

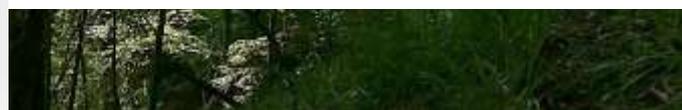
Suivi scientifique de la biodiversité dans les îlots de sénescence Natura 2000 : compte-rendu des expertises menées sur les dendro-microhabitats et perspectives

Parc naturel régional des Ballons des Vosges - Sophie Picou, Fabien Dupont – Janvier 2021.



Très bel arbre mort debout, au cœur de l'îlot témoin de la forêt Domaniale d'Hérial. Il héberge une nichée de Pic épeiche

(photo PNRBV/SP)



Sommaire

Résumé.....	1
1 Préambule.....	2
1.1 Le réseau Natura 2000 : contexte	2
1.2 Pourquoi des îlots de sénescence ? L'intérêt des forêts matures	3
2 Les contrats Natura 2000 « îlot de sénescence ».....	6
2.1 Les objectifs de ces contrats.....	6
2.2 Quels sont les diamètres et essences éligibles ?.....	7
2.3 Le calcul de l'indemnité	8
2.4 Le bilan des îlots de sénescence sur les sites natura 2000 animés par le Parc en 2019.....	9
3 L'évaluation et le suivi de la biodiversité des îlots de sénescence	11
3.1 Les objectifs de l'étude.....	11
3.2 Les dendro-microhabitats : un indicateur de la biodiversité des forêts	12
3.3 Des mesures complémentaires : l'IBP et l'évaluation de l'état de conservation	14
3.3.1 L'Indice de Biodiversité Potentielle.....	14
3.3.2 L'état de conservation des forêts au sens de la directive « habitats ».....	14
3.3.3 Les relevés phytosociologiques.....	16
3.4 Le choix d'un double réseau d'îlots de référence	16
3.5 Identification d'une zone d'inventaire dans le réseau d'îlots sélectionné.....	19
3.6 Les protocoles utilisés	19
3.6.1 Le référentiel des types de microhabitats.....	19
3.6.2 L'inventaire et la cartographie des microhabitats	20
3.6.3 La mesure des autres indicateurs	21
3.6.4 La durée de mise en œuvre et le matériel nécessaire.....	23
4 Les résultats obtenus à T0	24
4.1 Les résultats concernant les inventaires des microhabitats	25
4.2 L'analyse des résultats concernant les microhabitats	30
4.2.1 La densité de microhabitats dans les hêtraies sapinières et le lien avec la dernière date d'exploitation	30
4.2.2 La densité de bois morts (> 35 cm. de diamètre)	32
4.2.3 La diversité des types de microhabitats	34
4.2.4 La part d'arbres vivants présentant des microhabitats	35
4.2.5 La richesse en gros et très gros bois.....	37
4.3 Les résultats concernant les « états de conservation ».....	38
4.4 L'Indice de Biodiversité Potentielle.....	39

4.5	Les relevés phytosociologiques	39
5	Discussions	40
6	La valorisation des résultats	41
7	Les conclusions et les perspectives	42
	La bibliographie	44
	Les annexes	46
	Annexe 1 : illustration de microhabitats dans les îlots de sénescence étudiés	47
	Annexe 2 : carte de localisation des sites étudiés	52
	Annexe 3 : clé des micro-habitats – Description, codification et schéma (Vuidot et al., 2011)	53
	Annexe 4 : les relevés phytosociologiques (uniquement dans les îlots de sénescence)	54

Résumé



Loge de pic noir et « amadou » : abris et nourriture pour de nombreuses espèces de nos forêts

Depuis le début des années 2000, le Parc, en lien avec l'Office National des Forêts et les communes concernées, a mis en place un réseau de près de 180 îlots dits de « sénescence », répartis sur 60 bans communaux différents et totalisant près de 1290 ha.

Ces secteurs de forêts matures riches en gros bois, nécromasse, arbres à cavité, évoluent tout ou partie naturellement sans intervention humaine ni sylviculture. Leur préservation, assurée dans le cadre de contrats natura 2000 « îlots de sénescence », est importante pour la conservation de nombreuses espèces : les Pics y trouvent nourriture et gîte, des chauves-souris s'y abritent, tandis que certaines espèces de mousses, lichens et champignons vont s'y développer préférentiellement.

Pour rendre compte de l'impact de ce dispositif et suivre l'évolution de la biodiversité dans le temps, le Parc a mis en place, depuis 2015, un suivi fin de 16 îlots pilotes avec un 1^{er} inventaire des arbres d'intérêt biologique, arbres comportant des « microhabitats » (fentes, cavités, champignons, lichens etc).

Ainsi après 2 années d'investigations, nous avons démontré que les îlots abritaient en moyenne 123 arbres à microhabitats par hectare, contre 78 en moyenne en forêt gérée. Les arbres morts, nourriture pour de nombreuses espèces, notamment insectes et champignons, étaient également très présents : 20 en moyenne, contre 8 en forêt gérée. Par contre la diversité des types de microhabitats est à peu près équivalente, quoique légèrement plus riche en forêt évoluant naturellement (16 contre 14).

Des relevés de végétation (« phytosociologiques ») et d'évaluation d'état de conservation ont également été engagés.

Cet ensemble de données permet également de fournir les 1^{ères} références en termes de densité ou diversité des microhabitats dans les hêtraies sapinières du massif des Vosges, références auxquelles pourront se confronter d'autres gestionnaires, propriétaires etc.

Ces expertises devraient se poursuivre en 2021 avec des études sur les Coléoptères se nourrissant de bois mort : les Coléoptères dits « saproxyliques ».

1 Préambule

1.1 Le réseau Natura 2000 : contexte

Natura 2000 est un des outils majeurs européens en faveur de la préservation de la biodiversité. Cette politique s'appuie sur un réseau de sites désignés pour protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces rares ou menacées en Europe communautaire, représentatifs de la biodiversité européenne. Elle s'appuie sur deux directives :



- la directive "**Oiseaux**" de 1979, abrogée en 2009, et qui concerne la protection des oiseaux sauvages et de leurs habitats. Elle permet la mise en place de « Zone de Protection Spéciale » (ZPS)
- la directive "**Habitats-faune-flore**" de 1992 complète cette première initiative et vise à favoriser le maintien de la biodiversité et à maintenir en bon état les habitats naturels rares, sensibles ou menacés. Dans ce cadre sont désignés des « Zones Spéciales de Conservation » (ZSC).

Les habitats naturels ou espèces visés par ces 2 directives sont dits « d'intérêt communautaire ».

Le Parc naturel régional des Ballons des Vosges (PNRBV) est concerné par ce dispositif européen sur près d'un quart de son territoire labellisé, avec 34 sites désignés pour une surface supérieure à 75 000 ha. Parmi ceux-ci, 20 sont animés par le Parc, ce qui représente 58 300 ha. Près de 24 650 ha situés *hors Parc* sont également concernés, notamment au niveau de la Zone de Protection Spéciale du « Massif Vosgien » (forêts domaniales de Bannes, Val de Senones, Rambervillers etc).

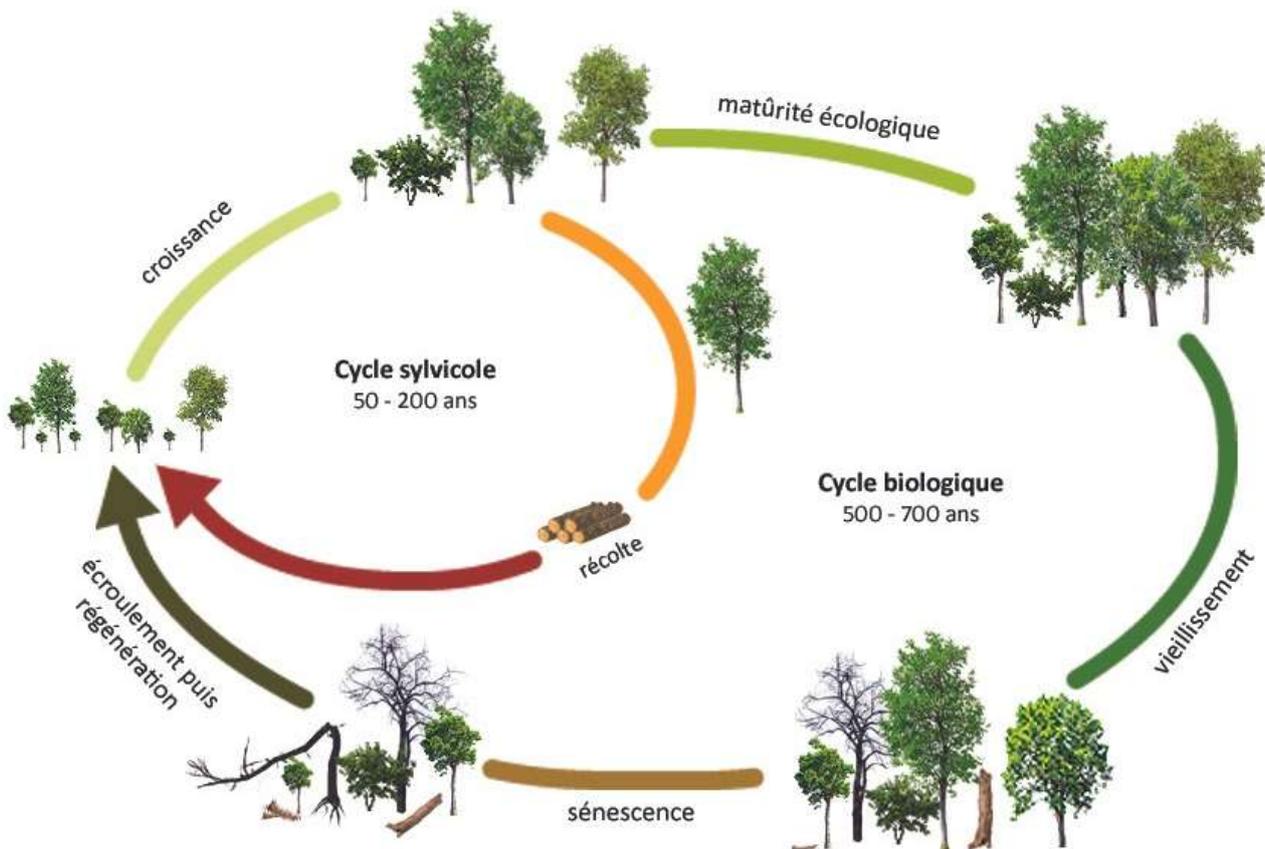


La chouette de Tengmalm, espèce montagnarde, est favorisée par le maintien de forêts matures

Les sites Natura 2000 du Parc sont très largement forestiers à l'exception des collines-sous-vosgiennes situées sur le piémont viticole haut-rhinois. Ils constituent les milieux de vie de nombreuses espèces d'intérêt communautaire forestières telles que la Chouette chevêchette, la Chouette de Tengmalm, le Pic cendré, le Pic noir, le Grand tétras, la Gélinoite des bois, le Vespertilion à oreilles échancrées ou encore le Vespertilion de Bechstein. Celles-ci évoluent dans des milieux plus ou moins modifiés par l'homme, allant de la hêtraie sapinière à la hêtraie subalpine en passant par des érablaies sur éboulis ou encore des pessières.

Dans le cadre de Natura 2000, le PNRBV encourage, en lien avec l'Office National des Forêts et les propriétaires forestiers, la mise en place de pratiques sylvicoles favorables à la biodiversité et visant à améliorer l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Il s'agit notamment de favoriser le maintien d'arbre de gros diamètre mais aussi d'arbres « à vocation biologique » comme par exemple des arbres à cavités ou bas branchus, le maintien d'arbres morts debout ou couchés, etc. Au-delà des actions quotidiennes des forestiers dans le cadre de leurs travaux, des martelages etc, des mesures complémentaires sont proposées aux propriétaires à travers notamment les contrats Natura 2000 « îlots de sénescence », lesquels permettent de conserver des forêts âgées, riches en bois « sénescents ».

1.2 Pourquoi des îlots de sénescence ? L'intérêt des forêts matures



Le cycle biologique naturel des forêts, tronqué par l'exploitation (Thomas Ganhut et Sarah Barthélémy-Sibi, 2018).

Dans une forêt exploitée, le cycle naturel de la plupart des arbres est interrompu. Or les bénéfices du vieillissement des forêts sont multiples.

Ces forêts dites matures jouent en effet un rôle majeur dans la **séquestration du carbone**, l'**apport en nutriments**, la **régénération naturelle**, la **régulation des flux aquatiques** ainsi que la protection contre la chute de pierres (Thibault Lachat, Christophe Bouget, Rita Butler et Jorg Muller).

Ces *vieilles* forêts ont également un intérêt primordial pour la **diversité des oiseaux forestiers** en Europe (Daniel Kraus et Frank Krumm), en particulier pour la conservation des Pics, des petites chouettes de montagne (Chouette de Tengmalm, Chevchette) ou encore des Tétrionidés (Gélinotte des bois, Grand Tétrás). De même le **bois mort, abondant dans ces forêts, est une ressource vitale pour des milliers d'espèces d'insectes « saproxyliques »** (vivant dans le bois en décomposition). Ces insectes, notamment les Coléoptères, sont d'ailleurs considérés comme d'excellents indicateurs de la biodiversité des zones boisées en général.

→ Globalement, la biodiversité liée au bois mort et arbres « vétérans » peut aller jusque 30% des espèces recensées en forêt et concerne des milliers d'espèces (Daniel Vallauri, 2005).

Ces différents atouts rapidement exposés ont encouragé le PNRBV et ses partenaires à la mise en place d'îlots de sénescence.

Les photos qui suivent illustrent quelques images d'îlots sur notre territoire :



Photo ci-dessus : vue d'ensemble de l'îlot de sénescence en forêt communale de Bussang (88)



Ci-dessus : bois mort debout et couché dans l'îlot de la forêt domaniale d'Hérival - commune du Val d'Ajol (88)



Ci-dessus : îlot en forêt communale de Goldbach-Altenbach (68)



Ci-contre : bois mort dans l'îlot de la forêt communale de Rimbach-près-Guebwiller (68)

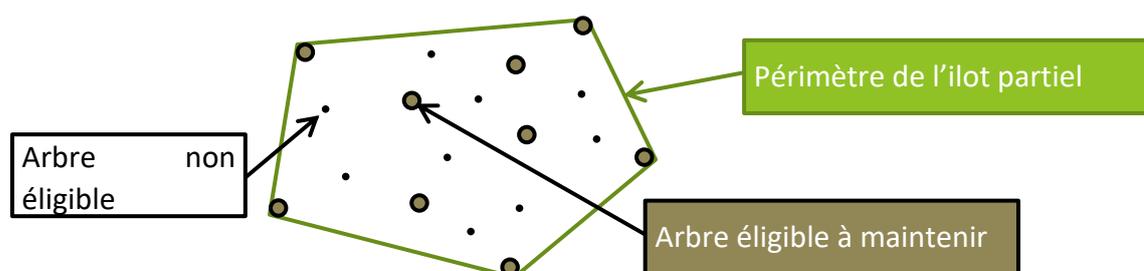
2 Les contrats Natura 2000 « ilot de sénescence »

2.1 Les objectifs de ces contrats

Ces contrats visent à favoriser le maintien et le développement de bois sénescents, c'est-à-dire d'arbres ayant dépassé l'âge d'exploitabilité et qui peuvent montrer des signes de dépérissement. Ces arbres offrent alors des milieux riches et variés qui constituent des habitats spécifiques, très intéressants pour de nombreuses espèces, notamment des espèces « patrimoniales » (rares ou menacées). Parmi ces espèces rappelons notamment l'importance de ces milieux pour les Pics et les Chouettes, mais aussi de nombreuses espèces d'insectes liés au bois morts, certaines espèces de mousses, lichens etc.

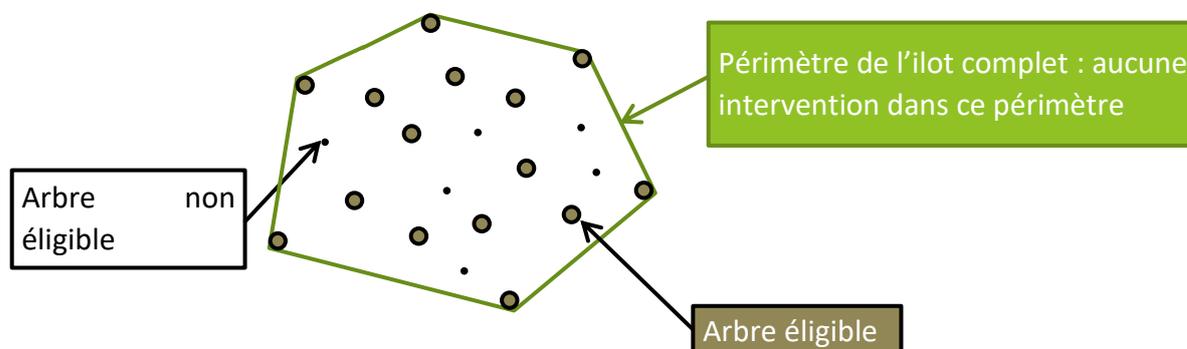
Deux types d'ilot sont possibles dans le cadre du programme national déclinant en France le projet européen natura 2000 :

- **Ilot « partiel »** : le propriétaire s'engage pendant 30 ans à ne pas récolter les arbres « éligibles », arbres retenus et identifiés sur le terrain, en raison de leurs intérêts biologiques : gros diamètre, et/ou présentant des « microhabitats » (cavités, écorces décollées, branches charpentières mortes etc), et/ou un houppier bien développé, essences rares, bas branchus etc.



La sylviculture se poursuit donc dans ces îlots, en dehors des arbres « éligibles » qui doivent être conservés en l'état. Ce type d'ilot est retenu notamment lorsque le peuplement mérite des actions sylvicoles pour améliorer l'état de conservation de l'ilot : quand la régénération est trop abondante et qu'il faut pouvoir intervenir pour favoriser la strate herbacée, ou quand l'ilot est trop riche en essences non autochtones, doit être plus irrégularisé etc.

- **Ilot « Complet »** : le propriétaire s'engage pendant 30 ans à ne rien récolter dans le périmètre de l'ilot



Sur le territoire du Parc naturel régional des Ballons des Vosges, ce cas a été privilégié : la mesure est beaucoup plus claire sur le terrain et permet l'expression de la naturalité de manière complète.

Ces deux types d'îlot doivent faire au minimum 0,5 ha et se situer à plus de 30 mètres d'une voie ouverte au public (pour des raisons de sécurité publique mais aussi pour limiter la gestion ultérieure des arbres morts ou tombés sur des voies de circulation).

2.2 Quels sont les diamètres et essences éligibles ?

Les arbres éligibles, leur diamètre minimal et l'indemnité sont définis selon l'arrêté préfectoral n°2012-342 du 22 août 2012 pour le département des Vosges et 2011/30 du 31 mars 2011 pour l'Alsace.

Essences	Zone montagne		
	Diamètre minimal	Indemnité par arbre	
		Base	Très gros bois (diamètre > 70 cm)
Chêne sessile ou pédonculé	50 cm	107 €	127 €
Hêtre	50 cm	61 €	81 €
Aulne	40 cm	26 €	
Frêne et érable	45 cm	65 €	85 €
Autres feuillus	45 cm	65 €	
Sapin et épicéa	50 cm	82 €	102 €
Pin sylvestre	45 cm	41 €	61 €

Les barèmes d'indemnisation en vigueur dans le département des Vosges (arrêté préfectoral n°2012-342 du 22 août 2012)

Essences	Montant forfaitaire de base (diamètre >= 45 cm et < 65)	Montant forfaitaire de base (diamètre >= 65 cm)
Chêne	150 €	200 €
Hêtre	50 €	90 €
Sapin pectiné, épicéa	50 €	120 €
Frêne, érable, orme, autres feuillus	100 €	150 €
Pin sylvestre	50 €	120 €

Les barèmes d'indemnisation en vigueur en Alsace (arrêté préfectoral 2011/30 du 31 mars 2011)

..

En îlot partiel, les arbres doivent également, comme évoqué précédemment, présenter des signes de sénescence : cavités, fissures ou grosses branches mortes etc.

Les essences forestières non autochtones, notamment le mélèze ou encore le douglas, ne sont donc pas indemnisées chez nous. En effet l'objectif de ce dispositif est de favoriser le vieillissement de types de peuplements proches de l'état naturel et donc sans espèce exotique. L'épicéa constitue toutefois une exception puisque cette essence est réputée naturelle sur certains secteurs très abrupts ou tourbières peu perturbées du massif des Vosges. D'autre part elle constitue une essence stratégique dans certains secteurs pauvres en sapin afin des maintenir des résineux et donc des biotopes favorables à certaines espèces d'intérêt communautaire comme le Grand tétras par exemple.

