il peut en effet refléter une volonté délibérée du forestier de maintenir des AIB, mais aussi un contexte économique défavorable (marché du bois feuillu), causant une capitalisation des arbres « matures » dans les peuplements.

2.1.3. Bois mort

Volume

D'après les Données de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie, pour la période du premier cycle de l'inventaire (1994-2008)² :

- **Le volume moyen de bois mort était de 8,2 m³/ha, et 57 % du volume total était du bois mort** au sol
- 50 % du volume de bois mort au sol était constitué d'éléments de moins de 50 cm de circonférence (mesuré à mi-longueur) et seuls 8 % dépassent 125 cm de circonférence

² <http://iprfw.spw.wallonie.be/cy1-biodivers.php>

- 50 % du volume sur pied était constitué d'éléments de moins de 60 cm de circonférence (mesuré à 1,5 m du sol) et seuls 17 % dépassent 125 cm de circonférence
- Le volume total de bois mort varie assez peu d'un type de peuplement à l'autre, **la hêtraie et la chênaie comptant en moyenne moins de bois mort** (respectivement 6,6 et 6,5 m³/ha) que les autres types de peuplements (feuillus 9,4 m³/ha et résineux 8, m³/ha)
- La quantité de bois mort en forêt privée (8,7 m³/ha) était de 22 % plus élevée que celle en forêt publique (7,1 m³/ha), la différence se marquant surtout au niveau du bois mort résineux au sol
- **Le rapport entre la nécromasse et la masse végétale vivante était de 4,8 % en forêt feuillue** (3,1 % en hêtraie, 3,3 % en chênaie et 6,4 % pour les autres peuplements feuillus)

En termes d'évolution, la principale donnée volumétrique publiée pour le **second cycle (encore en cours, données de 2011-2018³)** est une valeur moyenne de **10,1 m³/ha**.

Les volumes de bois mort sont donc très nettement en deçà de ceux que l'on peut mesurer dans les forêts tempérées non gérées, qui s'élèvent au moins à 40 m³/ha, mais atteignent des pics de 269 m³/ha et plus lors de certaines phases du cycle sylvigénétique (Hahn & Christensen 2004).

Nombre d'arbres morts de grosses dimensions

Si l'on se concentre sur les nombres d'arbres morts **de plus de 40 cm de diamètre** (125 cm de circonférence) :

- Le nombre d'arbres morts de plus de 40 cm de diamètre (125 cm de circonférence) était de **0,44/ha au premier cycle** de l'inventaire permanent **en forêt feuillue publique**
- Ce nombre est de **0,65/ha au second cycle**.
- **L'augmentation est donc de 0,21 arbre mort de grosse dimension** par hectare entre le 1^{er} cycle (période de mesure 1997-2008, année centrale 2003) et le second (période de mesure 2011-2018, année centrale 2014), soit **en ~ 10 ans**

Pour ce qui est des données « habitats d'intérêt communautaire » (HIC), les densités moyennes d'arbres morts de plus de 40 cm de diamètre, pour l'ensemble des placettes de l'IPRFW abritant au moins un HIC en leur sein, sont les suivantes (données du rapportage art. 17 de 2019) :

- **Région continentale : cycle 1 : 0,42/ha** (2066 placettes) - **cy2 : 0,75/ha** (1829 placettes) **(+0,33 arbre mort/ha)**
- **Région atlantique : cycle 1 : 0,43/ha** (232 placettes) - **cy2 : 0,87/ha** (219 placettes) **(+0,44 arbre mort/ha)**

Pour les 3 habitats représentant les surfaces les plus importantes (78 % de surface cumulée des habitats forestiers de la région continentale), les valeurs et évolutions sont les suivantes :

- Hêtraie acidiphile médio-européenne (9110) : **cy1 : 0,6 /ha** (715 pl.) – **cy2 : 0,9 /ha** (626 pl.) **(+ 0,3)**
- Forêts du métaclimax de la hêtraie neutrophile (9130) : **cy1 : 0,4 /ha** (555 pl.) – **cy2 : 1,2 /ha** (500 pl.) **(+ 0,8)**
- Chênaies-charmaies et chênaies frênaies climaciques (9160) : **cy1 : 0,2/ha** (491 pl.) – **cy 2 : 0,3/ha (389 pl.) (+ 0,1)**

³ Source : données de l'IPRFW sur <http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/FFH%203.html>

Les différences entre les mentionnés plus hauts (site de l'Etat de l'Environnement Wallon) et ceux cités ci-dessus s'expliquent facilement par le fait que :

- Les chiffres provenant de l'Etat de l'Environnement Wallon concernent toutes les forêts feuillues, mais uniquement en propriété publique.
- les chiffres mentionnés ensuite ne concernent que les surfaces d'habitats d'intérêt communautaire⁴ mais couvrent les propriétés publiques comme privées.

La tendance temporelle est à la hausse dans les 2 analyses. Elle reste néanmoins faible (allant de +0,21 à + 0,44 selon les territoires concernés), et les valeurs absolues restent nettement en-deçà du seuil de 2 arbres morts de $d > 40$ cm/ha, utilisé pour l'attribution de l'état favorable vs défavorable dans l'évaluation des habitats forestiers d'intérêt communautaire en Wallonie. Cette valeur de 2 arbres morts/ha est également la valeur légale prévue par le Code Forestier, la Circulaire Biodiversité et les mesures Natura 2000.

2.2. Proportion relative du phénomène en et hors sites Natura 2000

Bois mort

Pour ce qui est des données « habitats d'intérêt communautaire », les densités moyennes d'arbres morts de plus de 40 cm de diamètre, **pour l'ensemble des placettes de l'IPRFW abritant au moins un habitat d'intérêt communautaire en leur sein**, sont les suivantes (données du rapportage art. 17 de 2019) :

- Région continentale :
 - o En Natura 2000 : cycle 1 : 0,42/ha (1034 placettes) - cy2 : 0,91/ha (891 placettes) (+0,49 arbre/ha = + 117 %)
 - o Hors Natura 2000 : cycle 1 : 0,39/ha (1032 placettes) - cy2 : 0,61/ha (938 placettes) (+0,22 arbre/ha = + 56 %)
- Région atlantique :
 - o En Natura 2000 : cycle 1 : 0,50/ha (80 placettes) - cy2 : 1,07 /ha (77 placettes) (+ 0,57 arbre/ha = + 114 %)
 - o Hors Natura 2000 : cycle 1 : 0,39/ha (152 placettes) - cy2 : 0,77 /ha (142 placettes) (+0,28 arbre/ha = + 97 %)

Arbres de grosses dimensions

Les densités moyennes d'arbres de grosses dimensions (cf. seuils par essence au point 2.1.1.), pour l'ensemble des placettes abritant au moins un habitat d'intérêt communautaire en leur sein, sont les suivantes :

- Région continentale :
 - o En Natura 2000 : cycle 1 : 0,87 arbres/ha (1392 placettes) - cy2 : 1,19/ha (891 pl.) (+0,32 arbre/ha = + 37 %)
 - o Hors Natura 2000 : cycle 1 : 0,93 arbres/ha (1460 placettes) - cy2 : 1,25/ha (938 pl.)

⁴ En excluant donc des surfaces considérables des chênaies de substitution de la hêtraie à luzule, actuellement non considérées officiellement comme HIC en Wallonie

(+ 0,32 arbre/ha = + 34 %)

- Région atlantique :
 - o En Natura 2000 : cycle 1 : 4,08 arbres/ha (119 placettes) - cy2 : 3,85 /ha (77 placettes) (-0,23 arbre/ha = - 6 %)
 - o Hors Natura 2000 : cycle 1 : 3,50 arbres/ha (212 placettes) - cy2 : 3,66 /ha (142 placettes) (+0,16 arbre/ha = + 5 %)

Espèces saproxyliques

Il n'y a pas de suivi dédié à la biodiversité saproxylique en Wallonie. Néanmoins, certaines groupes d'espèces dépendant de l'offre en microhabitats et/ou en bois mort sont suivies dans le cadre des rapportages liés aux Directives Oiseaux et Habitats (rapportages articles 17 et 12 réalisés par le DEMNA) et/ou ont fait l'objet de l'établissement de listes rouges (Paquet *et al.* 2021). Les informations sur leur statut et les tendances sont fournies ci-dessous :

- Martre des pins (état et tendance rapp. article 17) : inadéquat et tendance positive en région atlantique, stable en région continentale
- Chauves-souris dont les sites d'hivernage ou de reproduction sont forestiers (état de conservation art 17 ; statut liste rouge wallonne, tendance):
 - o Barbastelle : mauvais (cont.) ; en danger, augmentation
 - o Murin d'Alcathoe : inadéquat (cont.) ; vulnérable, tendance inconnue
 - o Noctule commune : inadéquat (atl.) mauvais (cont.) ; vulnérable, tendance inconnue
 - o Vespertilion de Bechstein ; mauvais (atl.) inadéquat (cont.) ; quasi-menacé, augmentation
 - o Murin de Daubenton : inadéquat (atl.) favorable (Cont.) ; quasi-menacé, tendance probablement stable
 - o Noctule de Leisler : inadéquat (atl. et cont.) ; quasi-menacé, tendance inconnue
 - o Pipistrelle de Nathusius : favorable (atl.) inadéquat (cont.) ; quasi-menacé, tendance inconnue
 - o Murin de Natterer : favorable (atl. et cont.) ; préoccupation mineure, en augmentation
 - o Vespertilion de Brandt : inconnu (atl. et cont.) ; données déficientes
- Oiseaux nicheurs (statut liste rouge wallonne et tendance en Wallonie) :
 - o Pic cendré : en danger critique, en déclin,
 - o Pic épeichette : quasi-menacé, en déclin
 - o Pic mar : préoccupation mineure, en augmentation
 - o Pic noir : préoccupation mineure, stable
 - o Fauvette à tête noire : préoccupation mineure, en augmentation
- Lucane cerf-volant (rapportage article 17) : U2 et tendance négative, en régions atlantique et continentale

Les états et tendances varient donc d'une espèce à l'autre, et pris globalement, ils reflètent le constat fait précédemment pour les quantités de bois mort et d'AIB : un état généralement inadéquat à mauvais et des tendances généralement en augmentation. Il convient néanmoins de rester très prudent sur le lien entre le statut de ces espèces et les disponibilités en bois mort et en AIB, car de nombreux autres facteurs peuvent influencer l'état des populations des espèces citées, la plupart étant mobiles et à large domaine vital.

Il serait dès lors plus pertinent de suivre des espèces plus spécialisées et moins mobiles. Ainsi, selon Nieto & Alexander (2010), dans l'Union Européenne (27 États Membres en 2010), 14 % des espèces de coléoptères saproxyliques sont menacées, 14 % sont quasi-menacées, et les données sont insuffisantes pour évaluer le risque d'extinction de 28 %, dont beaucoup pourraient également s'avérer menacées (CHIC). L'exploitation de bois est identifiée dans ce rapport comme la plus grosse menace pour ces espèces. A l'instar des coléoptères, on constate par ailleurs une diminution sensible de la diversité fongique au niveau européen, en ce compris les espèces saproxyliques (Richard *et al.* 2005).

2.3. Facteurs explicatifs de la situation actuelle

Les défrichements des forêts européennes ont culminé au lendemain de la Révolution française, période pendant laquelle le taux de boisement des pays d'Europe occidentale a atteint son minimum, aux alentours de 10 à 15 %. Dans leur grande majorité, les forêts résiduelles ont été surexploitées dès le Moyen-Âge. Une production sans cesse plus importante en bois d'œuvre et d'énergie a rapidement orienté la conduite des peuplements vers des taillis et des taillis sous futaie à rotation de plus en plus courte ; aux XVIII^e et XIX^e siècles, les forêts ont par ailleurs subi d'importantes coupes supportant les immenses besoins en énergie de la métallurgie (Hardy & Dufeyt 2015).

Vers le milieu du XVIII^e siècle, il ne subsiste plus dans le paysage que quelques grands massifs, chasse gardée de la noblesse et du clergé, et de rares lambeaux boisés, sur des terrains soit trop inaccessibles, soit trop peu fertiles pour être convoités par l'agriculture.

