



Etudes « Contrats Bois sénescents »

Réalisation d'un état initial de la biodiversité des parcelles forestières faisant l'objet de contrats Natura 2000 dits « Bois sénescents » dans les Hautes-Alpes

Synthèse des études réalisées en 2013-2014-2015



Mairie de Chorges – Janvier 2016



Table des matières

1Présentation de l'étude.....	5
1.1Contexte.....	5
1.2Objectifs de l'étude.....	5
1.3Financement de l'étude.....	6
1.4Calendrier prévisionnel.....	7
1.5Sites étudiés.....	8
1.6Type de peuplements.....	9
2Mise en place du protocole de suivi dendrométrique des réserves forestières et de l'évaluation de l'état de conservation des milieux forestiers.....	11
2.1Introduction.....	11
2.2Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières (PSDRF).....	12
2.2.1Qu'est-ce que la dendrométrie ?.....	12
2.2.2Que sont les micro-habitats ?.....	12
2.2.3Intérêt du protocole.....	12
2.2.4Mise en place du protocole.....	12
2.2.4.1Positionnement des placettes.....	12
2.2.4.2Matériel.....	13
2.2.4.3Mise en place et déroulement de l'inventaire.....	13
2.2.4.4Traitement des données.....	15
2.3Protocole de suivi de l'état de conservation.....	15
2.3.1Mise en place du protocole et échantillonnage.....	16
2.4Indice de Biodiversité Potentielle.....	16
2.4.1Objectifs de l'IBP.....	16
2.4.2Calcul de l'IBP.....	17
2.4.2.1Facteurs à décrire.....	18
2.4.3Calcul de l'IBP et interprétation.....	19
2.5Résultats.....	20
2.5.1PSDRF.....	20
2.5.1.1Données dendrométriques.....	20
2.5.1.2Richesse en bois mort.....	21
2.5.1.3Richesse en micro-habitats et saprophytes.....	23
2.5.2Etat de conservation.....	24
2.5.2.1Sapet.....	25
2.5.2.2Magnane.....	25
2.5.2.3Boscodon.....	25
2.5.2.4Poligny.....	26
2.5.2.5Savournon.....	26
2.5.2.6Durbon.....	26
2.5.3Indice de Biodiversité Potentielle.....	27
2.5.3.1Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière.....	27
2.5.3.2Facteurs liés au contexte.....	27
2.5.3.3IBP total.....	27
2.6Discussion.....	27
2.6.1PSDRF.....	27
2.6.1.1Données dendrométriques.....	28
2.6.1.2Richesse en bois mort.....	28
2.6.1.3Régénération.....	30
2.6.1.4La richesse en micro-habitats.....	30
2.6.1.5Lierre, mousse et lichen.....	30
2.6.1.6La pourriture : un indicateur du bon état écologique de la forêt.....	31

2.6.1.7	Des forêts très anciennes.....	31
2.6.2	Etat de conservation.....	31
2.6.3	Indice de Biodiversité Potentielle.....	32
3	Chiroptères.....	33
3.1	Introduction.....	33
3.2	Sites étudiés.....	33
3.3	Méthode d'inventaire.....	33
3.3.1	Choix des emplacements.....	34
3.3.2	Matériel utilisé.....	34
3.3.3	Traitement des données.....	34
3.3.4	Aléas et durée de prospection réelle.....	35
3.4	Résultats.....	36
3.4.1	Résultats qualitatifs.....	36
3.4.1.1	Liste d'espèces sur l'ensemble des sites.....	36
3.4.1.2	Espèces contactées sur chaque site.....	37
3.4.2	Indices d'activité.....	38
3.4.2.1	Indices d'activité par site.....	38
3.4.2.2	Indices d'activité par espèces et groupes d'espèces.....	40
3.5	Conclusions.....	44
4	Coléoptères saproxyliques.....	45
4.1	Introduction.....	45
4.2	Indices pour caractériser les espèces.....	46
4.3	Liste de référence des Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la valeur biologique des sites boisés français.....	46
4.4	Méthodologie générale.....	47
4.4.1	Méthode d'échantillonnage.....	47
4.4.2	Choix des sites.....	48
4.4.3	Durée et périodicité du piégeage.....	48
4.4.4	Tri et identifications.....	48
4.4.5	Présentation des fiches espèces.....	49
4.4.6	Méthode d'évaluation de la valeur patrimoniale.....	51
4.5	Résultats.....	52
4.5.1	Données générales.....	52
4.5.2	Espèces saproxyliques bioindicatrices.....	52
4.5.3	Evaluation de la richesse biologique.....	53
4.5.4	Evaluation de la valeur patrimoniale.....	53
4.6	Discussion.....	55
5	Lichens.....	56
5.1	Introduction.....	56
5.2	Sites étudiés.....	56
5.3	Méthode.....	57
5.4	Résultats.....	57
5.4.1	Nomenclature utilisée.....	58
5.4.2	Liste des espèces identifiées.....	58
5.4.3	Taxons remarquables.....	58
5.4.4	Comparaison des sites et des placettes.....	60
5.5	Conclusion / Perspectives.....	60
6	Perspectives.....	61
7	Bibliographie.....	62

1 Présentation de l'étude

1.1 Contexte

Depuis 2005, **8 contrats Natura 2000 « bois sénescents » ont été signés** et mis en place dans 5 sites Natura 2000 des Hautes-Alpes. Ces contrats sont :

- soit des « **îlots de sénescence** », surface sur laquelle il n'y aura aucune intervention sylvicole pendant les 30 années du contrat,
- soit des contrats « **arbres isolés** », c'est-à-dire qu'un certain nombre d'arbres (répondant aux critères d'éligibilité de l'AP) ont été repérés et marqués pour ne pas être exploités durant les 30 ans du contrat mais les interventions sylvicoles sont possibles alentours.

Avant 2011 (ancien barème, circulaire nationale du 21/11/2007) :

- Site « Dévoluy-Durbon-Charance-Champsaur » : 2005, FD de Durbon (Riou Froid) : 224 ha (Hêtre, Sapin, Erable, Epicéa, Alisier), arbres isolés,
- Site « Bois de Morgon-Forêt de Boscodon-Bragousse » :
 - 2008 : Mandement de Savines (Forêt Mandementale de Morgon), 343 ha (Sapin, Hêtre et quelques Mélèze, Erable, Epicea, Pin sylvestre, Orme, chêne, Merisier, Sorbier), arbres isolés ;
 - 2008 : Mandement de Savines (Forêt indivise de La Magnane), 103 ha (Sapin, Hêtre et quelques Mélèze, Erable, Pin à crochets), arbres isolés.

Après 2011 (nouveau barème fixé par l'AP régional PACA du 30/05/2011 modifié par l'AP régional PACA du 20/03/2013) :

- Site « Bois de Morgon-Forêt de Boscodon-Bragousse » : 2012, Boscodon, 8 ha (Sapin, Mélèze et quelques Epicea, Pin cembro, Erable), arbres isolés ;
- Site « Montagne de Seymuit - Crête de la Scie » : 2012, 30 ha (Hêtre), îlot et arbres isolés ;
- Site « Céüse - Montagne d'Aujourd - Pic de Crigne - Montagne de Saint Genis » : 2012, FC de Savournon : 15,5 ha (Hêtre), îlot et arbres isolés ;
- Site « Piolit-Pic de Chabrières » : 2013, FC de la Bâtie Neuve, 11,7 ha (Sapin, Mélèze et Cembro), îlot ;
- Site « Dévoluy-Durbon-Charance-Champsaur » : 2013, FC de Poligny, 15 ha environ (Sapin), arbres isolés.

1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude est d'établir, dans les parcelles concernées par ces contrats, un **état zéro de la biodiversité** afin d'étudier sur le long terme son évolution et ainsi mettre en évidence le gain de diversité attendu suite à la mise en place de ces dispositifs.

Les données d'inventaires disponibles dans les Documents d'Objectifs des sites Natura 2000 sont pour la plupart anciennes, incomplètes (axées souvent uniquement sur les espèces inscrites à la Directive Habitats) et insuffisamment précises pour envisager une réponse directe à la question posée. Il est donc nécessaire d'étudier précisément certains compartiments de la biodiversité (espèces bio-indicatrices, clefs de voûte...) tout en analysant précisément la structuration du peuplement.

Sachant que le temps et le budget impartis à l'étude sont limités, des priorités peuvent être dégagées et les inventaires ciblés sur quelques groupes d'espèces reconnues comme bio-indicatrices. Ont été retenus :

- Les **chiroptères forestiers** : un état initial des populations de chiroptères forestiers sur 4 sites ayant fait l'objet de contrats Natura 2000 " arbres sénescents sera effectué. Un accent sera mis sur les îlots ;
- Les **coléoptères saproxyliques** : un état initial du peuplement sera réalisé sur 4 sites ayant fait l'objet de contrats Natura 2000 arbres sénescents. Un accent sera mis sur les îlots ;
- Les **lichens** sont des marqueurs de la qualité des habitats et peuvent réagir assez rapidement aux modifications du milieu ; faute d'un budget suffisant, seules 2 stations ont été étudiées.

La **structuration du peuplement forestier ainsi que la qualité et le volume du bois mort et déperissant** seront étudiées au travers de la mise en place de placettes dans lesquelles sera appliqué le Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières. Elles constitueront une base de travail pour tous les inventaires d'espèces et seront le facteur explicatif principal des éventuelles évolutions de composition faunistique. Elles permettront en outre le suivi dans le temps du dépérissement des arbres marqués présent sur les placettes.

Un **plan d'échantillonnage** sera établi pour chaque groupe dans chacun des sites retenus afin de s'assurer de la robustesse des résultats attendus. Les inventaires ne viseront pas uniquement les espèces inscrites à la Directive Habitats, leur liste étant beaucoup trop limitative dans l'optique d'établir un réseau d'observatoires de la biodiversité.

Les oiseaux de cavités, pics et chouettes forestiers, ainsi que les indices de présence de Gêlinotte des bois, initialement identifiés comme un groupe intéressant, ont finalement dû être écartés de l'étude faute de temps et de budget suffisant. Il apparaît en outre que la taille de leur territoire est souvent bien supérieure à celle des sites en contrats « Bois sénescents » et de ce fait leur valeur de marqueur écologique local paraît moindre.

Un travail cartographique SIG devait initialement être réalisé à partir des documents d'aménagement disponibles afin de re situer les surfaces en contrats « bois sénescents » dans la trame forestière (ages et diamètres des tiges) afin d'orienter la mise en place de nouveaux contrats ou d'îlots de vieillissement en forêts publiques pour aller vers un réseau cohérent de zones de vieillissement.

Cette étude constituera un **projet pilote expérimental en région PACA** et servira de référence sur la thématique de l'évolution de la biodiversité dans les forêts en cours de vieillissement.

1.3 Financement de l'étude

Le financement de cette étude a été assuré par divers moyens, en mobilisant :

- Chiroptères et Coléoptères : convention spécifique avec la DREAL pour 20 000 euros :
 - Chiroptères : 3683,68 euros

- Coléoptères : 16265,60 euros
- Etude PSDRF + compléments d'inventaire sur les chiroptères : convention d'animation départementale : 6432 euros
- Inventaires Coléoptères Dévoluy : convention d'animation site Dévoluy : 6000 euros
- Lichens : convention d'animation départementale : 4524 euros

A ces fonds spécifiques viennent s'ajouter le temps de travail consacré par les animateurs Natura 2000 et les agents de l'Office National des Forêts pour assurer le bon déroulement de ces études :

- Natura 2000 : 45 journées (montage projet, encadrement stagiaire, terrain PSDRF, terrain coléoptères, terrain chiroptères, terrain lichens, rédaction rapport) ;
- ONF : 15 journées (formation PSDRF, encadrement stagiaire, terrain PSDRF).

Enfin, notons les investissements en matériel réalisés par le réseau Natura 2000 (convention d'animation départementale : compas, mètre-ruban, piquets, peinture, étiquettes...) et le prêt gracieux par l'ONF d'instruments de précision indispensables pour mener à bien les inventaires PSDRF (TDS, télémètre, boussole, décamètres, crampons...).

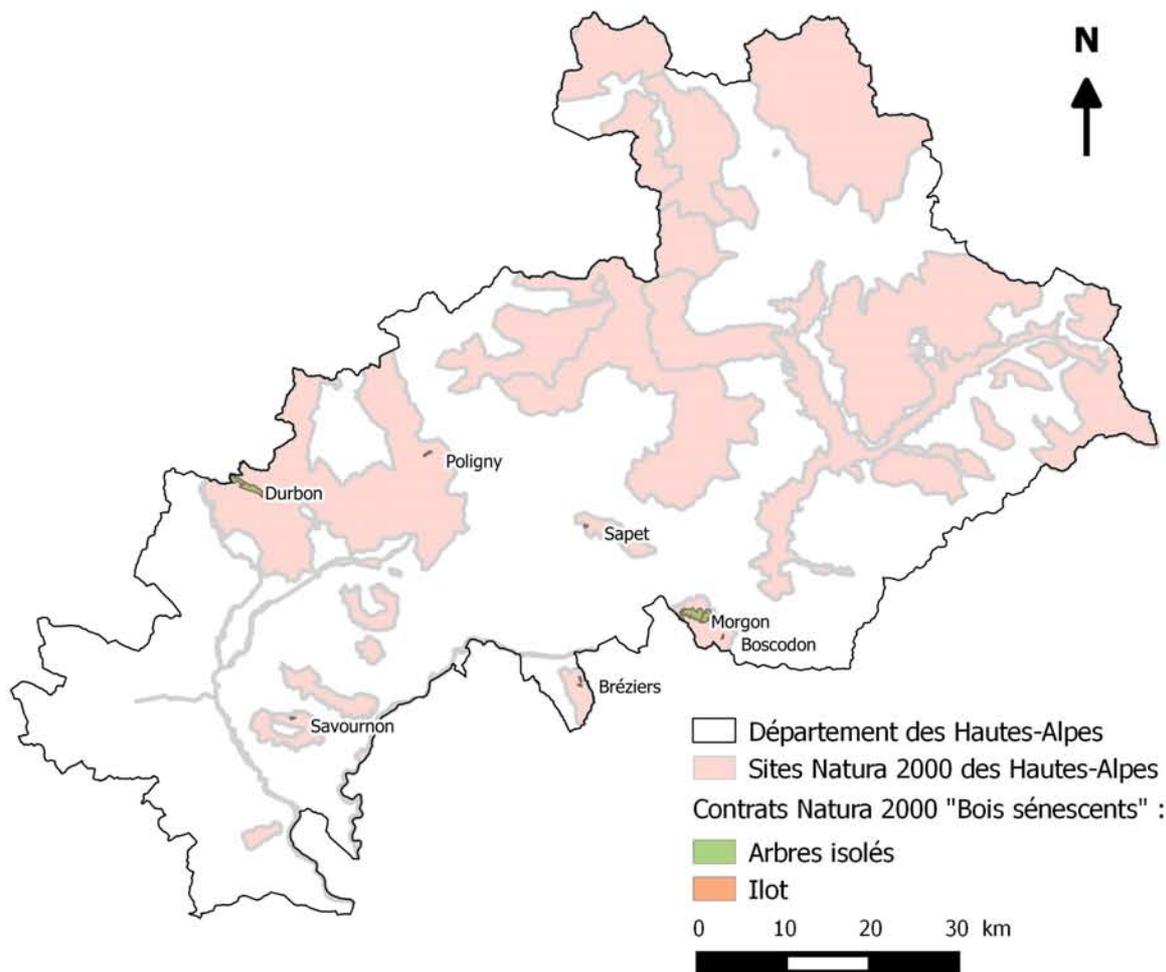
1.4 Calendrier prévisionnel

Thématique	Echéancier	Coût prestation	Temps de travail estimé	Intervenants	Remarques
Oiseaux de cavités	2014	0	2 jours par site soit 14 jours	Animateurs	Prospections ciblées sur les chouettes au printemps si absence de données + relevés des indices de présence (chouettes, pics, gélinotte) lors des passages pour les autres inventaires (chiro et entomo).
Chiroptères forestiers	2013-2014	3 683,68 €	Prestation ONF* + 8 jours animateur	Prestataire (pose d'enregistreurs, analyse enregistrements, écoutes et captures) + animateurs (récupération des d'enregistreurs)	Une campagne de 3 nuits d'enregistrement par site en 2014 + écoutes lors de la pose ; analyse des enregistrements hiver 2013/2014 ; puis compléments et affinage en 2014 (enregistrements + écoutes ciblées).
Coléoptères saproxyliques	2014	16 265,60 €	Prestation ONF (4 sites avec 8 pièges Polytrap) + 5,5 jours animateur	Prestataire (pose des pièges + tri + identification + saisie des données) + animateurs (relevé des pièges tous les 15 jours d'avril à juillet + envoi)	Compléments éventuels suivant crédits et disponibilité via le réseau entomologie de l'ONF.
PSDRF	2013-2014	0	3 à 4 placettes par jour, 2 personnes au moins	Animateurs et stagiaire (une fois formés par un expert)	Îlot de sénescence : PSDRF exhaustif (1 placette/ha). Arbres isolés : échantillon représentatif pour avoir un nombre supportable de placettes suivies.
Analyse SIG trame forestière	2014	0	10 jours	Stagiaire avec guidage expert et animateurs	Utilisation et analyse des données SIG de l'ONF.
Coordination de l'étude / analyse des données / rédaction du rapport final	2013-2014	0	15 jours	Animatrice départementale	Réalisation dans le cadre de l'animation départementale.
Coût total des prestations		19 949,28 €			Rendu final fin 2014

1.5 Sites étudiés

Les sites sont tous situés à l'étage montagnard, en ubac ou en situation intermédiaire. Les sites extrêmes sont le Sapet par son altitude élevée (proche du subalpin) en ubac franc et Bréziers à plus basse altitude et orientation intermédiaire (Est), à la limite de l'étage supraméditerranéen. Sur tous les sites les pentes sont assez fortes à très fortes.