2.3 Le calcul de l'indemnité

Lorsqu'un propriétaire donne son accord pour réaliser un contrat pour maintenir un îlot de sénescence Natura 2000, un inventaire est réalisé dans la zone pressentie afin de comptabiliser le nombre d'arbres éligibles et calculer l'indemnité qui compensera la non-exploitation.

En reprenant les bases de rémunération présentées dans les tableaux ci-dessus, on calcule l'indemnité pour chaque type d'arbre que l'on multiplie ensuite par le nombre d'arbre. Toutefois ces indemnités sont plafonnées :

- dans un contrat îlot partiel, la compensation est plafonnée à 2000€/ha.
- dans un contrat îlot complet, la compensation est plafonnée à 4000€/ha.

De plus, s'agissant d'une mesure considérée comme de *l'investissement*, le propriétaire doit prendre à sa charge 20% de la dépense totale puisque les subventions européennes sont plafonnées à 80% maximum. Dans les faits, il faut ainsi s'assurer, pour atteindre les plafonds évoqués précédemment, que les montants à indemniser dépassent 2500 € dans le cas d'îlots partiels ($2500 \times 80\% = 2000$), et 5000 dans le cas d'îlots complets ($5000 \times 80\% = 4000$).

Dans les faits, les îlots retenus ont très majoritairement dépassé le plafond de manière à indemniser le propriétaire le mieux possible : 2000 €/ha pour un îlot partiel, 4000 €/ha pour un îlot complet.



Le périmètre des îlots complets est marqué d'un triangle pointe vers le bas. Ici en limite de l'îlot étudié à Wasserbourg (68)

2.4 Le bilan des îlots de sénescence sur les sites natura 2000 animés par le Parc en 2019

Depuis le début de l'animation du réseau Natura 2000 sur son territoire, dans les années 2000, le Parc a contribué, grâce aux contrats Natura 2000 « **Dispositif favorisant le développement de bois sénescents** », mais également à l'engagement de l'ONF et des communes propriétaires, à la mise en place de près de 60 contrats, représentant 140 îlots de sénescence et couvrant au total près de 720 ha.

A cela se rajoutent également des îlots ayant bénéficié du programme Life « *des forêts pour le Grand Tétrás* », piloté à l'époque par la Région Lorraine en lien avec la Région Alsace, ce qui a permis de mettre en place près de 40 îlots complémentaires en 2012 et 2013. Ce programme a ainsi été une opportunité, sur ces années, pour booster le réseau d'arbres matures dans les sites natura 2000. Les dispositions relatives à ces îlots sont identiques à celles liées aux contrats natura 2000 (pas d'exploitation pendant 30 ans etc). Elles prévoient toutefois la possibilité de travaux de génie écologique dans des îlots complets (par exemple : lutte contre de la régénération dense de hêtre pour dégager les strates herbacées, notamment la myrtille, favorable au Grand tétras ou travaux pour favoriser des sapins etc).

	Nombre d'îlots	Surface cumulée	Surface moyenne en ha	Surface mini ha	Surface maxi ha
Ilots partiels natura 2000	20	220 ha	11	0,9	50,6
Ilots complet natura 2000	119	496 ha	4,2	0,3	58,1
Ilots partiels LIFE	24	342 ha	14,2	1,3	52
Ilots complet LIFE	15	232 ha	15,5	1,3	50
TOTAL	178	1 289 ha	7,2	0,3	28,1

Le réseau d'îlots de sénescence des sites natura 2000 animés par le PNRBV en 2019

Au final en 2019, le réseau d'îlots des sites animés par le Parc représente 178 îlots totalisant 1 290 ha environ de surface forestière cumulée au total.

NB : nous précisons que le réseau de bois « vétérans » n'est pas confiné dans les îlots de sénescence mis en place dans le cadre de natura 2000. Dans les forêts gérées, les gestionnaires et propriétaires sont bien entendu encouragés à en conserver dans le cadre de la gestion courante, ce d'autant plus dans les forêts des sites natura 2000. Des parcelles non ou peu exploitables évoluent ainsi naturellement. Certains propriétaires renoncent également à exploiter des secteurs très sauvages ou peu desservis. Cet ensemble constitue ainsi une trame beaucoup plus vaste que ces 178 îlots natura 2000.

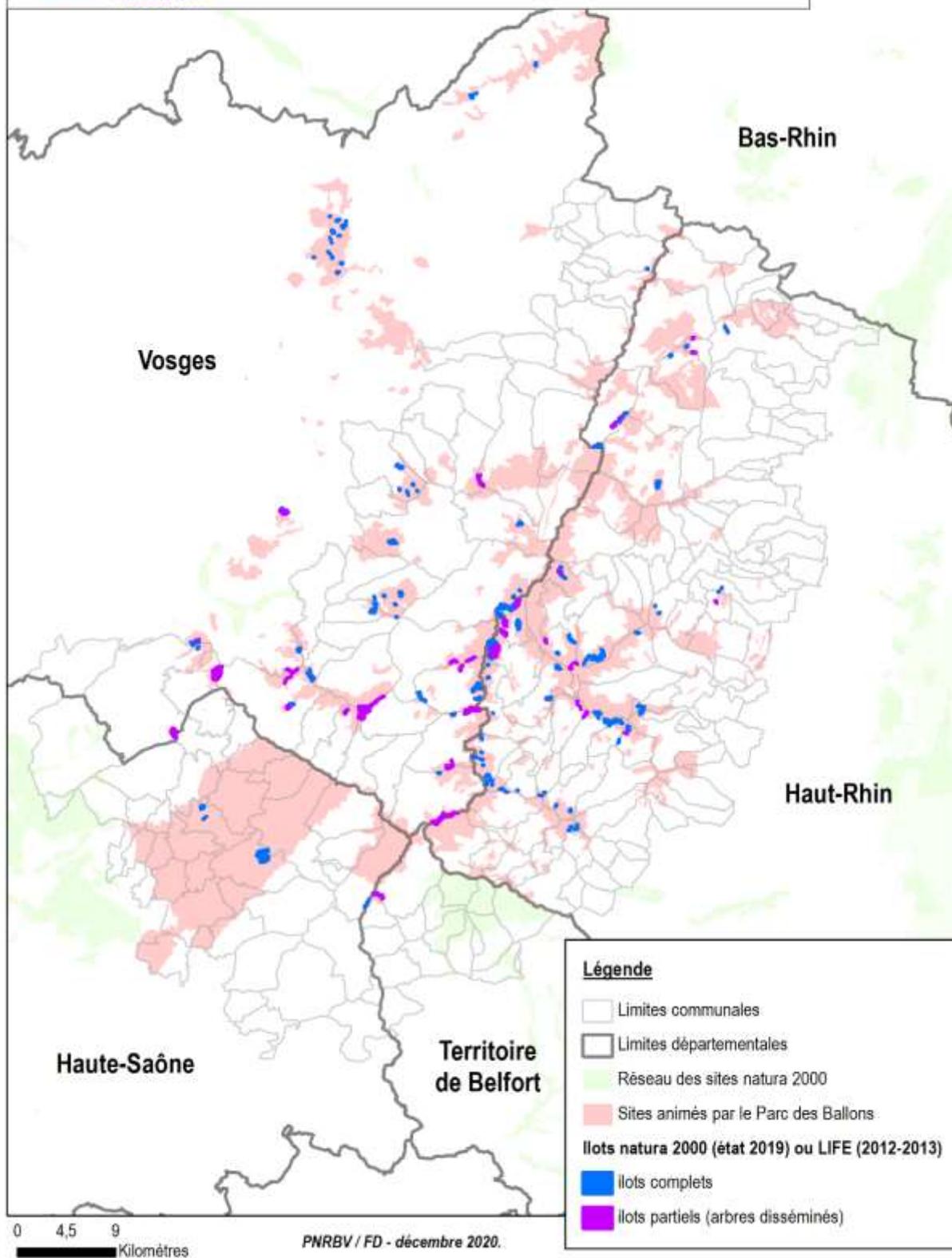
Sur la base des informations issues de la base « unité de gestion 2019 » de l'ONF, on comptabilise ainsi, sur le territoire des communes adhérentes au syndicat mixte du Parc :

- 2 392 ha d'unités classées en « évolution naturelle »
- 6 105 ha de « parquets d'attente »

..... à relativiser toutefois aux 160 000 ha de forêts dans le territoire du Parc, dont 133 000 ha de forêts réputées « anciennes » (= forêts qui n'ont pas connu de défrichement depuis plus de 150 ans. Elles sont identifiées à partir des premières cartes d'Etat-Major établies sur la période 1826 – 1835, correspondant au minimum des surfaces forestières en France).



Le réseau des îlots de sénescence des sites natura 2000 animés par le PNR des Ballons des Vosges : bilan en 2019



3 L'évaluation et le suivi de la biodiversité des îlots de sénescence

Avec près de 180 îlots totalisant près de 1290 ha, le Parc et ses partenaires ont contribué à la mise en place, dans les sites Natura 2000, d'un réseau conséquent de forêts âgées.... Forêts qui vont même devenir de plus en plus mûres puisqu'elles ne seront plus exploitées, de manière complète ou partielle suivant le type d'îlot, pendant 30 années.

Dans ces forêts, comment va évoluer la biodiversité ? quelles espèces vont apparaître, quelles espèces seront favorisées ? existe-t-il une différence réelle par rapport aux forêts exploitées ?

Pour répondre à ces questions, le Parc a proposé de mettre en place un protocole de suivi.

3.1 Les objectifs de l'étude

Les expertises mises en place ici visent à faire un état des lieux de la biodiversité dans les îlots Natura 2000 (ou LIFE), qui pourra être comparé dans plusieurs années grâce à de nouveaux relevés. L'objectif est de mettre en place un suivi pérenne de la biodiversité et de l'état de conservation des habitats forestiers. Cette expertise permettra de rendre compte aux élus, aux financeurs et plus largement aux membres des comités de pilotage Natura 2000, de l'évolution de ces îlots et de la pertinence de cet outil au regard des objectifs de Natura 2000.



Vue d'ensemble de la zone expertisée dans l'îlot témoin exploité de Granges-sur-Vologne (88)

3.2 Les dendro-microhabitats : un indicateur de la biodiversité des forêts

Afin d'évaluer la biodiversité présente dans les îlots, la réalisation d'inventaires sur plusieurs groupes taxonomiques (insectes, oiseaux, mammifères, flore etc) est bien sûr une possibilité, d'autant que les espèces indicatrices de la naturalité ou du vieillissement des forêts sont de mieux en mieux connues. Toutefois cela aurait nécessité un investissement très important : ces inventaires sont coûteux et doivent être autant que possible conduits sur plusieurs années pour limiter, notamment, les impacts du climat.

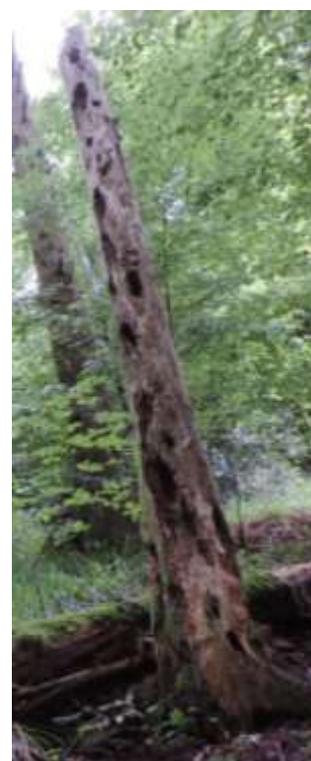
Il a ainsi été retenu dans un 1^{er} temps d'établir une évaluation via des **indicateurs de biodiversité** que sont les dendro-microhabitats. Les **microhabitats** sont de petites loges ou interstices pouvant servir de refuge, de ressource de nourriture et/ou lieux de reproduction pour des espèces spécifiques. Les **dendro-microhabitats** sont les microhabitats liés aux arbres¹. De nombreux organismes leur étant associés, un inventaire des dendro-microhabitats permet de dresser un inventaire de la biodiversité potentielle présente.



Arbre mort debout (Hêtre) largement recouvert de carpophores de polypores, dans l'îlot témoin exploité d'Aubure (68)



Très belle cavité de pied sur un sapin, tronc en grande partie creux en son cœur, îlot témoin exploité de Granges-sur-Vologne (88)

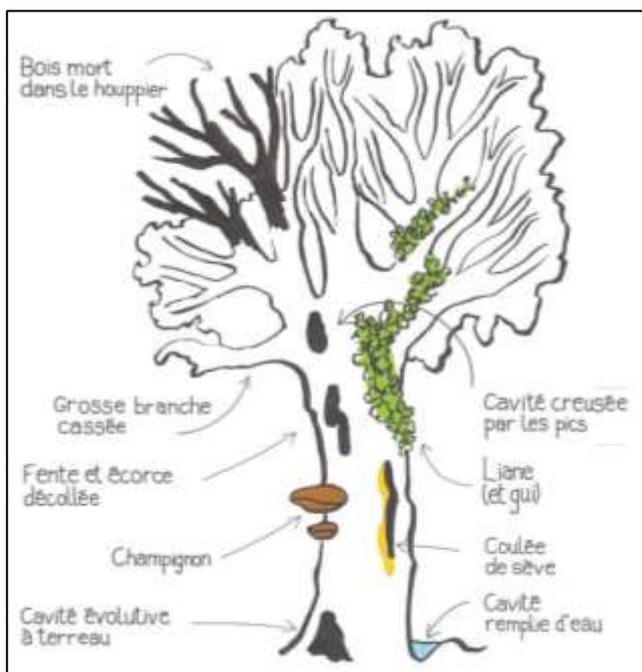


Arbre mort debout, entièrement recouvert de cavités de nourrissage de Pic sur l'îlot de Hérival - Val d'Ajol (88)

Faciles à appréhender, il n'y a pas de compétence spécifique à solliciter pour les identifier, si ce n'est rigueur... et observation !

Le schéma qui suit illustre également les types de microhabitats que l'on peut identifier sur les arbres de nos forêts.

¹ Vuidot Aurélie, Cemagref de Nogent sur Vernisson. Contribution à l'amélioration du protocole de suivi d'espaces naturels protégés (SENP) en vue de l'étude de la biodiversité : Relevé des microhabitats dans les arbres, 2008-2009 – page 1 introduction



Différents types de microhabitats présents sur un arbre vétérân
(Thomas Ganhut et Sarah Barthélémy-Sibi, 2018)

Le tableau ci-contre détaille également les espèces favorisées par tel ou tel type de microhabitat.

Dans cette liste, on notera que plusieurs microhabitats sont indispensables à de nombreuses espèces d'intérêt communautaire, visées par natura 2000 : Chiroptères (chauves souris), Pics, certaines mousses etc.

On trouvera des clichés de certains types de ces microhabitats issus des forêts étudiées dans ce rapport, en annexe 1.

Exemples de microhabitats et organismes associés (synthèse bibliographique / Aurélie Vuidot)

Microhabitats	Exemple d'organismes associés	Références bibliographiques
Arbres sénescents ou récemment morts de gros diamètres présentant un volume de bois mort (branches) important	-Nombreuses espèces de vertébrés (amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifère) - Invertébrés - Bryophytes - Lichens - Champignons lignicoles	Parks et al., 1997 ; Blaustein et al., 1995 ; Harmon et al., 1986, Bruce et al., 1985b Maser et al., 1979
Arbres mort avec houppier et tronc intacts	Lichens et mousses spécifiques	Dudley et Vallauri, 2004
Tête de houppier brisée	Insectes spécialisés	Möller, 2005
Grosses branches servant comme perchoir et lieu de nidification	Nombreux oiseaux, écureuils	Dudley et Vallauri, 2004
Champignon : Fructification de polypore	-Invertébrés -interaction positive avec les Pics	Belmain et al., 2002 Johansson et al., 2006 Jackson et Jackson, 2004 Bull et al., 1997 McClelland et al., 1979.
Cavités de souche ou de pied	-Petits et gros mammifères - Chiroptères - Invertébrés -Oiseaux - Champignons	Parks et al., 1997 Noble et al., 1990 Winter and Möller, 2008 Martin et al., 2004 Möller, 2005.
Cavités de tronc	- Oiseaux - Chiroptères - Autres Petits mammifères - Insectes	Boonman, 2000 Bobiec et al., 2005 Scherzinger and Schumacher, 2004 Carlson et al., 1998
Décollement d'écorce	-Chiroptères -Oiseaux -Invertébrés	Sondenaa, 1991 Vnhof et Gwilliam, 2007 Parks et al., 1997 Winter et Möller, 2008
Fentes	Chiroptères, Arthropodes, Oiseaux	Grindal, 1999 Psyllakis and Brigham, 2006
Balais de sorcière	Oiseaux, Invertébrés	Bull et al., 1997 Parks et al., 1997

3.3 Des mesures complémentaires : l'IBP et l'évaluation de l'état de conservation

Trois mesures complémentaires ont été mises en œuvre pour améliorer le suivi et la mesure de la biodiversité des îlots de sénescence :

- L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)
- L'état de conservation au sens de la directive européenne « habitats »
- Les relevés phytosociologiques.

3.3.1 L'Indice de Biodiversité Potentielle

L'IBP est un outil réputé simple et rapide, mis au point par la forêt privée. Elle permet aux gestionnaires forestiers d'une part d'estimer la capacité d'accueil en espèces et en communautés de leur forêt, et d'autre part de diagnostiquer les éléments améliorables par la gestion.

Son évaluation s'effectue en appréciant un ensemble de dix facteurs parmi ceux qui sont habituellement reconnus comme les plus favorables à la diversité interne des peuplements forestiers : composition spécifique et structuration du peuplement, maturité et offre en microhabitats liés aux arbres, présence d'habitats associés à la forêt, continuité de l'état boisé. Plusieurs facteurs décrivent le bois mort et les microhabitats pour tenir compte du rôle fonctionnel primordial et de la diversité des saproxyliques. Sept facteurs sont directement dépendants du peuplement et de la gestion, trois autres sont plutôt liés au contexte. Un score 0, 2 ou 5 est donné à chacun des facteurs selon une échelle de valeurs seuils.

Pour plus de détails, on se rapportera à la description plus détaillée de cet outil sur le site Internet www.foretpriveefrancaise.com/ibp

3.3.2 L'état de conservation des forêts au sens de la directive « habitats »

Cette évaluation est similaire à l'IBP et s'appuie sur les prescriptions du Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN). La méthodologie proposée par le MNHN a été adaptée au contexte de nos forêts et mise en œuvre de manière générale sur les sites natura 2000 des Hautes Vosges en 2015. Le protocole et les résultats sont consultables dans le rapport final (**Parc naturel régional des Ballons des Vosges, 2017 - Evaluation de l'état de conservation des hêtraies-sapinières des sites Natura 2000 des Hautes Vosges : 60 p. + annexes. Février 2017**), également consultable en ligne :

http://pnrbv.n2000.fr/sites/pnrbv.n2000.fr/files/documents/page/rapport_eecforet_pnrbv2017.pdf

Les indicateurs mesurés dans ce cadre, dans les hêtraies sapinières du PNR des Ballons des Vosges, sont détaillés dans le tableau de synthèse ci-dessous :

Critère MNHN	Indicateur retenu dans les Hautes Vosges en 2015-2016	Notation	
Intégrité de la composition dendrologique	% de surface terrière d'essences non typiques de l'habitat (Epicéa, Douglas, Pin sylvestre et Mélèze)	Aucune essence non typique et aucune atteinte lourde	0
		1 à 5 % d'essences non typiques et aucune atteinte lourde	-5
		5 à 15 % d'essences non typiques ou moins de 15 % d'atteintes lourdes	-10
Atteintes « lourdes »	% de recouvrement de l'atteinte	15 à 30 % d'essences non typiques ou 15 à 30 % d'atteintes lourdes	-30
		Plus de 30 % d'essences non typiques ou plus de 30 % d'atteintes lourdes	-60
Très gros arbres	Surface terrière en TGB d'essences « typiques »	$G_{TGB} \geq 15\%$ de G_{totale}	0
		$10\% \leq G_{TGB} < 15\%$ de G_{totale}	-2
		$5\% \leq G_{TGB} < 10\%$ de G_{totale}	-10
		$G_{TGB} < 5\%$ de G_{totale}	-20
Bois mort	Nombre de gros arbres morts (diamètre > 35 cm) sur pied ou au sol au sein de la placette	Au moins 2 arbres morts sur la placette	0
		1 seul arbre mort sur la placette	-10
		Aucun arbre mort sur la placette	-20
Dynamique de renouvellement	Recouvrement de la régénération acquise (>50 cm) typique et présence de Sapin en régénération	Recouvrement de la régénération typique acquise (>50 cm) supérieur à 10 % et présence de régénération de sapin (toutes strates confondues)	0
		Autres cas	-10
Atteintes « diffuses »	Taux d'abroustissement sur le sapin	Inférieur à 20 %	0
		Entre 20 et 35 %	-10
		Supérieur à 35 %	-20

IBP et évaluation de l'état de conservation des habitats constituent ainsi deux approches pour appréhender la qualité des habitats forestiers étudiés.