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

Cette diminution de 56 % des forêts feuillues en place au XVIII^e siècle résulte à la fois de déboisements à des fins agricoles (30 %) et de transformations en peuplements résineux (26 %). En effet, c'est à partir du XIX^e siècle que l'on cesse de défricher et reboise. En cause, l'industrie en plein essor, qui utilise désormais le charbon « de terre », tandis que les paysans quittent leurs fermes en masse pour rejoindre les usines. Le développement socio-économique demande une autre forme de bois, à la fois comme matière première (notamment pour les traverses de chemin de fer, poteaux, matériaux de construction) et pour étançonner les galeries des mines. Pour subvenir aux nouveaux besoins commence alors une vaste opération de reboisement qui durera un siècle. Dans une optique de production intensive, ces plantations se sont très largement appuyées sur un enrésinement massif des anciennes landes, terres agricoles et forêts surexploitées. Fleurissent alors dans toute l'Europe occidentale des peuplements monospécifiques, et forcément équiennes, d'épicéa commun et de pins, très différents, dans leur structure et leur composition, des écosystèmes forestiers originels (Claessens 2001). En parallèle, les terrains communs occupés par des landes et pelouses et, par la suite, les terrains agricoles marginaux ont été plantés ou abandonnés à la recolonisation forestière, conduisant à une forte augmentation de la surface des massifs forestiers entre le milieu du XIX^e siècle et la fin du XX^e siècle (voir le document relatif aux habitats pastoraux et aux prairies de fauche).

Durant cette période, la gestion forestière a globalement été envisagée sous l'angle de la restauration de la production de bois qui avait été réduite par la surexploitation et les déboisements passés. Les sylviculteurs ont ainsi reconstitué des peuplements denses, dans une optique de production maximale, même au sein des forêts feuillues, en jugulant les perturbations productrices de biodiversité. La

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

Durant des siècles, dans la plupart des forêts, le bois mort était une ressource intégralement récoltée, soit pour le bois de feu, soit en raison de la croyance qui le percevait comme une source de propagation d'espèces nuisibles (insectes et de champignons). Par ailleurs, pour des raisons liées à la qualité technologique du bois (notamment pour éviter les pourritures et colorations), à la mise en œuvre de l'exploitation et aux contraintes techniques des processus de transformation (dimension maximale des grumes), la récolte des arbres se fait généralement au tiers ou à la moitié de leur longévité, en pleine vitalité (Branquart et al. 2005), limitant fortement la présence de gros arbres sénescents. La gestion se concentre généralement sur les phases d'établissement et de croissance, tandis que les phases de vieillissement, de décomposition et de régénération sont maintenues aussi courtes que possible ou sont complètement ignorées (Bütler et al. 2020).

Ce n'est que plus récemment que la préservation des arbres vivants porteurs de microhabitats et du bois mort est considérée dans la gestion des peuplements forestiers. La Circulaire n° 2619, relative aux normes de gestion pour favoriser la biodiversité en forêt, date de 2005, tandis que la dernière version du Code Forestier date de 2008. Tous deux incluent des aspects (tantôt sous forme de recommandations, tantôt sous forme de mesures légales) relatifs au maintien d'arbres morts et d'arbres d'intérêt biologique. C'est probablement cette prise de conscience et la mise en œuvre de mesures légales qui expliquent l'augmentation des volumes de bois mort en forêt observée entre les deux premiers cycles de l'IPRFW, même si l'on reste à des niveaux moyens encore nettement insuffisants pour assurer la bonne expression de la biodiversité saproxylique.

2.4. Pressions et menaces sur le phénomène

Comme mentionné au point précédent, la sylviculture et l'exploitation forestière sont évidemment les principales pressions/menaces sur les espèces liées aux microhabitats et au bois mort.

Pour ce qui est du bois mort, l'impact provient non seulement de la récolte directe des arbres de grosse dimension morts récemment, mais aussi de la récolte avant leur mort des arbres dépérissant, dans le but de leur valorisation, ou pour des craintes « sanitaires ». Dans les vieilles forêts non gérées depuis longtemps, le volume et la masse de débris ligneux de grosses dimensions sont plusieurs fois plus élevés que dans les forêts gérées de manière conventionnelle (Bauhus et al. 2018). Le bois mort de faible dimension, les houppiers et les souches sont généralement laissés dans les peuplements ou sur les coupes à blanc, mais l'évolution du recours au bois-énergie pourrait modifier la donne dans le futur, privant les espèces forestières de types de microhabitats qui ne font actuellement pas défaut.

À cela s'ajoutent, pour les arbres d'intérêt biologique, l'exploitation des arbres bien avant qu'ils puissent développer les microhabitats les plus rares liés aux stades de sénescence, mais aussi la sélection des essences (plantées ou éclaircies) qui influence la composition des peuplements, et les éclaircies qui visent classiquement les arbres « mal conformés » et plus faibles davantage porteurs de microhabitats. Il convient néanmoins de préciser que l'exploitation forestière peut causer une plus grande abondance de certains microhabitats, comme les blessures d'aubier générées par des opérations sylvicoles (abattage, débardage) ou des dendrothelms dans les cépées liées au traitement en taillis

Selon Bütler et al. (2012), si un vieil arbre développant plusieurs microhabitats est récolté, il faut des décennies voire des siècles pour le remplacer de manière équivalente. Ils illustrent l'impact de la gestion forestière sur les microhabitats en citant notamment :

- Kraus et al. (2017) qui ont rapporté que dans une forêt de hêtres et de chênes gérée avec des interventions régulières située à Steigerwald (Bavière), 130 microhabitats/ha ont été trouvés, tandis que 456 microhabitats/ha ont été trouvés dans une zone voisine qui n'avait pas été aménagée depuis plus de 40 ans ;
- Larrieu *et al.* (2017) qui rapportent une fréquence de 48 microhabitats/ha (dont 1,5 fructification fongique, et 1,3 cavité de reproduction de pic) dans un peuplement venant de faire l'objet d'une intervention, passant à 170 microhabitats/ha (dont 10,4 fructifications fongiques et 16,8 cavités de reproduction de pics) après 70-80 ans sans intervention sylvicole dans le sud-ouest de la France ;
- Büttler et Lachat (2009) qui ont quant à eux observé qu'en Suisse, seulement 5,1 % des arbres des forêts récemment exploitées portaient au moins deux microhabitats différents, contre 12,5 % dans les peuplements non aménagés depuis au moins 30 ans.

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

3.1. Services écosystémiques

Les AIB, le bois mort et les espèces associées n'ont pas qu'une simple valeur de réservoir de biodiversité, mais contribuent à la production de différents services écosystémiques

3.1.1. Services de production

Bois

Par définition, il n'y a pas de service de production directe de bois liée au maintien des AIB et du bois mort. Ceux-ci jouent néanmoins un rôle indirect dans le maintien de la production de bois - via le maintien de la fertilité des stations (qualité du sol, rétention en eau) et dans le maintien de prédateurs ou parasites de ravageurs des arbres. Ces aspects sont décrits sous la section relative aux services de régulation.

En outre, les accumulations de bois mort enchevêtré au sol tels que les houppiers peuvent avoir un effet bénéfique sur la régénération ligneuse en la protégeant de la dent des onglés.

Par ailleurs, il est primordial de préciser que la majorité des espèces saproxyliques que l'on retrouve dans nos forêts sont des espèces dites secondaires, c'est-à-dire colonisatrices d'arbres fragilisés qui ne profitent que des conditions écologiques particulières consécutives à des événements climatiques inhabituels. Par exemple, les scolytes et autres espèces observés lors de l'épisode de la maladie du hêtre n'ont pas agi comme les initiateurs de mortalités ultérieures des arbres, mais plutôt comme de simples consommateurs de ressources (arbres fragilisés) rendues subitement disponibles par certains événements extérieurs (stress thermique suivi de fortes pluies) (Fayt et al. 2007).

Autres produits

La récolte d'aliments en forêt est très marginale en Wallonie. Tout au plus peut-on citer la cueillette de champignons, à laquelle la matière organique liée à la décomposition du bois mort contribue évidemment.

3.1.2. Services de régulation et de maintenance

Fertilité des sols

Dans l'ensemble, les organismes dépendant du bois, qu'il s'agisse d'invertébrés, de macromycètes ou de minuscules bactéries fixatrices d'azote, contribuent fortement au recyclage d'une grande quantité de nutriments par le biais d'interactions multitrophiques (Harmon et al. 1986).

Pour ce qui est plus particulièrement du bois mort de grosse dimension, Fayt et al. (2007) ont observé que dans la réserve forestière stricte de Kerselaerspleyn, les quantités de K, P, Ca, Mn et Mg étaient significativement plus élevées et l'acidité du sol plus faible près des grosses billes de hêtre en décomposition (à 0,1 m de distance) par rapport aux niveaux à 5 m des troncs. Selon Kappes et al. 2007 (in Buchat et al. 2018), l'accumulation de gros débris de bois mort sur des sols très acides peut améliorer la qualité du sol et fournir des points chauds pour certains nutriments et donc pour les organismes qui en dépendent, tels que les gastéropodes qui nécessitent des niveaux élevés de Ca.

Fixation de carbone

(Buchat et al. 2018)

De nombreuses fonctions écosystémiques sont influencées par les débris ligneux grossiers (CWD) ; parmi eux, le stockage du carbone (C) et le cycle des éléments nutritifs sont importants. Le bois mort fournit un réservoir de C terrestre important et dynamique qui est généralement plus résistant à la décomposition que les autres litières végétales. Pan, et al. 2011 estime le stock mondial de C dans le bois mort à 73 ± 6 pétagrammes, ce qui équivaut à 8 pour cent du total des stocks de C dans les forêts du monde.

Pollinisation et contrôle biologique

Plus la biodiversité est élevée, plus les espèces peuvent remplir de fonctions écologiques, telles que la pollinisation, la décomposition du bois et la régulation des espèces à forte dynamique de population. Il est donc bénéfique pour le fonctionnement de l'écosystème forestier d'avoir le plus d'espèces possible, ce à quoi contribue fortement l'offre en microhabitats et en bois mort. (Bütler et al. 2020). En termes de pollinisation, à titre d'exemple, une partie significative des syrphidés, qui sont des pollinisateurs à l'état adulte, sont saproxylophages à l'état larvaire.



Figure 5 : La Ferdinande dorée (*Ferdinandea cuprea*) est un syrphe pollinisateur dont les larves se développent dans le bois en décomposition

Protection contre l'érosion

Les grumes tombées peuvent jouer un rôle important dans le contrôle du mouvement du sol et de la litière sur les pentes (Bauhus et al. 2018).

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

Les forêts sont 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 comme sources d'inspirations et de connaissances. Ce sont enfin des espaces auxquels sont associées des valeurs patrimoniales et existentielles importantes, derniers refuges d'une nature sauvage, authentique et indomptée, caractérisés par une hémérobie significative. Cette impression de « nature sauvage » s'exprime particulièrement dans les forêts présentant des stades de sénescence et/ou soustraites à l'exploitation forestière, en raison de leur plus grande hétérogénéité structurale, des dimensions spectaculaires et de la configuration tortueuse de certains arbres, de l'abondance de mousses et de lichens...

Janeczko et al. (2021) ont ainsi montré que la « tension » et le « score total de perturbation de l'humeur » de participants à une expérience diminuait après une sortie en forêt, et davantage dans une forêt naturelle avec des traces visibles de processus naturels et lents de décomposition du bois.

Il ne faut cependant évidemment pas sous-estimer l'image nettement plus négative que peut produire dans la population la vision d'une forêt présentant des quantités importantes de bois mort consécutives à des événements catastrophiques, tels que des attaques de ravageurs et des tempêtes.



Figure 6 : Une impression de « nature sauvage » s'exprime dans les forêts présentant des stades de sénescence et/ou soustraites à l'exploitation forestière, en raison de leur plus grande hétérogénéité structurale, des dimensions spectaculaires et de la configuration tortueuse de certains arbres... (photo L. Wibail)

3.2. Enjeux socio-économiques

Le principal enjeu socio-économique est évidemment la perte directe de revenus forestiers liée à la non récolte des éléments (arbres réservés dans la matrice forestière, réserves intégrales/îlots de conservation) favorisant les microhabitats des stades de sénescence.

Des estimations des coûts liés aux mesures légales de maintien d'AIB et de bois mort en site Natura 2000 (cf. point 4.1) peuvent être trouvées dans le document du PWDR 2014-2020.

Le manque à gagner y est estimé en considérant la perte de jouissance du fonds et la perte de la valeur moyenne du bois (ramené en moyenne à une valeur de bois de chauffage, les grumes et peuplements de qualité n'étant généralement pas désignés sauf s'ils sont inexploitable). La perte est estimée à 430 €/an pour un hectare entièrement soustrait à la spéculation sylvicole. Ramené aux seuils légaux, le montant ramené à l'hectare de forêt feuillue en site Natura 2000 est :

- Pour 3 % de la surface en îlot de conservation (réservation intégrale) : $0,03 * 430 = 12,9$ €/an
- Pour 0,5 AIB/ha à maintenir : $62,5 \text{ m}^2/\text{ha} \rightarrow 0,00625 * 430 = 2,69$ €/an
- Pour 2 arbres morts/ha à maintenir : $125 \text{ m}^2/\text{ha} \rightarrow 0,0125 * 430 = 5,38$ €/an

Si les montants ne sont probablement plus à jour, ils montrent par contre la méthode de calcul de la perte de revenus :

- Pour les îlots de conservation ou réserves intégrales, il est évidemment proportionnel à leur surface au sein de la propriété
- Pour les AIB dans un peuplement « productif », leur maintien correspond à l'absence de revenu sur 1/80^{ème} de la surface d'un peuplement pour un élément par hectare
- Pour les arbres morts dans un peuplement « productif » leur maintien correspond à l'absence de revenu sur 1/160^{ème} de la surface pour un élément par hectare

Ces calculs ne se concentrent que sur la seule perte de revenus directe liée à la non-récolte d'une partie du bois. Ils ne prennent donc pas en compte les services écosystémiques rendus par les arbres morts et les arbres porteurs de microhabitats, notamment dans le maintien de cette même production (fertilité des sols, prédation de parasites des essences ou de ravageurs des cultures environnantes).