Forêt	Forêt Communale du Sapet (la Bâtie Neuve)	Forêt Indivise de la Maanane	Forêt Communale de Bréziers	Forêt Communale de Savournon	Forêt Domaniale de Durbon	Forêt Domaniale de Boscodon	Forêt Communale de Poligny
Site N2000	Piolit – Pic de Chabrières	Bois de Morgon – Forêt de Boscodon – Bragousse	Montagne de Seymuit – Crête de la Scie	Ceüse – Montagne d'Aujourd – Pic de Crigne – Montagne de Saint Genis	Dévoluy – Durbon – Charance – Champsaur	Bois de Morgon – Forêt de Boscodon – Bragousse	Dévoluy – Durbon – Charance – Champsaur
Altitude (m)	1740	1370	1000 à 1200	1100 à 1300	1550	1680	1200 à 1500
Exposition	Nord	Ouest	Nord-Est	Nord	Nord	Est-Nord-est	Nord
Habitat	Sapinière hygrocline	Sapinière sèche	Hêtraie mésophile	Hêtraie mésophile	Sapinière hygrocline	Sapinière / mélèzin	Sapinière mésophile
Structure	Futaie irrégulière jardinée	Futaie irrégulière par paquet	Taillis vieilli	Taillis vieilli	Futaie irrégulière jardinée	Futaie irrégulière par paquet	Futaie irrégulière jardinée
Essences principales	Sapin, mélèze, sorbier	Sapin	Hêtre	Hêtre	Sapin, hêtre, érable sycomore	Sapin, mélèze	Sapin
Contrat N2000	Ilot	Arbres isolés	Arbres isolés	Ilot	Arbres isolés	Arbres isolés	Arbres isolés
Nombre d'arbres	116	122	152	213	479	101	32
Surface (ha)	11,7	14	30	15,5	224	8	15
Etudes réalisées							
PSDRF	x	x		x	x	x	x
Chiroptères	x	x	x	x	x		
Coléoptères saproxyliques	x	x	x	x	x		x
Lichens	x	x					



1.6 Type de peuplements

Cinq des sites sont dominés par le sapin, en mélange avec le hêtre, les érables et le mélèze selon l'altitude, les deux plus méridionaux sont des hêtraies presque pures. Les sapinières sont des futaies irrégulières ou jardinées tandis que les hêtraies sont constituées de vieux taillis.

- **La forêt du Sapet** est dans un versant froid, confiné, présentant des peuplements clairs avec des trouées fortement colonisées par des arbustes et ligneux bas (sorbiers, sureaux, framboise, etc.).

- **La forêt de la Maniane** est en exposition ouest au sein d'un grand ubac. Localement les conditions sont assez sèches (forte pente, situation la plus continentale des sites étudiés). Le couvert est hétérogène en densité avec des zones claires, trouées et des peuplements plus denses (zones de hêtre notamment). Le sous-bois est essentiellement herbacé et clairsemé hormis dans les trouées.

- **La forêt de Boscodon** est en exposition nord-est au sein d'un grand ubac, en bordure du cirque de Bragousse. Le couvert est assez homogène (mélézin et sapin) et la pente assez faible. Le

sous-bois est essentiellement herbacé et clairsemé hormis dans les trouées.

- **A Savournon** il s'agit d'un haut de versant en ubac. La totalité du versant est occupé par un taillis fermé de hêtre, de plus en plus âgé lorsqu'on s'élève dans le versant. Les conditions sont mésophiles à mésohygroclines, avec une tendance ébouleuse marquée (présence de tilleuls, frênes et érables traduisant une transition vers la forêt de ravin).

- **Le site de Riou Froid** est dans un versant nord, dans le contexte le plus humide des sites étudiés. Le couvert est relativement dense en canopée mais les arbres de grande taille (sapins et hêtres, érable sycomore en accompagnement) sont assez espacés et le sous-bois est assez ouvert. Le tapis herbacé est assez luxuriant, proche de la mégaphorbiaie, quelques suintements sont présents à proximité.

- Le point étudié dans **la forêt de Bréziers** est situé au fond d'un vallon encaissé occupé par une hêtraie assez fermée en canopée. La litière de feuilles de hêtres constitue l'essentiel du sous-bois. A proximité en rive gauche la transition est rapide vers une chênaie pubescente assez thermophile.

- **La forêt de Poligny** est dans un versant froid, présentant des peuplements clairs avec des trouées bien colonisées par des arbustes et ligneux bas (sorbiers, sureaux, framboise, etc.).

2 Mise en place du protocole de suivi dendrométrique des réserves forestières et de l'évaluation de l'état de conservation des milieux forestiers

D'après :

Fermat, J., 2014. Mise en place du protocole de suivi dendrométrique des réserves forestières et de l'état de conservation des milieux forestiers. Rapport de stage. IUT Aix-Marseille, ONF Hautes-Alpes, Natura 2000 Chorges. 70 pp.

2.1 Introduction

L'objectif principal sera de définir la structuration dendrométrique du peuplement et la quantité de bois mort présente sous la forme d'un Indice Bois Morts. Pour cela, le Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières (PSDRF), la Méthode d'Évaluation de l'État de Conservation des Habitats Forestiers (MEECAF) et l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) seront appliqués aux différents sites. Le PSDRF permet d'estimer les volumes de bois morts, d'évaluer la capacité de régénération des peuplements en place et de recenser les micro-habitats présents au sein des arbres. Ce recensement donne une estimation des potentialités d'accueil de la forêt pour les différents taxons qui lui sont inféodés.

Les 6 forêts étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

Forêt	Forêt Communale du Sapet (la Bâtie Neuve)	Forêt Indivise de la Magnane	Forêt Communale de Savournon	Forêt Domaniale de Durbon	Forêt Domaniale de Boscodon	Forêt Communale de Poligny
Date de dernière exploitation	1964	2002 à 2012	1950	2011-2012	1993	2007 à 2012
Contrat N2000	llot	Arbres isolés	llot	Arbres isolés	Arbres isolés	Arbres isolés
Nombre de placettes	11	20	13	20	10	10
Espacement (m)	90X90	70X70	70X70	90X90	80X80	100X100
Surface inventoriée (ha)	8,91	9,8	6,37	16,2	6,4	10

Les dernières exploitations sont plus ou moins anciennes. Par exemple pour la Forêt Communale de La Bâtie Neuve (Sapet) et la Forêt Communale de Savournon, les zones d'échantillonnages sont non exploitées depuis respectivement 50 ans et 64 ans ; ces forêts peuvent donc être considérées comme subnaturelles. On entend par forêt subnaturelle une forêt où il n'y a pas eu d'intervention humaine modifiant récemment, directement la composition ou la structure des peuplements (plusieurs dizaines d'années) (Greslier, 1993, Greslier et al., 1995). En revanche, les autres sites ont été exploités au cours des 20 dernières années.

2.2 Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières (PSDRF)

2.2.1 Qu'est-ce que la dendrométrie ?

C'est la caractérisation et la mesure des arbres : essence, diamètre, hauteur, volume de bois, âge, etc. Ces mesures permettent la description des peuplements via le calcul de valeurs moyennes (diamètre, hauteur, accroissement,...) au sein d'entités homogènes. La dendrométrie permet de quantifier le volume de bois et le potentiel de productivité de la forêt (indicateurs économiques utilisés par les forestiers).

2.2.2 Que sont les micro-habitats ?

Les micro-habitats sont des supports de vie permettant la présence d'une biodiversité spécifique. Ils sont souvent présents sur les arbres sénescents et sur le bois mort qui peuvent fournir un gîte (cavité, loge,...), être sources de nourriture (bois mort, champignons) ou servir de lieu de reproduction pour certaines espèces (Vallauri, 2003). Un cortège faunistique spécifique est donc associé à ces micro-habitats.

Par exemple, les décollements d'écorce et fentes seront utilisés comme gîte par les chiroptères ou comme lieu de nidification par certains oiseaux. Les cavités, selon leur position dans l'arbre et leur taille, seront utilisées par de multiples espèces : les cavités de pied comme gîte par de nombreux mammifères terrestres, celles situées plus haut par les chiroptères ou les oiseaux nicheurs comme les pics ou les chouettes forestières. Enfin, si elles sont pourvues de terreau, elles feront office de refuges pour de nombreux invertébrés saproxyliques, pour des champignons et pour toute la faune qui s'en nourrit.

2.2.3 Intérêt du protocole

Le PSDRF a été développé conjointement entre l'ONF, Réserves Naturelles de France, l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF) et l'Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA). Il permet d'obtenir l'Indice Bois Mort, mais aussi un inventaire des micro-habitats importants pour de nombreuses espèces forestières et enfin il permet un suivi dynamique dans le temps et dans l'espace grâce à la pose de placettes permanentes destinées à être étudiées pendant plusieurs décennies. A l'origine, ce protocole a été mis au point pour application dans les Réserves Naturelles et les Réserves Biologiques Forestières (RBF).

2.2.4 Mise en place du protocole

2.2.4.1 Positionnement des placettes

Le nombre de placettes va dépendre de la taille des sites à échantillonner et de la précision d'échantillonnage souhaitée. Ainsi, les placettes seront distantes de 70 à 100 m selon les sites, sachant que le protocole autorise un écart minimum de 60 m.

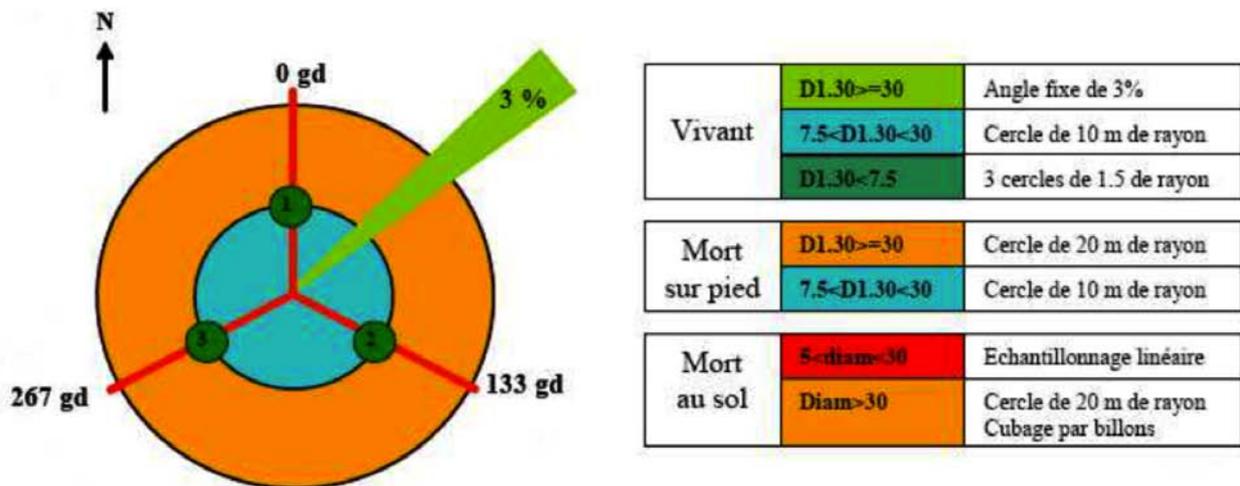
Les placettes ont été positionnées sur SIG avec QGIS en prenant en compte différents paramètres : le nombre de placettes prévues par le calendrier prévisionnel, la topographie des sites et le type de contrat (arbres isolés vs îlots). Pour rappel, en cas d'arbres isolés, les placettes retenues en priorités seront celles situées à proximité de ces arbres dont la position était connue grâce à des relevés GPS. En cas d'îlot de sénescence, les placettes seront placées dans le périmètre défini par l'îlot.

2.2.4.2 Matériel

- Télémètre laser Vertex IV (Haglof) : permet de mesurer les distances au centre de la placette en tenant compte de la pente ;
- GPS (Garmin) : utilisé pour localiser les placettes définies sur SIG ;
- Compas forestier : permet la mesure des diamètres ;
- 3 décamètres : permettent la délimitation des 3 transects de 20 m ;
- Boussole de précision (Suunto) en grade : utilisée pour mesurer les azimuts ;
- Fers à béton courbés (+ peinture) : permettent la matérialisation du centre de la placette ;
- Mètre ruban forestier : pour la mesure des gros diamètres ;
- Plaquettes et griffe : pour marquer les arbres repères ;
- TDS (Terminal De Saisie) Motorola MC 65 équipé du logiciel DENDRO/ONF© pour la prise de notes.

2.2.4.3 Mise en place et déroulement de l'inventaire

(http://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/notice_psdrrf.pdf)



Le schéma montre une placette installée. Pendant la phase d'inventaire, trois catégories de critères sont distingués : les arbres vivants, les arbres morts sur pied et les bois morts au sol. Ils sont eux même subdivisés en différentes catégories en fonction du diamètre et de la distance par rapport au centre de la placette.

a Les arbres vivants

- **Régénération (diamètre inférieur à 7,5 cm)** : inventaire à 10 m sur les trois transects (traits rouges) et dans un rayon de 1,5 m. La régénération est matérialisée par les cercles numérotés en vert foncé sur le schéma. Il y a quatre classes de régénération :

- Classe 0 : arbres inférieurs à 50 cm de hauteur, inventoriés en pourcentage de recouvrement ;
- Classe 1 : arbres de hauteur supérieure à 50 cm mais inférieure 1,5 m, inventoriés en nombre de tiges ($0,5 < H < 1,5$ m) ;
- Classe 2 : arbres de hauteur supérieure à 1,5 m mais de diamètre inférieur à 2,5 cm en nombre de tiges ($H > 1,5$ m et $D < 2,5$ cm) ;
- Classe 3 : arbres de diamètre supérieur à 2,5 cm mais inférieur à 7,5 cm en nombre de tiges ($2,5$ cm $< D < 7,5$ cm).

L'inventaire est réalisé pour chaque essence présente, et on note l'abroustissement et s'il s'agit ou non d'un taillis.

- **Arbres vivants (diamètre supérieur à 7,5 cm)** : inventaire dans les 10 mètres du centre de la placette (en **bleu clair** dans le schéma). On mentionne l'essence et le code écologique (*voir ci-après la codification écologique*).

- **Arbres vivants (diamètre supérieur à 30 cm et angle de 3 %)** : inventaire au-delà des 10 m du centre de la placette (en **vert clair** sur le schéma). Ne sont inventoriés que les arbres qui respectent l'angle des 3 %, c'est-à-dire qu'ils ne seront comptés que si leur diamètre est supérieur à trois fois la distance en mètre au centre de la placette. Par exemple à 20 m du centre de la placette, un arbre sera comptabilisé si son diamètre est supérieur à $20 \text{ m} \times 3 = 60 \text{ cm}$. On note également l'essence et le code écologique.

b Les arbres morts sur pied

- **Arbres morts sur pied (diamètre supérieur à 7,5 cm)** : inventaire dans les 10 mètres du centre de la placette (en **bleu clair** dans le schéma). En plus de cela, on mesure la hauteur, le code écologique et l'état de conservation du bois (*voir ci-après l'état de conservation du bois*).

- **Arbres morts sur pied (diamètre supérieur à 30 cm)** : inventaire au-delà des 10 mètres mais dans les 20 m du centre de la placette (en **orange** dans le schéma). On mesure également la hauteur, le code écologique et l'état de conservation du bois.

c Les bois morts au sol

- **Bois morts (diamètre compris en 5 et 30 cm)** : inventaire sur les transects (en **rouge** sur le schéma), on prend **uniquement** les bois entre 5 et 30 cm de diamètre **si le transect passe au-dessus**. En plus du diamètre sont notés l'état de conservation du bois ainsi que le contact et l'angle avec le sol.

- **Bois morts au sol de plus de 30 cm de diamètre** : ils sont inventoriés sur toute la placette, donc dans le rayon des 20 m autour du centre (cercles **orange** et **bleu clair** dans le schéma). On mentionne également leur longueur, leur pourcentage de contact avec le sol, ainsi que l'état de conservation du bois.

d Codification écologique

La codification écologique est utilisée lors de l'inventaire des arbres vivants à partir de 7,5 de diamètre ainsi que pour les arbres morts sur pied. Il existe plusieurs codifications. La classification de l'ENGREF a été retenue car elle est jugée plus simple à utiliser. Elle permet de décrire l'état écologique des arbres et les micro-habitats propices à la présence de différents groupes d'espèces. Une lettre est attribuée à chaque caractère, par exemple B pour la mousse (bryophyte), L pour le lichen ou encore G pour cavité (gap). On ajoute un numéro pour définir la localisation du code : 1 pour le pied (hauteur inférieure à 1,30m), 2 pour le tronc et 3 pour le houppier.