3.3.3 Les relevés phytosociologiques

Il s'agit de relever, sur une placette homogène et représentative de l'habitat, l'ensemble des végétaux supérieurs présents, et d'indiquer pour chaque espèce relevée, une évaluation de son recouvrement sur la placette étudiée.

Ces relevés permettent ainsi d'établir un état zéro des végétaux supérieurs présents, mais également de leur place dans la communauté à un temps T.

3.4 Le choix d'un double réseau d'îlots de référence

Il n'était pas envisageable d'engager l'étude et le suivi des 180 îlots mis en place. Le suivi s'est ainsi porté sur un **échantillon** d'îlots. Seuls les îlots *complets* ont été sélectionnés. En effet les îlots *partiels* risquent de présenter une trop grande hétérogénéité en fonction du nombre d'arbres immobilisés ou du type de travaux qui peuvent se poursuivre pendant les 30 années du contrat.

L'habitat « hêtraie sapinière » étant majoritaire dans nos forêts de montagne, les îlots étudiés abritaient ce type d'habitat, sous une forme dite « acide » à myrtille, canche flexueuse et luzule blanchâtre (Association phytosociologique du *Luzulo-Fagetum* – habitat de code Union Européenne 9110) ou moyennement acide à fétuque des bois, aspérule odorante (*Asperulo – Fagetum*, code UE 9130)

D'autre part pour des raisons pédagogiques et de représentation spatiale, il a été retenu le principe de choisir un îlot par unité territoriale (UT) de l'ONF, afin d'avoir un exemple à montrer aux agents par UT (sauf UT Munster et UT Saint-Amarin avec 2 îlots) mais également aux élus de chaque UT.

La priorité a également été donnée sur les îlots contractualisés par les communes, et particulièrement les communes ayant questionné le Parc sur l'intérêt de l'îlot sélectionné dans leur forêt communale : en effet plusieurs communes propriétaires qui se sont engagées dans cette mesure nous ont questionné sur ce qui était intéressant dans leur îlot, pourquoi il avait été choisi etc.

Enfin, le choix s'est également porté sur un réseau qui permette de rendre compte *de la diversité des situations* et *in fine* le recours à une analyse statistique : un réseau de 16 sites a ainsi été identifié. Il représente 12% des îlots de sénescence « « complets » existant sur le réseau de sites natura 2000 animés par le PNR des Ballons des Vosges (134 îlots complets : 119 « natura 2000 » et 15 « LIFE »).

De manière à engager un suivi dans le temps de ce réseau d'îlots de sénescence, mais également de comparer des niveaux de biodiversité entre forêts gérées / forêts non gérées, ce réseau d'îlot pilote a été doublé d'un 2^{ème} ensemble d'îlots témoins sélectionnés en forêt gérée. Pour la constitution du réseau témoin de forêts gérées, nous avons recherché des peuplements à expertiser proches de l'îlot étudié, à une altitude similaire, abritant le même type d'habitat, avec une exposition si possible identique et bénéficiant d'un traitement en futaie irrégulière d'après la base de données de l'ONF. Ces parcelles en série de production sont également dans des sites natura 2000. A noter que nous n'avons pas recherché d'informations préalables sur les dates des dernières exploitations sylvicoles, qui ont bien entendu une influence sur les résultats.

Ainsi par ce double réseau, il sera possible de mettre en place :

- **D'une part, un suivi « synchronique » : quel niveau de biodiversité dans les îlots de sénescence, sans exploitation sylvicole, par rapport à des forêts exploitées proches et situées dans les sites natura 2000 du Parc ?**
- **D'autre part, un suivi « diachronique » : quelle évolution de cette biodiversité dans le temps ?**

Ce réseau d'îlots pilotes est présenté dans le tableau pages suivante ainsi que dans la carte de localisation en annexe 2.

Tableau : les îlots de sénescence expertisés

Ban communal ou propriétaire (département)	Site(s) n2000 concerné(s)*	Réseau d'îlots de sénescence étudiés					Ilots témoins en forêts gérées étudiés			
		Numéro de parcelle forestière de l'îlot	Code Habitat UE**	Surface totale de l'îlot de sénescence (en rouge : îlot LIFE)	Dernière date de passage en coupe	Date de mise en place de l'îlot de sénescence	Numéro de parcelle forestière gérée témoin	Code Habitat UE**	Surface d'inventaire des microhabitats (ha) dans l'îlot témoin géré	Dernière date d'exploitation de la parcelle gérée concernée
Aubure (68)	ZPS HV68	16	9110	3,66	1994	2013	16	9110	1,04	1980 puis 1993
Ventron (88)	ZPS MV88	93	9130	4,63	2011	2013	94	9110	1,13	p93 : 2002 puis 2011 / p94 : 2001 puis 2010
Le Bonhomme (68)	ZPS HV68	12	9110	5,82	1996	2012	12	9110	1,02	2018
Grange-sur-Vologne (88)	ZPS MV88 (+ ZSC Vologne)	39, 40 et 41	9130	10,11	2012	2013	109	9130	1,04	1998
Munster (sur ban de Metzeral) (68)	ZSC HV, ZPS HV68	103	9130	3,52	1998	2016	103	9110	1,04	2012
Rimbach-près-Guebwiller (68)	ZSC HV, ZPS HV68	14, 15 et 16	9110	10,26	1982	2012	15	9130	1,04	2016
Bourbach-le-haut (68)	ZSC VdS, ZPS HV68	1	9110	0,92	2004	2005	1	9110	0,93	2013
Masevaux (68)	ZSC VdS, ZPS HV68 ZSC VdS, ZPS HV68	4	9130	1,6	2000	2005	4	9130	1,04	2015
Urbès (68)	ZSC VdS, ZPS HV68	8	9110	1,2	< 2000	2005	9	9130	1	2015 puis 2017

Ban communal ou propriétaire (département)	Site(s) n2000 concerné(s)*	Réseau d'îlots de sénescence étudiés					Ilots témoins en forêts gérées étudiés			
		Numéro de parcelle forestière de l'îlot	Code Habitat UE**	Surface totale de l'îlot de sénescence (en rouge : îlot LIFE)	Dernière date de passage en coupe	Date de mise en place de l'îlot de sénescence	Numéro de parcelle forestière gérée témoin	Code Habitat UE**	Surface d'inventaire des microhabitats (ha) dans l'îlot témoin géré	Dernière date d'exploitation de la parcelle gérée concernée
Forêt domaniale d'Hérival / ban du Val d'Ajol (88)	ZPS MV88	9	9130	2,04	2003	2013	9	9130	1	2013
Goldbach-Altenbach (68)	ZSC HV, ZPS HV68	31 et 32	9130	6,7	2010	2012	32	9130	1,04	2009/2010
Muhlbach-près-Munster (68)	ZSC HV, ZPS HV68	25	9130	1,3	2010	2012	25	9130	1,33	2018
Bussang (88)	ZSC SMB, ZPS MV88	66 et 67	9130	3,26	2005	2013	67	9110	1,01	2016 puis 2019
Tendon (88)	ZPS MV88	33 et 34	91D0	8,01	2012	2012	Pas d'équivalents de ce type d'habitat dans le secteur			
Forêt domaniale de Bannes (88)	ZPS MV88	12	9110	1,51	1990 (voir <)	2013	Manque de temps			
Wasserbourg (68)	ZSC HV, ZPS HV68	6	9130	0,55	2009	2012	Pas d'équivalents dans le secteur (peu de forêts en natura 2000)			

0

* Abréviations utilisées pour les sites natura 2000 :

ZPS HV68 : ZPS « Hautes Vosges, Haut-Rhin »

ZPS MV88 : ZPS « massif des Vosges »

ZSC HV : ZSC « Hautes Vosges », dans le Haut-Rhin

ZSC VdS : ZSC « Vosges du Sud », dans le Haut-Rhin

ZSC SMB : ZSC « massif de Saint-Maurice et Bussang », côté vosgien

ZSC Vologne : ZSC « massif de Vologne », côté vosgien également

** types d'habitats :

9110 : hêtraie sapinière « acide » à myrtille, canche flexueuse et luzule blanchâtre (Association phytosociologique du *Luzulo-Fagetum*)

9130 : hêtraie sapinière « moyennement acide » à fétuque des bois, aspérule odorante (*Asperulo – Fagetum*)

91D0 : tourbière boisée. Cet îlot n'a pas fait l'objet des traitements statistiques qui suivent

3.5 Identification d'une zone d'inventaire dans le réseau d'îlots sélectionné

L'inventaire des dendro-microhabitats a été réalisé sur l'ensemble de l'îlot de sénescence pour les îlots de moins de 1,5 hectare et sur un échantillon d'un hectare pour les îlots plus grands. En effet cet inventaire étant relativement chronophage, il n'était pas possible de l'envisager dans le cas d'îlots de grande taille (certains îlots font plus de 10 ha...). Pour les îlots de plus d'1,5 ha, précisons également que la zone échantillonnée a été choisie vers le centre du polygone de l'îlot, pour limiter les effets de bordure.

La surface expertisée en forêt gérée a été de 1 ha environ. Leur sélection s'est réalisée dans un 1^{er} temps au bureau, sur la base des données SIG suivantes : habitats naturels, altitudes, orientations, périmètres des sites natura 2000, parcellaire forestier, type de gestion. Un polygone de 1 ha a ainsi été tracé dans le secteur qui semblait adapté (un peuplement en production situé près de l'îlot de sénescence, avec le même habitat, même altitude etc) puis sur le terrain, l'emplacement a été validé ou non, éventuellement déplacé ou ajusté pour répondre au mieux aux critères décrits. Ce pré-repérage a dû être parfois corrigé sur le terrain s'il s'avérait que la zone pré-identifiée était traversée par une piste forestière ou un ruisseau etc, éléments qui ne sont pas forcément visibles sur les photos aériennes ou les scans utilisés.

Le recueil des éléments pour le calcul de l'IBP a été établi dans cette zone échantillon.

La mesure de l'état de conservation a quant à elle été effectuée au barycentre de cette zone échantillon. A ce niveau, nous avons également effectué le relevé phytosociologique.

3.6 Les protocoles utilisés

3.6.1 Le référentiel des types de microhabitats

Pour qualifier ces microhabitats, nous nous sommes appuyés sur le référentiel proposé dans le cadre de l'étude « Contribution à l'amélioration du protocole de suivi d'espaces naturels protégés (SENP) en vue de l'étude de la biodiversité : relevé des microhabitats dans les arbres » par Aurélie Vuidot / 2011 (cf annexe 3). Ce référentiel a été enrichi par quatre catégories : « Arbre mort debout », « Arbre mort couché », « Souche d'exploitation » et « Autre souche ».

Les catégories « Arbre mort debout » et « Arbre mort couché » ont été ajoutées afin d'obtenir un inventaire des arbres morts sur la surface prospectée (contrairement à l'étude de A. Vuidot, les arbres morts couchés ont également été pris en compte). D'autre part sur les arbres morts, les microhabitats liés à des caractéristiques de l'écorce (codes 641, 642, 643 et 644) n'ont pas été relevés : presque tous les arbres morts présentent des zones d'écorce absentes ou déhiscentes. Ainsi en ne comptabilisant pas ces types sur les arbres morts, on évite des doubles comptes.

De même les souches ont été relevées, en faisant la distinction entre les souches d'exploitation et les autres souches. Pour chacune d'entre elles, le diamètre et l'essence ont été renseignés ainsi que les microhabitats à l'exception de ceux relatifs aux caractéristiques de l'écorce, pour les mêmes raisons que pour les arbres morts. Dans le cas des souches, les microhabitats les plus souvent relevés étaient des champignons ou des cavités.

Comme proposé par l'étude de A. Vuidot, les microhabitats ont été recherchés uniquement sur les arbres de plus de 35 cm de diamètre (diamètre mesuré à hauteur de poitrine). En effet ces derniers restent relativement rares sur les arbres de petit diamètre.

3.6.2 L'inventaire et la cartographie des microhabitats

Dans chaque îlot, de sénescence ou son binôme exploité, chaque arbre de plus de 35 cm de diamètre a été géoréférencé (pris au GPS). Pour chacun, nous avons noté :

- l'essence et le diamètre des arbres (prendre l'arrondi au-dessus)
- les microhabitats présents, selon la méthodologie présentée dans le paragraphe précédent. Chaque microhabitat *n'a été relevé qu'une fois*, même s'il était présent *plusieurs fois* sur le même arbre pris au GPS.

Pour faciliter le repérage lors de la virée, chaque arbre inspecté a été marqué à la craie forestière une fois les microhabitats relevés.

Ces travaux d'inventaire ont été assurés par l'équipe du Parc naturel régional des Ballons des Vosges.

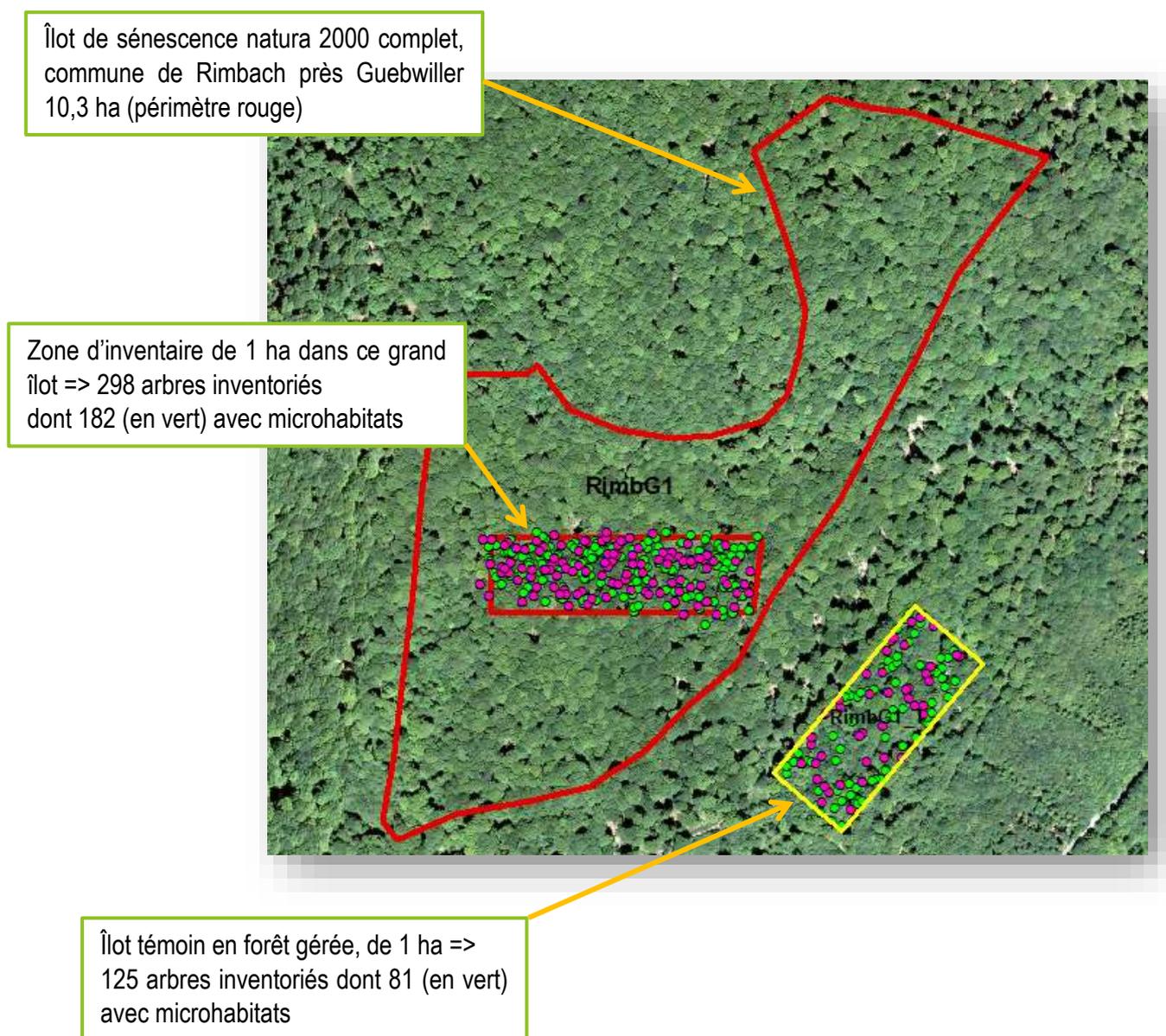


Illustration du protocole d'inventaire des microhabitats sur le duo îlot de sénescence / îlot témoin en forêt gérée à Rimbach près Guebwiller (68)

3.6.3 La mesure des autres indicateurs

L'IBP

Une fois l'ensemble de l'îlot parcouru pour le relevé des microhabitats (ou l'échantillon d'un ha pour les grands îlots de sénescence sélectionnés), le recouvrement des différents types d'habitats associés, pour peu qu'ils représentent plus de 20m², a été estimé et évalué en % de l'îlot (ou de l'échantillon).

L'état de conservation

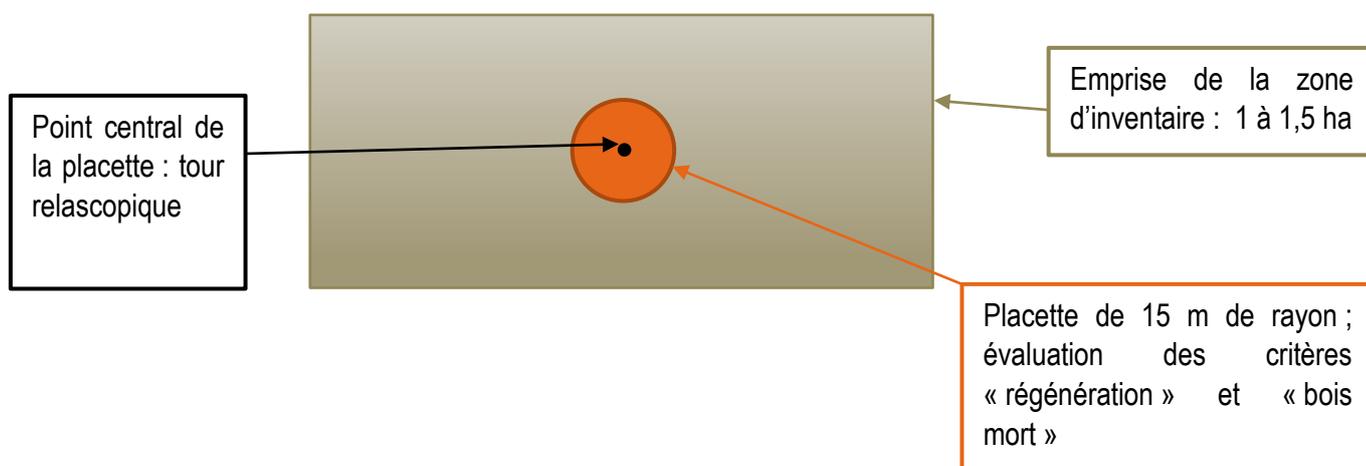
Au centre de l'îlot ou de la zone d'échantillonnage dans le cas des grands îlots (ou à proximité si non représentatif), un point de mesure a également été géoréférencé pour mettre en place le protocole d'évaluation de « l'état de conservation » du peuplement forestier, au sens de natura 2000. Ce protocole, permet de donner une note de 0 à 100 et rend compte de l'état des forêts de nos sites natura 2000, différenciant ainsi des forêts en *mauvais état de conservation* (par exemple une forêt très jeune, dominée par l'épicéa), d'une autre forêt en *bon état* (on parle d'état « favorable ») : forêt riche en gros bois, dominée par le hêtre et le sapin, avec présence de régénération naturelle significative de ces essences dites *autochtones*, régénération souffrant peu de la dent des Cervidés.

Plus la note obtenue est élevée, meilleur est l'état de conservation du peuplement expertisé.

Pour ce faire nous avons réalisé, au centre de la placette échantillon comme explicité précédemment, un *tour relascopique* (facteur 2), lequel permet de calculer la surface terrière par essence et par catégorie de diamètre mais également de déterminer la structure du peuplement (plutôt régulier, ou plutôt irrégulier).

Dans un rayon de 15m ont également été mesurés / estimés :

- le nombre de bois morts debout et au sol (arbres de plus de 35 cm de diamètre)
- le recouvrement (en dixième) de la régénération par essence et par classe de hauteur (0,1 à 0,5m / 0,5 à 3m / >3m et $\varnothing < 7,5$ cm)
- l'abroustissement (en dixième) par essence et la présence de frottis ou d'écorçage
- le recouvrement (en dixième) des herbacées (hors myrtille)
- le recouvrement (en dixième), l'abroustissement (en dixième) et la hauteur moyenne par classe (absente / < 30cm / 30 à 50cm / > 50cm) de la myrtille.