La création de réserves intégrales de grande taille peut en outre jouer un rôle important dans l'attrait social ou récréatif d'une forêt, par exemple dans le contexte de la création de réserves naturelles ou de parcs nationaux, et avoir des retombées économiques non négligeables à l'échelle locale.

Il ne faut cependant pas non plus négliger, d'un autre côté, les frais liés aux opérations de marquage et de notification de ces éléments, ainsi qu'aux opérations de sécurisation qui doivent parfois être entreprises sur ces éléments le long des voies de communication (même si ce dernier problème peut être évité en favorisant des éléments éloignés des infrastructures).

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

4.1. Cadre légal

4.1.1. Cadre juridique international

La Stratégie Biodiversité 2030 de l'Union Européenne prévoit la protection stricte de toutes les forêts primaires et des « old growth forests » (OGF). Ce point s'inscrit dans l'objectif de protection stricte de 10 % du territoire terrestre de l'Union.

Il s'agit d'une stratégie et donc pas d'une obligation à proprement parler. Les Etats Membres sont donc invités à s'engager volontairement à l'atteinte de cet objectif à ce stade. Il est néanmoins possible que cette stratégie se décline en Directives et en Règlements (cf. notamment le Règlement « Restauration » faisant actuellement l'objet de négociations avec les Etats Membres.)

Par protection stricte, il faut comprendre un statut qui se rapproche dans les faits de celui d'une réserve naturelle. Dans le cas des OGF, une protection stricte correspondrait plus précisément à un statut de réserve intégrale, car les OGF se définissent comme des peuplements ayant paramètres structuraux proches de ceux des forêts primaires.

Le vocable « old growth forest » a été précisé pour son utilisation dans le cadre de la Stratégie Biodiversité 2030 via un groupe de travail européen dédié à cette thématique, auquel les représentants wallons ont contribué en tant que co-leads de 2020 à 2022. Une définition commune en est ressortie : une OGF est « *un peuplement ou une zone forestier(ère) constitué(e) d'espèces d'arbres indigènes qui ont développé, principalement par le biais de processus naturels, des structures et dynamiques normalement associées à des phases de développement tardives des forêts primaires ou non perturbées du même type. Des signes d'activités humaines anciennes peuvent être visibles, mais ils disparaissent progressivement ou sont trop limités pour perturber de manière significative les processus naturels.* »

Par contre, en raison de la diversité du territoire européen en termes de types d'habitats forestiers et de naturalité des forêts, il revient à chaque Etat Membre de préciser les indicateurs et seuils permettant de définir les OGF sur son territoire, sur base d'une liste d'indicateurs généraux proposés par le groupe de travail. Une fois ces indicateurs et seuils définis, les zones forestières atteignant ces seuils sont considérées comme des OGF sur le territoire de l'Etat Membre doivent être identifiées cartographiquement et se voir assurer une protection stricte.

Davantage de détails sur la note explicative et la liste d'indicateurs sont présentés [en annexe X](#).

4.1.2. Cadre juridique wallon

Code Forestier

En forêt publique, le **Code Forestier** prévoit les mesures suivantes (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 :

- 1° dans les peuplements feuillus, **le maintien d'arbres morts** ou chablis d'un **diamètre supérieur à 40 cm, à concurrence de 2 arbres/hectare**, sauf les arbres à forte valeur économique unitaire ou les arbres présentant une menace pour la sécurité ;
- 2° dans les peuplements résineux, le maintien des quilles d'arbres cassés et des arbres desséchés, y compris dans les mises à blanc, à concurrence de 2 arbres/hectare ;
- 3° le maintien **d'au moins 1 arbre d'intérêt biologique par superficie de 2 hectares** ; on entend par arbre d'intérêt biologique un arbre de dimensions exceptionnelles ou un arbre à cavité ;
(...)

Dans les bois et forêts des personnes morales de droit public, **par propriétaire de plus de 100 hectares** de bois et forêts, en un ou plusieurs massifs, est appliquée la mesure de conservation suivante : **la mise en place de réserves intégrales** dans les peuplements feuillus, à concurrence de **3% de la superficie totale** de ces peuplements. »

Sites Natura 2000

Au sein des sites Natura 2000, une série d'actes sont interdits ou soumis à autorisation ou à notification par les arrêtés « mesures générales » et « catalogue ».

Arrêté mesures générales

« Art. 2. § 1er. Hors bois et forêts de plus de 100 hectares bénéficiant du régime forestier, dans les **propriétés de plus de 2,5 hectares situées** en bois et forêts éligibles⁵, des **îlots de conservation** sont désignés par le propriétaire selon les modalités suivantes :

- 1° les îlots sont désignés à concurrence de **3 % de la superficie** globale de la propriété concernée ;
- 2° ils sont constitués d'un ou de plusieurs éléments d'une surface individuelle de **minimum 10 ares**, pour autant que la surface de forêt éligible le permette ;
- 3° ils sont désignés préférentiellement en bordure de cours d'eau ou dans les zones de gros bois.

§ 2. Les réserves intégrales constituées en vertu de l'article 71, alinéa 2, du Code forestier valent îlot de conservation au sens du présent arrêté.

§ 3. La désignation des îlots de conservation visés au paragraphe premier est consignée sur des documents cartographiques notifiés à l'administration selon les modalités arrêtées par le Ministre.

§ 4. Dans les îlots de conservation, sont interdits :

- 1° toute forme d'exploitation de manière à permettre le vieillissement des bois et forêts et l'expression des dynamiques naturelles ;
- 2° l'enlèvement des arbres morts jusqu'à leur décomposition ;
- 3° toute autre activité ou intervention à l'exclusion du contrôle du gibier, de la sécurisation des chemins et de l'organisation de l'accueil du public. »

« Art. 3. Dans le périmètre d'un site Natura 2000 ou d'un site candidat au réseau Natura 2000, sont interdits :

(...)

⁵ Forêts situés dans le périmètre d'un site Natura 2000, non constitutifs de plantations exotiques cartographiées comme telles par l'administration dans l'arrêté de désignation

2° hors bois et forêts bénéficiant du régime forestier, dans les propriétés de plus de deux hectares et demi, la coupe et l'enlèvement d'arbres morts qui n'assureraient pas le maintien des arbres morts couchés ou debout à concurrence de **minimum 2 arbres morts par hectare de circonférence supérieure à 125 cm à 1,5 m du sol** répartis si possible sur l'ensemble de la surface concernée et représentatifs du rapport entre feuillus et résineux. Cette disposition n'est pas applicable aux arbres présentant une menace pour la sécurité publique situés le long des routes, chemins et sentiers au sens du Code forestier, voies de chemin de fer, lignes électriques et conduites de gaz ni aux arbres à forte valeur économique unitaire ;

3° hors bois et forêts bénéficiant du régime forestier, dans les propriétés de plus de deux hectares et demi, la coupe d'arbres autres qu'à forte valeur économique unitaire, qui ne maintiendrait pas au moins **1 arbre d'intérêt biologique par 2 hectares**; »

L'article 1^{er} définit comme suit :

- un arbre d'intérêt biologiques : « *chêne dont le tronc mesure plus de deux cents centimètres de circonférence à un mètre cinquante du sol, arbre à cavité, ou à défaut un arbre feuillu d'essence indigène de cent cinquante centimètres de circonférence à un mètre cinquante du sol, ou tout autre arbre désigné de commun accord par le propriétaire ou le gestionnaire et par le directeur du Département de la Nature et des Forêts compétent ou par son délégué* »
- les arbres à forte valeur économique unitaire : « *arbre de qualité A ou B au sens des prescriptions reprises en annexe 1^{re}* »

Par ailleurs, un arrêté de 2014 précise les procédures de notification des îlots de conservation et **marquage des arbres mort, AIB et îlots de conservation dans les sites Natura 2000**. Celui-ci prévoit que :

- les propriétaires doivent notifier le contour de leurs îlots de conservation prévus par l'arrêté « mesures générales » sur « un plan cadastral ou sur une carte IGN ou un photoplan dont l'échelle ne peut être supérieure au 1/10 000ème » et « les références des parcelles cadastrales sur lesquelles sont implantés les îlots de conservation, en tout ou partie »
- les îlots de conservation, les arbres morts et les AIB doivent être marqués sur le terrain selon des modalités précises, mais uniquement dans le cadre de l'application de l'arrêté « indemnités et subventions octroyées dans les sites Natura 2000 », donc si une demande d'indemnité ou de subvention est faite.

Arrêté catalogue :

- **en UG6** (principalement constituée d'habitats forestiers prioritaires très rares – boulaies tourbeuses et forêts de ravins et de pentes) : « **toute coupe d'arbres d'essence indigène vivants ou morts** » est soumise à autorisation, « 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) » ;
- **en UG7** (principalement constituée de forêts alluviales et marécageuses) « toute coupe à blanc et **toute récolte de bois ou d'arbres mort** hormis les interventions pour cause de sécurité publique (...) » sont soumises à autorisation;

L'arrêté ne prévoit pas que les coupes d'arbres à forte valeur unitaire ou pour cause de sécurité publique soient notifiées à l'administration.

Circulaire Biodiversité

En dehors des sites Natura 2000, la **Circulaire biodiversité** doit être appliquée dans les forêts domaniales :

- Pour le bois mort, celle-ci prévoit que « Dans les peuplements feuillus, sauf exception éventuelle pour les bois à forte valeur économique unitaire, les arbres chablis dispersés dans la coupe (morts sur pied, foudroyés, déracinés, cassés par le vent ou porteurs de champignons) ne seront plus délivrés jusqu'à atteindre une moyenne de **minimum 2 gros bois morts couchés ou sur pied par hectare (diamètre > 40 cm)**. Autant que possible, les houppiers isolés ne seront plus débités et exportés de la forêt. Les alentours immédiats des routes et chemins devront néanmoins être sécurisés. »
- Pour les arbres d'intérêt biologique, la circulaire précise « Les arbres d'intérêt biologique (IB) se distinguent par leur nature (essence rare), leurs dimensions exceptionnelles ou encore la présence de cavités, de crevasses, de coulées de sève, de lichens ou de champignons lignicoles. Comme déjà pratiqué par certains agents, ces arbres doivent être maintenus tant qu'ils ne représentent pas un danger pour la sécurité du public ou une trop grande valeur économique unitaire. Ils ne seront jamais exploités et vieilliront en forêt jusqu'à leur mort naturelle. Comme pour les bois morts, ils seront identifiés par un marquage spécifique, dûment répertoriés lors des martelages (..) et si possible cartographiés. Idéalement, il y a lieu de réserver en moyenne un **arbre IB par 2 hectares et par rotation**. »
- En termes d'aires protégées, et plus particulièrement de réserves intégrales et îlots de conservation, la mesure prévue est la suivante : « Un **réseau d'aires protégées** (...) sur **5 % des forêts publiques ou 12 500 ha**, en visant prioritairement les formations feuillues. Ces zones seront soigneusement cartographiées, matérialisées sur le terrain (...), [dont] un **réseau de zones de conservation intégrale** (...) progressivement mis en place. L'abattage des arbres y sera exceptionnel (...). Leur développement sera réalisé à concurrence **d'environ 7 500 ha au travers de l'une des deux modalités suivantes** :
 - **des îlots de conservation**, à mettre en place pour protéger de **petites zones (quelques ares à quelques hectares)** correspondant à des habitats clés tels (..) ou à d'autres zones difficilement exploitables. Pourront aussi être incluses dans ces îlots des mises à blanc en voie de reconversion vers des formations feuillues naturelles (boulaies tourbeuses, aulnaies marécageuses, etc.).
 - **des réserves intégrales** seront également établies de manière à couvrir (1) les associations semi-naturelles dominantes les plus représentatives de Wallonie, au sein de chaque grande région biogéographique (...) et (2) des complexes d'habitats clés qui se développent le long des vallées encaissées. Ces aires protégées doivent idéalement couvrir chacune **plusieurs dizaines d'hectares** afin de permettre l'expression des dynamiques naturelles. Elles seront progressivement dotées d'un statut légal de protection sur base de la loi de conservation de la nature (réserve forestière ou réserve naturelle intégrales). »