Pour les arbres vivants les branches mortes éventuelles sont comptabilisées, classées en fonction de leur taille : S (diamètre 5 à 10 cm), X (diamètre 10 à 30 cm) et Y (diamètre supérieur à 30 cm). Par exemple pour un mélèze qui possède une cavité sur le tronc, du **lichen au pied** et sur le **tronc** ainsi que de la **mousse au pied** et **3 branches mortes de 7 cm**, le code sera : **G2L1L2B1S3**.

Le code écologique revêt donc une importance fondamentale pour caractériser le potentiel d'accueil de la biodiversité de la forêt. En effet, les micros-habitats peuvent accueillir des espèces d'intérêt communautaire, listées dans l'annexe II de la Directive Habitats, ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 et pouvant motiver la réalisation de contrats Natura 2000. Parmi elles, on peut citer la Barbastelle d'Europe, la Rosalie des Alpes ou le Pique-Prune. Ces micros-habitats peuvent également servir de gîte à des espèces listées dans l'annexe IV nécessitant une protection stricte.

e État de conservation du bois

L'état de conservation du bois est utilisé lors de l'inventaire des bois morts au sol et des arbres morts sur pied. Il est composé de deux indices :

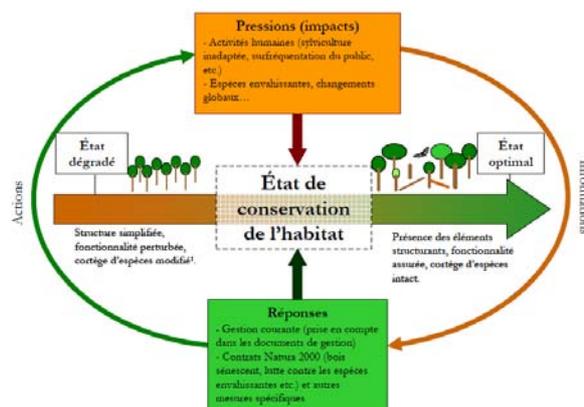
- L'indice écorce noté sur 4 :
 1. Présente sur tout le billon
 2. Présente sur plus de 50% de la surface
 3. Présente sur moins de 50% de la surface
 4. Absente du billon
- L'indice « pourriture » noté sur 5 :
 1. Dur ou non altéré
 2. Pourriture <1/4 du diamètre
 3. Pourriture entre 1/4 et 1/2 du diamètre
 4. Pourriture entre 1/2 et 3/4 du diamètre
 5. Pourriture supérieure à 3/4

2.2.4.4 Traitement des données

Les données brutes contenues dans le TDS ont été envoyées à Nicolas DEBAIVE (Réserves Naturelles de France) qui coordonne le traitement des données PSDRF à l'échelle nationale. Ce traitement est effectué par une macro sur tableur qui va permettre de dégager toutes les données dendrométriques, la richesse en bois mort et en micro-habitats.

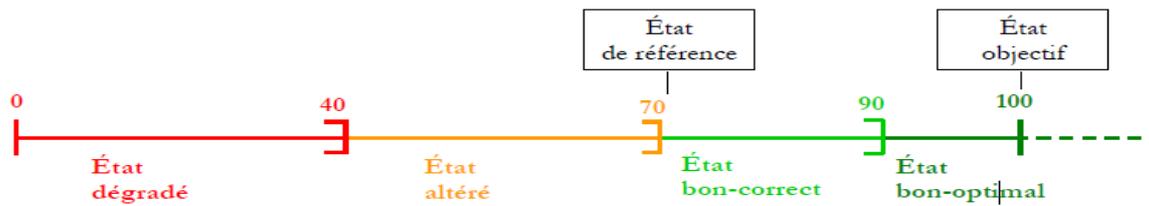
2.3 Protocole de suivi de l'état de conservation

Depuis la création de Natura 2000 en 1992 et l'introduction de la notion d'« état de conservation des milieux », les états membres de l'Union Européenne œuvrent à la conservation voire la restauration des habitats naturels et des espèces qui y sont présentes pour tendre vers « l'état optimum de conservation » afin de permettre le maintien de la biodiversité sur les sites Natura 2000.



Relations dynamiques entre l'état de conservation et les facteurs qui l'influencent

Pour évaluer cet état de conservation, le Muséum National d'Histoire Naturelle et l'ONF se sont associés dans le but de développer une méthode pour les milieux forestiers (Carnino, 2009). Le principe de cette méthode est de se référer à différents indicateurs permettant de définir l'état de conservation de chaque habitat. A chaque indicateur est associée une valeur qui peut enlever ou ajouter des points au capital initial de 100 points. La note finale est reportée sur l'axe ci-dessous afin d'obtenir l'état de conservation du milieu.



Axe de correspondance note / état de conservation

2.3.1 Mise en place du protocole et échantillonnage

Ce protocole nécessite, de la même façon que le PSDRF, la mise en place de placettes. Cela a permis de les associer et nous a donné la possibilité d'appliquer les 2 protocoles en même temps. Les critères « **très gros arbres vivants** », « **bois morts** » et « **dynamique de renouvellement** » ont pu être déduit des données du PSDRF. Le critère « **atteintes diffuses** » a été échantillonné à l'échelle du site. Enfin, les critères « **intégrité de la composition dendrologique** » et « **atteintes lourdes** » n'ont pas été traités « à la placette » comme exigé par le protocole. Nous avons plutôt effectué un inventaire à l'échelle du site car les milieux concernés ne sont pas menacés par l'objet de ces critères.

2.4 Indice de Biodiversité Potentielle

Extrait de :

LARRIEU, L, 2013. Plaquette de présentation de l'IBP v2.8. CRPF Midi-Pyrénées, IDF, INRA Dynafor. 4p.

En France, de nombreuses espèces sont inféodées à la forêt : on compte environ 500 espèces de plantes (8 % du nombre total de plantes), 5000 Coléoptères (50 % du total), 15 000 espèces de champignons (75 % du total). L'originalité des espaces forestiers est également liée à la diversité des écosystèmes que l'on peut y rencontrer (66 % des types d'habitats selon le codage CORINE). Le fonctionnement des écosystèmes forestiers est régi par de nombreuses interactions entre des organismes vivants dont la présence est indispensable (rôle des champignons mycorhiziens, des insectes pollinisateurs...). Certains groupes d'espèces, comme par exemple les recycleurs du bois mort, ont même une influence directe sur la productivité, en optimisant une partie du cycle des éléments nutritifs. La biodiversité concourt également à la résistance des peuplements aux perturbations et aux maladies, ainsi qu'à la résilience des écosystèmes forestiers, c'est-à-dire la capacité de restauration après une forte perturbation. Ainsi, la présence d'essences pionnières (bouleaux, saules, Tremble...) à côté des essences de production permettra d'accélérer la recolonisation naturelle de parcelles touchées par une tempête.

2.4.1 Objectifs de l'IBP

L'IBP est un outil simple et rapide qui permet aux gestionnaires forestiers :

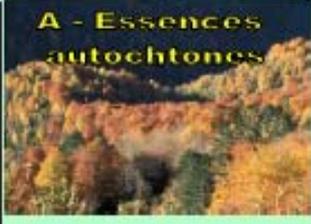
- 1/ d'estimer la biodiversité taxonomique potentielle du peuplement, c'est-à-dire sa capacité d'accueil en espèces et en communautés, sans préjuger de la biodiversité réellement présente qui ne pourrait être évaluée qu'avec des inventaires complexes, non opérationnels en routine.
- 2/ de diagnostiquer les éléments améliorables par la gestion. L'IBP ne constitue pas une norme de gestion, mais un outil d'aide à la décision. Sa définition pourra s'affiner avec l'évolution des connaissances (d'où l'actualisation de l'IBP avec numérotation des versions).

2.4.2 Calcul de l'IBP

Il consiste à apprécier 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 morts et les microhabitats pour tenir compte du rôle fonctionnel primordial et de la diversité des saproxyliques¹ (plus de 25% de la diversité taxonomique forestière). Sept facteurs sont directement dépendants du peuplement et de la gestion, trois autres facteurs sont plutôt liés au contexte. Un score 0, 2 ou 5 est donné à chacun des facteurs selon une échelle de valeurs seuils.

2.4.2.1 Facteurs à décrire

a 7 facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière

FACTEUR	SCORE
Végétation	
 <p>A - Essences autochtones</p>	<p>* parmi la liste de genres suivante (sans distinction d'espèces) à restreindre aux essences autochtones de la région : Alisier, Cormier et Sorbier (= Sorbus) / Auline / Bouleau / Charme / Charme houblon / Châtaignier / Chêne à feuilles caduques / Chêne à feuilles persistantes / Epicéa / Erable / Frêne / Hêtre / If / Mélèze / Merisier et Cerisier (= Prunus) / Noyer (commun) / Orme / Peuplier et Tremble / Pin / Poirier / Pommier / Sapin / Saule / Tilleul</p> <p>* arbre vivant ou mort, quel que soit son stade de développement, mais h>50cm</p> <p>* valeur plafonnée à 2 si le couvert libre de l'ensemble des essences autochtones vivantes est inférieur à 10%</p>
 <p>B - Structure verticale de la végétation</p>	<p>* 4 strates : strate herbacée et semi-ligneuse / sur les ligneux, strate occupée par le feuillage : bas (<7m) / intermédiaire (7-20m) / haut (>20m)</p> <p>* 1 ligneux est compté dans toutes les strates occupées par le feuillage</p> <p>* ne compter que les strates couvrant au moins 20% du peuplement décrit</p>
Bois mort et microhabitats liés aux arbres (quelle que soit l'essence, autochtone ou non)	
 <p>C - Bois morts sur pied de "grosse" circonférence</p>	<p>* arbres, chandelles ou souches ; hauteur ≥ 1 m</p> <p>* grosseur : - cas général : C à 1,3 m ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm)</p> <p>- cas des stations peu à très peu fertiles et de l'étage subalpin (sauf pour les Pins) ou des essences n'atteignant jamais de très grosse dimension (Auline blanc et A. de Corse, Erable à feuilles d'obier et E. de Montpellier, Poiriers, Pommier, Sorbiers autres qu'Alisier torminal et Cormier...) : C à 1,3 m ≥ 60 cm (D ≥ 20 cm)</p>
 <p>D - Bois morts au sol de "grosse" circonférence</p>	<p>* longueur ≥ 1m</p> <p>* grosseur : - cas général : C à 1 m du gros bout ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm)</p> <p>- cas des stations peu à très peu fertiles et de l'étage subalpin (sauf pour les Pins) ou des essences n'atteignant jamais de très grosse dimension (Auline blanc et A. de Corse, Erable à feuilles d'obier et E. de Montpellier, Poiriers, Pommier, Sorbiers autres qu'Alisier torminal et Cormier...) : C à 1 m du gros bout ≥ 60 cm (D ≥ 20 cm)</p> <p>* valeur plafonnée à 2 si les bois morts plus petits sont absents</p>
 <p>E - Très Gros Bois vivants</p>	<p>* grosseur : - cas général : C à 1,3 m ≥ 220 cm (D ≥ 70 cm)</p> <p>- cas des stations peu à très peu fertiles et de l'étage subalpin (sauf pour les Pins) ou des essences n'atteignant jamais de très grosse dimension (Auline blanc et A. de Corse, Erable à feuilles d'obier et E. de Montpellier, Poiriers, Pommier, Sorbiers autres qu'Alisier torminal et Cormier...) : C à 1,3 m ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm)</p>
 <p>F - Arbres vivants porteurs de microhabitats</p>	<p>* types* de microhabitat : Cavités creusées par les pics (Ø>3 cm) / Cavités de pied, à fond dur (Ø>10 cm) / Plages de bois non carié sans écorce (S>600 cm² = A4) / Cavités évolutives à terreau ou plage de bois carié, de tronc (Ø>10 cm) / Cavités évolutives à terreau ou plage de bois carié, de pied (Ø>10 cm) / Cavités remplies d'eau (dendrotelmes ; Ø>10 cm) / Fentes profondes (largeur >1 cm et profondeur >10cm) ou écorces décollées formant un abri / Champignons polypores (s.l. ; Ø>5cm) / Coulées de sève actives (résine exclue) / Charpentières ou cimes récemment brisées (Ø>20 cm) / Bois mort dans le houppier (>20% vol. branches vivantes + mortes ou 1 branche morte Ø >20 cm et l>1 m) / Lianes et qui (>1/3 surface du tronc ou du houppier)</p> <p>* compter le nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins un microhabitat, un arbre étant compté plusieurs fois s'il porte plusieurs types de microhabitat</p> <p>* compter au maxi 2 arbres/ha par type de microhabitat</p>
Habitats associés	
 <p>G - Milieux ouverts</p>	<p>* relever le % de surface occupée par une végétation spécifique de milieu ouvert (plantes à fleurs et strate herbacée, floraison plus abondante : ronce, genêt...) en additionnant les valeurs des 3 cas :</p> <p>- trouées ou petite clairière, de taille inférieure à 1,5 fois la hauteur dominante (Ho) du peuplement environnant</p> <p>- lisière avec un espace ouvert : lande, pré, culture, grande trouée ou clairière intra-forestière (taille > 1,5 Ho), large chemin (en bordure : compter 1 lisière ; traversant le peuplement décrit : compter 2 lisières) ; surface calculée en prenant une largeur standard de 2m (ex. : 35 m de lisière → 70 m²)</p> <p>- peuplement peu dense ou à feuillage clair, sans trouées nettement identifiables</p> <p>* milieux ouverts permanents (pelouses...) ou temporaires (coupes...)</p>

b 3 facteurs liés au contexte

Ils résultent de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais peuvent être modifiés par l'activité forestière.

FACTEUR		SCORE
Continuité temporelle de l'état boisé		
 <p>H - Continuité temporelle de l'état boisé</p>	<p>* forêt ancienne = forêt présente sur la carte d'Etat-major (1820 - 1866 ; http://www.geoportail.fr) et n'ayant jamais été défrichée depuis</p>	<p>0 : peuplement ne faisant pas partie d'une forêt ancienne 2 : peuplement ayant été défriché en partie ou forêt ancienne probable 5 : peuplement faisant nettement partie d'une forêt ancienne</p>
Habitats associés		
 <p>I - Milieux aquatiques</p>	<p>* types⁴ (d'origine naturelle ou artificielle) : Sources (et suintements) / Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (largeur < 1m) / Petits cours d'eau (l de 1 à 8 m) / Rivières et fleuves (estuariers et deltas ; l > 8 m) / Bras mort / Lacs (et plans d'eau profonds) / Etangs et lagunes (et plans d'eau peu profonds) / Mares (et autres petits points d'eau) / Tourbières / Zones marécageuses * permanents ou temporaires ; à l'intérieur ou en bordure du peuplement décrit</p>	<p>0 : absents 2 : 1 seul type (homogènes) 5 : 2 types et plus (diversifiés)</p>
 <p>J - Milieux rocheux</p>	<p>* types⁴ (surface > 20 m²) : Falaise / Dalle / Lapiatz (et grandes diaclases fraîches) / Grotte et gouffre / Amoncellement de blocs stables (dont tas de pierre, murette > 20 m et ruine) / Affleurement de bancs de galets / Eboulis instable / Chaos de blocs > 2 m / Rochers (de hauteur inférieure à celle du peuplement : gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurements autres que dalle ou lapiatz) * à l'intérieur ou en bordure du peuplement décrit</p>	<p>0 : absents 2 : 1 seul type (homogènes) 5 : 2 types et plus (diversifiés)</p>

2.4.3 Calcul de l'IBP et interprétation

L'IBP se décompose en deux valeurs : la première totalise les scores obtenus par les facteurs qui sont liés au peuplement et à la gestion forestière (A à G) et la deuxième ceux qui sont liés au contexte (H à J). En additionnant les deux valeurs absolues, on obtient l'IBP total. L'indice peut être exprimé en pourcentage de la valeur maximale théorique, ce qui permet d'évaluer plus aisément le niveau de biodiversité potentielle. Cependant, 0% ne signifie pas que la capacité d'accueil est nulle, mais qu'elle est faible ; de même, 100 % n'indique pas que la capacité d'accueil est maximale, mais qu'elle a atteint un niveau significatif. La comparaison des indices doit intégrer une imprécision, estimée à 5-10 % pour des relevés par parcours en plein.