La réalisation de relevés phytosociologiques

De manière à engager un suivi *diachronique* plus fin dans les îlots de sénescence, des relevés phytosociologiques ont également été réalisés sur la même placette que celle destinée à l'évaluation de l'état de conservation. Ce relevé consiste donc en la réalisation de la liste de l'ensemble des végétaux supérieurs présents dans une placette de taille déterminée et à estimer, pour chacun d'entre eux, le recouvrement qu'il représente sur la placette d'inventaire.

Ce critère complémentaire, qui doit permettre un suivi dans le temps des îlots, n'a été investi que dans le réseau d'îlots de sénescence : 16 relevés ont ainsi été réalisés (dans les faits 15, 1 relevé n'ayant pu être établi pour des raisons de temps).

Les observations opportunistes



Lors de l'inventaire des microhabitats, la présence d'espèces ou éléments remarquables a également été notée : par exemple la présence du lichen *Lobaria pulmonaria*, qui caractérise les forêts anciennes et souvent inféodé aux forêts matures, mais aussi les chiroptères (chauves-souris), fourmilières...

L'opérateur restait également attentif à toute faune ou flore particulière. Ces observations opportunistes avaient pour intérêt d'illustrer la biodiversité déjà présente dans l'îlot.

Le lichen Lobaria pulmonaria, un indicateur de forêts anciennes, observé ici dans l'îlot témoin d'Aubure

3.6.4 La durée de mise en œuvre et le matériel nécessaire

Sur le terrain, il est à noter que les agents du Parc étaient équipés de « tablette » de saisie, bien pratique pour visualiser les bordures des zones échantillon à expertiser. En effet les zones échantillon d'un hectare avaient été dessinées au préalable sur ordinateur, il était donc nécessaire, sur le terrain, d'être fidèle aux périmètres tracés sur SIG.

Pour la réalisation de ce protocole, il faut compter en moyenne une bonne journée de terrain par îlot en binôme, soit entre 8 et 12h selon l'emplacement de l'îlot (durée de route et marche d'approche comprises). Le temps de bureau (préparation, choix des îlots témoins et traitement de la données) est estimé à environ 4h par îlot.

Matériel nécessaire : compas forestier, chainette relascopique, décamètre, craie, jumelle, tablette de saisie, appareil photos.



*Inventaire des microhabitats dans l'îlot témoin exploité de la forêt communale du Bonhomme (68), secteur de la Tête des Faux.
Août 2019.*

4 Les résultats obtenus à T0

Les relevés sur les îlots de sénescence ont été réalisés par l'équipe du Parc naturel régional des Ballons des Vosges : de 2015 à 2018 avec 2 opérateurs (Kévin GOMAS, Fabien DUPONT) et ceux sur les îlots témoins gérés ont eu lieu en 2019 par un seul opérateur (Sophie PICOU) voire 2 occasionnellement.

L'échantillon présenté précédemment est composé de 16 îlots de sénescence et de 13 îlots témoins. Les résultats suivants constituent l'état 0 du suivi.

L'îlot de la commune de Tendon ne fait pas partie de l'échantillon d'analyse des microhabitats dans la mesure où il concerne une tourbière boisée à Pin et Epicéa : il ne s'agit donc pas d'une hêtraie sapinière.

Avant toute explication et interprétation des résultats, il y a également quelques précisions à apporter :

- La dernière date d'exploitation avant la mise en place de l'îlot de sénescence est parfois plus récente que la dernière exploitation dans l'îlot témoin choisi.... Cette donnée a bien entendu un impact sur les résultats.
- Les îlots de sénescence ont été désignés sur de « belles » parcelles, du point de vue *naturalité* avec présence de très gros bois etc. Ils abritent ainsi, à leur mise en place, une biodiversité spécifique a priori élevée.

Îlot témoin	Surface d'inventaire des microhabitats (ha)	Date de mise en place de l'îlot de sénescence	Date de dernière exploitation de l'îlot de sénescence (source : ONF)	Date de dernière exploitation de l'îlot témoin (source : ONF)
Aubure	1,04	2013	1994	1980 puis 1993
Ventron	1,13	2013	2011	p93 : 2002 puis 2011 / p94 : 2001 puis 2010
Le Bonhomme	1,02	2012	1996	2018
Grange-sur-Vologne	1,04	2013	2012	1998
Munster	1,04	2016	1998	2012
Rimbach-près-Guebwiller	1,04	2012	1982	2016
Bourbach-le-haut	0,93	2005	2004	2013
Masevaux	1,04	2005	2000	2015
Urbès	1	2005	< 2000	2015 puis 2017
Hérival	1	2013	2003	2013
Goldbach-Altenbach	1,04	2012	2010	2010
Muhlbach-près-Munster	1,33	2012	2010	2018
Bussang	1,01	2013	2005	2016 puis 2019

Le réseau pilote de suivi et les dernières dates de passage en coupe

4.1 Les résultats concernant les inventaires des microhabitats

Le tableau ci-dessus présente la densité (nombre d'arbres concernés de plus de 35 cm de diamètre / ha) de chaque type de microhabitats dans les îlots de sénescence (en vert) et leurs homologues gérés (« témoins ») :

Ilots étudiés (en vert : îlots de sénescence) et densité/ha d'arbres (diamètre > 35 cm) par type de microhabitats	Aubure	Aubure témoin	Bannes	Le Bonhomme	Le Bonhomme Témoin	Bourbach le Haut	Bourbach le Haut Témoin	Bussang	Bussang Témoin	Goldbach	Goldbach Témoin	Granges sur Vologne	Granges sur Vologne Témoin	Hérival	Hérival Témoin	Masevaux	Masevaux Témoin	Muhlbach	Muhlbach Témoin	Munster	Munster Témoin	Rimbach près Guebwiller	Rimbach près Guebwiller Témoin	Urbès	Urbès Témoin	Ventron	Ventron Témoin	Wasserbourg
Surface prospectée (en ha)	1,02	1,04	1,51	1,10	1,02	0,92	0,93	1,02	1,02	1,04	1,04	1,05	1,04	1,03	1,00	1,66	1,04	1,37	1,36	1,05	1,08	1,06	1,04	1,00	1,00	1,01	1,13	0,55
Arbre mort avec houppier	1,0							1,0												1,0		0,9						
10 à 25 % de branches mortes			1,3	21,8			1,1			1,9	1,9	1,9				2,4		0,7				2,8	1,0			1,0		
25 à 50 % de branches mortes				8,2					1,0	1,0								0,7	0,7			0,9						
Plus de 50 % de branches mortes		1,0		0,9														0,7	0,7							1,0		
Tête cassée		1,0	2,0	1,8	1,0		1,1	2,9		1,9		1,0		5,8		3,0	1,9	0,7					1,0		1,0	4,0	0,9	
Fourche cassée		1,0	0,7	5,5					1,0	1,0						0,6						1,9		3,0				
Au moins 5 rejets de tronc ou de souche	1,0			0,9	2,0	1,1						1,9		1,9		4,8		0,7	0,7				1,0		1,0	1,0		
1 ou 2 polypores	9,8	1,0	3,3	7,3	1,0	2,2	6,5	2,0	1,0	3,8	4,8	1,9	1,0	4,9	4,0	6,0	1,9	3,6	1,5	1,9		7,5	3,8	5,0	2,0	5,0	5,3	12,7
Plus de 3 polypores	4,9	9,6	4,0	6,4	2,0	3,3	2,2	3,9	1,0	5,8	2,9			2,9	7,0	5,4		1,5	0,7	1,0	1,9	18,9	3,8			3,0	1,8	9,1
Cascade de polypore		7,7		0,9		1,1	1,1	1,0	1,0	1,9	1,9			1,0	4,0	1,8		0,7	2,2		3,7	7,5	4,8		1,0	1,0	2,7	
Trou de pic		1,0	6,6	6,4		1,1	2,2			4,8	1,0	2,9		3,9	4,0	6,6	3,8	1,5	2,9	1,0		7,5						1,8
Cavité naturelle	7,8	13,4		4,5		12,0	3,2			11,5	2,9	1,9		1,9	3,0	3,0	1,0	11,7	2,2	1,0	0,9	37,7		9,0	3,0	4,0		1,8
Cavités de pics en chaîne										1,0					2,0	1,2				1,0								
Grande cavité de pied		1,0				7,6	2,2			1,9	2,9		1,0		1,0	3,0	1,0	1,5	3,7			17,0	1,9	3,0	4,0	6,9	1,8	3,6
Grande cavité de pied avec terreau		1,9	1,3	0,9		2,2	1,1	3,9	2,0	13,5	1,0	2,9	1,9	1,0		3,0		2,2	0,7		0,9	17,9	6,7	2,0		1,0	1,8	
Fente due à la foudre															1,0	1,2										1,0		
Autre fente	2,9	2,9	4,0	16,4		2,2	1,1	2,0		7,7	2,9	1,0	1,0	1,9		3,0	1,9	10,2	0,7			20,8	9,6	7,0	1,0	4,0		3,6
Ecorce déhiscente			6,0	0,9			1,1			5,8			1,0			0,6			1,5		0,9		1,0		1,0		0,9	

Ilots étudiés (en vert : îlots de sénescence) et densité/ha d'arbres (diamètre > 35 cm) par type de microhabitats	Aubure	Aubure témoin	Bannes	Le Bonhomme	Le Bonhomme Témoin	Bourbach le Haut	Bourbach le Haut Témoin	Bussang	Bussang Témoin	Goldbach	Goldbach Témoin	Granges sur Vologne	Granges sur Vologne Témoin	Hérival	Hérival Témoin	Masevaux	Masevaux Témoin	Muhlbach	Muhlbach Témoin	Munster	Munster Témoin	Rimbach près Guebwiller	Rimbach près Guebwiller Témoin	Urbès	Urbès Témoin	Ventron	Ventron Témoin	Wasserbourg
Ecorce déhiscente avec pourriture						2,2		1,0												0,9								
Absence d'écorce	21,6	3,8	11,3	18,2	2,9	31,5	6,5	5,9	9,8	40,4	6,7	9,5	8,7	9,7	7,0	9,6	18,3	14,6	22,1	21,9	4,6	22,6	14,4	22,0	2,0	9,9	8,0	12,7
Eclatement noir de l'écorce			7,3	0,9			1,1	2,0	2,0		1,9	2,9	2,9	4,9	3,0	6,6	1,9	9,5	11,0	10,5	3,7	0,9		1,0		1,0		1,8
Blessure récente						2,2	1,1			1,9	1,0							0,7	0,7			1,9		2,0				
Chancre	4,9	1,0	4,0	2,7		1,1	1,1	5,9		5,8		1,9	1,0	1,9		4,2	1,9	1,5		5,7		10,4	1,0	1,0	1,0	3,0		
Balai de sorcière ou brogne								1,0							1,0	0,6		0,7	2,2			0,9				1,0		
Coulée de résine fraîche			2,6	11,8	12,8	1,1	3,2	1,0	2,0			1,0	1,9	2,9		2,4	1,0		8,1	1,0	2,8	23,6		1,0	1,0	4,0	0,9	1,8
Faible coulée de résine		1,0			2,0		3,2		2,0								1,0		4,4		0,9	0,9			1,0		2,7	
50 % de la surface recouverte par des bryophytes	117,6	19,2	39,1	3		15,2	32,3	27,5	45,0	26,0	2,9	2	17,3	37,9	28,0	10,8	2,9	6,6	9,6	86,7	1,9	6,6		7,0	2,0	16,8	24,8	2
50 % de la surface recouverte par du lierre														8,7	4,0													1,8
Présence de <i>Lobaria pulmonaria</i>	1,0	6,7				2,2	15,1			22,1	6,7					0,6						22,6	5,8	1,0	8,0	3,0		
Fourmillières			0,7				1,1						1,9			1,2												
Présence de chiroptères avérée																												

En moyenne, on obtient ainsi les densités indiquées ci-dessous pour chaque type de microhabitats étudiés :

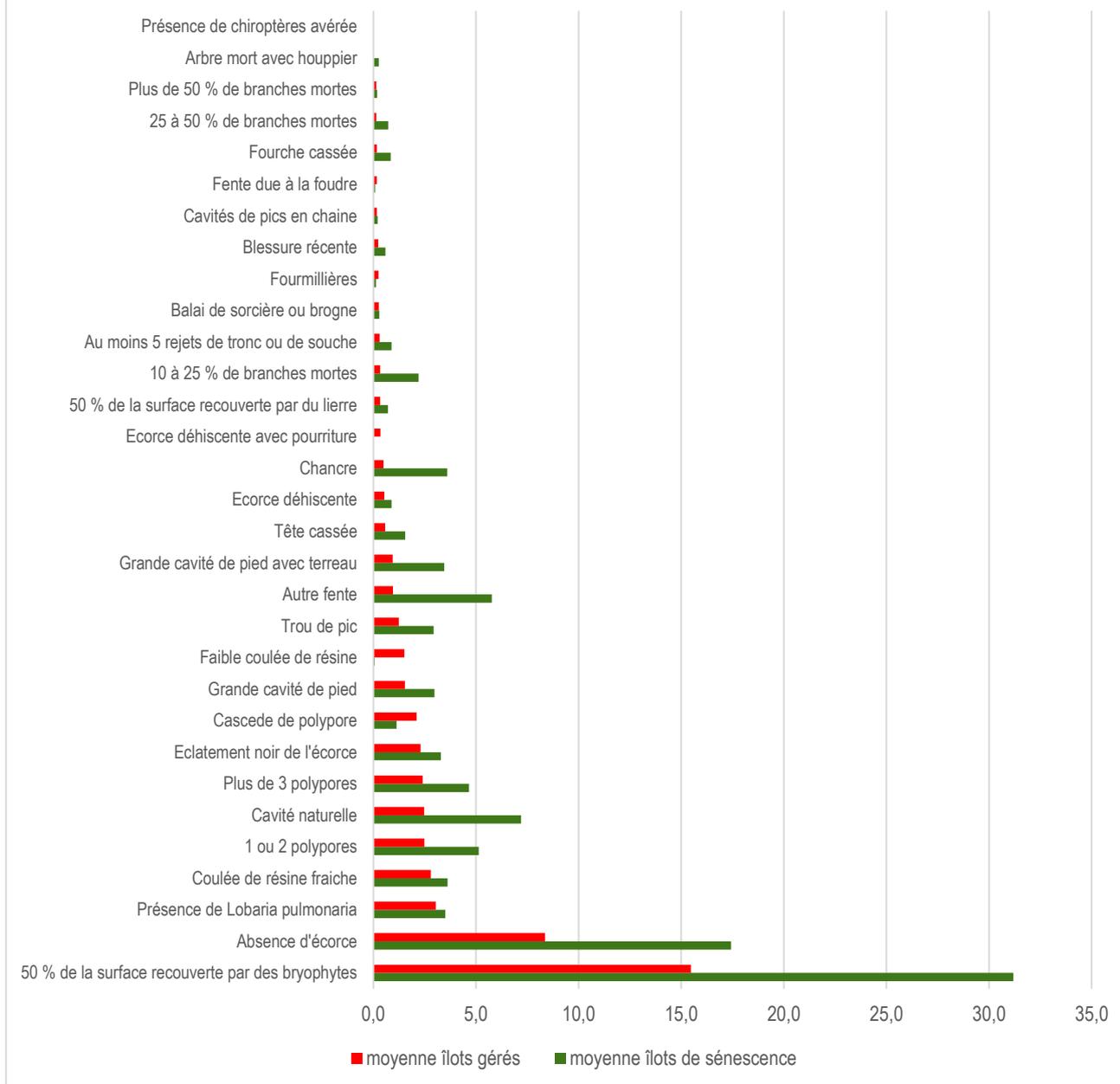
Type de microhabitats	Densité moyenne / ha dans les îlots de sénescence	Densité moyenne / ha dans les îlots gérés
Ecorce déhiscente avec pourriture	0	0,3
Présence de chiroptères avérée	0	0
Faible coulée de résine	0,1	1,5
Fourmillières	0,1	0,2
Fente due à la foudre	0,1	0,2
Cavités de pics en chaîne	0,2	0,2
Plus de 50 % de branches mortes	0,2	0,1
Balai de sorcière ou brogne	0,3	0,3
Arbre mort avec houppier	0,3	0
Blessure récente	0,6	0,2
50 % de la surface recouverte par du lierre	0,7	0,3
25 à 50 % de branches mortes	0,7	0,1
Fourche cassée	0,8	0,2
Ecorce déhiscente	0,9	0,5
Au moins 5 rejets de tronc ou de souche	0,9	0,3
Cascade de polypore	1,1	2,1
Tête cassée	1,5	0,6
10 à 25 % de branches mortes	2,2	0,3
Trou de pic	2,9	1,2
Grande cavité de pied	3,0	1,5
Eclatement noir de l'écorce	3,3	2,3
Grande cavité de pied avec terreau	3,4	0,9
Présence de <i>Lobaria pulmonaria</i>	3,5	3,0
Coulée de résine fraîche	3,6	2,8
Chancre	3,6	0,5
Plus de 3 polypores	4,7	2,4
1 ou 2 polypores	5,1	2,5
Autre fente	5,8	1,0
Cavité naturelle	7,2	2,5
Absence d'écorce	17,4	8,4
50 % de la surface recouverte par des bryophytes	31,2	15,5

Densité / ha de différents microhabitats dans des hêtraies sapinières gérées ou en îlots de sénescence des sites natura 2000 du Parc naturel régional des Ballons des Vosges

On constate que pratiquement tous les types de microhabitats sont beaucoup plus denses dans les îlots de sénescence, mis à part les « faibles coulées de résine ». Ces coulées sont relevées dans 9 îlots gérés sur 12 étudiés, soit 75% des sites étudiés, contre 1 seul îlot de sénescence sur 15 (6,7 %). Toutefois un autre microhabitat proche, intitulé « coulée de résine fraîche », a été relevé de manière à peu près équivalente en général : il est possible que des confusions aient eu lieu par rapport à ces 2 appellations très proches.

Le graphique ci-dessous présente de manière schématique ces densités moyennes par ha dans les 2 réseaux étudiés :

Densité moyenne (/ha) des types de microhabitats dans les 2 réseaux étudiés



Les microhabitats les plus fréquents dans le réseau d'îlots de sénescence étudiés sont les arbres recouverts de bryophytes (mousses) avec 31 arbres / ha, puis les absences d'écorce (17,4/ha) et enfin les cavités réputées naturelles (7,2/ha).

Types de microhabitats	Densité moyenne / ha dans les îlots de sénescence
50 % de la surface recouverte par des bryophytes	31,2
Absence d'écorce	17,4
Cavité naturelle	7,2
Autre fente	5,8
1 ou 2 polypores	5,1
Plus de 3 polypores	4,7

Dans le réseau de forêts gérées, on retrouve en 1^{er} ces arbres couverts de mousses et les absences d'écorce, mais avec des densités moindres, près de 2 fois inférieures par rapport au réseau d'îlots. Viennent ensuite des arbres porteurs du lichen *Lobaria pulmonaria* (3/ha en forêt gérée, 3,5/ha en îlot de sénescence) puis les coulées de résine fraîche (2,8/ha, contre 3,6/ha en îlots de sénescence).

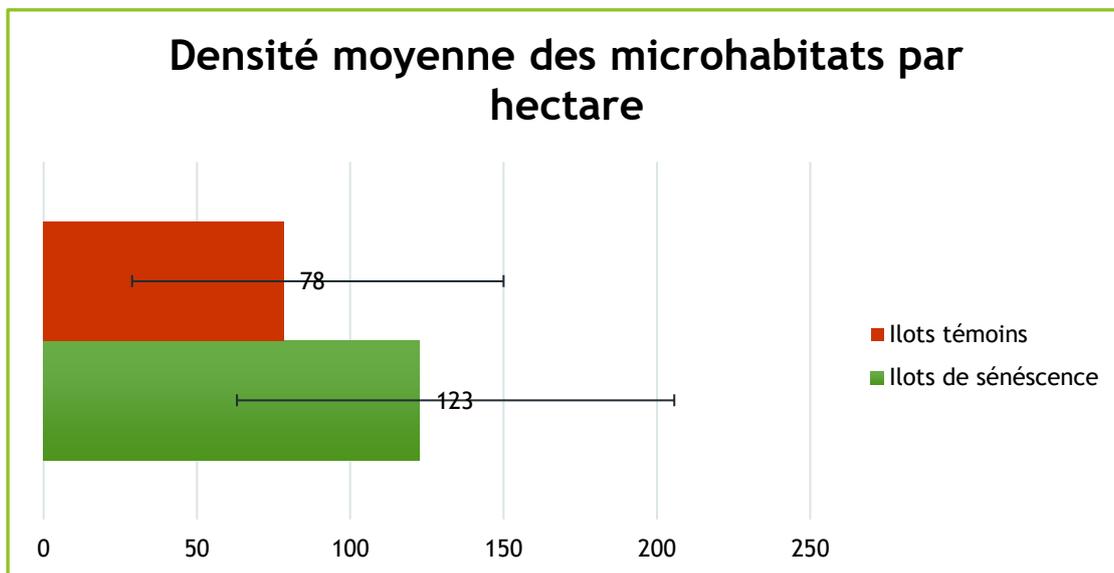
Types de microhabitats	Densité moyenne / ha dans les îlots témoins gérés
50 % de la surface recouverte par des bryophytes	15,5
Absence d'écorce	8,4
Présence de <i>Lobaria pulmonaria</i>	3,0
Coulée de résine fraîche	2,8

Les cavités naturelles, susceptibles d'accueillir des oiseaux forestiers notamment des oiseaux d'intérêt communautaire comme les Pics noirs ou Chouettes de montagne, ont une densité moyenne de 2,5 arbres / ha en forêt gérée, et 7,2 en îlots de sénescence.