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

<i>Instrument légal</i>	<i>Circulaire biodiversité</i>	<i>Code Forestier</i>	<i>Arrêtés Natura 2000</i>
<i>Zone d'application</i>	<i>toutes forêts domaniales</i>	<i>toutes forêts publiques</i>	<i>en site Natura 2000</i>
<i>Bois mort en forêt feuillue</i>	<i>Maintien jusqu'à obtention de 2 arbres morts/ha</i>	<i>Maintien jusqu'à obtention de 2 arbres</i>	<i>Autorisation nécessaire pour tout prélèvement dans les UG6 et UG7</i>

		<i>morts/ha (à l'échelle de la propriété)</i>	
<i>Arbres d'intérêt biologique (AIB)</i>	<i>Réserver 1 AIB/2 ha et par rotation, maintenus jusqu'à leur mort naturelle (→ à terme plusieurs AIB/ha)</i>	<i>Maintien d'1 AIB/2 ha (à l'échelle de la propriété publique)</i>	<i>Maintien d'1 AIB/2 ha (à l'échelle de la propriété) en forêt privée de superficie supérieure à 2,5 ha ; autorisation nécessaire pour tout prélèvement d'arbre indigène en UG6</i>
<i>Réserves intégrales et îlots de Conservation (en forêt feuillue)</i>	<i>Désignation de 3 % de la surface</i>	<i>Désignation de 3 % de la surface des peuplements feuillus pour les propriétaires de plus de 100 ha</i>	<i>Désignation de 3 % de la surface feuillue de la propriété privée dont la surface (feuillue) atteint plus de 2,5 ha</i>

Evaluation du contexte légal wallon

Des mesures favorables aux stades de sénescence sont prévues pour :

- les propriétés domaniales (Circulaire Biodiversité) : AIB, AM, îlots de conservation
- les (autres) propriétés publiques (Code Forestier) : AIB, AM
- les (autres) propriétés publiques de plus de 100 ha (Code Forestier) : réserves intégrales
- les propriétés feuillues de plus de 2,5 ha en site Natura 2000 (AMG) : AIB, AM, îlots de conservation

Les différents outils réglementaires devraient globalement avoir un effet positif dans les propriétés où elles sont d'application. Mais malgré leur similarité, ces outils présentent des nuances dans les formulations qui ont des conséquences importantes, que ce soit dans leurs objectifs (valeurs-seuils) effectifs ou dans leur mise en application.

Réserves intégrales/îlots de conservation (RI/IC)

Superficies totales visées : La Circulaire Biodiversité prévoit le calcul des 3 % de RI/IC sur la surface totale des propriétés, tandis que le Code Forestier et l'AMG Natura 2000 calculent ces pourcentages uniquement sur la surface feuillue

Superficies individuelles : La Circulaire Biodiversité précise des surfaces de quelques ares à quelques hectares pour les îlots de conservation, et plusieurs dizaines d'hectares pour les réserves intégrales. Le Code Forestier n'apporte pas de précision quant aux surfaces individuelles, et l'AMG prévoit que les îlots de conservations doivent être constitués d'un ou plusieurs éléments d'une surface individuelle de minimum 10 ares.

Emplacement : La Circulaire Biodiversité est la plus précise sur l'emplacement des RI/IC :

- îlots de conservation : dans des habitats clefs et des zones difficilement exploitables

- réserves intégrales : constituées (1) des associations semi-naturelles dominantes les plus représentatives de Wallonie, au sein de chaque grande région biogéographique et (2) de complexes d'habitats clés qui se développent le long des vallées encaissées.

Le Code Forestier ne précise pas la nature des zones à délimiter, si ce n'est « en forêt feuillue ».

L'AMG en Natura 2000 prévoit quant à lui que les îlots de conservation sont désignés préférentiellement en bordure de cours d'eau ou dans les zones de gros bois – le terme « préférentiellement » n'étant pas contraignant. En revanche, l'arrêté sur la notification et le marquage des îlots ne prévoit pas de processus de validation de l'emplacement des réserves intégrales par l'administration ou un autre organisme.

Arbres d'intérêt biologique

Densité cible : La Circulaire Biodiversité prévoit de conserver un AIB/2 ha et par rotation.

Définition de l'arbre d'intérêt biologique : En termes de définition, celles-ci varient aussi fortement entre les différentes législations :

- La circulaire Biodiversité précise que les AIB « *se distinguent par leur nature (essence rare), leurs dimensions exceptionnelles ou encore la présence de cavités, de crevasses, de coulées de sève, de lichens ou de champignons lignicoles* ».
- Le Code Forestier les définit comme des arbres de dimensions exceptionnelles ou des arbres à cavité.
- L'AMG Natura 2000 donne quant à lui la définition suivante : « *chêne dont le tronc mesure plus de 200 cm de circonférence à 1,5 m du sol, arbre à cavité, ou à défaut un arbre feuillu d'essence indigène de 150 cm de circonférence à 1,5 m du sol, ou tout autre arbre désigné de commun accord par le propriétaire ou le gestionnaire et par le directeur du Département de la Nature et des Forêts compétent ou par son délégué* ».

Marquage sur le terrain : Dans les faits, les arbres d'intérêt biologique sont marqués par le DNF dans les forêts publiques (relevant donc de la circulaire biodiversité pour les forêts domaniales et du Code Forestier pour les autres forêts publiques), et le nombre d'AIB désignés dans chaque parcelle est encodé dans EFOR (en fonction des ressources administratives du cantonnement). En site Natura 2000, hors forêt publique, le marquage des AIB est réglementé par l'arrêté de 2014 qui précise que les arbres doivent être marqués sur le terrain dans le cadre de demandes d'indemnités ou de subsides. Il n'y a pas d'obligation de marquage si le propriétaire ne demande pas d'indemnité ni de subside.

Caractère permanent des arbres désignés : La Circulaire Biodiversité, d'application dans les forêts domaniales, précise que ces arbres doivent être gardés jusqu'à leur mort et décomposition complète, mais le caractère permanent ou non des arbres désignés n'est pas mentionné dans le Code Forestier (pour les forêts publiques non domaniales) ni dans l'AMG (pour les sites Natura 2000).

Répartition spatiale : aucun des textes ne précise si les densités d'arbres d'intérêt biologique doivent être atteintes à l'échelle de la propriété ou des peuplements.

Exceptions à la désignation/possibilités de coupes : il n'y a pas d'exception prévue pour la désignation des AIB dans la Circulaire Biodiversité et dans le Code Forestier. Par contre l'AMG prévoit que tout arbre à « forte valeur unitaire » peut être prélevé, même si la densité seuil d'arbres d'intérêt biologique n'est pas atteinte dans la propriété. Des exceptions sont également prévues pour les interventions pour cause de sécurité publique.

Arbres morts

Densité cible : la densité cible est la même dans les 3 textes : 2 arbres morts couchés ou debout/ha ; à cela s'ajoute l'obligation d'une autorisation pour toute coupe d'arbre mort en UG6 et 7.

Définition/dimensions : les dimensions minimales des arbres morts à désigner sont également similaires dans les 3 textes : 40 cm de diamètre ou 125 cm de circonférence. Pour les UG6 et 7, tout arbre mort est visé.

Répartition spatiale : aucun des textes ne précise si les densités d'arbres morts doivent être atteintes à l'échelle de la propriété ou des peuplements.

Exceptions à la désignation/possibilités de coupes : il n'y a pas d'exception prévue pour la désignation des AM dans la Circulaire Biodiversité et dans le Code Forestier. Par contre, l'AMG prévoit que tout arbre à « forte valeur unitaire » peut être prélevé, même si la densité seuil d'arbres morts n'est pas atteinte dans la propriété. Des exceptions sont également prévues pour les interventions pour cause de sécurité publique.

Durée de comptabilisation : un arbre mort est évidemment appelé à se décomposer ; étant donné les dimensions demandées, la décomposition prend un certain temps, mais elle peut être relativement rapide pour certaines essences, en particulier si l'arbre est couché et si l'élément désigné est déjà dans un stade de décomposition avancé.

4.2. Mesures incitatives

En site Natura 2000, l'arrêté « Indemnité » prévoit la possibilité pour un propriétaire privé ou public (hors forêts domaniales) de recevoir une subvention pour des surfaces d'îlots de conservation qui vont au-delà du seuil légal de 3 % de la surface de forêt éligible :

« **Art. 25.** § 1er. Le gestionnaire privé qui bénéficie des indemnités non-agricoles visées à la section 1re peut obtenir une subvention supplémentaire s'il la sollicite dans sa demande d'aide (...) Cette subvention supplémentaire est accordée pour les surfaces : (...)

d'îlot de conservation qui se situe au-delà des 3 premiers % de surface d'îlot de conservation en forêt admissible. La superficie admissible pour les îlots de conservation supplémentaires n'excède pas 10 % de la surface totale de la forêt en Natura 2000 dont il est gestionnaire. (...)

§ 4. Le montant de la subvention supplémentaire est de 100 € pour chaque hectare visé au paragraphe 1er, alinéa 2.

§ 5. La surface minimale cumulée pour bénéficier de la subvention supplémentaire est d'un hectare. Elle peut être constituée de plusieurs éléments pour autant que ceux-ci aient une surface individuelle de minimum dix ares.

Les îlots de conservation supplémentaires sont désignés dans les zones de plus vieux bois de forêt admissible de la propriété concernée, ou dans les zones qui présentent un intérêt biologique particulier par le gestionnaire à déterminer de commun accord avec le directeur du Département de la Nature et des Forêts compétent ou son délégué.

Les îlots de conservation supplémentaires ne sont pas désignés dans les milieux ouverts.

§ 6. Les lisières et les îlots de conservation bénéficiant de cette subvention supplémentaire sont maintenus pendant une période de minimum trente ans. »

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

4.3.1. En Wallonie

Les actions et bonnes pratiques relèvent principalement de la création de réserves naturelles (au sens de la LCN), et de la mise en œuvre des mesures légales prévues par le Code Forestier, les arrêtés Natura 2000, et des recommandations de la Circulaire Biodiversité, visant le maintien d'arbres morts, d'arbres de grosses dimensions, d'îlots de conservation et de réserves intégrales.

Les statistiques détaillées relatives aux quantités actuelles de bois mort et d'arbres de grosses dimensions actuellement présentes en forêt wallonne sont présentées au point 2.1, ainsi que leur évolution temporelle. Il n'est cependant pas possible de relier ces statistiques provenant d'un échantillonnage régional à l'application de mesures légales ou de bonnes pratiques par les gestionnaires forestiers. Il n'existe en effet pas de bases de données centralisées sur le marquage/la conservation volontaire, et l'on ne peut donc pas d'identifier la part des arbres morts et gros arbres qui résultent de bonnes pratiques et/ou de l'application des mesures légales présentées précédemment, et de les distinguer de ceux qui sont laissés temporairement ou définitivement dans les peuplements pour d'autres raisons (difficultés d'exploitation, marché du bois peu favorable...).

Pour ce qui est des surfaces en réserve intégrale et en îlot de conservation, 3 types de statuts contribuent actuellement aux surfaces de forêt indigène laissées à leur libre évolution naturelle :

- Les réserves intégrales prévues par le Code Forestier (n'ayant pas de statut LCN) – « RBI »
- Les réserves naturelles au sens de la LCN et situées en forêt, dont une partie est constituée de réserves intégrales – « RN »
- Les unités de gestion « UG06 » au sein des sites Natura 2000, reprenant des habitats prioritaires rares, et au sein desquelles toute exportation de bois est soumise à autorisation et a priori limitée à des coupes sécuritaires ou des coupes d'arbres à forte valeur unitaire

L'analyse des différentes couches cartographiques reprenant ces périmètres et disponibles en 2021 ont permis de faire un bilan provisoire de :

- 7 934 ha de RBI⁶
- 3 575 ha de RN en forêt
- 2 108 ha d'UG6

Ces surfaces ne sont pas additionnables telles quelles, car elles se recouvrent partiellement entre elles. La surface totale cumulée en tenant compte des recouvrements est de 12 046 ha.

Il ressort aussi de cette analyse que le seuil légal de 3 % des surfaces feuillues en réserve intégrale dans les propriétés de plus de 100 ha (art. 71 Code Forestier) est atteint et même dépassé dans la majorité des cas.

Le chiffre de 12 046 ha n'est par contre qu'indicatif, en raison des lacunes et incertitudes de plusieurs couches.

On peut donc considérer que la surface actuelle de zones reprises sous ces différents statuts couvre entre 12 000 et 15 000 ha.