IBP peuplement et gestion (facteurs A à G)			IBP contexte (facteurs H à J)			IBP total (facteurs A à J)		
valeur		classe	valeur		classe	valeur		classe
absolue	relative		absolue	relative		absolue	relative	
0 à 7	0 à 20 %	faible	0 à 5	0 à 33 %	faible	0 à 10	0 à 20 %	faible
8 à 14	21 à 40 %	assez faible	6 à 10	34 à 67 %	moyenne	11 à 20	21 à 40 %	assez faible
15 à 21	41 à 60 %	moyenne	11 à 15	68 à 100 %	forte	21 à 30	41 à 60 %	moyenne
22 à 28	61 à 80 %	assez forte				31 à 40	61 à 80 %	assez forte
29 à 35	81 à 100 %	forte				41 à 50	81 à 100 %	forte

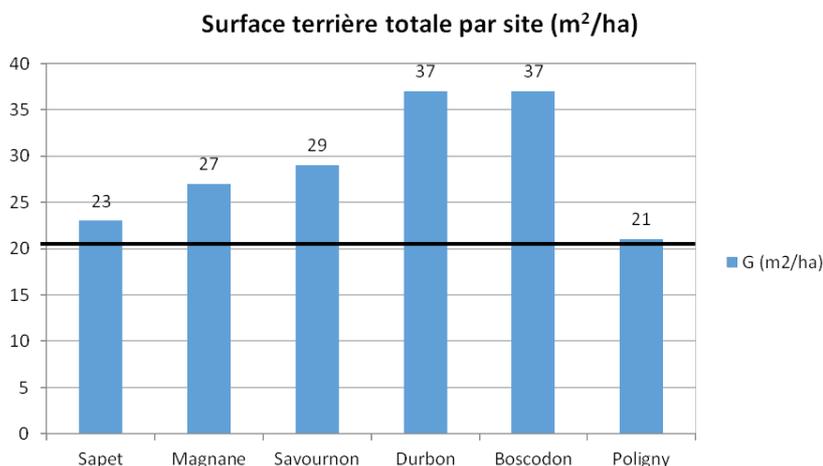
2.5 Résultats

2.5.1 PSDRF

2.5.1.1 Données dendrométriques

Les données sont représentées en surface terrière (G) en m²/ha. Cet indice correspond à la somme des sections d'arbres prises à 1,30 m du sol. La surface terrière d'un peuplement est proportionnelle à la densité et au diamètre des arbres. Plus le peuplement est dense ou plus les diamètres sont gros, plus G augmente. G est directement proportionnel au volume de bois à l'hectare.

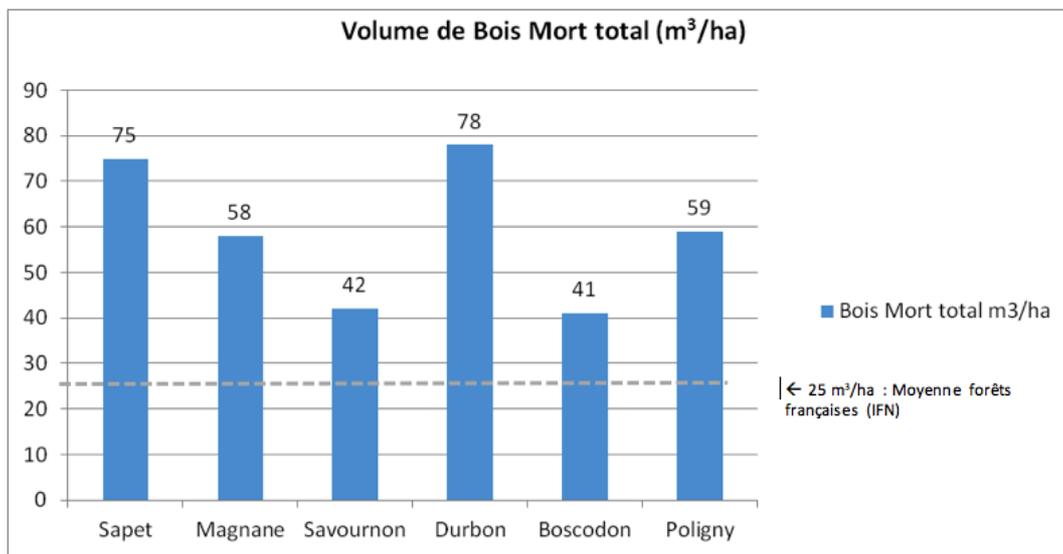
On remarque de forts contrastes entre les forêts : Durbon et Boscodon ont la surface terrière la plus élevée avec un G=37 m²/ha alors qu'elle est plus faible sur les autres sites, en particulier Poligny et le Sapet qui avoisinent les 22 m²/ha. On considère que le peuplement est riche si G > 20 m²/ha (CRPF).



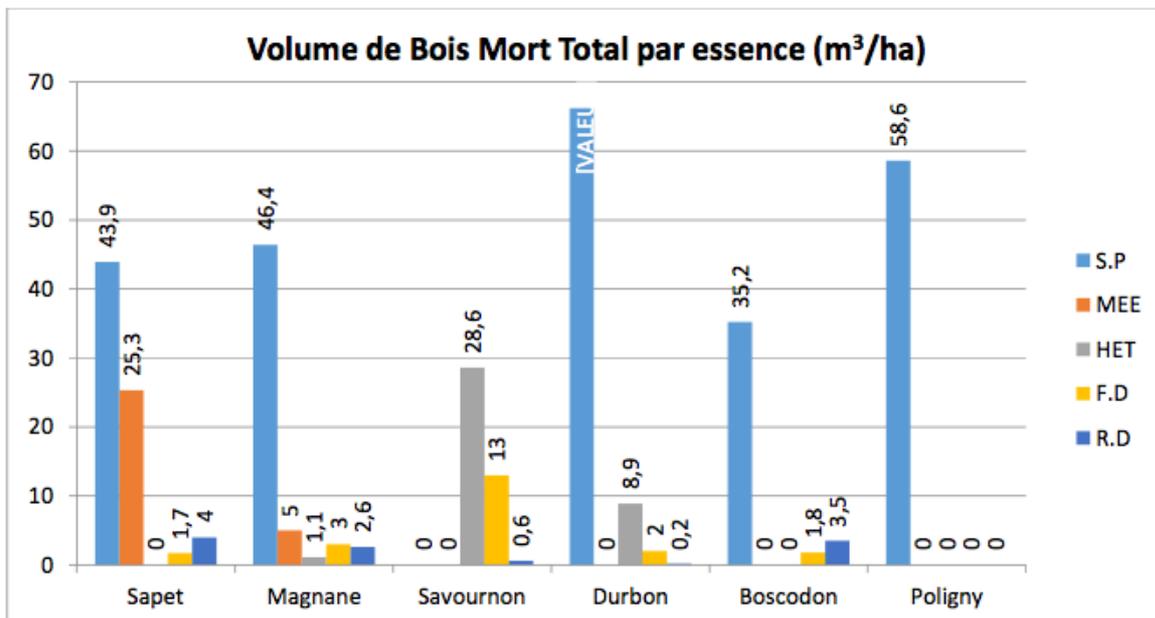
On remarque très bien que lorsque l'on est dans une forêt de résineux (Sapinière, Mélézin), la densité du peuplement de plus de 30 cm de diamètre est importante et oscille entre 70% et 90%. C'est le cas du Sapet, de la Magnane, de Boscodon et de Poligny. Mais lorsque la forêt contient une forte densité de feuillus (hêtres notamment) comme à Durbon (Hêtraie-sapinière) et Savournon (Hêtraie), la densité du peuplement des moins de 30 cm s'accroît fortement et elle devient même supérieure au peuplement de diamètre supérieur à 30 cm à Savournon.

	Sapin pectiné		Mélèze		Hêtre		Erable sycomore		Feuillus divers		Résineux divers		Total peuplement	
	D>30	D<30	D>30	D<30	D>30	D<30	D>30	D<30	D>30	D<30	D>30	D<30	D>30	D<30
Sapet	44%	1%	38%	7%	-	-	-	-	-	4%	-	-	88%	12%
Magnane	61%	13%	15%	<1%	5%	2%	1%	1%	-	1%	-	-	82%	18%
Savournon	-	-	-	-	36%	34%	1%	11%	4%	14%	-	-	41%	59%
Durbon	51%	10%	-	-	10%	16%	4%	5%	2%	1%	1%	-	68%	32%
Boscodon	63%	13%	14%	<1%	-	-	<1%	4%	-	<1%	4%	2%	81%	19%
Poligny	70%	29%	-	-	-	-	-	-	-	<1%	-	-	70%	30%

2.5.1.2 Richesse en bois mort

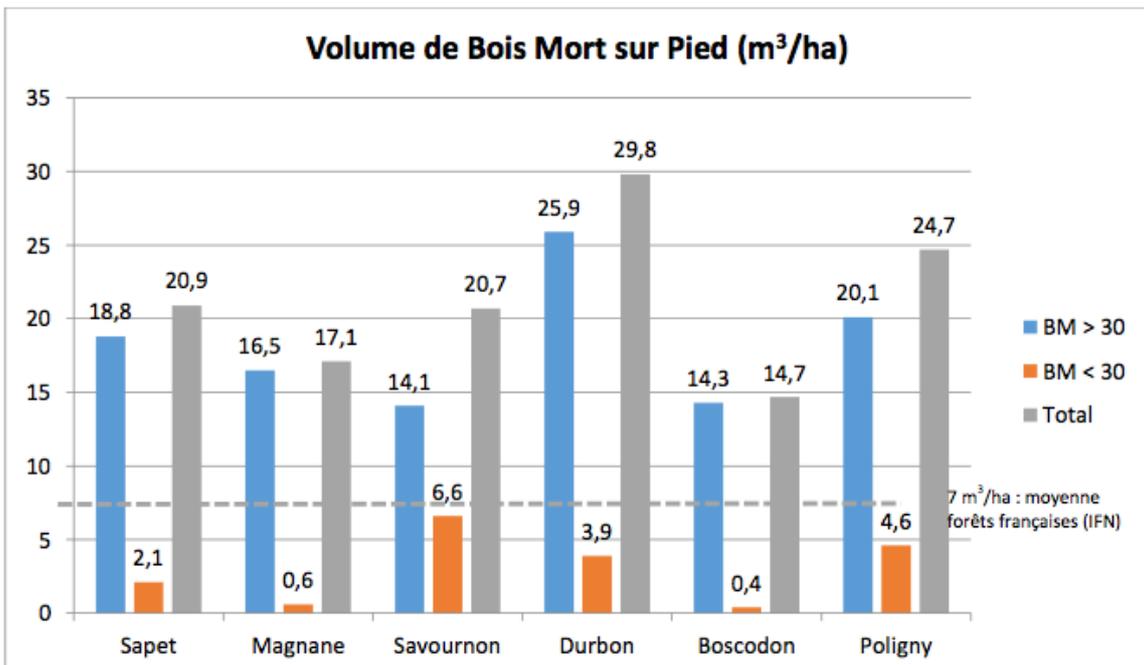


Sur ce graphique, on a un aperçu du volume de bois mort total en m³ à l'hectare pour chacun des sites. On constate que 2 sites se dégagent du lot, le Sapet et Durbon, avec respectivement 75 et 78 m³/ha. Ils concentrent 2 fois plus de bois mort que Savournon (42m³/ha) et Boscodon (41m³/ha). Enfin, les sites de la Magnane et Poligny sont dans la moyenne des 6 sites (59 m³/ha) avec respectivement 58 et 59 m³/ha, la moyenne pour les forêts françaises étant selon l'IFN de 25m³/ha.



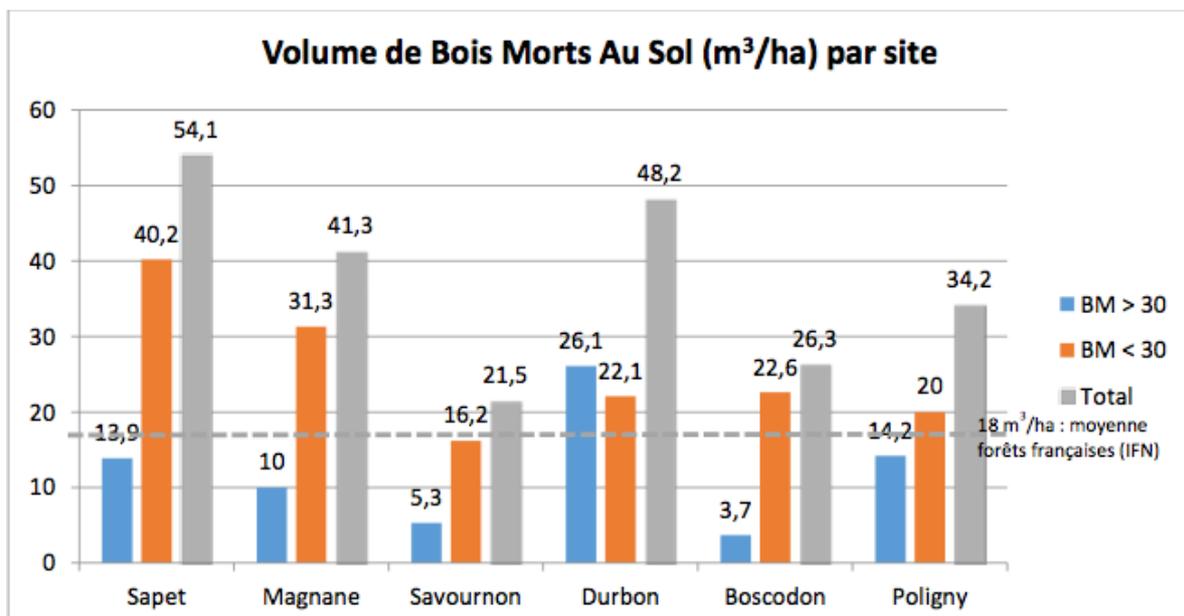
Ce graphique indique la quantité de bois mort totale en m³/ha pour les essences principales de chacun des six sites. On peut d'ores et déjà établir une corrélation logique entre ce graphique-ci et le graphique de la surface terrière par essences de plus de 30 cm. On voit clairement que les bois morts proviennent des peuplements dont la surface terrière est la plus importante.

Le bois mort peut revêtir différentes formes qui n'ont pas la même « utilité » notamment en termes de micro-habitats ; c'est pour cela qu'une distinction est faite entre bois mort au sol et bois mort sur pied.



Le Bois Mort Sur Pied (BMSP) est représenté par les souches, les chandelles et les arbres morts sur pied. On remarque que les proportions de BMSP>30 et BMSP<30 sont similaires dans tous les sites (en moyenne 15 fois moins de BMSP<30 que de BMSP>30), sauf à Savournon. Il y a donc globalement une quantité beaucoup moins importante de petits bois morts sur pied par rapport aux gros bois morts sur pied.

Pour la quantité totale de BMSP deux sites se dégagent des autres : Durbon avec 28,9 m³/ha soit 23% et Poligny avec 24,7 m³/ha soit 19%. Les autres sites se situent entre 17 et 20 m³/ha et le site le moins riche est Boscodon avec 14,7 m³/ha soit 11 %, la moyenne pour les six sites étant de 21,3 m³/ha.



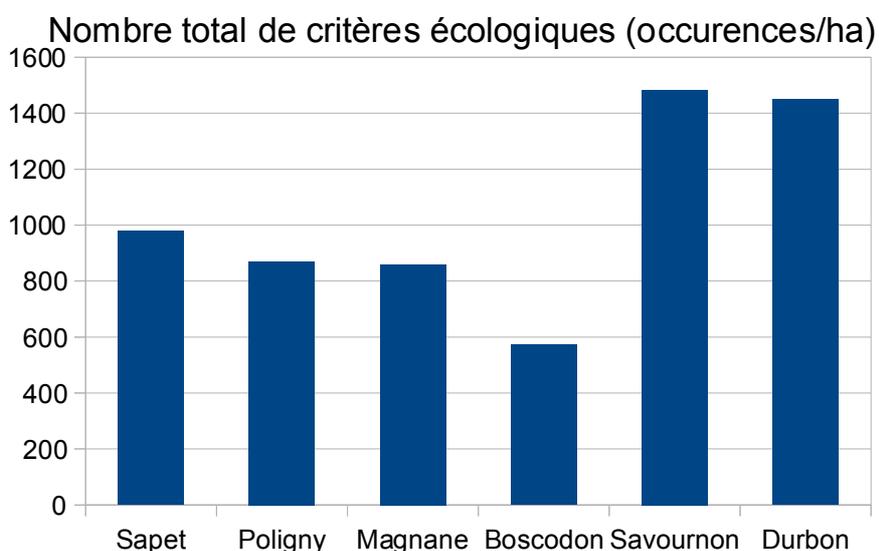
Le Bois Mort Au Sol (BMAS) est représenté par les fûts, branches au sol. Ici on voit qu'il y a toujours plus de BMAS<30 que de BMAS>30, avec environ 3 fois plus de BMAS<30 hormis à Poligny où la proportion est plus faible. Par contre à Durbon, la tendance est inversée : il y a plus de gros bois mort au sol.

Pour le BMAS total, ce sont les sites du Sapet et de Durbon qui sont les plus riches en avec respectivement 54,1 m³/ha soit 24% et 48,2 m³/ha soit 21%. Les sites les plus pauvres sont Savournon avec 21,5 m³/ha soit 10% et Boscodon avec 26,3 m³/ha soit 12%. La moyenne pour les six sites est de 37,6 m³/ha.

Par analogie avec le graphique précédent (BMSP), on remarque qu'il y a beaucoup plus de BMAS que de BMSP, de deux à trois fois plus selon les sites sauf pour Savournon où le volume est presque le même, aux alentours de 21 m³/ha.