Avec une densité près de 3 fois plus forte en cavité naturelle, ces îlots de sénescence ont une capacité d'accueil des oiseaux d'intérêt communautaire beaucoup plus forte et montrent ainsi tout leur intérêt par rapport aux objectifs du réseau natura 2000.

4.2 L'analyse des résultats concernant les microhabitats

4.2.1 La densité de microhabitats dans les hêtraies sapinières et le lien avec la dernière date d'exploitation



On note en moyenne 123 microhabitats / ha en îlot de sénescence, contre 78 en moyenne dans les forêts gérées, soit une **densité de microhabitats** – tous types confondus - **1,6 fois plus élevée dans les îlots de sénescence** que dans le réseau témoin.

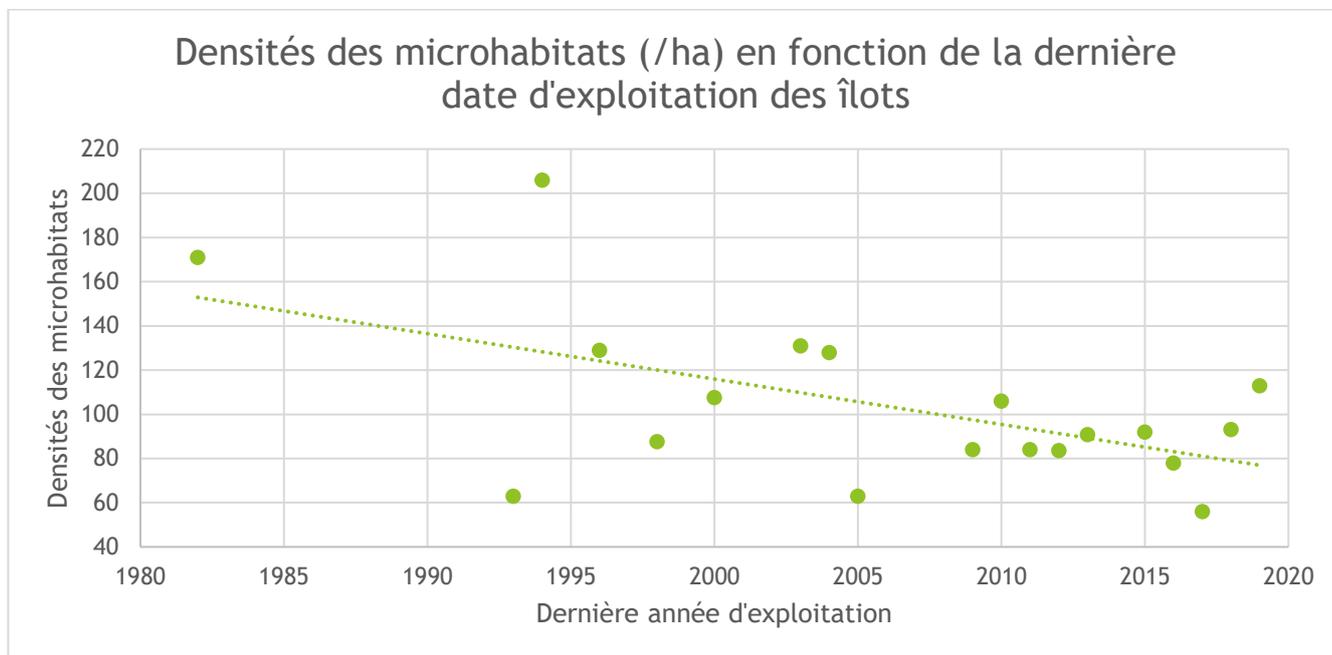
Dans une étude récente sur des hêtraies sapinières pyrénéennes « anciennes » (SAVOIE JM. & al, 2008-2011), les auteurs estimaient le nombre total de microhabitats à une centaine en moyenne par hectare (types de microhabitats à peu près similaires à ceux utilisés dans notre étude)

Réseau d'ilots de sénescence	Densité moyenne de microhabitats / ha
Aubure	206
Rimbach près Guebwiller	171
Goldbach	157
Munster	147
Bannes	132
Hérival	131
Le Bonhomme	129
Bourbach le Haut	128
Masevaux	124
Granges sur Vologne	109
Muhlbach	91
Urbès	91
Wasserbourg	84
Ventron	77
Bussang	63
MOYENNE	123

Réseau de forêt gérées	Densité moyenne de microhabitats / ha
Muhlbach Témoin	150
Bussang Témoin	113
Hérival Témoin	101
Masevaux Témoin	92
Ventron Témoin	91
Bourbach le Haut Témoin	81
Rimbach près Guebwiller Témoin	78
Goldbach Témoin	70
Aubure Témoin	63
Munster Témoin	58
Urbès Témoin	56
Le Bonhomme Témoin	36
Granges sur Vologne Témoin	29
MOYENNE	78

Les tableaux précédents présentent les résultats moyens par îlot, dans les deux réseaux étudiés. Pour les îlots de sénescence, ceux d'Aubure et de Rimbach près Guebwiller arrivent « en tête », alors que ce sont Muhlbach-sur-Munster et dans une moindre mesure Bussang, pour les forêts gérées.

Concernant la remarque préalable du lien existant a priori entre naturalité et densité de microhabitats, nous avons testé un lien possible entre cette densité et l'année de la dernière exploitation sylvicole :

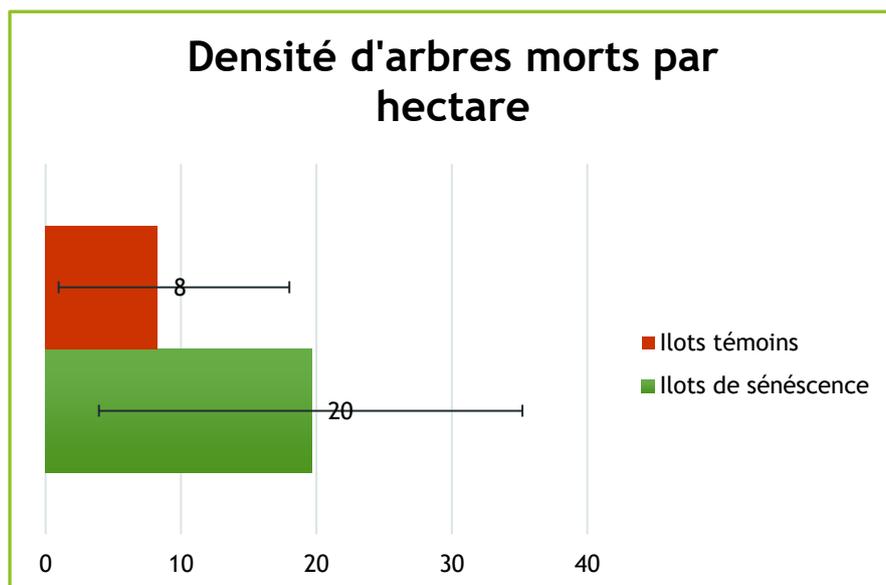


Le graphe ci-dessus met ainsi en relation la dernière date d'exploitation de tous les îlots, gérés ou en sénescence, et la densité de microhabitats / ha. Comme plusieurs îlots de sénescence ou témoin de notre échantillon présentaient la même date de dernière exploitation, nous avons opéré une moyenne des densités de microhabitats par hectare pour les îlots concernés, de sorte à n'avoir qu'une valeur de densité de microhabitats par année.

Le graphique ainsi obtenu semble en effet mettre en évidence une relation linéaire entre la densité des microhabitats et la dernière date d'exploitation. Notre hypothèse est donc validée pour cet échantillon mais mériterait bien sûr d'être confortée par un échantillon plus large.

On s'interroge toutefois sur 2 points relativement excentrés par rapport à la droite de régression : le point de 1993 plutôt vers le bas concerne l'îlot témoin géré de la forêt communale d'Aubure (63 microhabitats/ha) et celui plus haut de 1994 correspond également à Aubure.... Toutefois nous n'avons pas d'explication de cette grande différence entre ces 2 parcelles de forêts pourtant proches et non exploitées depuis de nombreuses années.

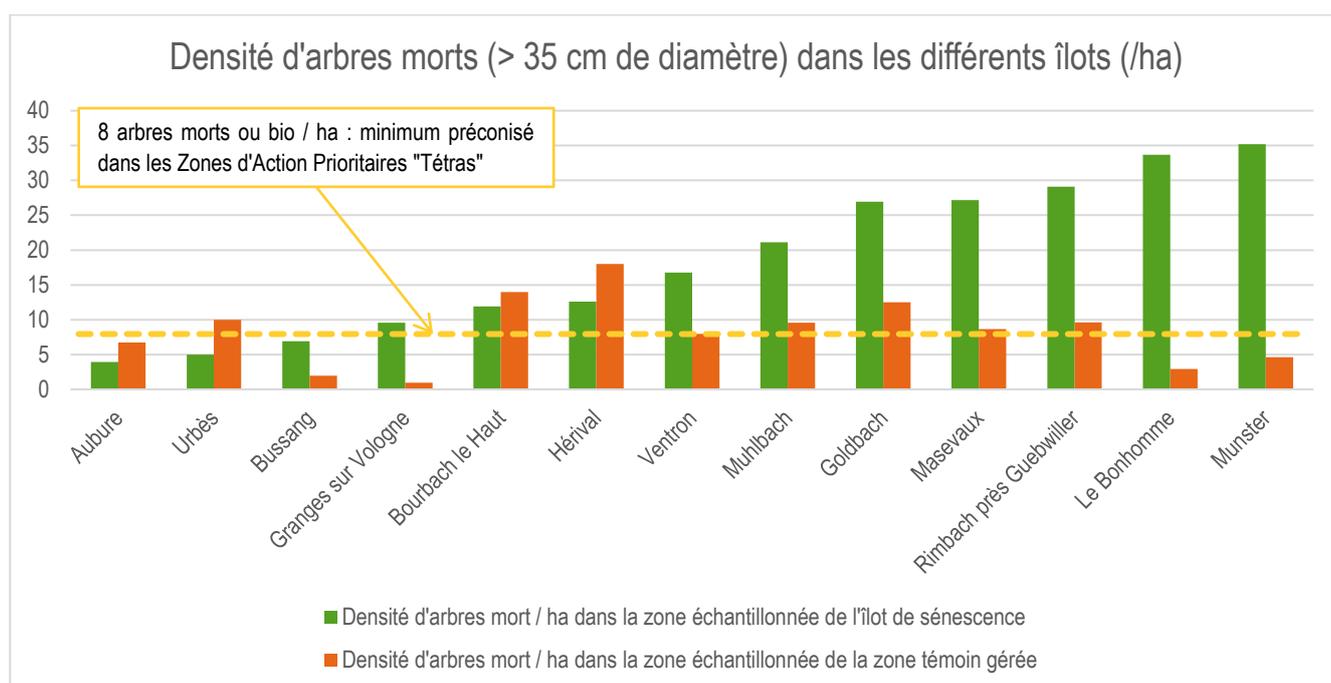
4.2.2 La densité de bois morts (> 35 cm. de diamètre)



Il y a en moyenne 2,5 fois plus de bois morts (arbres > 35 cm de diamètre) à l'hectare dans les îlots de sénescence que dans les îlots témoins.

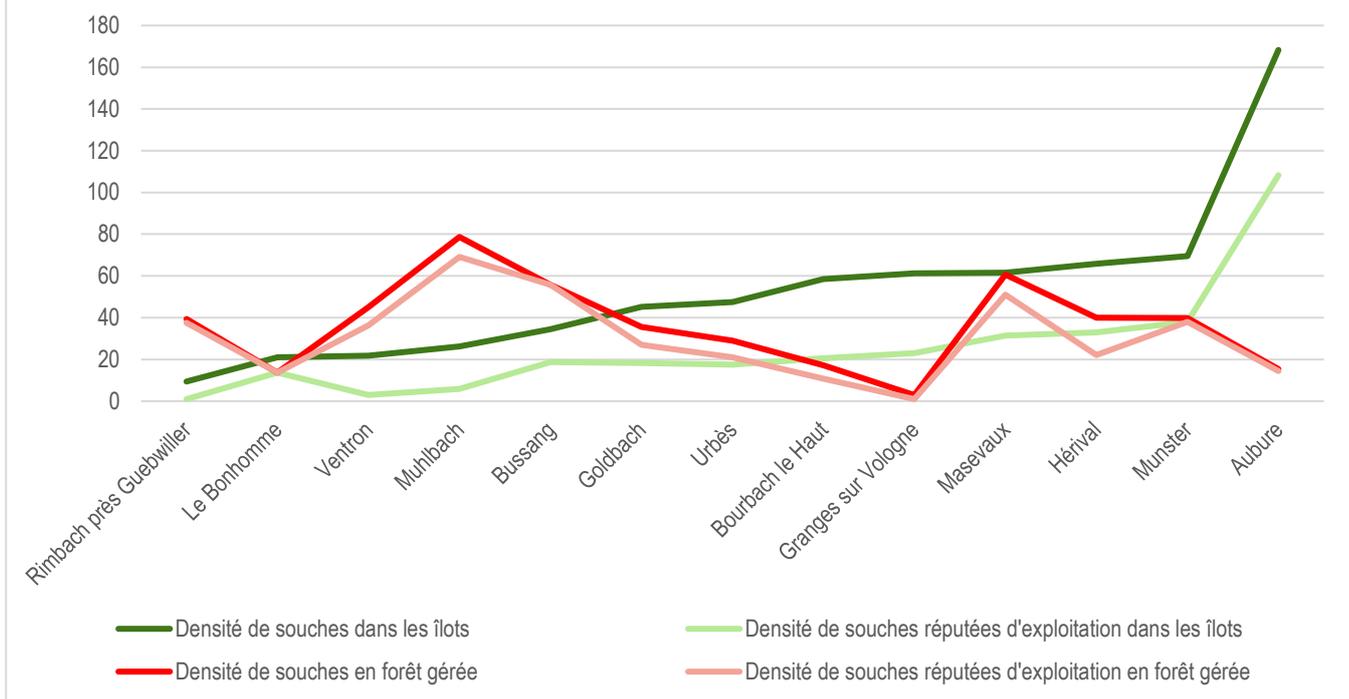
Toutefois, une moyenne de 8 arbres morts à l'hectare en forêt exploitée est tout à fait correcte. Précisons que dans le document d'objectifs Natura 2000, il est d'ailleurs préconisé de conserver **au minimum 5 arbres « bio » ou morts par hectare (+ au moins 3 en zone de présence du Grand tétras : les « Zones d'Actions Prioritaires »)**.

Les îlots de Munster et du Bonhomme sont les plus riches en bois morts (34 à 35 !). Côté gestion, ce sont Goldbach, Hérival et Bourbach le Haut qui arrivent en tête (13 à 18 arbres morts / ha).



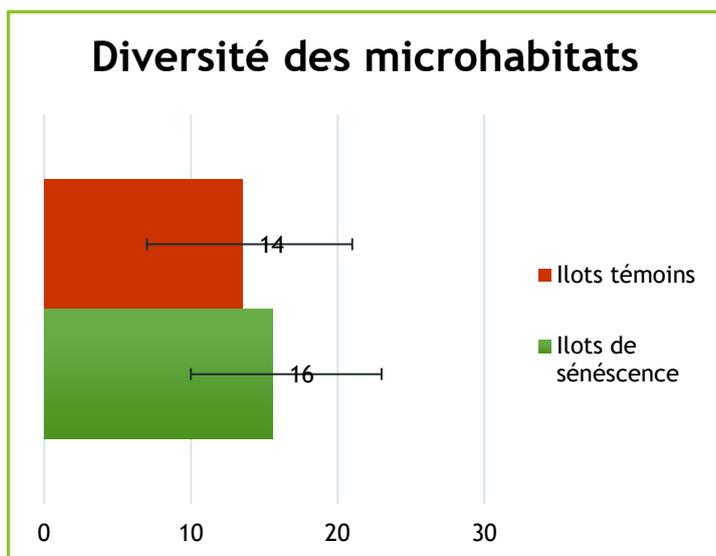
En ce qui concerne les souches, les îlots en abritent en moyenne 1,4 fois plus avec 53 souches / ha au lieu de 36 / ha en forêt gérée. Dans le cas des forêts gérées, la très grande majorité des souches (80%) est logiquement des souches d'exploitation, alors que dans les îlots, ce pourcentage est de 44%.

Densité de souches / ha et origine de ces souches dans les 2 réseaux d'îlots étudiés

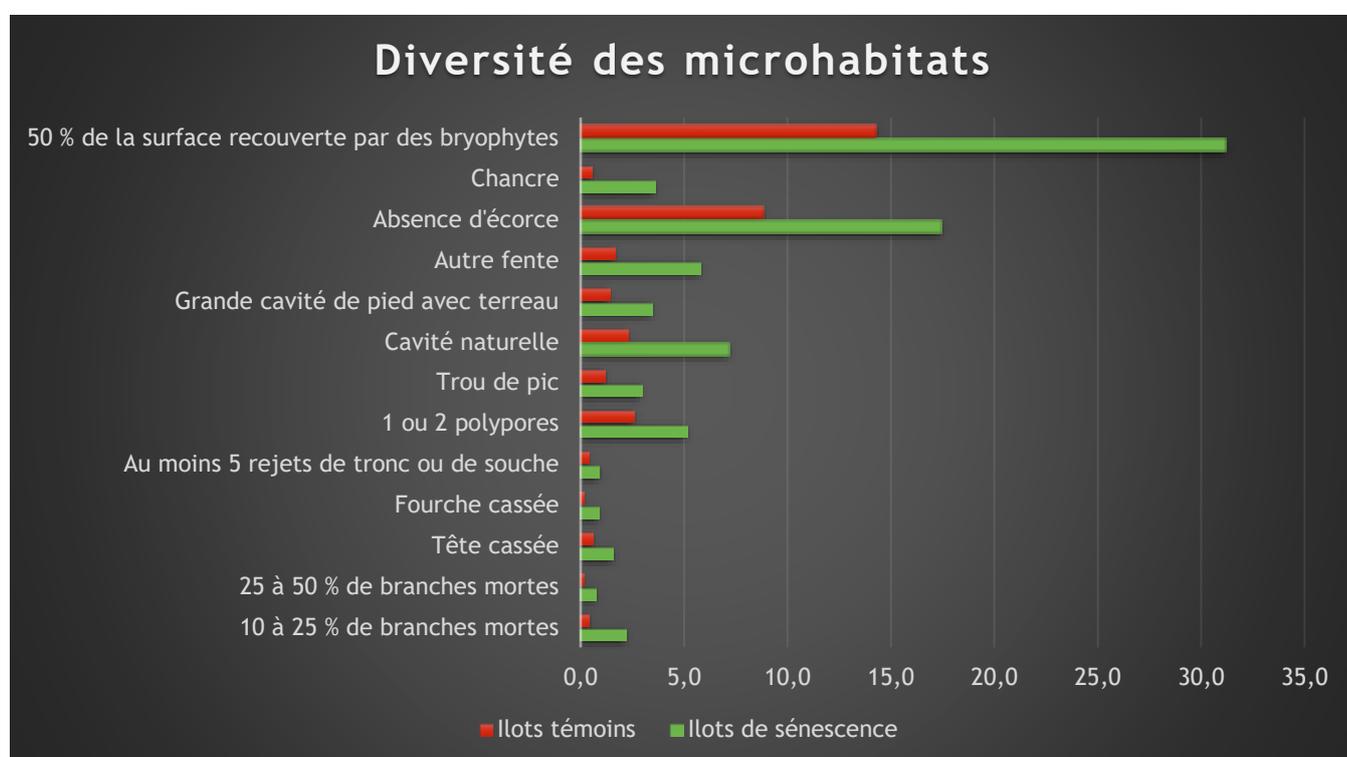


Les îlots de sénescence sont 2,5 fois plus riches en bois morts. Ici à Goldbach

4.2.3 La diversité des types de microhabitats



Avec 14 à 16 types de microhabitats, on observe une diversité moyenne des microhabitats assez similaire entre îlots de sénescence et îlots témoin gérés des sites natura 2000.