4.3.2. Dans d'autres Etats/Régions Membres

De très nombreuses initiatives différentes sont prises à l'étranger.

Bütler *et al.* (2020) passent en revue une série d'exemples de mesures prises dans diverses régions d'Europe :

- En Suisse, l'Office fédéral de l'environnement OFEV a défini un objectif national de 3 à 5 arbres-habitats/ha de forêt d'ici 2030, combiné à 2 à 3 % d'îlots d'OGF et 5 % de zones forestières protégées sans intervention sylvicole (Imesch *et al.* 2015).
- Le Bade-Wurtemberg (Allemagne) vise la conservation permanente d'un groupe d'arbres-habitats - environ 15 arbres prédominants et codominants - pour 3 hectares de forêt domaniale (ForstBW 2015 et 2016). Avec cet objectif, une distance moyenne théorique d'environ 170 mètres entre les différents groupes d'arbres d'habitat est atteinte.
- En Bavière, l'objectif à long terme pour les forêts domaniales est une densité de 10 arbres-habitats/ha dans tous les peuplements semi-naturels d'un certain âge. Un concept particulièrement respectueux de la biodiversité a été mis en œuvre dans le Steigerwald dans le nord de la Bavière sur 17 000 hectares de forêt : il comprend la préservation de 10 arbres-habitats/ha ainsi que 210 îlots d'OGF entre 0,3 et 20 hectares comme tremplins entre les 6 réserves naturelles forestières (Bayerische Staatsforsten AöR 2017). Ce concept a fait ses preuves et a contribué à accroître la biodiversité forestière locale. Par exemple, le coléoptère *Bolitophagus reticulatus*, une espèce vivant dans les fructifications du champignon *Fomes*

⁶ Des données plus récentes mais toujours non exhaustives sont disponibles depuis les traitements cartographiques réalisés en 2021. Ces chiffres datant de 2021 font état de 8 381 ha de RBI

fomentarius, menacée dans toute la Bavière, s'est répandu dans tout le Steigerwald (Zytynska et al. 2018).

- En France, l'Office National des Forêts a émis des normes obligatoires pour les forêts domaniales et recommandées pour les autres forêts communales : au moins deux arbres à cavités et au moins une chandelle ou arbre mourant par hectare (ONF 2009). En forêt privée, seuls les propriétaires membres des labels de certification PEFC ou FSC s'engagent à entretenir au moins un arbre vieux ou grand ou arbre à cavités par hectare (PEFC 2016) et au moins deux arbres-habitats (selon une liste de 12 types de microhabitats), dans le but de sécuriser cinq arbres-habitats par hectare d'ici la fin de la durée du plan d'aménagement forestier (FSC 2017). Ces concepts couvrent également d'autres aspects importants pour les gestionnaires forestiers, tels que la sécurité ou le marquage des arbres-habitats dans la forêt.

5. Objectifs

5.1. Objectifs stratégiques

Objectif stratégique 1 – Augmenter les surfaces d’îlots de conservation et de réserves intégrales sur base d’une analyse optimisant leur emplacement en termes d’intérêt actuel et futur pour la biodiversité

Cet objectif contribue à l’amélioration du statut de nombreuses espèces d’intérêt communautaire et patrimonial, en créant des zones denses en bois mort et en microhabitats liés aux stades de sénescence forestiers, qui sont les habitats faisant le plus défaut dans nos forêts gérées. L’augmentation des surfaces doit inclure également des zones de grande taille individuelle permettant d’assurer à terme la survie d’espèces liées rares liées à la continuité spatio-temporelle de microhabitats particuliers, qui ne peut être assurée que sur des surfaces importantes.

Cet objectif contribue également à l’amélioration de l’état de conservation des habitats forestiers d’intérêt communautaire, et présente des synergies avec les plans d’action dédiés à ces habitats.

Cet objectif stratégique s’inscrit en outre dans les objectifs de la Stratégie Biodiversité 2030 de l’Union Européenne, qui prévoit l’atteinte de 10 % des surfaces terrestres du territoire de l’Union sous statut de protection stricte - dont la protection stricte de toutes les surfaces de « Old growth forests », définies comme des forêts proches dans leur structure et leur fonctionnement des forêts primaires.

En termes de quantification, un objectif réaliste à moyen terme serait de viser 25 000 ha de réserves intégrales, îlots de conservation et statuts apparentés au total, ce qui représenterait approximativement 10 % de la surface totale des forêts indigènes wallonnes (10 à 20 % de la surface étant le seuil nécessaire pour préserver la diversité des espèces forestières – Bütler *et al.* 2020), et 10 à 13 000 ha de plus que les surfaces actuellement désignées.

Objectif stratégique 2 – Augmenter le nombre et la variété d’arbres vivants de grosses dimensions et sénescents porteurs de microhabitats de manière diffuse sur la surface forestière

Ce second objectif stratégique est complémentaire du premier, qui permettra certes d’augmenter localement les quantités de microhabitats typiques des stades sénescents et d’y favoriser des espèces rares et exigeantes, mais ne concernera qu’une partie minoritaire de la surface forestière. Le maintien diffus d’un réseau d’arbres vivants de grosses dimensions dans le reste de la matrice forestière est indispensable d’une part pour assurer une connectivité entre les zones de réserve intégrale/îlots de conservation. Mais il permettra aussi d’assurer le maintien et le développement dans les peuplements exploités des populations d’espèces saproxyliques plus mobiles et/ou moins spécialisées (Lachat *et al.* 2014, Bütler *et al.* 2020).

Cet objectif contribue également à l’amélioration de l’état de conservation des habitats forestiers d’intérêt communautaire, et présente des synergies avec les plans d’action dédiés à ces habitats.

En termes de quantification, un objectif réaliste à moyen terme serait de viser une moyenne de 2 AIB de grosses dimensions/ha à l'échelle régionale (en ne comptant pas les réserves intégrales et îlots de conservation), Cet objectif/indicateur quantifié ne doit évidemment pas occulter l'intérêt du maintien en parallèle d'arbres de plus faible diamètre et porteurs de microhabitats.

Il s'agirait de désigner des arbres :

- de grosses dimensions, et
- présentant un réel intérêt biologique, et
- qui seraient maintenus jusqu'à leur mort et décomposition complète, et
- répartis de manière équilibrée au sein de la matrice forestière et des différents types d'écosystèmes qui la composent.

À défaut de la présence d'arbres présentant des grosses dimensions et des microhabitats, les arbres « candidats » doivent être réservés et « cultivés » de manière telle à ce qu'ils puissent se développer en AIB de grosses dimensions.

Objectif stratégique 3 – « Augmenter le volume de bois mort et sa diversité en dehors des zones d'îlots de conservation et de réserves intégrales »

Ce troisième objectif stratégique est similaire à l'objectif stratégique 2, mais vise l'augmentation du volume et de la diversité du bois mort à travers la matrice feuillue, cet élément étant complémentaire aux microhabitats des AIB, pour d'autres espèces spécialisées.

Cet objectif contribue également à l'amélioration de l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, et présente des synergies avec les plans d'action dédiés à ces habitats.

En termes de quantification, un objectif facilement quantifiable et réaliste à moyen terme serait de viser une moyenne de 2 arbres morts de grosses dimensions/ha à l'échelle régionale (en ne comptant pas les réserves intégrales et îlots de conservation), répartis de manière équilibrée au sein de la matrice forestière et des différents types d'écosystèmes qui la composent.

Cet objectif/indicateur quantifié ne doit évidemment pas occulter l'intérêt du maintien en parallèle des sections plus petites du bois mort, des rémanents et des souches, dont le maintien en station devrait constituer la règle.

5.2. Objectifs opérationnels

Objectif opérationnel 1 : établir un bilan des îlots de conservation et réserves intégrales existantes et identifier des zones potentielles pour renforcer ce réseau

Cet objectif opérationnel est lié à l'objectif stratégique 1 : « Augmenter les surfaces d'îlots de conservation et de réserves intégrales sur base d'une analyse optimisant leur emplacement en termes d'intérêt actuel et futur pour la biodiversité ».

Il est en effet fondamental, si l'on veut augmenter les surfaces de réserves intégrales et îlots de conservation, de faire un bilan complet de l'existant. Celui-ci devra être suivi d'une analyse pour mettre en évidence les lacunes en termes de réserves de grande taille, de connectivité, et d'identifier des zones géographiques et de types d'écosystèmes qui seraient sous-représentés dans le réseau actuel.

Les actions consisteront en :

- l'obtention d'une cartographie aussi exhaustive que possible des surfaces bénéficiant d'un statut d'îlot de conservation, de réserve intégrale ou assimilé (ex. UG6) ;
- la caractérisation du réseau mis à jour, en termes de type d'écosystème, de type de peuplement, de répartition géographique ;
- la fixation des indicateurs et seuils définissant les « Old Growth Forests » pour la Wallonie (au sens de la Stratégie Biodiversité 2030 de l'UE) ;
- l'identification de zones potentielles pour améliorer ce réseau, sur base de différents critères.

Action 1.1. Obtenir une cartographie aussi exhaustive que possible des surfaces bénéficiant d'un statut d'îlot de conservation, de réserve intégrale ou assimilé (ex. UG6)

Comme mentionné au point 4.3.1, les informations relatives aux réserves intégrales et aux îlots de conservation sont actuellement lacunaires en Wallonie.

Si la majorité des réserves intégrales désignées en forêt publique au sens de l'**article 71 du Code Forestier** sont actuellement disponibles sous format cartographique, l'information est incomplète pour certaines Directions extérieures du DNF.

Pour ce qui est des **réserves naturelles au sens de la Loi sur la Conservation de la Nature**, les couches actuelles sont des enveloppes extérieures ne précisant pas la nature de la réserve. Il n'est donc pas possible d'y distinguer les réserves intégrales (laissées à leur libre évolution naturelle) des réserves dirigées (c'est-à-dire faisant l'objet d'une gestion active, par exemple des taillis ou taillis-sous-futaies gérés pour des populations de papillons) ni de distinguer au sein de ces couches les réserves dont l'objectif est le maintien ou la création d'habitats forestiers de celles dont l'objectif vise est le maintien ou la création de milieux ouverts. Deux types d'acteurs principaux devraient être sollicités afin de préciser la nature des réserves (liées à leur plan de gestion) :

- l'administration (DNF) pour les réserves domaniales
- les ONG pour les réserves agréées (Natagora, Ardenne & Gaume...)

Les **unités de gestion UG6** en site Natura 2000 correspondent pratiquement à des réserves intégrales (seules y sont permises les coupes d'arbres à forte valeur unitaire ou pour raison de sécurité).

Aux statuts précités devraient s'ajouter d'autres surfaces pertinentes en termes de libre évolution naturelle des peuplements. Il s'agit notamment :

- des **surfaces désignées comme îlots de conservation par les propriétaires privés** dans le respect des contraintes légales (arrêté mesures générales) ou sur base volontaire (arrêté « indemnités-subventions ») en site Natura 2000. Les propriétaires ont l'obligation de notifier l'emplacement de ces îlots.
- des **surfaces en « conservation » dans les plans d'aménagement forestiers publics**. L'objectif de production de bois est abandonné mais il est possible d'y récolter ponctuellement des arbres. Celles-ci couvrent une surface de plus de 10 000 ha dont des zones boisées, mais elles sont majoritairement constituées de milieux ouverts et semi-ouverts, et peuvent en outre se superposer aux surfaces de réserves naturelles. Il serait donc nécessaire d'identifier clairement, au sein des surfaces en « conservation », lesquelles ont comme objectif le maintien d'un habitat forestier laissé à sa libre évolution.
- des **surfaces forestières qui ont été restaurées en propriété privée via des fonds PWDR** avec une obligation de libre évolution.

Action 1.2. Attribuer le statut d'UG6 aux habitats forestiers prioritaires correspondants, cartographiés après la publication des arrêtés de désignation

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 pour une centaine de sites Natura 2000. Dans les sites non cartographiés précisément, des prospections ont été réalisées sur les milieux les plus sensibles afin de leur attribuer l'unité de gestion la plus adéquate.

Certains habitats se sont donc vu attribuer des unités de gestion « temporaires » (en forêt publique) ou des unités de gestion correspondant aux habitats forestiers présumés les plus fréquents sur le territoire (principalement l'UG8, donc avec un degré de protection moindre des habitats que celui de l'UG6).

L'objectif de l'action 1.2 est donc d'identifier en site Natura 2000 toutes les forêts de ravins et de pentes (habitat 9180) et les boulaies tourbeuses (habitat 91D0) – habitats déclencheurs de l'UG6. La cartographie détaillée est en effet maintenant réalisée par le DEMNA sur l'ensemble du réseau Natura 2000. En outre, des mises à jour cartographiques sont en cours dans des zones ayant connu des restaurations à partir de peuplements résineux – et qui pourraient abriter des surfaces importantes de jeunes boulaies tourbeuses.