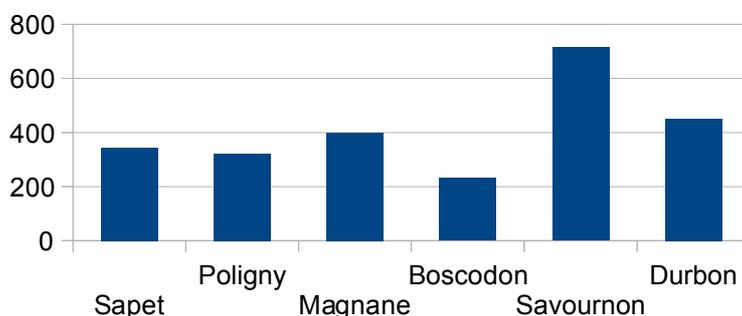
2.5.1.3 Richesse en micro-habitats et saprophytes

Ce diagramme regroupe la totalité des critères écologiques par site. On voit que les sites de Savournon et Durbon se distinguent nettement des autres, alors que Boscodon est nettement moins riche.



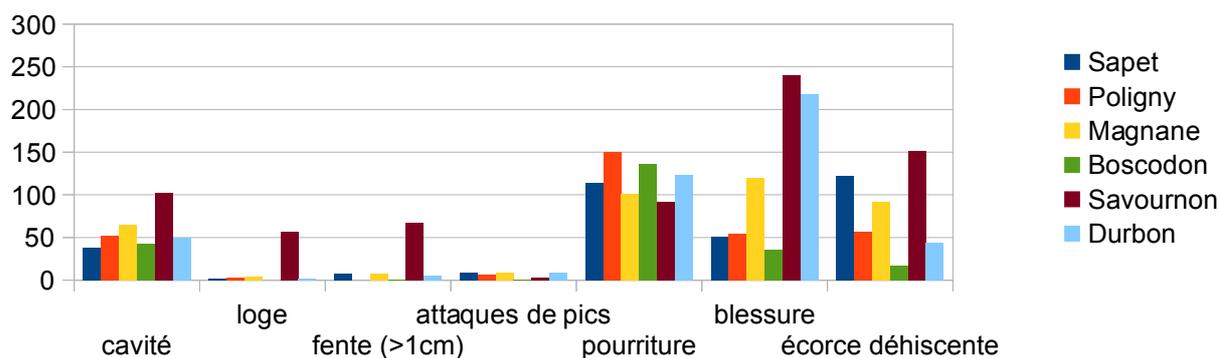
La prédominance de Savournon concernant les micro-habitats est très nette, suivi de Durbon, Boscodon étant nettement en retrait.

Nombre total de micro-habitats (occurrences/ha)



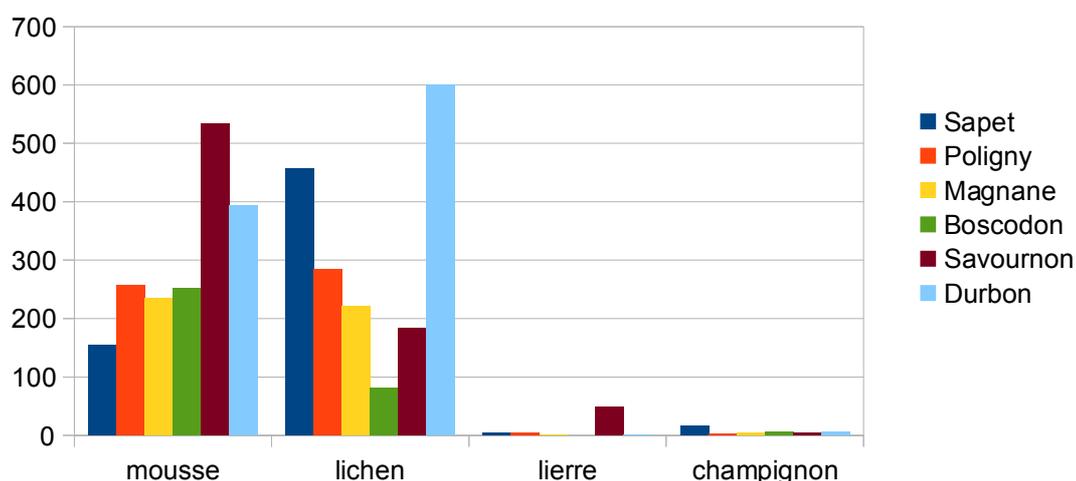
Savournon se distingue par l'abondance des cavités, loges, fentes, blessures et écorces déhiscentes. Les blessures sont également nombreuses à Durbon et à la Magnane, et les écorces déhiscentes au Sapet et à la Magnane. Par contre loges et fentes sont quasiment absentes des autres sites. La pourriture est partout présente.

Typologie des micro-habitats (occurrences/ha) par sites



La mousse est particulièrement présente à Savournon et Durbon. Les lichens sont abondants au Sapet et surtout à Durbon. Le lierre est presque exclusivement présent à Savournon et les champignons au Sapet.

Typologie des saprophytes (occurrences/ha) par sites



2.5.2 Etat de conservation

Les résultats de l'état de conservation sont présentés sous forme d'un tableau pour chaque site. Pour les très gros arbres vivants, le diamètre sélectionné est le diamètre optimal d'exploitabilité qui varie selon l'essence, l'altitude et les conditions stationnelles (fertilité des sols). Ces diamètres seuils sont donnés dans les « tableaux maitres des critères d'exploitabilité des essences objectives » fournies par les Directives Régionales d'Aménagement.

La qualité de la donnée est modérée : l'inventaire dendrométrique a été effectué dans de bonnes conditions et bénéficie d'une précision « à la placette », par conséquent excellente. Les autres données sont stationnelles et n'ont pas été prises pour chaque placette, ce qui diminue la qualité de la donnée et nous empêche d'atteindre la qualité « bonne ». Les résultats concernant le pourcentage de recouvrement des atteintes ont donc une légère marge d'incertitude.

Diamètre optimal d'exploitabilité :

- MEE, S.P., EPC : 55
- P.C. : 45
- HET : 45 cm
- S.P. : 35 cm (Poligny)

(*NC = Non Concerne)

2.5.2.1 Sapet

Critère	Intégrité de la composition dendrologique	Atteintes « lourdes »	Très gros arbres vivants	Dynamique de renouvellement	Bois mort		Atteintes « diffuses »	
Indicateur	0% de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat	0% de recouvrement d'atteinte	Nb/ha de TGB : 2.2	Pas de problème de régénération	GBM>35/ha : 12	Présence d'insectes saproxyliques exigeants	Abrouissement, sur-fréquentation humaine, incendies : NC*	NOTE
Valeur	0	0	-10	0	0	0	0	90

Avec une note de 90, l'état de conservation est considéré comme « Bon-Optimal ». La note est abaissée par un nombre de Très Gros Bois Vivants (TGBV) à l'hectare trop faible (2,2 arbres/ha).

2.5.2.2 Magnane

Critère	Intégrité de la composition dendrologique	Atteintes « lourdes »	Très gros arbres vivants	Dynamique de renouvellement	Bois mort		Atteintes « diffuses »	
Indicateur	0% de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat	0% de recouvrement d'atteinte	Nb/ha de TGB : 5.1	Pas de problème de régénération	GBM>35/ha : 11	Présence d'insectes saproxyliques exigeants	Abrouissement, sur-fréquentation humaine, incendies : NC*	NOTE
Valeur	0	0	0	0	0	0	0	100

Avec une note de 100, l'état de conservation est considéré comme « Optimal ». Le nombre de TGBV de 5,1/ha est supérieur au seuil, de même que nombre de Gros Bois Morts par hectare.

2.5.2.3 Boscodon

Critère	Intégrité de la composition dendrologique	Atteintes « lourdes »	Très gros arbres vivants	Dynamique de renouvellement	Bois mort		Atteintes « diffuses »	
Indicateur	0% de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat	0% de recouvrement d'atteinte	Nb/ha de TGB : 12.9	Pas de problème de régénération	GBM>35/ha : 22	Présence d'insectes saproxyliques exigeants	Abrouissement, sur-fréquentation humaine, incendies : NC*	NOTE
Valeur	0	0	0	0	0	0	0	100

Avec une note de 100, l'état de conservation est considéré comme « Optimal ». Le nombre de TGBV de 12,9/ha est supérieur au seuil, de même que nombre de Gros Bois Morts par hectare.

2.5.2.4 Poligny

Critère	Intégrité de la composition dendrologique	Atteintes « lourdes »	Très gros arbres vivants	Dynamique de renouvellement	Bois mort		Atteintes « diffuses »	
Indicateur	0% de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat	0% de recouvrement d'atteinte	Nb/ha de TGB : 2.3	Pas de problème de régénération	GBM>35/ha : 11	Présence d'insectes saproxyliques exigeants	Abroustissement, sur-fréquentation humaine, incendies : NC*	NOTE
Valeur	0	0	-10	0	0	0	0	90

Avec une note de 90, l'état de conservation est considéré comme « Bon-Optimal ». La note est abaissée par un nombre de Très Gros Bois Vivants (TGBV) à l'hectare trop faible 2,3 arbres/ha.

2.5.2.5 Savournon

Critère	Intégrité de la composition dendrologique	Atteintes « lourdes »	Très gros arbres vivants	Dynamique de renouvellement	Bois mort		Atteintes « diffuses »	
Indicateur	0% de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat	0% de recouvrement d'atteinte	Nb/ha de TGB : 2.8	Surface en JP en 5 et 30 %	GBM>35/ha : 7	Présence d'insectes saproxyliques exigeants	Abroustissement, sur-fréquentation humaine, incendies : NC*	NOTE
Valeur	0	0	-10	0	0	0	0	90

Avec une note de 90, l'état de conservation est considéré comme « Bon-Optimal ». La note est abaissée par un nombre de Très Gros Bois Vivants (TGBV) à l'hectare trop faible 2,8 a/ha.

2.5.2.6 Durbon

Critère	Intégrité de la composition dendrologique	Atteintes « lourdes »	Très gros arbres vivants	Dynamique de renouvellement	Bois mort		Atteintes « diffuses »	
Indicateur	0% de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat	0% de recouvrement d'atteinte	Nb/ha de TGB : 2.5	Pas de problème de régénération	GBM>35/ha : 15	Présence d'insectes saproxyliques exigeants	Impact ongulés sur les jeunes sapins	NOTE
Valeur	0	0	-10	0	0	0	-10	80

Avec une note de 80, l'état de conservation est considéré comme « Bon-Correct ». La note est abaissée par un nombre de Très Gros Bois Vivants (TGBV) à l'hectare trop faible (2,5 arbres/ha) malgré la présence de très gros diamètres. De plus, l'abroustissement des jeunes sapins par le cerf met à mal la dynamique de renouvellement du sapin et abaisse encore la note finale.

2.5.3 Indice de Biodiversité Potentielle

2.5.3.1 Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière

	Essences forestières autochtones	Structure verticale de la végétation	Bois mort sur pied de grosse circonférence	Bois mort au sol de grosse circonférence	Très gros bois vivants	Arbres vivants porteurs de microhabitats	Milieux ouverts	Valeur IBP absolue	Valeur IBP relative (% valeur max)	Classe
Durbon	5	3	5	5	5	5	0	28	80,00	Assez forte
Magnane	5	3	5	5	5	5	0	28	80,00	Assez forte
Sapet	2	4	5	5	2	5	2	25	71,43	Assez forte
Savournon	5	3	5	5	2	5	0	25	71,43	Assez forte
Poligny	0	3	5	5	2	5	2	22	62,86	Assez forte
Boscodon	5	3	2	5	5	5	2	27	77,14	Assez forte

2.5.3.2 Facteurs liés au contexte

	Continuité temporelle de l'état boisé	Habitats aquatiques	Milieux rocheux	Valeur IBP absolue	Valeur IBP relative (% valeur max)	Classe
Durbon	5	2	5	12	80,00	Forte
Magnane	5	2	5	12	80,00	Forte
Sapet	5	0	2	7	46,67	Moyenne
Savournon	5	0	5	10	66,67	Moyenne
Poligny	5	0	2	7	46,67	Moyenne
Boscodon	5	0	2	7	46,67	Moyenne

2.5.3.3 IBP total

	Valeur IBP absolue	Valeur IBP relative (% valeur max)	Classe
Durbon	40	80	Assez forte
Magnane	40	80	Assez forte
Sapet	32	64	Assez forte
Savournon	35	70	Assez forte
Poligny	29	58	Moyenne
Boscodon	34	68	Assez forte

2.6 Discussion

2.6.1 PSDRF

Le projet « Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité » (GNB), mené à grande échelle en France par l'IRSTEA, RNF, l'INRA et l'ONF, a permis la mise en place d'un réseau de 213 placettes selon le PSDRF, sur 15 massifs forestiers français. L'objectif de cette étude est de montrer les liens entre biodiversité, gestion et naturalité en comparant des parcelles exploitées à des parcelles non-exploitées. Ce projet mené entre 2008 et 2012 va être prolongé jusqu'en 2016 afin d'en tirer plus de conclusions. Il nous est apparu intéressant de comparer nos chiffres avec ceux de cette étude, qui est l'une des plus complètes à ce jour.

Dans notre étude, le PSDRF devait initialement être mis en place dans les contrats mais également hors des contrats Natura 2000 (zones témoins). Néanmoins cette idée a été rapidement écartée pour des raisons très simples : les contrats sont très récents, la différence dans et hors de ces contrats est donc très minime pour le moment. De plus, les contrats se situent justement dans des secteurs très particuliers, avec des gros arbres à micro-habitats, du bois mort... Il est donc difficile de trouver des zones « témoins hors contrat » à proximité, avec des caractéristiques similaires. Enfin le manque de temps et de moyens a limité le nombre de placettes étudiées.

2.6.1.1 Données dendrométriques

En France métropolitaine, la surface terrière moyenne est estimée à 21,7 m²/ha (IFN, 2008). Nos inventaires ont montré que la surface terrière moyenne pour les six sites échantillonnés est de 29 m²/ha. Si l'on se penche sur les données GNB, on s'aperçoit que la surface terrière obtenue pour les forêts de montagne est de 28,2 m²/ha dans les forêts exploitées et 33,5 m²/ha dans les forêts non exploitées. Les résultats de notre étude sont dans la moyenne des résultats du GNB et supérieurs à la moyenne nationale. L'explication se trouve dans la différence d'exploitation entre les forêts de plaine et les forêts de montagne. Les forêts de montagne sont souvent sous exploitées pour de multiples raisons : la forêt est mal desservie et donc les coûts d'exploitations sont supérieurs aux recettes, la coupe est reportée et les arbres grossissent, augmentant le capital sur pied.

L'analyse de la surface terrière a mis en évidence des différences notables entre la part de peuplements de plus de 30 cm et celle des peuplements de moins de 30 cm selon les sites. Cela est dû à la concurrence entre les essences. On a vu qu'une sapinière comme la Magnane a une part de gros peuplement importante (82 %), contre 18 % pour les petits peuplements. En effet, les sapins vont concurrencer les autres essences dont la croissance va être ralentie. Dans le cas de la hêtraie de Savournon, la part de gros et petits diamètres est singulièrement égale : cela est dû au mode de gestion en taillis (concurrence pour la lumière, ressources limitées par la souche) qui va entraver la croissance des hêtres ; il y a donc moins de gros et plus de petits.

2.6.1.2 Richesse en bois mort

a Un volume de bois mort total conséquent

Comme cela a été dit à de multiples reprises, la quantité de bois mort en forêt revêt une importance capitale pour la survie de tout un cortège d'espèces qui sont un maillon essentiel au bon fonctionnement de l'écosystème forestier. Les bois morts au sol par exemple, sont indispensables car ils jouent un rôle actif dans le maintien et le renouvellement de la litière, et notamment les petits bois qui sont directement en contact avec le sol. Les gros bois servent plutôt de niches écologiques pour de nombreuses espèces car ils mettront très longtemps à se décomposer. En France, ces espèces représentent 25 % de la diversité forestière (Bouget, 2007).

Selon l'IFN, la moyenne nationale du volume de bois mort est de 25 m³/ha. Notre étude a mis en évidence une moyenne de 59 m³/ha soit 2,3 fois plus. Par comparaison, le projet GNB a montré une moyenne de 51 m³/ha de BM, néanmoins ces résultats sont à nuancer car sur les 213 placettes étudiées, la part de forêts de plaine est importante. Or, nous savons que le volume de bois mort est supérieur en montagne (Christensen et Hahn, 2005). Cela peut être dû à une dynamique de décomposition plus lente en montagne notamment à cause de températures plus froides et sur des périodes beaucoup plus longues entraînant un ralentissement de l'activité des organismes décomposeurs. On peut également souligner l'existence de surfaces inexploitées plus

importantes ainsi que l'abandon et la non exploitation du bois si sa valeur commerciale ne couvre pas les coûts d'exploitation (supérieurs en montagne). En outre, les forêts de montagne étant moins « visitées », le bois mort n'est pas systématiquement enlevé pour des raisons de sécurité du public, contrairement aux forêts de plaine.

b Un capital de « Bois Mort sur Pied » très important surtout en gros bois de plus de 30 cm de diamètre

La littérature a démontré à plusieurs reprises l'importance des gros bois morts. Ils sont en effet indispensables à la survie de nombreuses espèces saproxyliques (champignons, invertébrés) inféodées directement aux gros bois (Gilg, 2004). De plus, les gros arbres morts ou les chandelles sont porteurs de nombreuses de catégories de diamètres (branches de différentes tailles) et de micro-habitats, ce qui contribue à la diversité du bois mort et donc des espèces en forêt (Stokland *et al.*, 2012). Notre étude a mis en évidence une quantité importante de BMSP>30 pour tous les sites (sauf Savournon) ; il y a en moyenne 15 fois plus de Gros Bois (GB) que de Petit Bois (PB), Savournon faisant figure d'exception avec deux fois plus de GB que de PB. Le cas de Savournon peut s'expliquer par la nature du peuplement, le hêtre étant une essence ayant un diamètre moyen plus faible (24 cm à Savournon) que le sapin ou le mélèze (47 cm au Sapet), la quantité de PB est donc plus importante. Néanmoins, sur le volume de BMSP total, Savournon est largement dans la moyenne des autres sites. En outre, les forêts françaises ont en moyenne un volume de BMSP de 7 m³/ha selon l'IFN, alors que pour nos sites d'étude le volume moyen atteint 21,3 m³/ha !