Types de microhabitats avec une densité au moins 2 fois plus forte dans le réseau d'îlots de sénescence

Certains microhabitats semblent spécifiques aux forêts sénescentes. Le graphe ci-dessus présente un zoom sur les microhabitats caractéristiques des îlots de sénescence dans lesquels ils sont **au moins deux fois plus présents qu'en forêt exploitée**.

Il s'agit par exemple de cavités naturelles et trous favorables aux Pics et petites Chouettes de montagne. On peut également citer la présence de branches mortes, de fentes ou l'absence d'écorces qui sont favorables à des insectes spécifiques ou encore pouvant servir de refuge aux chiroptères, mais aussi des arbres « à champignons ».

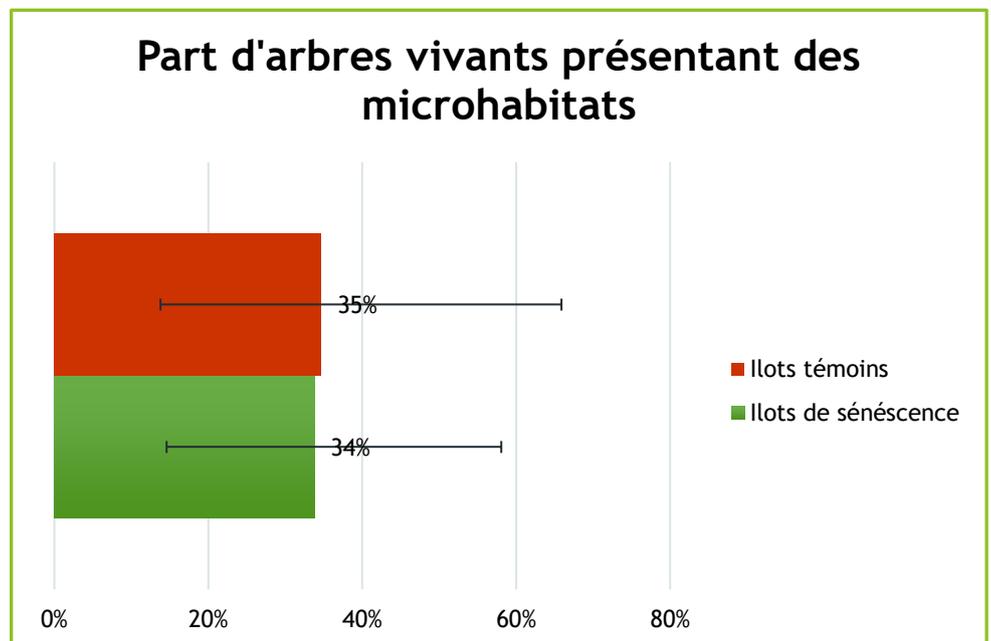


Les polypores sont deux fois plus présents dans les îlots de sénescence. Ici un amadou de taille plutôt impressionnante, en forêt domaniale de Hérival

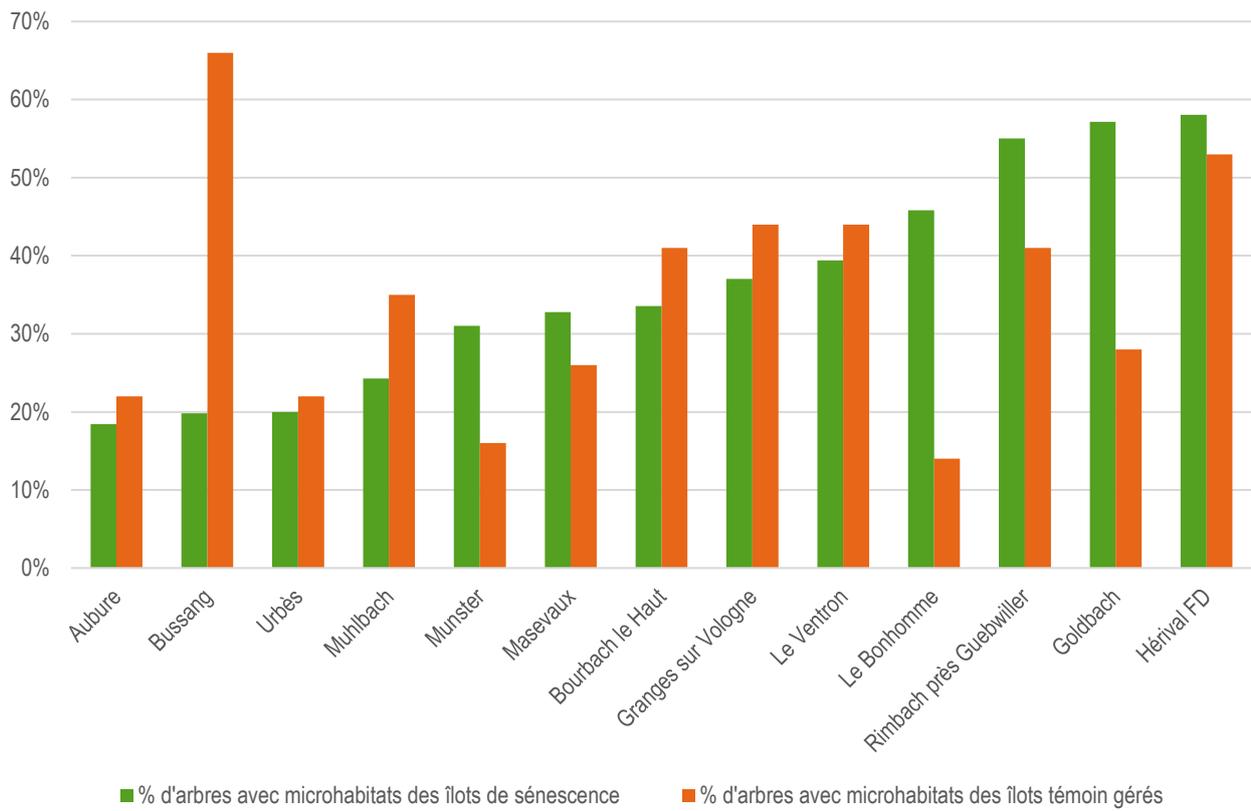
4.2.4 La part d'arbres vivants présentant des microhabitats

La part MOYENNE d'arbres vivants présentant des microhabitats est sensiblement la même pour les îlots de sénescence et pour les îlots témoins.

Sur le graphe page suivante, on voit que de nombreuses paires étudiées présentent en effet une certaine similitude. Quelques différences notables sont observées sur Bussang, Munster, Goldbach ou encore Le Bonhomme.



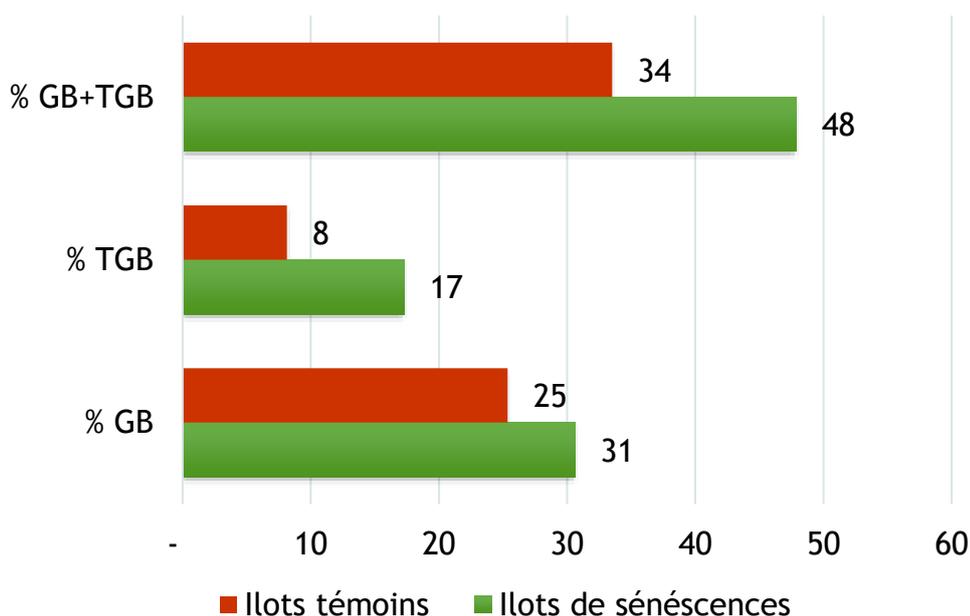
Part d'arbres VIVANTS avec des microhabitats : comparaison du réseau d'îlot de sénescence et de celui des forêts gérées



Un chancre (forêt communale de Bussang)

4.2.5 La richesse en gros et très gros bois

Part de gros et très gros bois à l'hectare

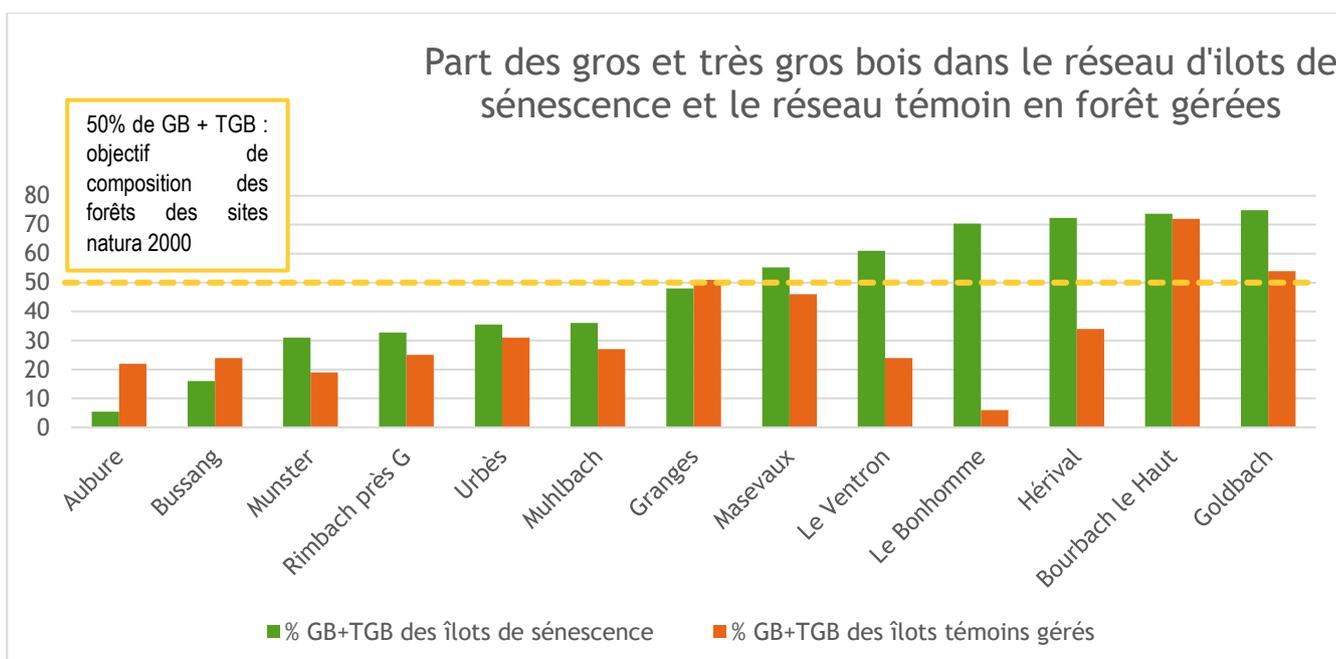


Il y a plus de deux fois plus de Très Gros Bois² dans les îlots de sénescence que dans les îlots témoins.

Dans les îlots témoins étudiés, l'îlot de Bourbach-le-Haut fait exception en termes de Gros et Très Gros Bois avec une part atteignant 72% du peuplement ! Ensuite dans tous les îlots témoins il y a moins de 54% de gros et très gros bois. En parallèle, il y a 4 îlots de sénescence qui en possède plus de 70%.

Les îlots de sénescence sont donc beaucoup plus riches en arbres de gros diamètre. Soulignons qu'ils atteignent l'objectif de composition indiqué dans les documents d'objectifs en vigueur, lesquels préconisent des forêts composées de 15% de Très Gros Bois + 35% de Gros bois (à l'étage montagnard).

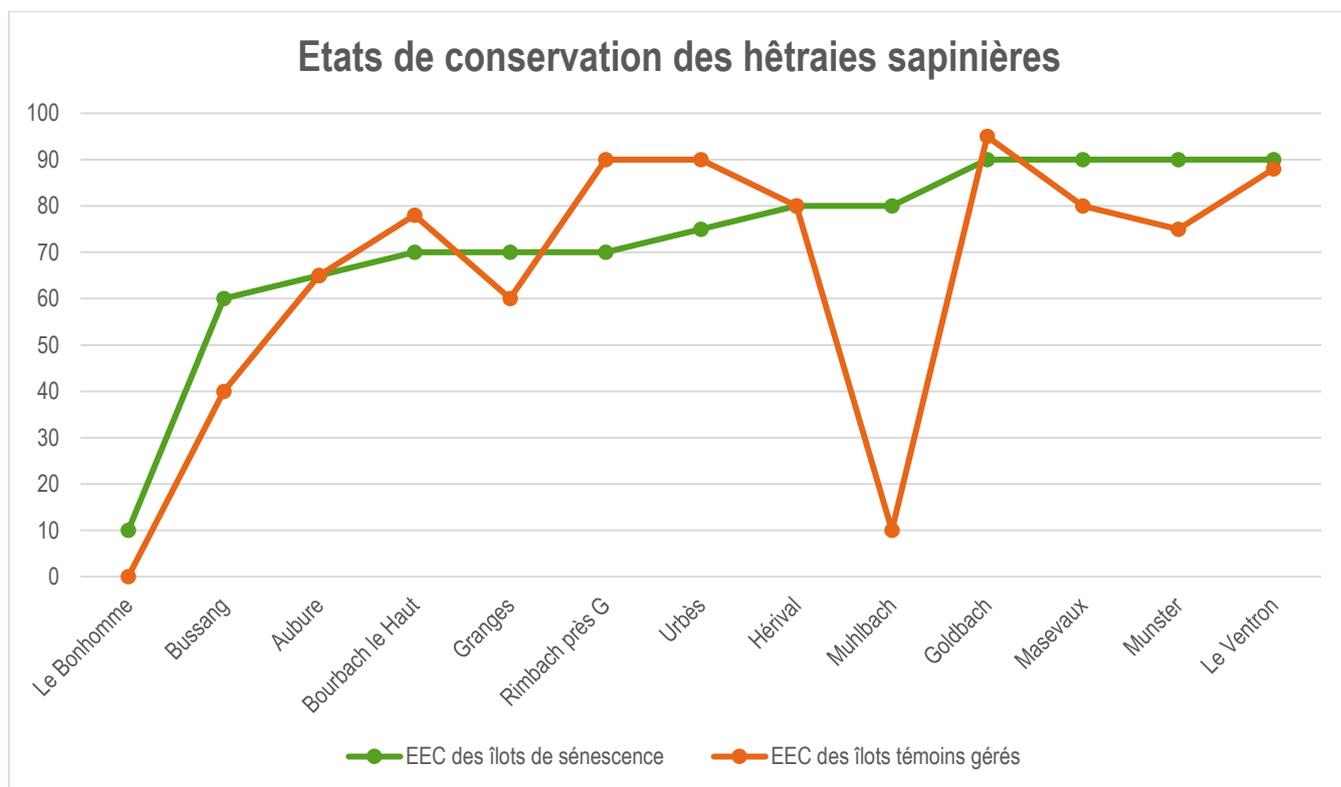
Part des gros et très gros bois dans le réseau d'îlots de sénescence et le réseau témoin en forêt gérées



² Très Gros Bois (TGB) : bois de plus de 67,5 cm de diamètre - Gros Bois (GB) : bois de diamètre compris entre 47,5 et 67,5 cm

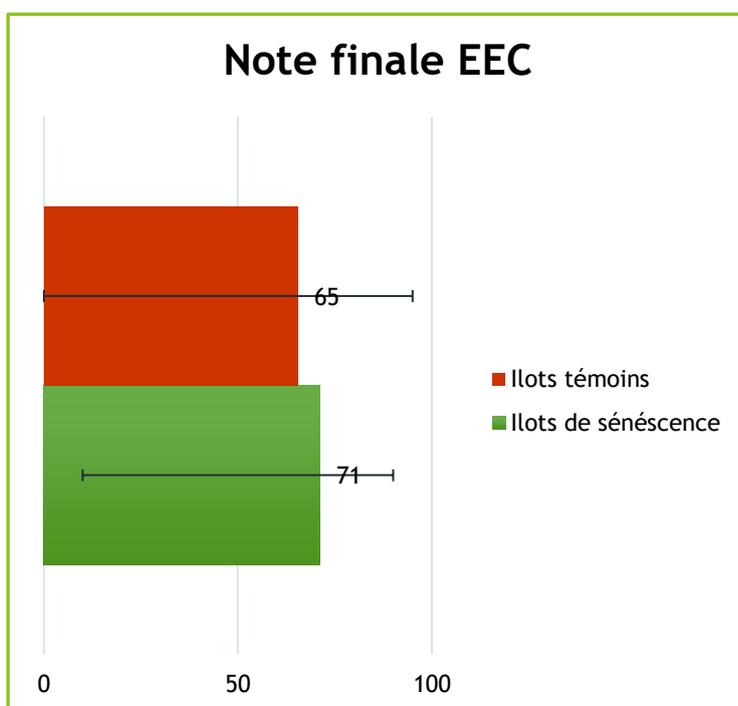
4.3 Les résultats concernant les « états de conservation »

L'évaluation de l'état de conservation donne des notes moyennes relativement proches entre îlots de sénescence et leurs homologues gérés.



Un écart plus important est noté dans le cas de la forêt communale de Muhlbach sur Munster, dans ce secteur étudié au-dessus du lac de Schiessrothried : l'îlot témoin géré est en effet déficitaire en très gros bois et riche en épicéa.

Ce résultat n'est pas très surprenant dans la mesure où cet indicateur réagit de manière prioritaire à la composition dendrologique, c'est-à-dire aux types d'essences dominantes. Or toutes ces hêtraies sapinières étudiées sont dominées par les essences considérées aujourd'hui comme autochtones, à savoir sapin et hêtre. Les îlots étudiés du Bonhomme (forêt globalement très enrésinée) ou de Muhlbach sont de ce fait particulièrement discriminés.



4.4 L'Indice de Biodiversité Potentielle

L'ensemble des éléments nécessaires au calcul de cet indicateur a été récolté sur le terrain mais n'a pu faire l'objet de valorisation faute de temps.

4.5 Les relevés phytosociologiques

Mis à part en forêt de Bannes où nous n'avons pu eu le temps de nous rendre, l'ensemble des relevés phytosociologiques a été réalisé dans le réseau d'îlot de sénescence. Les résultats sont présentés dans les tableaux en annexe 4.