Ces localisations d'habitats prioritaires seraient ensuite croisées avec la couche des unités de gestion officielles liées aux arrêtés de désignation, afin d'identifier les UG inadaptées aux forêts de ravins et de pentes. L'information serait fournie par le DEMNA au DNF, qui pourrait la répercuter le cas échéant :

- dans les plans d'aménagement forestiers (placement en RBI ou en zone de conservation) pour les forêts publiques
- dans la révision des arrêtés de désignation lorsqu'une mise à jour de ceux-ci sera implémentée

Action 1.3. Caractériser les surfaces d'îlots de conservation, réserves intégrales et statuts analogues

Une fois la couche la plus « exhaustive » possible obtenue via l'action 1.1, une analyse serait réalisée afin d'attribuer à chacune des surfaces individuelles de RI/IC/UG6... :

- le ou les habitats forestiers en présence : en site Natura 2000, sur base de la cartographie détaillée ; et, en dehors des sites, sur base des modélisations réalisées dans par l'ULiège dans

le cadre du projet LifeWatch et de la subvention « réseau écologique », en collaboration avec le DEMNA (Bourdouxhe et al. 2023) ;

- l'ancienneté de l'occupation forestière (forêt ancienne subnaturelle, autre forêt ancienne, ou forêt récente) : sur base du croisement avec la couche d'ancienneté des forêts pour la Wallonie
- diverses caractéristiques abiotiques telles que l'exposition, la pente, l'altitude et le niveau d'humidité (cf. informations cartographiques du guide du boisement)
- l'année d'obtention du statut de protection (RBI, LCN, UG6...)

À ces données devraient idéalement être ajoutées d'autres caractéristiques propres au peuplement ligneux, telles que :

- la structure verticale (futaie équiennne, irrégulière, taillis-sous-futaie)
- la hauteur des arbres de la canopée (hauteur moyenne, dominante et/ou maximale)
- la composition ligneuse
- la date de la dernière intervention sylvicole (pour les forêts publiques)

Ces informations propres au peuplement/à la sylviculture ne sont actuellement pas disponibles telles quelles pour toute la Wallonie, mais les développements de la télédétection (combinant notamment images satellitaires, orthophotoplans, MNS et MNT issus du Lidar) et les informations du parcellaire forestier devraient contribuer à leur obtention progressive.

Les différentes zones sous statut se verraient alors attribuer un « score » selon leur intérêt biologique, qui synthétiserait les données énumérées précédemment. Les scores les plus élevés seraient attribués aux :

- forêts anciennes en termes d'occupation du sol,
- surfaces individuelles les plus élevées,
- peuplements dont la hauteur des arbres de la canopée est la plus élevée, pour un type d'habitat donné,
- peuplements dont le statut/la date de la dernière intervention sylvicole est le plus ancien,
- habitats rares

L'analyse devrait également permettre de ventiler les différentes surfaces en termes de composition ligneuse, d'habitats en présence, de pente, d'exposition, d'humidité des sols...

Ces statistiques seraient ensuite comparées aux surfaces totales occupées à l'échelle régionale par type d'habitat, essences dominantes, etc. (sur base des données rapportage article 17 et données de l'IPRFW, cartes des sols...)

Enfin, des caractéristiques de connectivité pourraient être attribuées à chaque polygone (basée notamment sur la distance aux polygones les plus proches du même type).

Action 1.4. Fixer les indicateurs et les seuils définissant les « Old Growth Forests » pour la Wallonie

Comme mentionné au point 4.1.1. (contexte juridique international), la Stratégie Biodiversité de l'Union Européenne pour 2030 prévoit la protection stricte des « Old Growth Forests » (OGF) sur l'ensemble du territoire de l'Union.

Il s'agirait donc d'assurer un statut similaire à celui d'une réserve intégrale aux peuplements/zones de forêt indigène dont la structure et la dynamique se rapprochent des stades de développement âgés des forêts primaires. Étant donné l'hétérogénéité des écosystèmes forestiers et de leur naturalité sur le territoire européen, il a été demandé aux Etats/Régions Membres de préciser eux-mêmes les indicateurs et seuils permettant de définir une forêt ancienne sur leur territoire.

Cette action viserait donc à établir les indicateurs et seuils, en partant d'une liste fournie par la Commission, comprenant 3 indicateurs obligatoires et 4 facultatifs (cf. annexe X). L'Etat/la Région Membre doit intégrer les 3 indicateurs obligatoires et au moins 2 des indicateurs facultatifs dans sa définition, et leur attribuer des seuils :

- Indicateurs obligatoires : indigénat des espèces, bois mort, arbres vieux ou gros arbres
- Indicateurs facultatifs : origine du peuplement, complexité structurale, arbres-habitats, espèces indicatrices

Ces indicateurs restent assez généraux, il n'est par exemple pas précisé si l'on doit se baser sur le volume de bois mort total, le nombre de gros arbres morts ou si l'indicateur doit être plus complexe ; il en va de même pour le degré de rareté et d'exigence des espèces indicatrices.

L'objectif de cette action est donc de définir précisément les indicateurs et les seuils pour les différents types d'habitats présents sur le territoire wallon, sachant que l'objectif final est d'assurer la protection stricte de tous les peuplements dépassant ces seuils.

La méthodologie proposée dans le présent plan d'action est la suivante :

- 1) Identification de zones de référence : identifier des zones en réserve intégrale/ilot de conservation de longue date, et présentant du fait de leur abandon des quantités importantes de bois mort et d'arbres sur-âgés

Ces zones seraient identifiées sur base de l'analyse réalisée sur les RI/IC via l'action 1.3, en présélectionnant les zones dont la taille, l'ancienneté de la désignation, l'âge de la dernière intervention sylvicole, et les informations issues du Lidar (diversité structurale, dimensions des arbres) laissent présumer une naturalité très élevée pour le territoire wallon. Ces zones seraient ensuite envoyées aux directions extérieures du DNF pour validation par les agents de terrain. Ces agents pourraient aussi compléter la couche en y ajoutant des zones non présélectionnées sur SIG mais qui montreraient selon eux une haute naturalité.

- 2) Récolte de données sur le terrain : effectuer dans les zones sélectionnées une caractérisation de la composition, de la structure du peuplement, y relever un maximum de données dendrométriques sur le bois mort et les arbres vivants, et sur la présence d'espèces indicatrices des stades de sénescence
- 3) Définition des indicateurs et des seuils : sur base de ces données, mettre en place des indicateurs et des seuils qui soient les plus cohérents possibles, au regard également de valeurs mentionnées dans la bibliographie (caractérisation de forêts à très haute naturalité dans d'autres régions et états membres)

L'objectif est de définir des seuils correspondant à des peuplements exceptionnels en termes de naturalité/stades de sénescence sur le territoire wallon. En effet, la Stratégie Biodiversité 2030 prévoit une protection stricte de toutes les OGF – donc de tous les peuplements atteignant les seuils établis par l'Etat/la Région Membre. Il convient dès lors d'éviter des seuils trop faibles, trop fréquemment atteints par des peuplements encore soumis à la production forestière, et ne correspondant pas à l'esprit de la définition des « old growth forests ». À l'inverse, il ne s'agit pas non plus d'établir des seuils tellement élevés qu'ils ne concerneraient que quelques hectares à l'échelle wallonne, même au sein

des réserves intégrales de longue date – rendant la contribution de la Wallonie à cet objectif de protection des OGF dérisoire.

L'établissement de ces seuils devrait impliquer l'administration (DNF et DEMNA), ainsi qu'un appui des chercheurs issus du monde universitaire, par exemple via le plan quinquennal de recherche et vulgarisation forestières et/ou une sous-traitance.

Action 1.5. Identifier des zones préférentielles pour la création de nouveaux îlots de conservation/réserves intégrales

Des zones de création préférentielle de nouveaux îlots de conservation/zones de réserve intégrale seraient identifiées sur carte. Il s'agirait d'enveloppes géographiques sélectionnées à deux fins :

- atteindre l'objectif de protection strictes des « old growth forests » prévu par la Stratégie Biodiversité 2030 de l'Union Européenne
- combler les lacunes du réseau existant en fonction des résultats de l'analyse réalisée lors de l'action précédente,

Pour ce qui est de la protection stricte des forêts, une fois les seuils établis, il s'agirait d'identifier les peuplements atteignant ces seuils à l'échelle du territoire wallon afin d'assurer leur protection stricte. Cette tâche ardue devra être menée sur le moyen terme. Diverses pistes peuvent déjà être mises en avant :

- partir de l'analyse/la caractérisation des surfaces actuellement sous statut (cf. action 1.3)
- recourir à la connaissance de terrain des agents DNF des directions extérieures, des cartographes Natura 2000, voire à la science citoyenne
- mobiliser les informations disponibles dans les bases de données d'aménagement des forêts publiques
- recourir à la télédétection (LIDAR, drones...)

Les zones présélectionnées feraient ensuite l'objet de mesures de terrain afin de vérifier si elles atteignent ou non les seuils définis à l'action 1.4. Les surfaces identifiées en propriété publique se verraient alors attribuer le statut de réserve naturelle. Pour les surfaces d'OGF situées en propriété privée, des lignes directrices européennes devraient être demandées à la Commission Européenne.

Au-delà de l'objectif de protection stricte systématique des OGF, il conviendrait aussi de renforcer le réseau existant de RI/IC (pour rappel, l'objectif de la stratégie biodiversité 2030 est de 10 % de la surface totale du territoire européen en protection stricte) en prenant en compte plusieurs aspects :

- l'agrandissement des surfaces existantes dans des zones dépourvues de réserves étendues ;
- l'identification de nouvelles surfaces dans des zones géographiques actuellement peu pourvues (ou dépourvues) en IC/RI, afin d'améliorer la cohérence et la connectivité du réseau ;
- une meilleure représentation des milieux rares et des milieux les moins représentés dans le réseau actuel (types d'habitats, conditions écologiques, composition du peuplement).

Outre ces critères, la localisation des zones préférentielles devrait tenir compte d'autres paramètres :

- la fertilité et l'accessibilité des stations : les stations a priori les moins fertiles et les moins accessibles, présentant donc une valeur économique moindre en termes de production de bois, sont à sélectionner préférentiellement ; il convient néanmoins de ne pas sous-représenter

certain types d'habitats liés aux sols fertiles et en particulier les forêts alluviales (habitats prioritaires), ou les forêts neutrophiles anciennes à tapis de géophytes développés

- la nature de la propriété : à intérêt écologique équivalent, les zones sont à désigner préférentiellement en forêt publique, et au sein des forêts publiques, dans les propriétés domaniales - en particulier pour la désignation de surfaces de grande taille ou sur terrain fertile
- la résilience présumée des peuplements proposés : à conditions écologiques équivalentes, les peuplements présentant davantage de diversité ligneuse indigène et la présence d'essences a priori plus tolérantes au changement climatique seraient favorisés
- l'âge des peuplements et la date de dernière coupe réalisée : les peuplements adultes/présentant des arbres âgés et n'ayant pas connu de coupes récentes (sur base du Lidar et des informations du parcellaire forestier) sont évidemment à favoriser parce qu'ils présentent a priori déjà plus de microhabitats et/ou sont susceptibles d'en développer plus rapidement
- l'ancienneté de l'occupation forestière : en l'absence de connaissance sur la continuité spatio-temporelle des stades de sénescence, l'ancienneté de l'occupation forestière permet déjà de s'assurer une meilleure représentation d'espèces strictement forestières à faible capacité de dispersion
- les données d'observations d'espèces liées aux microhabitats et au bois mort : en s'appuyant sur les bases de données biologiques disponibles, les zones abritant actuellement des espèces liées aux microhabitats et au bois mort doivent être privilégiées dans la sélection, en particulier s'il s'agit d'espèces rares et à faible capacité de dispersion

Cette couche de RI/IC potentielles servirait donc de guide pour la localisation préférentielle de nouvelles surfaces. En effet, une validation de terrain s'avère toujours nécessaire afin de vérifier la qualité biologique de la zone. Par ailleurs cette carte en se prétendrait pas exhaustive, et des propositions émanant de propriétaires forestiers seraient examinées même si elles sont situées en-dehors de la couche.

Objectif opérationnel 2 – Revoir et préciser les dispositions légales relatives aux îlots de conservation, réserves intégrales, arbres d'intérêt biologique et arbres morts, et assurer une implémentation optimale

Cet objectif opérationnel est lié aux trois objectifs stratégiques.

Comme détaillé au point 4 de ce plan d'action, des dispositions légales existent déjà, mais pourraient être améliorées.

Il conviendrait par ailleurs de mieux préciser les modalités de mise en œuvre de certaines mesures.