L'étude du GNB montre un volume de BMSP en zone exploitée de 5 m³/ha et de 21 m³/ha en zone non exploitée. Or les sites de notre étude, qui sont en zone de sylviculture, se situent à 21,3m³/ha ce qui les place au niveau des sites non exploités inventoriés par le GNB.

Ces comparaisons mettent en évidence un volume de BMSP important pour nos sites ; néanmoins la majorité du BMSP est issue des souches qui proviennent des exploitations antérieures, ce qui expliquerait la grande proportion BMSP>30 surtout dans les sites exploités depuis moins de 20 ans. Ces BM vont avant tout profiter aux espèces saproxyliques et xylophages car ils sont porteurs de peu de micro-habitats, contrairement aux arbres morts et aux chandelles qui, bien que minoritaires, vont être de véritables « HLM » à biodiversité.

c Des volumes de « Bois Morts au Sol » (BMAS) contrastés selon les sites et dominés par le « Petits Bois » (PB)

Notre étude a mis en avant des contrastes importants en BMAS selon les sites. Si la moyenne de 37,6 m³/ha est supérieure à la moyenne nationale de l'IFN de 18m³/ha, il y a de grandes disparités. Par exemple Savournon avec 21,5 m³/ha est très proche de la moyenne nationale et largement en dessous de la moyenne obtenue par le GNB de 30 m³/ha. Cela peut s'expliquer par le peuplement : l'essence dominante étant le hêtre, il produit majoritairement du Petit Bois (PB) de moins de 5 cm car le peuplement est constitué surtout de petits diamètres. Or, le PB n'est pas comptabilisé par le protocole. En outre, des pratiques culturelles comme l'affouage, qui caractérise le droit pour les habitants d'une commune à ramasser le bois dans les forêts communales, expliquerait une moyenne plus faible dans certains sites accessibles comme Savournon.

De plus on peut voir que le site de Durbon est le seul à avoir une quantité importante de Gros Bois Mort au Sol ; cela peut s'expliquer par les difficultés de l'exploitation forestière zone de montagne, les gros bois pourris au cœur n'étant pas récupérés car les coûts d'exploitation seraient plus importants que les recettes des ventes. Les difficultés d'accès expliquent également pourquoi les sites de Durbon et du Sapet sont très riches en BMAS. De plus le site du Sapet est une forêt qui n'est plus exploitée depuis longtemps, il y a donc de nombreux chablis et petits bois qui s'accumulent.

2.6.1.3 Régénération

Nous avons pu mettre en évidence des problèmes de régénération du Sapin pectiné sur le site de Durbon (Hêtraie–Sapinière) au profit du Hêtre ; c'est une conséquence directe de la sur fréquentation des grands ongulés comme le cerf, très friand des jeunes sapins.

Sur le graphique de la surface terrière des arbres de moins de 30 cm, on remarque très clairement l'absence de sapins entre 7,5 cm et 30 cm au Sapet. Cela sous-entend que toute une génération est absente. En outre, les graphiques nous montrent une régénération quasi nulle du mélèze. Or on sait que le mélèze est une essence de lumière qui ne se régénère que sous des peuplements très clairs, et qui sera peu à peu remplacée par le sapin s'il n'est pas favorisé par la sylviculture. Le déficit de jeunes sapins pourrait donc provenir d'un choix délibéré lors de la dernière exploitation, dans les années 70, où le sapin aurait été coupé au profit du mélèze dont la valeur économique est plus importante.

2.6.1.4 La richesse en micro-habitats

Les micro-habitats sont indispensables car ils hébergent une part importante de la biodiversité forestière. On a pu voir une grande hétérogénéité en termes de densité de micro-habitats à l'hectare selon les sites. Savournon regroupe à lui seul 34 % de la densité totale de micro-habitats, avec significativement plus de lieux de refuges (cavités, loges, fentes, etc...) que les autres sites. Potentiellement, on peut préjuger de la présence d'invertébrés (Rosalie des Alpes), de chiroptères (Barbastelle d'Europe), d'oiseaux (pics, chouettes forestières) qui sont des espèces rares. Le hêtre, en vieillissant, a tendance à développer beaucoup plus de micro-habitats que le sapin pectiné, et il fournit la quasi- intégralité des dendrotelmes et des cavités à terreau (Larrieu, 2011). Dans la plupart des cas le hêtre produit des branches plus grosses que les résineux, et lorsqu'elles tombent cela forme des cavités sur le fût. Cette tendance est confirmée également par l'étude du GNB où l'on peut voir plus d'occurrences dans le hêtre que dans le sapin.

De plus, les hêtraies étudiées (Savournon et Durbon) se situent sur des terrains raides avec des chutes de pierres et de blocs. En tombant, elles provoquent des blessures, cassent des branches sur les arbres. Et sont donc à l'origine de nouvelles cavités et micro-habitats.

On a également pu établir des liens entre la quantité de micro-habitats et la maturité des arbres, dont le diamètre augmente avec l'âge. L'étude a montré que les sites les plus riches en micro-habitats sont également ceux qui ont un important volume de gros arbres supérieurs à 60 cm voire supérieurs à 100 cm. D'autres études viennent appuyer cette conclusion (Vuidot, 2009), ainsi que le projet GNB (cf. Annexe 7). Les directives ONF imposent 2 arbres vivants pour biodiversité par hectare, autrement dit, ce sont des arbres porteurs de micro-habitats ou des vieux arbres de gros diamètres ; or nos résultats ont montré la présence de 91,9 arbres vivants à micro-habitats par hectare, donc bien au-delà du seuil imposé.

2.6.1.5 Lierre, mousse et lichen

Les résultats de l'étude ont montré l'affinité du lierre pour les feuillus. De plus l'altitude relativement basse du site de Savournon pourrait également expliquer l'abondance du lierre dans ce site. Le lierre se développe surtout dans les bois mésophiles aux étages collinéen et montagnard thermophile. Il est absent du nord du département, et quasi absent au-dessus de 1500 m.

Concernant la mousse, tous les sites en possèdent en quantité. Néanmoins on a pu observer des

disparités, notamment à Savournon qui en présente significativement plus que les autres sites. A l'heure actuelle, les informations manquent pour expliquer ces différences, et une étude spécifique pourrait préciser les espèces présentes et leur intérêt patrimonial. Il faut quand même souligner la présence récurrente de la Buxbaumie verte (*Buxbaumia viridis*) sur les sites de Durbon et de la Magnane. Cette espèce est inscrite l'annexe II de la Directive Habitats et à la liste des espèces protégées en France.

Enfin les lichens se développent dans des sites plutôt confinés, froids et humides (Sapet et Durbon) et majoritairement sur des peuplements de sapins pectinés de gros diamètres, ce qui correspond tout à fait à leurs affinités écologiques. Soulignons la présence de lichen pulmonaire (*Lobaria pulmonaria*), qui est une espèce rare dans les Hautes-Alpes, à Durbon et Poligny.

2.6.1.6 La pourriture : un indicateur du bon état écologique de la forêt

Les résultats de l'étude ont mis en évidence des occurrences de pourriture sur souches importantes pour presque tous les sites (91,9 occurrences/ha) et dans une moindre mesure pour Savournon. Les sites non exploités depuis longtemps sont à des stades de pourriture très avancés (Sapet). A contrario, parmi d'autres sites dont la dernière exploitation est ancienne, nous avons noté la présence de nombreuses souches totalement décomposées et impossibles à mesurer (Savournon) d'où le peu de stades très avancés.

La quantité de pourriture en forêt est un bon indicateur de la dynamique de la faune saproxylique, qui par sa diversité contribue à la décomposition du bois ainsi qu'au renouvellement de la litière et de l'humus. On peut donc considérer que plus il y a de pourriture et plus la faune saproxylique est abondante. Nos sites ont donc des conditions d'accueil de la faune saproxylique très favorables.

2.6.1.7 Des forêts très anciennes

A la vue des résultats obtenus, il nous a semblé intéressant de comparer les forêts des sites actuels, avec les forêts présentes sur le territoire au XVIIIème siècle. Pour cela, il a été possible d'utiliser les cartes des frères Cassini, qui ont cartographié la France à partir de 1747. Il faut savoir qu'à cette période, le couvert forestier était beaucoup moins important qu'actuellement en région PACA : 13,3 % contre 46,3 % aujourd'hui. Ces cartes permettent donc d'apprécier la continuité du couvert forestier à travers les siècles. Ces cartes mettent en évidence que les forêts étudiées étaient déjà présentes au XVIIIème siècle. Ce sont donc des peuplements anciens.

Ce principe de continuité est essentiel pour expliquer la biodiversité actuelle car les processus biologiques des écosystèmes forestiers (surtout au niveau du sol) s'étalent sur des centaines d'années (Vallauri *et al.*, 2012). Ainsi ces forêts anciennes vont héberger des cortèges d'espèces spécifiques, notamment pour certains groupes (champignons, coléoptères saproxyliques, lichens, plantes à bulbes...) dont certaines espèces rares inféodées à ce type de boisement, d'où leur intérêt écologique.

2.6.2 Etat de conservation

Pour rappel, le bon état de conservation des habitats est l'objectif final mentionné dans la Directive « Habitats-Faune-Flore ». En outre l'« état de conservation favorable » est l'objectif à atteindre mais surtout à maintenir pour tous les habitats naturels (Carnino, 2009).

Les résultats ont clairement montré un très bon état de conservation des habitats forestiers

étudiés, la note la moins élevée étant 80. Les notes globales sont particulièrement impactées par le manque, dans quelques sites, de Très Gros Bios Vivants (TGBV) qui sont propices aux micro-habitats. Néanmoins, on peut considérer que ce manque tendra à se réduire dans l'avenir, grâce à la mise en œuvre des contrats Natura2000 qui imposent la préservation de gros et vieux arbres.

Enfin, Durbon est le seul site impacté par la présence des grands ongulés. On a pu voir que les cerfs sont directement à l'origine d'un problème de renouvellement de la sapinière car ils se nourrissent notamment des jeunes sapins. Un réseau de placettes important a été mis en place sur le site depuis 2004 (environ 200 placettes) selon un protocole de l'ONCFS. Cette étude a mis en évidence l'impact du cerf élaphe (*Cervus elaphus*) sur la dynamique naturelle du sapin pectiné au sein du site. Des mesures de régulation ont été entreprises et depuis 2007 on peut remarquer une baisse sensible des indices de consommation et d'abroutissement. On peut donc penser que dans les années futures, l'état de conservation de la forêt va s'améliorer grâce à ces mesures.

2.6.3 Indice de Biodiversité Potentielle

Cet indice vise à prendre en compte les enjeux biodiversité dans la gestion courante des forêts : c'est un indicateur de biodiversité ordinaire, à l'échelle du peuplement. C'est un outil co-construit, à l'interface entre recherche et monde professionnel.

En revanche il n'a pas été créé pour évaluer un niveau de biodiversité réelle, exhaustive ou remarquable, évaluer un degré de naturalité ou évaluer l'état de conservation. Les résultats obtenus permettent d'établir un diagnostic et de mesurer un niveau de biodiversité :

- taxonomique ;
- potentielle : la capacité d'accueil liée à la structure, la composition et l'ancienneté de la forêt ;
- forestière : les espèces strictement forestières ou fréquemment observées en milieu forestier ;
- ordinaire : la diversité de l'ensemble des espèces d'une forêt, indépendamment de leur valeur patrimoniale ;
- à l'échelle du peuplement forestier.

Le test effectué lors de cette étude détourne donc l'IBP de son but premier. Néanmoins, les résultats obtenus permettent de mettre en évidence plusieurs choses :

- la biodiversité potentielle est assez forte pour tous les sites pour les paramètres liés au peuplement et à la gestion forestière ;
- les paramètres de contexte sont les plus discriminants ;
- l'IBP total : un seul site est moins bien noté que les autres (valeur d'IBP moyenne = 58%) à savoir Poligny.

Au regard de ces résultats, l'IBP semble plus discriminant pour nos forêts que ne l'est l'Évaluation de l'État de Conservation, et il semble en outre mieux refléter « l'impression de naturalité » ressentie par l'observateur sur le terrain. Celle-ci est en effet plus élevée à Durbon (EC=80 (plus mauvaise note parmi les sites étudiés) et IBP=80%) qu'à Poligny (EC=90 et IBP=58%).

3 Chiroptères

D'après :

Gattus J.C., 2015. Etat initial des peuplements de chiroptères sur les contrats Natura 2000 forestiers des Hautes-Alpes. ONF Hautes-Alpes, Natura 2000 Chorges. 25 pp.

3.1 Introduction

Les chiroptères (chauves-souris) sont les seuls mammifères ailés pratiquant un vol battu. En Europe les espèces présentes sont presque exclusivement insectivores. Par leur mode de vie complexe et une utilisation de l'espace très variable au cours de leur cycle annuel, ces animaux sont de bons intégrateurs de la qualité globale des écosystèmes et des paysages. Sites de reproduction, d'hibernation, de mise-bas et d'élevage des jeunes, terrains de chasse, gîtes de transit sont autant de milieux particuliers pour lesquels chaque espèce va présenter des exigences particulières. Ainsi la présence de cortèges d'espèces différents donnera des informations différentes sur les sites étudiés.

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France ainsi qu'au niveau européen par la directive Habitats Faune Flore (Annexes 2 et 4).

Une grande partie des espèces fréquente de façon principale voire exclusive le milieu forestier pour s'alimenter, aussi la forêt est-elle un domaine privilégié pour les étudier. Les espèces les plus forestières utilisent également la forêt comme site de repos ou de mise bas voire d'hibernation si les arbres présentent un réseau adéquat de cavités, fissures et autres micro-habitats (Tillon 2008). Sensibles à la composition et à la structure des peuplements forestiers, les chauves-souris intègrent donc également les composantes liées à la maturité des peuplements : micro-habitats, arbres sénescents, etc. C'est dans ce cadre que l'intérêt d'un suivi à long terme de ce groupe taxonomique dans les espaces bénéficiant de contrats Natura 2000 visant à laisser vieillir et mourir des arbres a semblé intéressant.

3.2 Sites étudiés

Les cinq sites retenus parmi ceux bénéficiant de contrats Natura 2000 avec la mesure bois sénescents sont les suivants :

- Forêt de la Maniane
- Forêt du Sapet
- Forêt de Bréziers
- Vallon de Riou Froid
- Ubac de la montagne de l'Aup à Savournon

3.3 Méthode d'inventaire

L'inventaire s'appuie sur la réalisation de plusieurs nuits complètes d'enregistrement continu de l'activité ultrasonore des chiroptères. Le protocole MCD100 prescrit 3 nuits consécutives ou au moins rapprochées selon la météo du moment. En vol les chauves-souris utilisent en permanence l'écholocation en émettant des ultrasons qui leur permettent de se repérer par rapport à leur environnement et de repérer leurs proies. Plus le site étudié est intéressant en termes d'alimentation, plus l'activité de chasse y sera forte et plus les émissions ultrasonores seront intenses.

Ainsi la mesure de l'activité ultrasonore permet d'estimer un indice d'activité pour les 3 nuits suivies. L'intérêt de répéter les enregistrements sur trois nuits est de lisser les aléas liés à la météo, le vent et la pluie perturbant fortement les enregistrements de même qu'ils contrarient l'activité des chauves-souris.

3.3.1 Choix des emplacements

Les sites ont été choisis au sein des peuplements bénéficiant des contrats Natura 2000, en évitant de se trouver trop près d'une lisière externe dans la mesure du possible (50 mètres minimum). Les sites choisis présentaient des caractéristiques a priori non défavorables à la présence de chiroptères (en évitant les secteurs très encombrés) et à proximité immédiate d'arbres conservés dans le cadre du contrat. La proximité immédiate d'eau courante a été évitée pour limiter les bruits parasites, ainsi que les points d'eau très favorables aux chauves-souris qui peuvent fausser les comparaisons entre sites.

3.3.2 Matériel utilisé

Les enregistreurs utilisés sont des enregistreurs passifs du type Wildlife Acoustics SM2Bat+, équipé de deux micros :

- Un micro est positionné à environ 2m de hauteur de préférence sur une branche basse peu feuillée pour éviter les problèmes d'échos.



- Le deuxième micro est positionné en hauteur, le plus haut possible dans la canopée, en évitant là encore qu'il soit au milieu d'un houppier trop dense.