5 Discussions

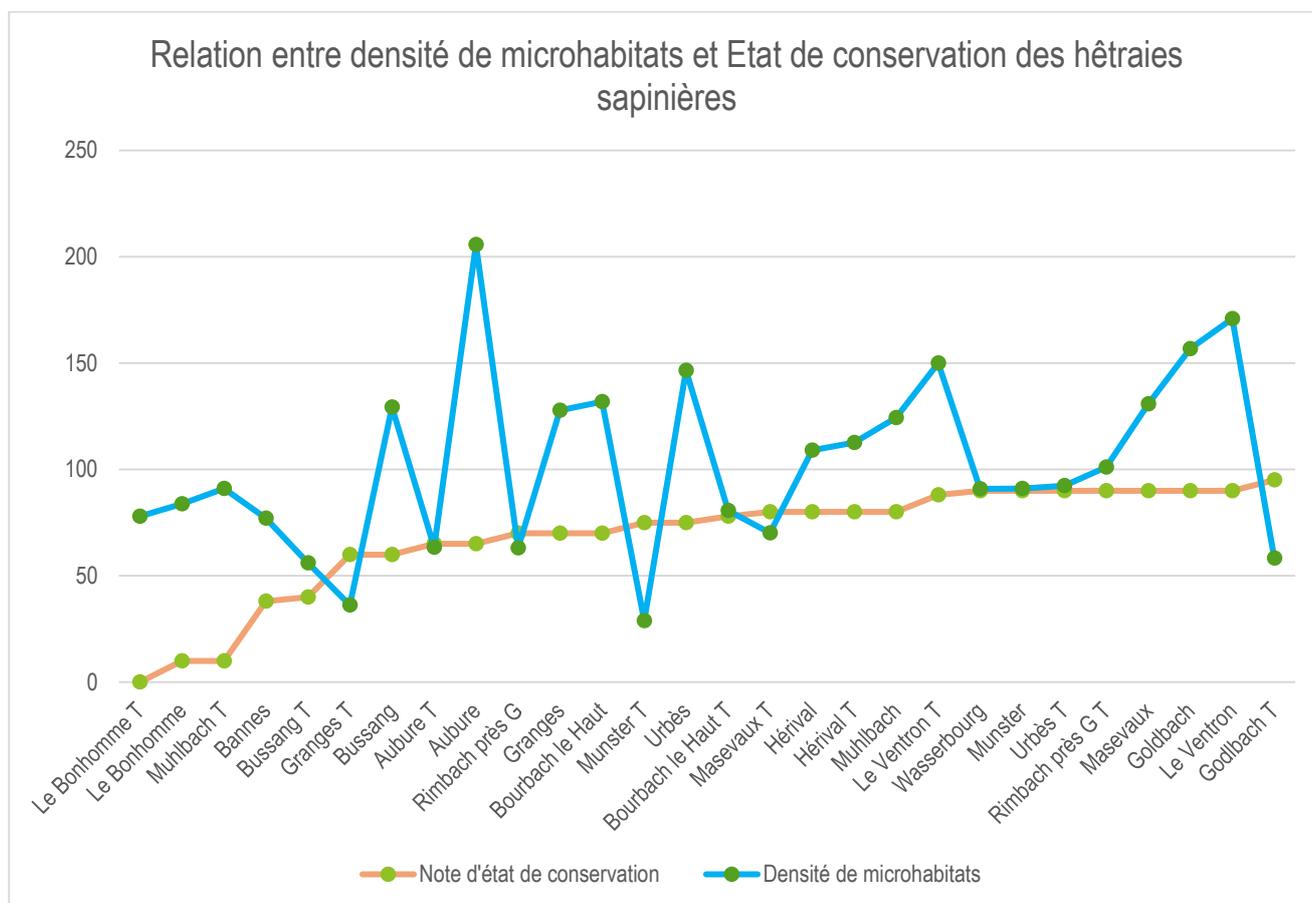
Concernant les résultats en termes de densité de microhabitats, les chiffres produits nous amènent à se questionner sur les objectifs des docobs (documents d'objectifs) natura 2000 pour ce qui relève du nombre plancher d'arbres « bios » (à vocation biologique) à conserver / ha.

En effet dans les documents en vigueur, on préconise un objectif minimum de 5 arbres « bio » ou morts par hectare (+ au moins 3 en zone de présence du Grand tétras : les « Zones d'Actions Prioritaires »).

Or le réseau de forêts gérées étudié affiche déjà un nombre moyen de 8 arbres morts /ha, 60% des échantillons de forêts gérées en abrite plus que 8 et 77% plus de 5. Sans compter les 78 arbres /ha qui abritent au moins un microhabitat / ha (s'agit-il d'arbres « bios » ?) : un arbre « bio » pourrait rapidement être désigné comme tel et gratifié d'un triangle bleu visible afin d'être conservé lors des martelages à venir, parce qu'il abrite une cavité de pied, une loge de pic, beaucoup de mousses ou des coulées de sève... A ce rythme on dépasse rapidement le plancher fixé... A la lumière de ces résultats, la question de repreciser ces objectifs peut être soulevée.

Bien entendu on peut également se féliciter de tels chiffres dans le réseau de sites natura 2000 : les objectifs des docobs sont vraisemblablement atteints, comme le montrait l'étude réalisée par le Parc en 2015 sur les états de conservation³ (Parc naturel régional des Ballons des Vosges, 2017). Des études complémentaires comparant un réseau de forêt de montagne *hors natura 2000* pourrait conforter cette hypothèse.

D'autre part on constate qu'il n'existe pas de lien linéaire entre la densité de microhabitats *tous types confondus* et l'état de conservation évalué. Comme expliqué précédemment, ce résultat est certainement lié au poids donné au critère « composition dendrologique » dans la méthodologie utilisée.



³ Ces résultats ne concernent toutefois pas l'équilibre forêt gibier, qui continue lui de se dégrader...

7 Les conclusions et les perspectives

Le protocole mis en place sur 2016 – 2017 sur le réseau de 16 îlots a permis de montrer que les îlots de sénescence sont près de 2 fois plus riches en microhabitats que les forêts gérées des sites Natura 2000 des Hautes Vosges. En moyenne ils abritent ainsi près de 123 microhabitats / ha contre 78 en forêts gérée.

Cela vient notamment du fait qu'ils sont plus riches en arbres vivants, plus riches en arbres morts, mais également plus riches en très gros bois.

La diversité en microhabitats des îlots est à peine plus élevée que dans les forêts gérées. On observe toutefois des microhabitats spécifiques, liés à la sénescence du bois, tels que les cavités naturelles, les décollements d'écorce, les champignons, les trous de pics ou encore la présence de branches mortes.

Cet état zéro permettra également d'étudier, dans le temps, l'évolution de cet indicateur : les îlots vont-ils encore s'enrichir ? certains types vont-ils apparaître ? etc. Un pas de temps d'au moins 10 ans est proposé pour la mise en place d'un nouveau suivi.

De manière à rendre compte de façon encore plus précise de l'intérêt de ces îlots dans la biodiversité, il est également proposé, pour les années futures, d'engager des expertises complémentaires sur des groupes taxonomiques qui risquent de réagir assez fortement à l'arrêt de l'exploitation sylvicole dans les îlots. L'idée est également d'approfondir la connaissance sur la faune ou la flore locale ainsi que leur réaction au vieillissement des forêts.

De nombreuses études ont été réalisées pour identifier les meilleurs indicateurs biologiques. Par exemple les plantes vasculaires, bryophytes et lichens sont indicatrices de la disponibilité des ressources ou de vieilles forêts. Plus spécifiquement les lichens sont sensibles à l'intervention humaine, sensibles au changement de l'environnement forestier, également très sensible à la pollution atmosphérique, ils sont de très bons indicateurs de qualité de l'air. Les Syrphes sont de très bons indicateurs d'intégrité écologique. Ou encore certaines espèces de chauve-souris sont indicatrices d'un environnement de qualité.⁴

Nous avons choisi de travailler sur les insectes saproxyliques car ce sont d'excellents indicateurs de la biodiversité en zone boisée et sénescence, des études sont en cours sur la RNN du Frankenthal-Misshemle et sur les Réserves Biologiques Intégrales du Lac Blanc et de Guebwiller, de plus, une étude a récemment été réalisée dans le PNR des Vosges du nord de 2014 à 2016. Cela permettra ainsi d'enrichir la connaissance de l'entomofaune sur le massif des Vosges et de comparer les différents résultats en prenant les précautions nécessaires.

Ainsi sous réserve de financement, il est proposé de mettre en place, à partir de 2021, de telles expertises les coléoptères saproxyliques. Cela permettra d'établir un état zéro de ces milieux laissés en libre évolution pendant 30 ans. Nous envisageons un inventaire sur 3 années consécutives pour qu'il soit exhaustif et donc que les résultats soient exploitables. En effet les populations faunistiques sont variables d'une année à l'autre et varient notamment en fonction du climat.

Les inventaires pourront être renouvelés tous les 15 à 20 ans afin d'avoir un suivi sur le long terme.

Parmi notre échantillon de 16 îlots nous choisirons 4 stations représentatives, tels que :

- Deux îlots de sénescence non exploités de « longue » date, et
- Deux îlots mis en place plus récemment

Le choix pourra se faire en fonction :

⁴ Daniel Kraus et Frank Krumm (dir.) Les approches intégratives en tant qu'opportunités de conservation de la biodiversité forestière Institut européen des forêts, 2013, 308p. paragraphe 3 « Groupes d'espèces indicatrices et leurs seuils en matière de besoins en habitat »

- De l'état de conservation
- Des dendro-microhabitats (présence importante de bois mort, de cavités naturelles...)
- De la dernière exploitation
- De la demande locale (commune, ONF... – appui de volontaires pour relever les pièges)
- Des facilités d'accès aux stations (relevé tous les 15 jours pdt 4 mois)

A l'issue des 3 années d'inventaires nous aurons un état zéro solide de la faune saproxylique avec des listes exhaustives des coléoptères saproxyliques présents dans ces stations. Sur le long terme, cela permettra de suivre l'évolution de la composition faunistique des forêts sénescences du réseau Natura 2000 du PNRBV. Il sera également possible de comparer les résultats d'une station à l'autre. Enfin, une évaluation de la patrimonialité de chaque station sera possible et pourra être comparée à d'autres lieux grâce aux différents travaux existants sur le sujet.

La bibliographie

Basilico Laurent, Bontemps Fanny, Sapijanskas Jurgis et Gosselin Frédéric, 2014 - Evaluation de la gestion durable des forêts. Quels indicateurs pour la biodiversité forestière ?

Cateau Eugénie, 2012 - Méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence : application dans le massif forestier du Mont Ventoux.

Chevrier Simon, Garandel Mona, Régolini Margot et Vandebeulque Yann, 2009. Guide sur les îlots de sénescence, FIF.

Génot Jean-Claude, PNR des Vosges du nord, 2018 - Les îlots de sénescence. [<https://www.parc-vosges-nord.fr/article/les-ilots-de-senescence>].

Gosselin Frederic, 2014. Gestion forestière, naturalité et biodiversité forest management, naturalness and biodiversity – Synthèse du rapport final.

Kraus Daniel, Krumm Frank (dir.), 2013 - Les approches intégratives en tant qu'opportunités de conservation de la biodiversité forestière Institut européen des forêts : 308p.

Laguet Sébastien, 2008 - Inventaire des chiroptères en forêt de montagne. Forêt communale de La Motte-Servolex (Savoie).

Larieu Laurent, Université de Toulouse, 2014 - Thèse : Les dendro-microhabitats : facteurs clés de leur occurrence dans les peuplements forestiers, impact de la gestion et relations avec la biodiversité taxonomique, décembre 2014. 333 p.

Morelle Sébastien, Wendling Mathilde, 2017 - Inventaire des coléoptères saproxyliques, Îlots de sénescence du site Natura 2000 « Vosges du Nord » Résultats de 3 années de suivi.

ONF, 2017 - RDV techniques n°56. Gestion, Naturalité et Biodiversité : présentation générale du projet de recherche et de son approche [<https://www.researchgate.net/publication/327594058>] - automne 2017

ONF, 2018 - Inventaire des DendroMicroHabitats (DMH) au sein de la Forêt domaniale de Trois-Fontaines (51), Novembre 2018.

Parc naturel régional des Ballons des Vosges, 2017 - Evaluation de l'état de conservation des hêtraies-sapinières des sites Natura 2000 des Hautes Vosges : 60 p. + annexes. Février 2017.

http://pnrbv.n2000.fr/sites/pnrbv.n2000.fr/files/documents/page/rapport_eecforet_pnrbv2017.pdf

Rouveyrol Paul, 2009 - Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne : état des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion, Formation des Ingénieurs Forestiers.

SAVOIE JM (coordinateur), BARTOLI M., BRIN A., BRUSTEK H., CELLE J., CORRIOL G., COSTE C., HANNOIRE C., HERREL M., LARRIEU L., SARTHOU V., VALLADARES L., 2011 – Forêts pyrénéennes anciennes de Midi-Pyrénées. Rapport d'étude de projet FEDER 208-2011. Ecole d'Ingénieurs de PURPAN / DREAL Midi-Pyrénées, 320 p.

Daniel Vallauri, 2005 – Le bois dit mort, une lacune des forêts en France et en Europe : pp 9-17. In « Bois mort et à cavités : une clé pour des forêts vivantes : 405 p. », suite au colloque réalisé à Chambéry du 25 au 28 octobre 2004. Ed. Lavoisier.

Aurélie Vuidot, 2009 - Contribution à l'amélioration du protocole de suivi d'espaces naturels protégés (SENP) en vue de l'étude de la biodiversité : Relevé des microhabitats dans les arbres, 2008-2009. Cemagref de Nogent sur Vernisson.

Yoan Paillet, Pauline Coutadeur, Aurélie Vuidot, Frédéric Archaux, Frédéric Gosselin, 2015 - Strong observer effect on tree microhabitats inventories : A case study in a French lowland forest.

Les annexes

Annexe 1 : illustration de microhabitats dans les îlots de sénescence étudiés

Type de microhabitat

Exemple de photographie dans le réseau d'îlots étudiés

Branches mortes dans le houppier d'un arbre vivant



Branche morte dans le houppier de ce hêtre de la forêt de Rimbach près Guebwiller

Tête de houppier cassé



Cet épicéa a perdu.... son houppier, en forêt communale de Ventron

Champignons



Hypholomes à lames enfumées en forêt communale de Granges sur Vologne

Cavités



Cavité et nid en forêt communale de Rimbach près Guebwiller

Cavités de pied



Cette cavité de pied en forêt de Masevaux sert de refuge à un crapaud commun

Fentes (> 2 cm de profondeur et sur 25 cm de long ou plus)



Ce myriapode a trouvé abri dans une fente d'un hêtre de la forêt de Rimbach près Guebwiller

Absence d'écorce sur au moins 5X5 cm



En forêt de Munster : l'écorce a nue a permis à des guêpes d'y établir leur nid

Chancre



Un chancre (forêt communale de Bussang)

Coulées de résine /
sève fraîche



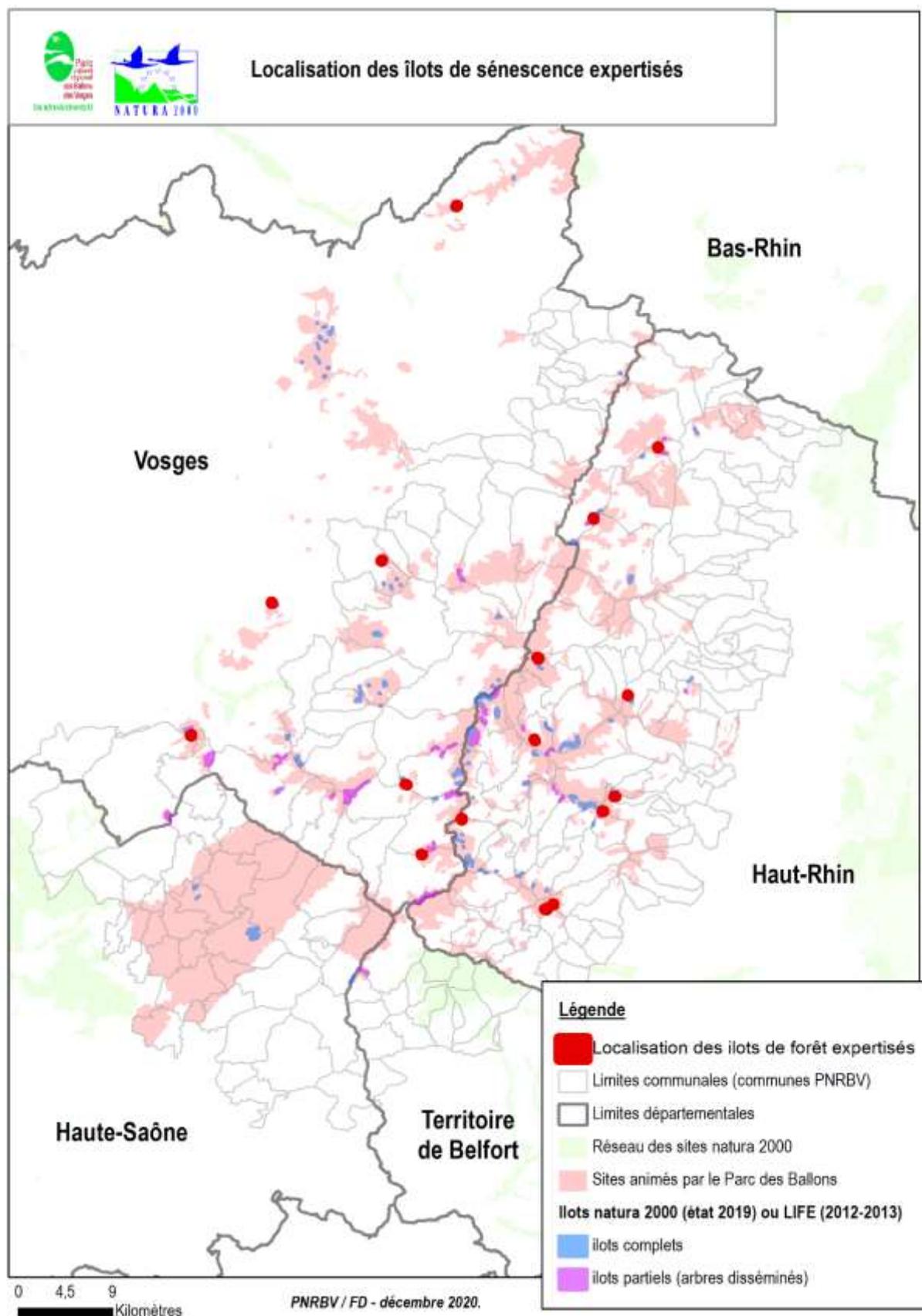
En Forêt domaniale d'Hérival

Mousses sur au moins
50%



Forêt domaniale d'Hérival

Annexe 2 : carte de localisation des sites étudiés



Annexe 3 : clé des micro-habitats – Description, codification et schéma (Vuidot et al., 2011) ⁵

Conformation arbre	500	Présence du squelette du houppier (<i>arbres morts uniquement</i>)	520	Arbre ayant conservé une grande partie de son houppier	520	
		Branches mortes dans le houppier (<i>arbres vivants uniquement</i>)		>10% et <25% de branches mortes (par rapport au volume total)	531	
			530	Entre 25% et 50% de branches mortes dans le houppier.	532	
				≥50% de branches mortes dans le houppier	533	
		Tête de houppier (<i>arbres vivants uniquement</i>)	540	Tête cassée, avec ou sans substitution par une nouvelle tête. La cassure ne doit pas être complètement cicatrisée.	540	
		Individus fourchus	550	Fourche complètement cassée avec absence d'une des branches principales	551	
		Rejets de souche	560	Présence d'au moins 5 rejets de souche ou de tronc ≥250 cm de longueur	561	
Micro-habitats	600			Carpophore de polypore: entre 1 et 2. Diamètre de fructification >5cm de diamètre.	611	
		Présence de champignon		Carpophore de polypore >3. Diamètre de fructification >5cm de diamètre.	612	
				Carpophore de polypore en cascade recouvrant plus de 10cm de long	613	
			Présence de Cavités		Cavité d'origine trou de pic avec ouverture >2cm de diamètre.	621
				Cavité d'origine naturelle (caries, etc) avec ouverture >5cm de diamètre.	622	
				Cavités de pics en chaînes: au moins 3 cavités avec entrées séparées de moins de 2m.	623	
				Grande Cavité de pied.	624	
				Grande Cavité de pied avec présence importante de terreau.	625	
		Présence de Fentes (atteinte du bois)		Fente causée par la foudre : ≥3 m de long avec atteinte de l'aubier	631	
				Fente ≥25cm de long et 2 cm de profondeur.	632	
		Caractéristiques de l'écorce		Ecorce déhiscente sur une surface minimum de 5cm x 5cm et 2cm de décollement.	641	
				Ecorce déhiscente sur une surface minimum de 5cm x 5cm et 2cm de décollement, avec présence de pourriture sous l'écorce.	642	
				Absence d'écorce sur une surface ≥5 cm x 5cm.	643	
				Eclatement noir de l'écorce éventuellement accompagné de sève/résine, indication d'une blessure ou maladie	644	
		Blessures, galles...		Blessure récente ≥10 cm de diamètre.	651	
				Présence d'un chancre ≥ 10 cm de diamètre	652	
				Présence d'un balais de sorcière ou brogne: prolifération dense de branches	653	
		Présence de coulé de résine		Coulée de résine/sève fraîche ≥30cm de long ou plus de 5 coulées de petites tailles au même endroit.	661	
				Coulée de résine/sève faible indiquant une blessure mineure	662	
		Présence importante de lierre, bryophytes.		Bryophytes (mousses) sur >1/2 surface développée.	671	
				Lierre sur >1/2 surface développée	672	

⁵ Référentiel enrichi par 4 catégories : « Arbre mort debout », « Arbre mort couché », « Souche d'exploitation » et « Autre souche ».