Les mesures relatives au marquage et à la notification des éléments doivent également être adaptées :

- les RI/IC désignées en application du Code Forestier dans les propriétés publiques sont digitalisées dans les plans d'aménagement ; par contre la géolocalisation des AIB et arbres morts désignés sur le terrain devrait être précisée, étant donné l'absence d'une base de données centralisée ;

- seule la notification des îlots de conservation sur carte est obligatoire pour les propriétaires privés situés en Natura 2000 ;
- pour les arbres d'intérêt biologique et les arbres morts en propriété privée, seul leur marquage sur le terrain est obligatoire. Leur géoréférencement n'est légalement pas obligatoire.

Il est donc fortement souhaitable que la législation soit adaptée afin de prévoir le marquage des AIB et des arbres morts pour tous les propriétaires et leur géolocalisation (avec l'aide de l'administration ou d'un sous-traitant le cas échéant). Un contact devrait être pris avec les propriétaires qui ne remplissent pas ces obligations afin de les leur rappeler. L'implémentation effective de ces dispositions doit passer par la création d'un outil centralisé d'encodage en ligne des AIB, arbres morts et îlots de conservation.

Il pourrait être envisageable d'augmenter les seuils légaux du nombre d'AIB, de bois mort et de réserves intégrales en forêt publique, en particulier en forêt domaniale, et ce en complément de mesures sur base volontaire, telles que des mesures sylvo-environnementales (cf objectif opérationnel 3).

Il pourrait par exemple être convenu que tout arbre mort debout précédemment désigné doit être maintenu quand il s'effondre, mais n'est plus comptabilisé dans l'atteinte du seuil légal.

Action 2.1. Etablir un groupe de travail de révision des mesures légales

Un groupe de travail constitué d'agents du DEMNA, du DNF et de l'Organisme Payeur Wallon serait mis sur pied afin d'identifier les mesures qui pourraient être revues et de proposer de nouveaux seuils. Ce groupe devrait idéalement être appuyé par des scientifiques et des économistes forestiers afin d'étayer les propositions et d'évaluer les indemnités associées, par exemple dans le cadre du plan quinquennal ou via un marché public.

Action 2.2. Consulter les parties prenantes sur les modifications proposées

Les propositions élaborées au point 2.2 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 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.

Action 2.3. Créer un outil d'encodage en ligne centralisé pour la notification des arbres morts, AIB et réserves intégrales

Un outil centralisé est indispensable à la fois pour assurer l'encodage par le propriétaire et par l'administration des AIB, arbres morts et îlots de conservation. Cet outil permettrait :

- d'évaluer le niveau d'implémentation des mesures légales
- de revenir vers le propriétaire/gestionnaire qui ne remplirait pas ses obligations
- de faciliter le contrôle de terrain
- d'avoir une information à jour permettant d'orienter le monitoring de la biodiversité liée aux stades de sénescence

L'interface d'encodage devrait être simple pour l'utilisateur tout en permettant d'encoder diverses caractéristiques décrivant les éléments désignés (ex. date de désignation, essence, dimension, évolution d'un AIB à un arbre mort, type de peuplement en IC, voire chargement de photos).

L'outil devrait aussi permettre une validation par l'administration des éléments proposés par les propriétaires et gestionnaires privés.

Il devrait aussi idéalement permettre une migration facile des informations relatives aux RBI (en propriété publique) depuis/vers les bases de données du DNF (aménagement forestiers).

Action 2.4. Modifier les emplacements/contours d'éléments mal désignés

L'analyse réalisée sous l'action 1.3 doit permettre d'évaluer l'intérêt d'îlots de conservation déjà désignés par les propriétaires publics ou privés. S'il s'avère que certaines zones désignées présentent très peu d'intérêt actuellement, donc que leur désignation est contreproductive et n'apporte aucune plus-value en termes de biodiversité (ex. jeunes peuplements dans des stations non-marginales), il conviendrait de contacter le propriétaire/gestionnaire afin de redélimiter avec lui des zones plus pertinentes.

Cette action serait facilitée par l'existence de l'outil prévu à l'action 2.3, qui permettrait de juger également de l'intérêt des AIB et arbres morts décrits dans la base de données.

Les démarches auprès des propriétaires privés pourraient être prises en charge par l'administration et/ou par un ou plusieurs opérateurs dans le cadre d'une subvention ou d'une sous-traitance.

Action 2.5. Créer de nouvelles surfaces de RI/IC dans le cadre des obligations légales

Au sein des propriétés qui n'atteignent pas le % minimum légal de surface en RI/IC (% minimal éventuellement revu à la hausse pour certains types de propriétés publiques - cf. action 2.1), de nouvelles surfaces seraient créées.

Les nouvelles désignations devraient tenir compte des cartes « guides » produites sous l'action 1.5 pour le choix de l'emplacement.

Objectif opérationnel 3 – Développer et promouvoir des mesures volontaires visant l'augmentation des quantités de bois mort et d'arbres d'intérêt biologique en forêt

Cet objectif opérationnel est lié aux trois objectifs stratégiques.

Les mesures légales relatives au maintien des arbres d'intérêt biologique, du bois mort et des RI/IC ne visent que les propriétés publiques (Code Forestier) et/ou situées en site Natura 2000 (arrêté « mesures générales » et arrêté « catalogue »).

Au-delà d'une éventuelle augmentation des minimums légaux « contraignants », il conviendrait aussi de développer des mesures volontaires - à savoir des mesures qu'un propriétaire forestier pourrait adopter volontairement moyennant une indemnité :

- soit dans des propriétés privées situées en dehors de sites Natura 2000, donc des propriétés qui ne sont actuellement visées par aucune mesure légale favorisant les stades de sénescence ;

- soit dans des propriétés publiques et/ou en site Natura 2000, si le propriétaire va au-delà des seuils légaux ; dans le cas particulier de Natura, il est déjà prévu que le propriétaire puisse être rémunéré 100 €/ha pour toute surface d'îlot de conservation qui dépasse le seuil légal de 3 % de forêts feuillues, et ce jusqu'à concurrence de 10 % de la surface de sa propriété forestière.

Cette mesure devrait évidemment être ciblée, dans le sens où tout type de peuplement ne peut être éligible. L'éligibilité dépendrait de la qualité biologique du peuplement de départ (âge, type d'habitat, ancienneté de l'occupation forestière, essences en présence, préexistence d'AIB et d'arbres morts). Un démarchage ciblé des propriétaires pourrait se faire en fonction des zones de délimitation potentielles identifiées par l'action 1.5.

Action 3.1. Etablir un groupe de travail de proposition et formulation des mesures volontaires

Un groupe de travail constitué d'agents du DEMNA, du DNF et de l'Organisme Payeur de Wallonie serait mis sur pied afin d'identifier les mesures volontaires qui pourraient être proposées et le cadre dans lequel elles s'inscriraient, notamment en termes de financement. Ce groupe de travail devrait idéalement être appuyé par des économistes forestiers afin d'évaluer les indemnités associées - par exemple dans le cadre du plan quinquennal ou via un marché public.

Une première ébauche de mesure sylvo-environnementale ciblée sur les stades de sénescence a été rédigé par le DEMNA et le DNF dans le cadre de l'élaboration du Plan Wallon de Développement Rural pour la période 2021-2027. La réflexion a débouché à l'époque sur une mesure « création de réserves intégrales/îlots de conservation » (cf annexe). Les mesures sylvo-environnementales ont finalement été abandonnées pour la programmation 2021-2027, mais pourrait voir le jour sous une autre forme et/ou d'autres sources de financement

Action 3.2. Consulter les parties prenantes sur les mesures proposées

Les propositions élaborées au point 2.2 devraient ensuite faire l'objet d'une consultation des parties prenantes sur leur perception en termes d'attractivité et de faisabilité des mesures. Les parties prenantes consultées devraient au minimum inclure des représentants des propriétaires et gestionnaires forestiers privés et publics (NTF, SRFB, UVCW, experts forestiers) et les ONG environnementales.

En cas d'adoption et de mise en œuvre d'un dispositif de mesures volontaires, l'encodage des éléments (RI/IC/AIB et/ou arbres morts) pourrait se faire via l'outil développé sous l'action 2.3.

Objectif stratégique 4 - Améliorer la communication et la sensibilisation sur les arbres morts, réserves intégrales et îlots de sénescence, ainsi que sur les mesures légales et volontaires qui y on trait

Cet objectif opérationnel est lié aux 3 objectifs stratégiques

Action 4.1. – Sensibiliser sur l'intérêt des stades de sénescence en forêt

Si plusieurs campagnes d'informations sur les stades de sénescence en forêt ont déjà été menées par le passé (notamment des capsules TV liées à Natura 2000), l'effort se doit d'être poursuivi. Il convient bien sûr avant tout de communiquer sur leur intérêt pour la biodiversité, avec des exemples concrets

d'espèces-phares favorisées par leur présence ; mais également sur l'absence de risque liée à leur maintien pour la santé du peuplement, et sur les services écosystémiques qui leur sont associés.

Cette communication devrait être la plus large possible en multipliant les axes : site internet, articles dans des revues de vulgarisation, brochures, capsules vidéos, réseaux sociaux, panneaux d'information aux abords des réserves intégrales. Elle pourrait aussi faire recours à des « ambassadeurs », à savoir des propriétaires forestiers privés et publics mettant en œuvre de bonnes pratiques (mesures légales, mesures volontaires).

2 types de public cibles devraient être visés prioritairement, à savoir :

- les propriétaires et gestionnaires forestiers : public-cible pour la mise en œuvre des mesures et recommandations ;
- le grand public (usagers de la forêt au sens large) : public-cible bénéficiant des forêts, qui ne doit pas avoir une perception négative du bois mort.

Action 4.2 – Communiquer sur l'existence des mesures légales et volontaires, et démarcher activement pour l'adoption de mesures volontaires

Une communication a déjà été mise en œuvre sur les mesures légales existantes via divers partenaires (Natagriwal, NTF...). Cette action viserait à renforcer la communication pour la mise en œuvre effective des mesures auprès des propriétaires privés.

Un démarchage ciblé pourrait être réalisé :

- auprès des propriétaires/gestionnaires de grandes propriétés forestières
- sur base des zones de désignation préférentielles identifiées par l'action 1.5

Les démarches auprès des propriétaires privés pourraient être prises en charge par l'administration et/ou par un ou plusieurs opérateurs dans le cadre d'une subvention ou d'une sous-traitance.

Action 4.3 - Former les forestiers à la désignation des arbres vivants d'intérêt biologique, des arbres morts et des îlots de conservation/réserves intégrales

La formulation des mesures légales devrait être adaptée dans la mesure du possible afin de préciser les modalités de sélection des AIB vivants, des arbres morts et des îlots de conservation (cf objectif opérationnel 2).

Néanmoins, des formations devraient être mises en place en parallèle pour les propriétaires et gestionnaires forestiers afin d'optimiser la désignation de ces éléments pour la biodiversité, qu'il s'agisse de mesures contraignantes ou volontaires. Des outils existent déjà (notamment la prise en compte des AIB et du bois mort dans les exercices de martelage en marteloscopes), Ces formations devraient viser :

- les méthodes et critères de sélection des arbres d'intérêt biologique :
 - o méthode : préférentiellement en hiver (meilleure visibilité des microhabitats), avant le martelage, autant que possible de manière diffuse au sein de la propriété ...
 - o critères : diamètres élevés, présence et diversité des microhabitats les plus rares, d'essences, de conditions microclimatiques, ...
- les critères de sélection du bois mort : préférentiellement des diamètres élevés, des arbres debout, autant que possible de manière diffuse au sein de la propriété...

- la désignation des zones de réserve intégrale : préférentiellement en forêt ancienne, présentant déjà des arbres âgés, porteurs de microhabitats et/ou morts, dans des habitats rares et/ou prioritaires, en se basant également sur les zones pré-identifiées au point 1.4

Lors de ces formations, il s'agirait d'expliquer non comment sélectionner les AIB, arbres morts, et îlots de conservation, mais aussi pourquoi le faire en privilégiant certains critères (bénéfices pour la diversité saproxylique et/ou pour des espèces et habitats cibles).

Ces formations devraient viser aussi les propriétaires privés, les gestionnaires des forêts publiques, les membres de l'administration chargés du contrôle des mesures légales et volontaires, et les personnes désignées pour le démarchage des propriétaires privés.

Objectif opérationnel 5 – assurer le monitoring des AIB, du bois mort, des réserves intégrales, et de la biodiversité associée

Cet objectif opérationnel est lié aux 3 objectifs stratégiques.

Le monitoring lié aux AIB, au bois mort, aux réserves intégrales et aux espèces associées est actuellement insuffisant en Wallonie.

Les informations régionales relatives aux quantités de gros arbres vivants et au bois mort proviennent de l'inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (1 placette circulaire de 10 ares tous les 50 ha).