Le positionnement de ces deux micros permet d'intercepter l'activité des individus prospectant dans la canopée et au-dessus et ceux chassant ou transitant en sous-bois voire proche du sol. La portée des signaux d'écholocation des chauves-souris est très variable selon les espèces et l'encombrement du milieu ; en sous-bois ou dans un houppier dense les espèces forestières adaptées à une végétation encombrée n'émettent leurs ultrasons qu'à quelques mètres (parfois moins de 5m) tandis que les espèces de haut-vol ont des cris puissants parfois audibles à plus de 100 mètres. Ainsi les deux micros peuvent capter une activité bien différenciée entre le haut et le bas du peuplement.

Boîtier de l'enregistreur muni d'un micro fixé sur un hêtre (Photo T. Darnis / ONF).

3.3.3 Traitement des données

Les données sont traitées selon le protocole MCD100 de l'ONF :

- Décompression des fichiers .wac issus du SM2 en fichiers .wav (logiciel Kaleidoscope)
- Recherche et mesure des signaux de chauves-souris (logiciel ScanR)
- Pré-identification automatique des groupes et espèces (logiciel ChiroAuto)
- Validation manuelle des listes d'espèces et de la fiabilité de l'identification (logiciels

Excel et Batsound).

Les identifications acoustiques sont ensuite effectuées selon la méthode mise au point par Michel Barataud (Barataud 2012).

3.3.4 Aléas et durée de prospection réelle

Sur les deux années d'inventaire les aléas météorologiques et techniques ont conduit à une hétérogénéité de la pression d'observation :

- Deux sites ont subi la défaillance d'un micro et n'ont donc que des enregistrements tronqués (Sapet et Bréziers)
- Certaines nuits particulièrement ventées ou pluvieuses n'ont donné lieu à aucun enregistrement ou presque, ou à une saturation par les parasites et sont donc exclues de l'étude.

Des enregistrements complémentaires ont été effectués afin de compléter le jeu de données sur les sites sous-échantillonnés. Les durées d'enregistrement pour chaque site sont les suivantes :

Site	Date première nuit	Nombre de nuits	Nombre de micros	Durée nuit	Durée (en h) enregistrement
Sapet	25/06/2013	6	1	9.5	57
Maniane	29/07/2013	4.5	2	10.5	94.5
Riou Froid	04/09/2013	4	2	11.5	92
Bréziers	26/08/2014	2	1	11.5	23
Savournon 2013	05/07/2013	3	1	9.5	28.5
Savournon 2014	29/07/2014	4	2	10.5	84
TOTAL		23.5			379

3.4 Résultats

N.B. : L'étude des ultrasons des chauves-souris est une discipline très informative, en progression méthodologique constante ces dernières années. L'identification des espèces reste toutefois dans certains cas très problématique, aussi des regroupements d'espèces, souvent au niveau du genre, sont parfois effectués. Ainsi dans les résultats présentés ici les espèces sont mentionnées selon trois modalités : espèces dont la présence est certaine, probable, possible. Le rattachement à un groupe (*Myotis* sp., *Plecotus* sp., "Sérotule") est toujours "certain". Les données avec une fiabilité inférieure sont exclues des résultats et des analyses.

3.4.1 Résultats qualitatifs

3.4.1.1 Liste d'espèces sur l'ensemble des sites

Sur l'ensemble des points d'inventaire, 23 espèces de chauves-souris ont été contactées de façon certaine ou probable :

Espèce	Espèce (nom français)	Fiabilité identification
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Certaine
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Certaine
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	Certaine
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	Certaine
<i>Myotis alcathoe</i>	Murin d'Alcathoé	Certaine
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	Probable
<i>Myotis brandtii</i>	Murin de Brandt	Certaine
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	Probable
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	Certaine
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	Certaine
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	Certaine
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	Certaine
<i>Myotis oxygnathus</i>	Petit Murin	Certaine
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Certaine
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Certaine
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Certaine
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Certaine
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	Certaine
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	Certaine
<i>Plecotus macrobullaris</i>	Oreillard montagnard	Probable
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	Certaine
<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	Certaine
<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore	Probable

3.4.1.2 Espèces contactées sur chaque site

Le tableau ci-dessous présente la liste des taxons (espèces ou genres) identifiés sur chaque site de façon certaine ou probable, ainsi que le nombre de sites où chaque taxon a été contacté et le nombre de taxons pour chaque site.

Les espèces figurant en rouge (X) sont les espèces n'étant pas citées à l'intérieur des sites (certaines contactées à proximité) dans les Documents d'Objectifs des sites Natura 2000 concernés.

Taxon	Bréziers	Maniane	Rioufroid	Sapet	Savournon	Nb sites
<i>Barbastella barbastellus</i>	X	X	X	X	X	5
<i>Eptesicus serotinus</i>		X	X			2
<i>Hypsugo savii</i>	X	X	X	X	X	5
<i>Miniopterus schreibersii</i>			X		X	2
<i>Myotis alcathoe</i>			X		X	2
<i>Myotis bechsteinii</i>		X	X			2
<i>Myotis brandtii</i>	X	X	X		X	4
<i>Myotis daubentonii</i>			X			1
<i>Myotis emarginatus</i>		X	X			2
<i>Myotis myotis</i>	X	X	X			3
<i>Myotis mystacinus</i>		X	X			2
<i>Myotis nattereri</i>		X	X			2
<i>Myotis oxygnathus</i>					X	1
<i>Myotis sp.</i>	X	X	X	X	X	5
<i>Nyctalus leisleri</i>	X	X	X		X	4
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		X	X		X	3
<i>Pipistrellus nathusii</i>		X			X	2
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	X	X	X	X	5
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X		X		X	3
<i>Plecotus auritus</i>		X	X			2
<i>Plecotus macrobullaris</i>		X				1
<i>Plecotus sp.</i>	X	X	X	X	X	5
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X				X	2
<i>Sérotule</i>	X		X			2
<i>Tadarida teniotis</i>	X		X	X	X	4
<i>Vespertilio murinus</i>					X	1
TOTAL	12	17	21	6	16	

Au niveau spécifique il est intéressant de constater que seulement 6 espèces sont présentes sur 4 ou 5 sites. On peut les regrouper en 3 catégories :

- espèces de haut vol ou de lisière facilement détectables : Molosse, Sérotine commune, dans une moindre mesure Vespère de Savi,
- espèces ubiquistes : Pipistrelle commune, espèce la plus commune en France dans la plupart des milieux naturels,
- espèces typiquement forestières : murin de Brandt (mais sans doute d'autres murins seraient présents sur tous les sites si une identification systématique était possible) et Barbastelle.

Dans le dernier cas il est intéressant de constater qu'il s'agit d'espèces qui ne sont pas très communes à l'échelle de la zone étudiée.



Nombre de taxons (espèces ou genres) par site

Si le faible nombre de taxons au Sapet est sans doute en partie lié à un échantillonnage un peu moindre (idem à Bréziers) et également à l'altitude très élevée du site, les autres sites présentent une liste d'espèces intéressante voire remarquable sur un seul point d'écoute. Ainsi le site de Riou Froid avec 21 taxons et 18 espèces est particulièrement riche, à mettre en regard avec les 19 espèces citées dans le document d'objectifs pour l'ensemble des 35 000 ha du site Natura 2000. Notons qu'en 2014, à l'issue des inventaires complémentaires réalisés sur l'ensemble du site, 24 espèces sont désormais connues !

3.4.2 Indices d'activité

Les indices d'activité sont mesurés par la notion de "contact". Toute séquence de 5 secondes contenant au moins un cri de chiroptère est considérée comme un contact. Le traitement des données crée des fichiers de 5 secondes et permet donc de comptabiliser les contacts. Il est important dans cette méthode de s'assurer de la fiabilité du traitement automatique : une nuit pluvieuse ou ventée pourra donner lieu à un taux considérable d'identifications erronées (parasites identifiés comme des chauves-souris) tandis qu'une nuit calme les identifications sont en général assez fiables au niveau du groupe.

Coefficients de détectabilité

Selon les espèces, les émissions ultrasonores ont une portée d'émission très variable, créant une distorsion entre la détection des espèces, celles émettant le plus fort (le plus loin) étant contactées plus fréquemment.

Afin d'atténuer cette distorsion, nous appliquons ici les coefficients proposés par Michel Barataud pour le milieu forestier (Barataud 2012). Cette méthode donne une image un peu plus réaliste de la fréquentation des sites par les chauves-souris.

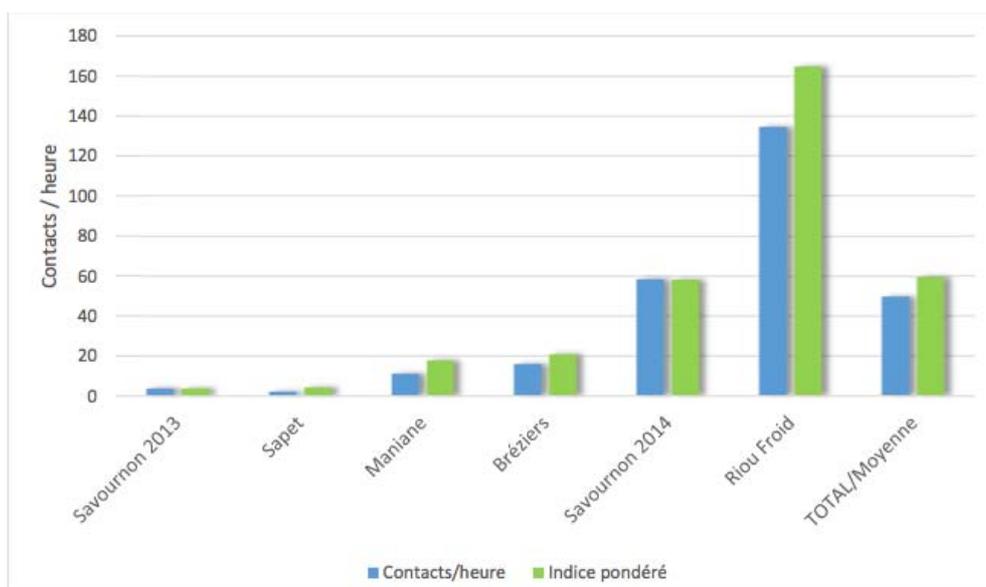
Activité totale

Au total plus de 18900 contacts de chauves-souris ont été obtenus en 379 heures d'enregistrement. Les contacts sont répartis comme suit entre les sites :

3.4.2.1 Indices d'activité par site

Les tableaux et histogramme suivants indiquent pour chaque site le niveau d'activité global mesuré, ramené au nombre de contacts par heure d'enregistrement. Pour le site de Savournon les données de 2013 et 2014 ont été séparées, les données 2013 étant à une saison différente et ayant subi des aléas météorologiques et matériels.

Site	Nb heures	Nb contacts	Contacts/heure	Indice pondéré
Sapet	57	118	2.1	4.1
Savournon 2013	28.5	102	3.6	3.6
Maniane	94.5	1044	11.0	17.8
Brézières	23	369	16.0	20.9
Savournon 2014	84	4919	58.6	58.3
Riou Froid	92	12371	134.5	164.9
TOTAL/Moyenne	379	18923	49.9	59.5



De façon générale on peut noter que ces indices d'activité sont faibles à moyens si l'on compare avec les exemples sur plusieurs forêts de France cités par Barataud (Barataud 2013, cf. tableau ci-dessous). Les valeurs obtenues à Savournon sont moyennes et celles de Riou Froid sont en revanche élevées.

Type forêt	pinède mature (pin laricio)	mélézin mature	hêtraie / sapinière âgée	tous types	futaies feuillues & TSF	futaies régulières résineux	chênaie mature	chênaie mature	chênaie / hêtraie mature
Lieu	PNR Corse	PN Mercantour	PNR Livradois - Forez	Limousin	Limousin	Limousin	FD Tronçais	FD Rambouillet	PNR Oise
Altitude (mètres)	1000-1500	1800-2200	1250-1450	300-900	300-900	300-700	230	100-200	50-200
N. heures écoute	70 h 25	295 h	10 h	407 h 30	210 h 40	79 h	38 h 50	200 h	16 h 15
N. espèces 17	21	10	23	22	19	17	18	10	
Activité brute contacts/heure	79	63,4	58	59,7	92,3	44,8	97	120	15
Activité pondérée contacts/heure	87,8	89,5		70,3	114,4	41,2	123,1		20,4

Exemple d'indices d'activités dans 9 forêts françaises (d'après Barataud 2013)

Des disparités considérables apparaissent entre les sites, qui peuvent s'expliquer par différents

facteurs, notamment :

- Facteurs météorologiques lors des enregistrements
- Facteurs macroécologiques (climatiques en particuliers)
- Facteurs écologiques locaux (échelle forêt)
- Facteurs structurels (à l'échelle du point d'écoute)

L'échantillonnage n'est bien sûr pas suffisant pour faire une véritable analyse statistique sur l'ensemble de ces paramètres ; toutefois on peut tenter une interprétation de ces écarts.

D'un point de vue **climatique**, bien que situés dans un périmètre relativement restreint (sites situés dans un cercle de 50 km de diamètre) les sites présentent des différences notables : d'ouest en est et dans une moindre mesure du nord au sud la continentalité (et donc la sécheresse) s'accroît. Or dans le contexte des Alpes du Sud la sécheresse limite fortement la biomasse donc la disponibilité en insectes.

L'altitude, particulièrement élevée au Sapet, peut également constituer une contrainte, avec une saison de végétation brève et une productivité moindre.

A l'échelle des sites, la comparaison avec les données relevées lors de l'inventaire PSDRF mené par Jordan Fermat en 2014 peut apporter quelques éléments, bien que les corrélations ne peuvent pas être établies de façon rigoureuse avec notre échantillonnage, et ce d'autant plus que Bréziers ne faisait pas partie de l'étude PSDRF.

Le site de Riou Froid qui apparaît comme le plus riche pour les chiroptères, était également le premier des sites étudiés pour les paramètres suivants :

- Surface terrière totale
- Surface terrière de gros bois
- Volume de bois mort
- Volume de bois mort / gros bois mort sur pied

Le site de Savournon s'est pour sa part avéré le mieux pourvu en microhabitats :

- Nombre total de micro-habitats
- Cavités
- Loges de pics
- Fentes
- Ecorces décollées

Le site du Sapet, le plus pauvre en richesse spécifique et indice d'activité, outre son altitude élevée, est apparu en dernière position pour les variables suivantes :

- Surface terrière totale
- Nombre de cavités
- Nombre de loges de pics
- Présence de lierre

A l'inverse il est en tête pour le nombre de champignons.

Il semble donc prématuré de tirer des conclusions quant aux facteurs déterminants pour ces disparités mais il sera intéressant de regarder l'évolution des différents paramètres à moyen et long terme.

De façon plus fine, les structures de peuplement où ont été installés les micros n'ont pas été étudiées de manière assez détaillée à ce jour pour les lier aux différences observées.

3.4.2.2 Indices d'activité par espèces et groupes d'espèces

Pour une meilleure pertinence et lisibilité, les contacts ont été analysés par groupes d'espèces. En

effet il n'est pas pertinent pour, par exemple, les espèces du genre *Myotis* d'analyser les nombres de contacts spécifiques, de très nombreuses séquences n'ayant pu faute de temps ou d'éléments discriminants être identifiés à l'espèce. Pour ce genre complexe l'identification spécifique n'a été recherchée que pour établir une liste d'espèces par site et non pour définir un indice d'activité par espèce.

Le résultat brut par espèce est tout de même présenté ci-dessous à titre d'information. On constatera ainsi parmi les *Myotis* que les espèces les plus fréquemment contactées de façon certaines sont en fait les plus faciles à identifier (*Myotis nattereri*, *Myotis* de grande taille), et quoiqu'il en soit les identifications spécifiques de *Myotis* ne représentent qu'une faible part de l'ensemble des contacts de *Myotis* (3,4 % des contacts de *Myotis*).