Annexe 4 : les relevés phytosociologiques (uniquement dans les îlots de sénescence)

Numéro de relevés	Muh14_16	Urb_16	Buss_16	Vent_16	Mun5_16	Bon_16	Wass_16	Ten_17	RimbG_17	Gold_17	Her_17	Gran_17	Mas_17	Bour_17	Aub_18		
Taille relevé (rayon en m. du cercle centré sur point gps)	30 m. de rayon autour du point GPS	30 m. de rayon autour du point GPS	30 m. de rayon autour du point GPS	30 m. de rayon autour du point GPS	10 m. large X 30 m. long dans sens de la pente		10 à 15 m. rayon environ	environ 20 m.	20 m. de rayon autour du point GPS	20 m. de rayon autour du point GPS	20 m. de rayon autour du point GPS	5 m. au-dessus et au nord, 20 m. en dessous, 10 m. au sud environ	10 m. en dessous du centre (en dessous : aulnaie érablaie) et 20 m. au-dessus environ	20 m. de rayon autour du point GPS	20 m. de rayon autour du point GPS		
Commune	G	Urbès	Bussang	Ventron	Metzeral	Le Bonhomme	Wasserbourg	Tendon	Rimbach près Guebwiller	Goldbach-Altenbach	FD Hérial	Granges sur Vologne	Masevaux	Bourbach le Haut	Aubure		
Date	07/06/2016	12/09/2016	12/09/2016	12/09/2016	13/09/2016		20/09/2016	29/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	29/06/2017	29/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/10/2018		
Auteurs (FD : Fabien DUPONT / PNRBV - KG : Kévin GOMAS / PNRBV)	FD	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG	FD / KG		
Coordonnée X (WGS84)	7,02599	6,91792	6,86425	6,84854	7,01698	7,10692	7,13886	6,68715	7,11410	7,09881	6,57579	6,83082	7,02022	7,02965	6,95095		
Coordonnée Y (WGS84)	48,03159	47,89503	47,86612	47,92770	47,96051	48,15043	47,99514	48,09109	47,90841	47,89564	47,97883	48,12318	47,81333	47,81710	48,42811		
Indications repérage centre placette		Nord Est de l'îlot en dessous du TGB sapin avec arbre mort au sol	entre un sapin mort (tête cassée et branches du bas) et un hêtre avec un triangle rouge vers le bas	au dessus de la jumelle de 2 TGB de sapin	près d'un morceau de bois mort au sol (1,5m de long) sous une belle chandelle de sapin	centre = rocher à 5m au-dessus de l'épicéa en chandelle	près des grosseillers sauvages et de la pierre en forme de fauteuil (+croix rouge sur pierre). Présence source à proximité centre station	En bordure de clairière, au pied d'un Pin sylvestre avec absence d'écorce au pied (petite fente 50 cm. de long) + omière à proximité	Au dessus du gros houppier, arbre avec point rouge et plaquette "6"	au pied du GB de hêtre avec Lobaria et vieux fil métallique sur le tronc, sous le PB de sorbier des oiseleurs et une souche	Près de 3 Très Gros Bois (1 sapin + 2 Hêtre), arbre mort debout avec triangle jaune dessus	Sous une ancienne piste, entre une souche et un arbre en dessous avec triangle jaune, près d'un PB de sapin avec écorce absente sur 1 m. de long	Entre 1 chandelle et 1 double épicéa (1 epc qui se divise en 2 petits bois)	au dessus de la plantation d'épicéa et entre 2TGB de hêtre (un avec grosse charpentièrre mal cicatrisée à 2m; l'autre avec grosse fourche partant à environ 1,5m)	20m sous la chandelle (environ 4m de haut et avec 2 champignons), en face du triangle jaune.		
Altitude (m)	960 m.	980 m.	1200 m.	975 m.	955 m.	1120 m.	790 m.	765 m.	1225 m.	1175 m.	640 m.	660 m.	805 m.	990 m.	1105 m.		
Pente	74	55°	21°	42°	20°	15°	54°	0°	13°	53°	55°	80°	62°	47°	9°		
Exposition	Sud-Ouest	Sud-Ouest	Nord	Nord-Ouest	Nord-Est	Ouest	Sud-Est	Nord-Est	Sud	Sud	Sud Est	Nord-Est	Sud-Est	Sud	Nord-Est		
Code Habitat UE	9130 (X 9180)	9130 (X 9110)	9130	9130	9110	9110	9130	91D0	9110 (transition 9140)	9130 (X 9180)	9130	9130	9130	9130	9110		
h : Recouvrement de la strate herbacée < 50cm	50%	0	80%	95%	30%	40%	80%	95%	80%	80%	50%	10%	50%	30%	80%		
a : Recouvrement de la strate arbustive 50 cm - 6m	0%	0	20%	15%	< 5%	70%	5%	20	< 1	10	10	20	10	10	50		
A : Recouvrement de la strate arborescente > 6m	95%	95%	95%	80%	95%	90%	90%	70%	100%	70%	95%	95%	90%	100%	100%		
RECouvreMENT BRYOPHYTES	non noté	0	abondant !	80%	30%	60%	nr	70%	0%	10% (sur roches)	< 5% (sur souches)	30% (sur pierres)	5% (roches, bois morts)	5 à 10 %			
SOL NU - litière	50%	100%		10%	50%	nr	nr	5%	20% (litière)	10%	50%	60%	50% (litière)	70% (litière)			
Remarques		litière abondante		éboulis	abondance litière (hêtre) + rochers												
Strate	Nom latin	Nom vernaculaire	Muh14_16	Urb_16	Buss_16	Vent_16	Mun5_16	Bon_16	Wass_16	Ten_17	RimbG_17	Gold_17	Her_17	Gran_17	Mas_17	Bour_17	Aub_18
a	Abies alba Mill., 1768	Sapin				1	+		+	+	hr		1	1	i	1	
A	Abies alba Mill., 1768	Sapin	4	2B	1	3	4	+	4		X	+	3	3	4	2B	+
h	Abies alba Mill., 1768	Sapin	+		+	+	+		r	+			+		+	i	
A	Acer platanoides L., 1753	Erable plane															
a	Acer platanoides L., 1753	Erable plane													X		
h	Acer platanoides L., 1753	Erable plane													X		
a	Acer pseudoplatanus L., 1753	Erable sycomore										+	r	+		hr	
A	Acer pseudoplatanus L., 1753	Erable sycomore	+	hr	2A	3	X		3		X	2A	X	1	1	+	
h	Acer pseudoplatanus L., 1753	Erable sycomore	+	hr	1				hr		X	2A	+	1	+	1	
	Aconitum napellus L.	Aconit casque de Jupiter					X										
	Aconitum vulparia Reichenb. ex Sprengel (b.)	Aconit tue-loup					X										
	Adenostyles alliariae (Gouan) Kerner	Adénostyle									r						
	Agrostis stolonifera L.	Agrostid stolonifère					X										
	Agrostis capillaris L.	Agrostide vulgaire												X			+
	Ajuga reptans L., 1753	Bugle rampante					X										
	Alchemilla sp	Alchémille									X						
	Alliaria officinalis Andr. ex M. Bieb.	Alliaire officinale													X		
	Allium ursinum L., 1753	Ail des ours													X		
A	Alnus glutinosa (L.) Gaertn., 1790	Aulne glutineux					X								X		
	Anemone nemorosa L., 1753	Anémone des bois			+						+	+					
	Angelica sylvestris L., 1753	Angélique des bois												X	X		
	Arum maculatum L., 1753	Arum tacheté							hr								
	Aruncus dioicus (Walter) Fernald	Barbe de bouc							+								

Numéro de relevés		Muh14_16	Urb_16	Buss_16	Vent_16	Mun5_16	Bon_16	Wass_16	Ten_17	RimbG_17	Gold_17	Her_17	Gran_17	Mas_17	Bour_17	Aub_18
	Asplenium trichomanes L., 1753	Capillaire				X										
	Athyrium filix-femina (L.) Roth, 1799	Fougère femelle	+	hr	1	2A	+	+		r	+	+	X	hr	X	
a	Betula pubescens Ehrh.	Bouleau pubescent							+							
h	Betula pubescens Ehrh.	Bouleau pubescent							+				X			
	Blechnum spicant (L.) Roth	Blechné en épi				X										
	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv., 1812	Brachypode des bois								X						
	Bromus ramosus L., 1767	Brome rude						+								
	Calluna vulgaris (L.) Hull	Callune, bruyère commune							X							
	Caltha palustris L.	Populage des marais				X				X				X		
	Cardamine amara L., 1753	Cardamine amère				X										
	Cardamine flexuosa With., 1796	Cardamine flexueuse								X				X		
	Cardamine heptaphylla (Vill.) O.E. Schulz	Cardamine à sept folioles						+								
	Carex echinata Murray	Laïche étoilée				X			X							
	Carex flava L.	Laïche jaunâtre				X										
	Carex gr. muricata L., 1754	Laïche de Paira									X					
	Carex ovalis Good.	Laïche des lièvres								X						
	Carex pallescens L.	Laïche pâle				X										
	Carex pendula Hudson	Laïche pendante										X		X		
	Carex remota L.	Laïche à épis espacés				X						X	X	X		
	Carex sp	Laïche : espèce non déterminée														hr
	Carex sylvatica Huds., 1762	Laïche des bois				X				X	+	X		X		
a	Carpinus betulus L., 1753	Charme														
A	Carpinus betulus L., 1753	Charme										+				
h	Carpinus betulus L., 1753	Charme														
	Chaerophyllum hirsutum L.	Chérophylle de Villars						X		X				X		
	Chrysosplenium oppositifolium L., 1753	Dorine à feuilles opposées			X	X		X		X		X	X	X		
	Circaea lutetiana L., 1753	Circée de Lutèce			+	X						1	X	X		
	Cirsium palustre (L.) Scop.	Cirse des marais				X										
a	Corylus avellana L., 1753	Noisetier			+			+				1	+	+	+	
h	Corylus avellana L., 1753	Noisetier						+				+				
	Crepis paludosa (L.) Moench	Crépe des marais								X				X		
	Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré								X						
	Dactylorhiza sp.	Orchis							X							
	Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.	Canche cespiteuse				X				X						
	Deschampsia flexuosa (L.) Trin., 1836	Canche flexueuse		+	+	1	2A	2B	+	hr			X		+	2B
	Digitalis purpurea L., 1753	Digitale pourpre	+	hr	+	hr			X	+		+	X			hr
	Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenk., 1979	Fausse fougère mâle						?					X			
	Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P.Fuchs, 1959	Fougère spinuleuse							+							
	Dryopteris dilatata (Hoffm.) A.Gray, 1848	Fougère dilatée	+		2B	3	+	1	+	X	1	+	1	+	+	+
	Dryopteris filix-mas (L.) Schott, 1834	Fougère mâle	+	hr	2A	2A	+		1 (ou affinis ?)	X	2A	+	X	1	+	
	Epilobium montanum L., 1753	Epilobe des montagnes							hr					+		
	Epilobium sp.	Epilobe								X						
	Equisetum palustre L.	Prêle des marais											X			
	Eupatorium cannabinum L.	Eupatoire chanvrine												X		
	Euphorbia amygdaloides L., 1753	Euphorbe faux-amandier		hr										+	+	
a	Fagus sylvatica L., 1753	Hêtre			2B	+	+	+		+	2A	+	+	+	+	3
A	Fagus sylvatica L., 1753	Hêtre	2	5	4	2A	4	2B	1	5	3	3	3	2B	5	5
h	Fagus sylvatica L., 1753	Hêtre						+	+	+	+	+	+	+	+	1
	Festuca altissima All., 1789	Grande fétuque	3		+	2A	+	2B			1	2A	1	2B	2B	
	Festuca rubra L., 1753	Fétuque rouge									+					
	Filipendula ulmaria (L.) Maxim., 1879	Reine des prés				X							X	X		
	Fragaria vesca L., 1753	Fraisier des bois												+		
a	Frangula alnus Mill., 1768	Bourdaïne							2a							
h	Frangula alnus Mill., 1768	Bourdaïne							+							
a	Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne														
A	Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne	+	hr	+							X		+		
h	Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne	+								X	X		r	hr	
	Galeopsis tetrahit L.	Ortie royale		r	hr	+	X	+			+	1		+		
	Galium odoratum (L.) Scop., 1771	Gaïlet odorant	+	hr	+	X		2A		X	2A	1		1	1	
	Galium palustre L.	Gaïlet des marais								X			X			
	Galium saxatile L.	Gaïlet des rochers				X	+									
	Galium uliginosum L.	Gaïlet des fanges							X							

Numéro de relevés		Muh14_16	Urb_16	Buss_16	Vent_16	Mun5_16	Bon_16	Wass_16	Ten_17	RimbG_17	Gold_17	Her_17	Gran_17	Mas_17	Bour_17	Aub_18
	Geranium robertianum L., 1753		hr		+	X		+			+	+	X		+	
	Geum urbanum L., 1753							hr								
	Glechoma hederacea L., 1753							hr								
	Glyceria fluitans (L.) R. Br.					X										
	Gymnocarpium dryopteris (L.) Newman			+	+	X										
	Hedera helix L., 1753							+				+		+		
	Helleborus foetidus L.													+	i	
	Heracleum sphondylium L., 1753										+			X		
	Hieracium laevigatum Willd.										X					
	Hieracium murorum L., 1753									X						
	Holcus lanatus L., 1753									X						
	Hordelymus europaeus (L.) C.O. Harz													X		
	Huperzia selago (L.) Schrank & C.F.P. Mart.				hr	X										
a	Ilex aquifolium L., 1753			+				+				+				
h	Ilex aquifolium L., 1753							+	+							
	Impatiens noli-tangere L., 1753		hr			X		+		X	+	1	X	+		
	Juncus bulbosus L.								X							
	Juncus effusus L.								X	X		X	X			hr
	Juncus squarrosus L.								X							
	Juniperus communis L.								X							
	Lamium galeobdolon (L.) L., 1759	+	hr	+	+			2A			1	2A		+		
A	Larix decidua Mill.						+									
	Lonicera nigra L.			+				+								
	Luzula luzuloides (Lam.) Dandy & Wilmott, 1938	+	+	+	+	+	+			4	2a	+	X	+	+	1
	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin, 1811					+			X	+	+	+	+			2B
	Lysimachia nemorum L., 1753			+						X	X	X		X		
	Lysimachia nummularia L.					X										
	Melica uniflora Retz., 1779										1			1		
	Mercurialis perennis L., 1753							2B					X			
	Milium effusum L., 1753							1		1	2A	+	X	+		
	Molinia sp								4							
	Mycelis muralis (L.) Dumort., 1827											+		+		
	Myosotis scorpioides L.					X				X						
	Myosotis sylvatica Hoffm., 1791										+					
	Oreopteris limbosperma (All.) Holub					X										
	Oxalis acetosella L., 1753	+	hr	1	2A	1	+	+		2A	2A	2A	X	1	+	hr
	Paris quadrifolia L., 1753									X	X	X		X		
	Parnassia palustris L.					X										
	Phalaris arundinacea L.												X			
	Phegopteris connectilis (Michaux) Watt			+	+	X										
a	Picea abies (L.) H.Karst., 1881				+		2A		1				X		X	2A
A	Picea abies (L.) H.Karst., 1881			1			4		2B	X			X		X	1
h	Picea abies (L.) H.Karst., 1881		hr	+		+	1		+				X	X		+
A	Pinus sylvestris L.								3							
a	Pinus sylvestris L.								+							
h	Pinus sylvestris L.								+							
	Poa chaixii Vill., 1786										3			X		
	Poa nemoralis L., 1753										+			X		hr
	Poa trivialis L., 1753 - 1754									X						
	Polygonatum multiflorum (L.) All., 1785											X				
	Polygonatum verticillatum (L.) All.			+				hr		+	+			+	X	
	Polypodium vulgare L., 1753													+		
	Polystichum aculeatum (L.) Roth, 1799				hr			+				X	X	+		
A	Populus tremula L., 1753								X							
	Potentilla erecta (L.) Rauschel					X										
	Prenanthes purpurea L., 1753			+	+	+		hr		+	1	X	X	+	+	
	Primula elatior (L.) Hill, 1765					X					X			X		
	Prunus avium (L.) L., 1755							hr								
	Prunus padus L., 1753													X		
	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879											+				
	Pulmonaria obscura Dumort., 1865										+					

Numéro de relevés		Muh14_16	Urb_16	Buss_16	Vent_16	Mun5_16	Bon_16	Wass_16	Ten_17	RimbG_17	Gold_17	Her_17	Gran_17	Mas_17	Bour_17	Aub_18	
a	Quercus petraea Liebl., 1784	Chêne sessile															
A	Quercus petraea Liebl., 1784	Chêne sessile												+			
h	Quercus petraea Liebl., 1784	Chêne sessile							X (i)								
	Quercus robur L., 1753	Chêne pédonculé															
	Ranunculus repens L.	Renoncule rampante				X				X			X	X			
	Ribes petraeum Wulfen in Jacq.	Groseiller des rochers			+	X		1									
	Rosa sp.	Rosier sauvage			+	X											
	Rubus fruticosus L., 1753 et Rubus sp.	Ronce des bois			+	+		hr									
	Rubus idaeus L., 1753	Framboisier	hr		+		+	hr			+		X	+			
	Rubus sp.	Ronce							+			1	X	+	+		
	Rumex arifolius All.	Rumex à feuilles de gouet			+					X	+						
	Rumex obtusifolius L.	Rumex à feuilles obtuses								X		X		X			
a	Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir						+									
h	Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir						+									
a	Sambucus racemosa L.	Sureau rouge, sureau à grappes										+					
a	Sambucus sp.	Sureau	hr		+								X				
h	Sambucus sp.	Sureau	hr							+				+			
	Scrophularia nodosa L., 1753	Scrophulaire noueuse	hr									+			i		
	Senecio fuchsii C.C. Gmelin	Sénéçon de Fuchs			+	+		hr		X	+	+	X	+	+		
	Silene dioica (L.) Clairv., 1811	Silène dioïque	+		+			+			+	X		+			
	Solidago virgaurea L., 1753	Solidage Verge d'Or								+				X			
A	Sorbus aria (L.) Crantz, 1763	Alisier blanc							X								
a	Sorbus aria (L.) Crantz, 1763	Alisier blanc					+		+				X	i			
h	Sorbus aria (L.) Crantz, 1763	Alisier blanc							+					i			
A	Sorbus aucuparia L., 1753	Sorbier des oiseleurs				+				X	+				+		
a	Sorbus aucuparia L., 1753	Sorbier des oiseleurs				+	X	r	X				X	+			
h	Sorbus aucuparia L., 1753	Sorbier des oiseleurs			+		+	+	+	X	i		X		X	+	
	Sphagnum sp.	Sphaigne			X	X			+				X				
	Stachys sylvatica L., 1753	Epiaire des bois									X	X	X	hr			
	Stellaria nemorum L., 1753	Stellaire des bois	+		+			+		X	X	+		X			
	Taraxacum officinale Weber	Pissenlit										i					
	Teucrium scorodonia L., 1753	Germandrée scorodoïne												X			
A	Tilia sp	Tilleul												X			
A	Ulmus glabra Huds.	Orme de montagne	hr			X		hr									
	Urtica dioica L., 1753	Ortie	hr					+		X	+	+	X	X			
	Vaccinium myrtillus L., 1753	Myrtille		hr		2B	3		2A	X			X			4	
	Vaccinium uliginosum L.	Myrtille des marais							2A								
	Veronica beccabunga L.	Véronique des ruisseaux												X			
	Veronica montana L.	Véronique des montagnes								X							
	Veronica officinalis L., 1753	Véronique officinale										X					
	Vicia sepium L., 1753	Vesce des haies									+			i			
	Viola palustris L.	Violette des marais				X											
	Viola reichenbachiana Jord. ex Boreau, 1857	Violette de Reichenbach	hr					+			+	+		+	+		
nb TOTAL espèces (dans relevé et autour) = dans l'ilot !			15	23	31	31	57	13	43	28	50	45	46	43	71	24	19

Les doubles (triples !) comptes (quand l'espèce est présente sur plusieurs strates herba/arbu /arbo) ont bien été retirés !

A, a, h = relevés dans les strates Arborées, arbustives et herbacées

Note sur les recouvrements dans les relevés phytosociologiques (d'après R. Bœuf / ONF, 2008)

i : 1 seul individu de l'espèce avec recouvrement R < 5 %

r : individus très rares sur la placette (2 à 3) et R < 5 %

+

1 : R < 5 % et/ou individus peu abondants à abondants

2 : 5 < R < 25 % (2a : 5 à 15 - 2b : 15 à 25)

3 : 25 < R < 50 %

4 : 50 < R < 75 %

5 : R > 75 %

hr : espèce présente en dehors du relevé, dans le même faciès / même station

X : espèce présente dans l'ilot mais en dehors du relevé, sur une autre station (exemple : zone humide etc)