Si certains groupes d'espèces comme les oiseaux et les chauves-souris font l'objet d'un monitoring à l'échelle wallonne, la majeure partie de la biodiversité liée aux arbres d'intérêt biologique et au bois mort en forêt n'est pas monitorée.

Il est donc indispensable, dans le cadre de la mise en œuvre d'un plan d'actions tel que celui-ci, d'améliorer le monitoring.

Action 5.1 – améliorer le monitoring à l'échelle régionale

Cette action vise à améliorer le monitoring à l'échelle régionale d'espèces indicatrices de la richesse en microhabitats liés aux arbres vivants et au bois morts. Il s'agirait d'établir un réseau de suivi d'espèces relativement exigeantes, tout en tenant compte des moyens humains et financiers. L'amélioration du suivi d'espèces d'oiseaux et de chauves-souris par les développements actuels en bioacoustiques est évidemment une piste prometteuse. D'autres groupes d'espèces indicatrices pourraient être suivis au niveau régional, par exemple les syrphes (cf. l'initiative syrph-the-net par exemple). Il est actuellement relativement compliqué d'identifier d'autres groupes d'espèces saproxyliques qui pourraient bénéficier d'un suivi régional, car il s'agit à la fois d'éviter le recours à des pièges impactant les populations d'espèces rares et d'éviter des monitorings visant des espèces trop rares, complexes à identifier et/ou qui ne peuvent être observées que pendant des fenêtres temporelles très courtes.

Pour ce qui est du suivi des quantités de bois mort et d'arbres d'intérêt biologique, le suivi régional pourrait se poursuivre via la méthodologie de l'IPRFW. Cette dernière est en cours de révision afin d'intégrer l'apport de nouvelles technologies liées à la télédétection, combinant différentes sources

d'informations (LIDAR, photographies aériennes et satellitaires). Il est indispensable que cette révision vise à améliorer également le suivi des éléments favorables à la biodiversité, et en particulier le bois mort et les arbres d'intérêt biologique.

Action 5.2 – mettre en place un monitoring des zones en réserves intégrales et îlots de conservation

Il conviendrait également de mettre en place un monitoring au sein du réseau de réserves intégrales et îlots de conservation. Ce monitoring pourrait se faire à deux échelles :

À l'échelle du réseau de RI et IC, en densifiant dans ce réseau l'échantillonnage réalisé à l'échelle régionale, que ce soit pour les éléments de structure (bois mort, AIB) ou pour les groupes d'espèces suivis. L'idée est ici d'obtenir des statistiques précises à l'échelle des zones protégées, qui puissent être comparées aux statistiques régionales.

À l'échelle d'un sous-ensemble de réserves intégrales. Dans ce cas, le suivi pourrait être beaucoup plus détaillé, que ce soit par le passage à un inventaire complet de certains éléments (bois mort, microhabitats...), ou par le suivi d'un plus grand panel d'espèces, y compris des espèces nécessitant des techniques d'inventaire plus exigeantes en termes de formation et/ou de moyens financiers ou humains. On s'orienterait alors davantage vers de la recherche, pouvant par exemple mettre en évidence des facteurs fins influençant la présence et l'abondance des espèces saproxyliques.

Le suivi des RI/IC pourrait également porter sur d'autres aspects, en rapport moins direct avec la biodiversité saproxylique, mais pouvant apporter des informations précieuses sur le fonctionnement des forêts indigènes laissées à leur libre évolution, notamment la diversité ligneuse, la régénération naturelle, les caractéristiques du sol, le suivi sanitaire des arbres... constituant un référentiel auquel comparer le fonctionnement des forêts gérées, indigènes et exotiques. Ce type de suivi pourrait s'avérer précieux dans le cadre de l'étude de la résilience des forêts au changement climatique ou aux attaques de ravageurs ou de maladies.

Que ce soit pour l'action 5.1 ou pour l'action 5.2, il est indispensable d'organiser une veille scientifique/technologique afin de connaître les dernières évolutions des techniques de monitoring de la biodiversité en forêt.

6. Bibliographie

- Asbeck T., Messier C., Bauhus J. 2020. Retention of tree-related microhabitats is more dependent on selection of habitat trees than their spatial distribution. *European Journal of Forest Research* 139 : 1015–1028
- Bauhus J., Baber K., Müller J. 2018. *Dead Wood in Forest Ecosystems – Ecology – Oxford Bibliographies*: 16 p.
- 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 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., Dufrière 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.
- Bütler R., Lachat T., Krumm F., Kraus D.; Larrieu, L., 2020 : Know, protect and promote habitat trees. *Fact sheet for practitioners 64*: 12 p.
- 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.
- Claessens, H. 2001. Faut-il bannir l'épicéa au nom de la gestion durable ? *Forêt Wallonne* 49-50 : 36-44.
- Fayt P., Henin J.-M. and Lejeune P. 2007. A Research Project To Study Patterns, Roles And Determinants Of Wood-Dependent Species Diversity In Belgian Deciduous Forests (Xylobios). *Final Report. The Belgian Science Policy. Brussels*. 120 p.
- Gosselin M. et Paillet Y. (2010) Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière. *Guide pratique (France métropolitaine)*. Quae, Paris : 100 p.
- Hahn, Christensen. 2004. *Dead Wood in European Forest Reserves – A Reference for Forest Management*. in Marchetti (ed.). 2004. *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. *European Forest Institute Proceedings N°51*. 181-191
- Humphrey J. W., Sippola A.-L., Lempérière G., Dodelin B., Alexander K.n.A., Bütler J.E. *Deadwood as an Indicator of Biodiversity in European Forests: From Theory to Operational Guidance*. 2004. In: Marchetti (ed.) *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity – From Ideas to Operationality*. *EFI Proceedings No. 51*: 193-206
- Jacob J.-P., Dehem C., Burnel A., Dambiermont J.-L., Fasol M., Kinet T., van der Elst D. et Paquet J.-Y. (2010) *Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007*. *Aves et Région Wallonne, Série « Faune – Flore – Habitats » 5*, Gembloux : 524 p.

- Janeczko, E.; Bielini, E.; Tiarasari, U.; Woźnicka, M.; Kędziora, W.; Przygodzki, S.; Janeczko, K. How DeadWood in the Forest Decreases Relaxation? The Effects of Viewing of DeadWood in the Forest Environment on Psychological Responses of Young Adults. *Forests* 2021, 12, 871. <https://doi.org/10.3390/f12070871>
- Kervyn T., Scohy J.-P., Marchal D., Collette O., Hardy B., Delahaye L., Wibail L., Jacquemin F., Dufrene M. et Claessens H. (2017) La gestion patrimoniale des forêts de Wallonie (Belgique). *Revue Forestière Française* LXIX : 545-560.
- Lachat T., Brang P., Bolliger M., Bollmann K., Brändli U.-B., Bütler R., Hermann S., Schneider O., Wermelinger B. 2014. Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Institut fédéral de recherche WSL, Notice pour le praticien 52, Birmensdorf, 12 p.
- Nordén B., Ryberg M., Götmark F.. 2004. Dead wood in semi-natural temperate broadleaved woodland: contribution of coarse and fine dead wood, attached dead wood and stumps. *Forest Ecology and Management* 194 : 235–248
- Paquet J.-Y. Weiserbs A., Van Vyve C., Graiston E., Derouaux A., Kinet T. 2021. Actualisation des Listes rouges wallonnes des espèces menacées, pour les groupes d'espèces amphibiens, reptiles, oiseaux et chauves-souris. Marché public de service n°03.03.02-20-0467 – Rapport final. 52 p.
- Speight M.C.D. (1989) Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection Sauvegarde de la Nature 42, Conseil de l'Europe, Strasbourg. 42 : 77 p.
- Thauront M. and Stallegger M. (2008) Management of Natura 2000 habitats. Luzulo-Fagetum beech forests 9110. European Commission, DG Environment B2. Technical Report 2008 09/24 : 26 p.

Annexes

Annexe 1 – Informations détaillées sur la définition et les indicateurs relatifs aux Old Growth Forests dans le cadre de la Stratégie Biodiversité 2030 de l'Union Européenne

Notes explicatives :

« 1. Cette définition inclut les peuplements forestiers qui proviennent non seulement de la régénération naturelle, mais aussi d'espèces d'arbres indigènes plantés ou semés (à condition qu'ils répondent au reste de la définition).

2. Cette définition inclut des peuplements forestiers où des peuples autochtones se livrent à des activités traditionnelles d'intendance forestière, peuplements, qui répondent par ailleurs à la définition.

3. Cette définition inclut des peuplements forestiers présentant des signes visibles de dommages abiotiques (par exemple, tempêtes, neige, sécheresse et incendies) et de dommages biotiques (par exemple, dus aux insectes et aux maladies), qui répondent à la définition (..).

4. Les forêts présentant des signes visibles d'activités humaines passées ne sont pas exclues de la définition des OGF, à moins que l'ampleur de l'impact de l'activité ne soit telle qu'elle empêche le peuplement forestier de compter comme OGF (voir section 3.2).

5. Les OGF ne comprennent pas les peuplements dont il existe des preuves qu'ils font l'objet d'une gestion productive active, dont des régimes sylvicoles de faible intensité et le recépage.

6. Certaines caractéristiques clés des OGF sont les suivantes :

- elles contiennent des caractéristiques structurelles et des dynamiques telles que : la régénération naturelle, la dynamique des trouées, du bois mort diversifié et en quantité, une complexité structurale et la présence de vieux arbres ou d'arbres atteignant le stade de sénescence et de microhabitats liés aux arbres.
- elles ont acquis ces caractéristiques structurelles et dynamiques à travers plusieurs décennies de développement naturel sans intervention humaine significative. »

Indicateurs.

« La Commission a élaboré, en coopération avec les États Membres, une liste d'indicateurs qui peuvent être adaptés aux différents types de forêts et niveaux de naturalité existant dans l'UE. Compte tenu de cette variété, les seuils pour chaque indicateur ne devraient pas être développés au niveau de l'UE à ce stade. Bien que les États membres utiliseront leur propre méthodologie pour procéder à l'identification des forêts anciennes, ces méthodologies devraient s'appuyer sur la liste des indicateurs fournie et être conforme à la définition commune.

En outre, les méthodologies des États membres devraient :

- être basées sur la science ;
- être développées de manière transparente et partagées publiquement ;
- assurer l'harmonisation transfrontalière et la cohérence avec la définition commune ;
- permettre de vérifier objectivement la mise en œuvre adéquate et appropriée par tous les acteurs forestiers concernés

Tous les indicateurs principaux doivent être intégrés ainsi que min. 2 indicateurs complémentaires.

Indicateurs principaux :

1. Espèces indigènes

Les OGF sont composées d'espèces indigènes. Cependant, la présence d'un petit nombre d'arbres non indigènes ne devrait pas empêcher une forêt d'être désignée comme forêt ancienne s'ils ne perturbent pas de manière significative les processus écologiques.

2. Bois mort

Les OGF se caractérisent par une proportion et une diversité élevées de bois mort sur pied et couché. La quantité et le type de bois mort peuvent varier considérablement entre OGF en fonction du type de forêt, des conditions environnementales locales et de l'historique récent des perturbations dans la zone.

3. Vieux ou gros arbres

Les OGF sont souvent caractérisées par un volume élevé d'arbres sur pied par rapport aux stades de développement antérieurs pour le type de forêt donné et les conditions de croissance locales, et par la présence d'arbres vieux ou de grande taille dont certains peuvent atteindre l'âge maximal connu pour l'espèce dans les conditions propres aux sites.

Indicateurs complémentaires

4. Origine du peuplement

La plupart des OGF proviennent de régénération naturelle, mais certaines forêts semées ou plantées peuvent répondre à la définition, si on leur laisse suffisamment de temps pour développer les caractéristiques des forêts anciennes.

5. Complexité structurale

Les OGF sont généralement caractérisées par une complexité structurale. Celle-ci peut inclure une structure de canopée multi-étagée, une diversité structurale horizontale et des structures de microreliefs du sol tels que des monticules causés par le déracinement

6. Arbres-habitat

Les OGF sont souvent caractérisées par une forte densité et une grande diversité de microhabitats liés aux arbres. Ceux-ci sont définis comme des "structures distinctes et bien délimitées apparaissant sur des arbres morts vivants ou sur pied, qui constituent un substrat ou un site de vie particulier et essentiel pour les espèces ou les communautés d'espèces pendant au moins une partie de leur cycle de vie pour se développer, se nourrir, s'abriter ou se reproduire

7. Espèces indicatrices

Les OGF abritent souvent des espèces des stades de développement tardifs, spécifiques à un certain type de forêt. Il peut s'agir d'espèces figurant sur la liste rouge de l'IUCN. »