Taxon	Nombre de contacts	Coefficient de détectabilité	Contacts pondérés
<i>Barbastella barbastellus</i>	44	1.7	74.8
<i>Eptesicus serotinus</i>	46	0.83	38.18
<i>Hypsugo savii</i>	62	0.83	51.46
<i>Miniopterus schreibersii</i>	7	1.2	8.4
<i>Myotis alcaethoe</i>	2	2.5	5
<i>Myotis bechsteinii</i>	3	2.5	7.5
<i>Myotis brandtii</i>	6	2.5	15
<i>Myotis daubentonii</i>	1	2.5	2.5
<i>Myotis emarginatus</i>	7	3.1	21.7
<i>Myotis myotis</i>	13	1.7	22.1
<i>Myotis mystacinus</i>	13	2.5	32.5
<i>Myotis nattereri</i>	30	3.1	93
<i>Myotis oxygnathus</i>	5	1.7	8.5
<i>Myotis sp.</i>	2295	2.5	5737.5
<i>Nyctalus leisleri</i>	135	0.31	41.85
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	52	1	52
<i>Pipistrellus nathusii</i>	10	1	10
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	16060	1	16060
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	35	1.2	42
<i>Plecotus auritus</i>	7	5	35
<i>Plecotus macrobullaris</i>	1	5	5
<i>Plecotus sp.</i>	32	5	160
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5	25
<i>Sérotule</i>	4	0.5	2
<i>Tadarida teniotis</i>	47	0.17	7.99
<i>Vespertilio murinus</i>	1	0.5	0.5
Total général	18923		22559.48

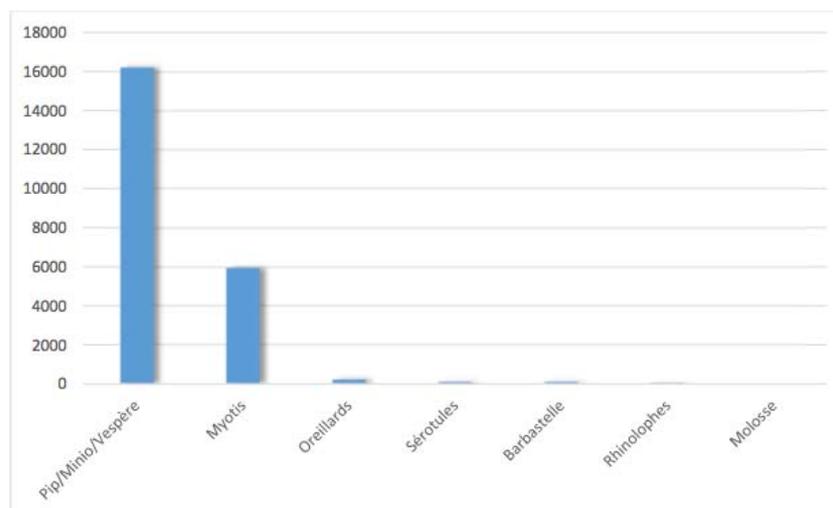
Nombre de contacts par taxon

La pipistrelle commune est de très loin l'espèce la plus fréquente globalement (85% des contacts, 71% des contacts pondérés). Pour les raisons liées à l'identification spécifique évoquées précédemment il est plus pertinent d'analyser l'activité par groupes d'espèces.

Groupe	Nombre de contacts	Contacts pondérés
Barbastelle	44	75
Sérotules	186	83
Pipistrelles / Vespère / Minioptère	16226	16224
Myotis	2375	5945
Oreillards	40	200
Molosse / Grande noctule	47	8
Rhinolophes	5	25

Nombre de contacts par groupes d'espèces

Là encore il apparaît nettement la très forte prédominance des pipistrelles, les Myotis constituant un cortège très important également

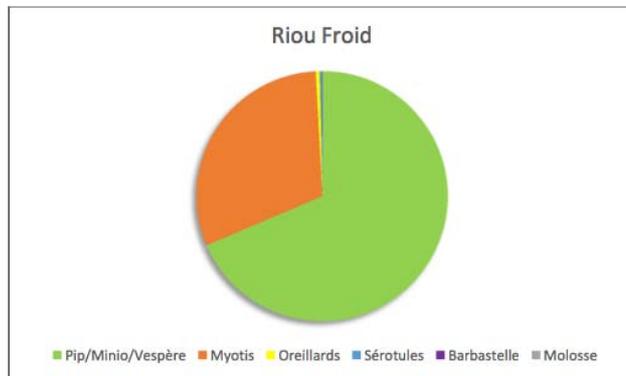
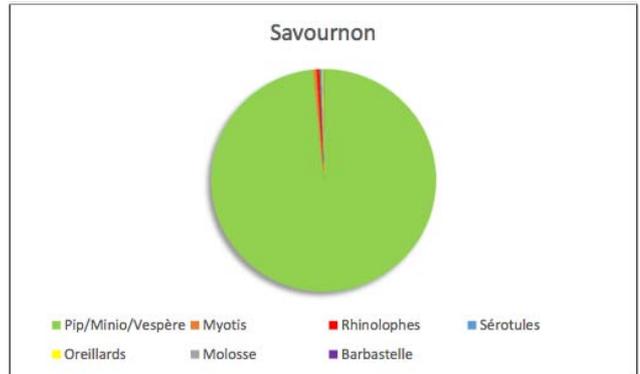
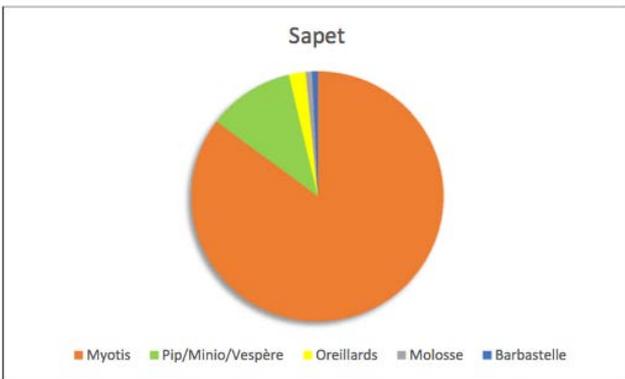
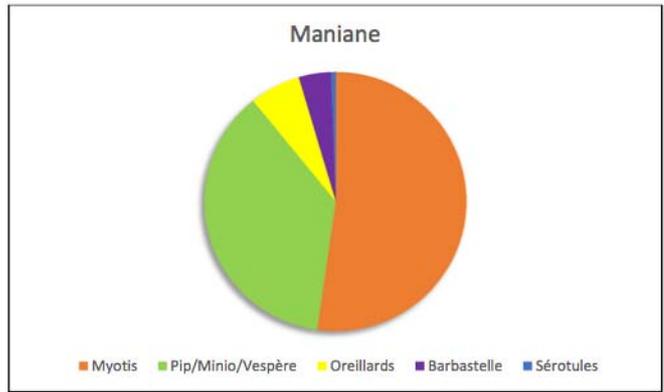
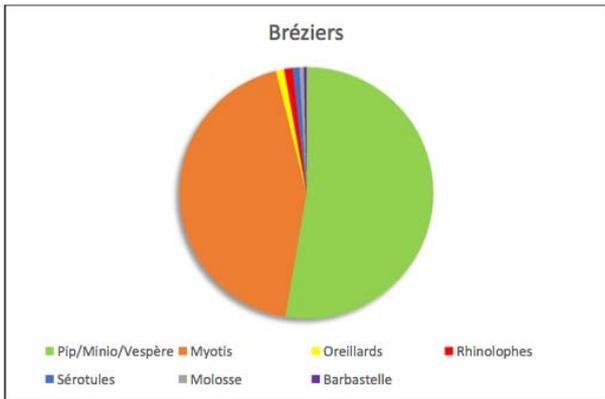


Cette vision globale cache des disparités très importantes entre les sites, ainsi la proportion de pipistrelles varie de 11 % au Sapet à 98% à Savournon ! A l'inverse les Myotis représentent entre 0,5% des contacts à Savournon et 85 % au Sapet. Ces deux groupes sont toutefois de très loin les deux groupes dominants sur tous les sites où ils totalisent au moins 89% des contacts (ce minimum à la Maniane). Ce schéma avec deux groupes très dominants a également été observé dans la RBI du Chapitre Petit Buëch avec une méthode différente par points d'écoute active de 45 min (Gattus 2012).

	Bréziers	Maniane	Rioufroid	Sapet	Savournon	Total général
Barbastelle	1.7	66.3	3.4	1.7	1.7	74.8
Molosse	2.55		0.51	1.87	3.06	7.99
Myotis	209.2	873.9	4641.2	197.5	23.5	5945.3
Oreillards	5	105	75	5	10	200
Pip/Minio/Vespère	253.62	616.81	10400.73	25.66	4927.04	16223.86
Rhinolophes	5				20	25
Sérotules	4.41	9.95	51.24		16.93	82.53
Total général	481.48	1671.96	15172.08	231.73	5002.23	22559.48

Indices d'activité par groupe de taxons sur chaque site

Les graphiques ci-dessous présentent les proportions de contacts pondérés de chaque groupe d'espèces sur chacun des sites étudiés :



3.5 Conclusions

L'objectif principal de cette étude était la mise en place d'un état initial sur un réseau de placettes bénéficiant de contrats Natura 2000, afin de poser les bases d'un suivi dans le temps de l'activité des chauves-souris fréquentant les sites. Malgré certains aléas techniques et météorologiques, 4 des 5 sites ont pu être suivis avec une pression d'observation importante, on dispose donc d'une base de données présentant un état initial de l'activité au moment de la mise en œuvre de ces contrats Natura 2000. Des compléments sont prévus sur les sites de Bréziers et du Sapet pour consolider le jeu de données.

Les résultats font apparaître des indices d'activités en moyenne assez comparables à ce qui est connu ailleurs dans les forêts françaises, avec toutefois une très forte hétérogénéité entre les sites, qui est encore difficile à analyser, la méthode mise en place n'ayant par ailleurs pas vocation à effectuer une comparaison. La part des facteurs géographiques et topographiques par rapport à la part liée à la structure forestière (et donc à la gestion passée) constitue une thématique d'étude très intéressante.

La répétition dans le temps de relevés sur les points étudiés, en parallèle avec les mesures dendrométriques pourrait être riche d'enseignements dans les années qui viennent. Aussi cet état initial doit bien être pris comme une base ayant vocation à être répétée pour maximiser son intérêt.

Un point important de cette étude est également l'apport qualitatif qu'il fournit à la connaissance des sites Natura 2000 parcourus, puisque de nouvelles espèces dont certaines inscrites à l'annexe 2 de la Directive Habitats ont pu être identifiées sur plusieurs d'entre eux. Cet aspect qualitatif est encore fragmentaire sur bon nombre de sites et mériterait des recherches approfondies pour mieux connaître l'utilisation du milieu forestier par les chauves-souris, notamment la recherche de gîtes arboricoles, ainsi qu'une connaissance plus fine des comportements de vol des individus par les techniques de trajectographie, la confirmation de présence de certaines espèces par des captures ciblées, etc.

Les pistes de travail sont donc encore nombreuses pour l'étude des chauves-souris, espèces pour lesquelles l'intérêt des forêts des sites Natura 2000 hauts-alpins est encore confirmé ici.

4 Coléoptères saproxyliques

D'après :

Barnouin T., Soldati F. et Noblecourt T. (2014). Echantillonnage des coléoptères saproxyliques des forêts de Sapet, de La Magnane, de Bréziers et de Savournon dans les sites Natura 2000 Bois de Morgon - Forêt de Boscodon – Bragousse; Ceuse – Montagne d'Aujourd'hui – Pic de Crignon – Montagne de Saint-Genis; Piolit – Pic de Chabrières; Montagne de Seymuit – Crête de la Scie (France, Hautes-Alpes) – Rapport d'échantillonnage 2014, Quillan : Office National des Forêts, Laboratoire National d'Entomologie Forestière. Décembre 2014, 32 p.

4.1 Introduction

Parler de **biodiversité en forêt** ne peut s'envisager sans faire référence aux **coléoptères saproxyliques**. Les organismes saproxyliques se définissent comme des espèces qui dépendent, au moins pendant une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou mourant, d'arbres moribonds ou morts debout ou à terre, ou de champignons lignicoles, ou encore de la présence d'autres organismes saproxyliques (Speight, 1989). Ces espèces saproxyliques occupent une place très importante au sein des écosystèmes forestiers européens, représentant entre 20 et 25 % des espèces forestières (Dajoz, 1998 ; Stockland *et al.*, 2004). Les coléoptères saproxyliques constituent à eux seuls près de 20 % de cette diversité et, avec près de **2500 espèces en France**, se positionnent comme le second groupe saproxylique le plus diversifié après les champignons lignicoles (Bouget et Brustel, 2009). Ils occupent ainsi en forêt différentes fonctions indispensables dans les processus de dégradation et de recyclage de la nécromasse ligneuse.

La **rareté des espèces** représente une **valeur biologique**, c'est-à-dire un **patrimoine naturel** du point de vue des naturalistes. Cette rareté s'apprécie le long d'un gradient appliqué aux trois dimensions principales qui caractérisent les populations d'une espèce :

- l'aire de distribution : des cosmopolites aux endémiques (rareté chorologique) ;
- l'occupation de cette aire : des espèces abondantes et occupant harmonieusement cette aire aux populations morcelées aux individus épars (rareté au sens courant) ;
- les exigences biologiques (ou sténocécie) qui pour un coléoptère saproxylique fait intervenir sa spécialisation trophique, la rareté du matériau support de son développement et l'état de dégradation de celui-ci.

Dans un site donné, l'occurrence d'un coléoptère saproxylique rare est porteuse d'une information sur l'état de conservation (naturalité), en référence à d'autres sites ayant les mêmes déterminants biogéographiques mais où l'impact des gestions passées aura fait disparaître l'espèce. Les coléoptères saproxyliques les plus rares sont souvent les plus exigeants. Les cortèges les plus diversifiés en espèces rares sont liés aux sites où **la quantité, la diversité et la continuité de la ressource en bois morts** sont les plus importantes.

Sur la base de ce constat, nos travaux portent sur :

1. une cotation de la rareté des espèces (suivant deux gradients et non trois car les coléoptères saproxyliques comptent très peu d'endémiques) ;
2. une liste de référence d'espèces rares, bioindicatrices de la valeur biologique (i.e. patrimoniale) des différents types de forêts présents en France ;

3. une méthode de diagnostic de la valeur biologique relative des forêts en fonction des données faunistiques disponibles (bibliographie et réseau d'entomologistes) ;
4. des techniques d'échantillonnage de ces espèces pour diagnostiquer des forêts actuellement peu ou mal connues (inventaires des coléoptères saproxyliques partiels, anciens ou inexistants).

4.2 Indices pour caractériser les espèces

Les indices synthétiques pour caractériser la rareté des coléoptères saproxyliques sont construits comme suit :

Ip = indice situant le niveau de rareté des espèces comme une appréciation de leur valeur patrimoniale.

- « / » pour les espèces probablement absentes de la zone considérée.
- « 1 » pour les espèces communes et largement distribuées (faciles à observer).
- « 2 » pour les espèces peu abondantes ou localisées (difficiles à observer).
- « 3 » pour les espèces jamais abondantes ou très localisées (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques).
- « 4 » pour quelques espèces très rares, connues de moins de 5 localités actuelles ou contenues dans un seul département en France.

If = indice situant le niveau d'exigence biologique des coléoptères saproxyliques (habitat larvaire).

- « 0 » pour les espèces non saproxyliques.
- « 1 » pour les espèces pionnières dans la dégradation du bois, et/ou peu exigeantes en terme d'habitat.
- « 2 » pour les espèces exigeantes en terme d'habitat : liées aux gros bois, à des essences peu abondantes, demandant une modification particulière et préalable du matériau par d'autres organismes et/ou prédatrices peu spécialisées.
- « 3 » pour les espèces très exigeantes dépendantes le plus souvent des espèces précédentes (prédateurs de proies exclusives ou d'espèces elles-mêmes exigeantes) ou d'habitats étroits et rares (champignons lignicoles, cavités, très gros bois en fin de dégradation, gros bois d'essences rares...).

Cette cotation a été appliquée à notre liste de référence des coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la qualité des forêts françaises. Elle peut également servir à caractériser tout type d'inventaire en tous lieux sous réserve de connaître les traits de vie des espèces déterminées.

4.3 Liste de référence des Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la valeur biologique des sites boisés français

Une donnée faunistique sur une espèce n'est pas seulement une valeur numérique de présence ou d'abondance, il s'agit d'une information qualitative qui intègre tous les déterminants du développement d'une population de l'espèce dans le site d'observation (hors artefact).

Outre le diagnostic patrimonial rapide des sites sur la base des indices qui précèdent (par exemple : une donnée sur une espèce Ip = 4 signifie une forte responsabilité patrimoniale du

gestionnaire du site pour cette espèce très rare), les traits de vie des espèces rencontrées permettent de faire le lien avec les ressources exigées et la gestion qui s'impose pour la conservation des cortèges inventoriés.

300 espèces de 30 familles sont retenues et leurs caractéristiques propres détaillées suivant ces critères :

- les grands types de milieux où l'espèce a déjà pu être rencontrée (2 critères distincts) ;
- les essences d'arbres accueillant leurs habitats ;
- l'habitat, siège du développement larvaire ;
- le régime alimentaire des larves ;
- la caractérisation de la rareté biogéographique (au nord ou au sud du Pays) et de la sténocécie telles que nous venons de les présenter (Encarts 1 et 2 soit 3 critères : Ip nord, Ip sud et If) ;
- la phénologie des adultes ;
- la facilité d'identification des espèces ;
- les techniques les plus adaptées à l'observation des adultes.

Cette liste, base de notre recherche sur le diagnostic patrimonial des sites boisés en France, constitue également les espèces ciblées par nos recherches sur les techniques d'inventaire.

4.4 Méthodologie générale

4.4.1 Méthode d'échantillonnage

Il y a deux façons de réaliser une étude entomologique : soit la méthode active, par recherche à vue, soit la méthode passive, en utilisant des systèmes d'échantillonnages adaptés aux insectes cibles. L'échantillonnage à vue est une excellente technique pour inventorier des espèces de grandes tailles facilement identifiable *in situ* (lépidoptères diurnes, odonates, etc.) ou pour compléter un échantillonnage à l'aide de pièges dans une zone qui aura été préalablement détectée comme riche en coléoptères saproxyliques. Toutefois, un inventaire entomologique doit être un outil au service du gestionnaire et de ce fait, doit être répliquable dans les mêmes conditions, ce que n'offre pas l'échantillonnage à vue, car l'effet expérimentateur influe beaucoup sur les résultats. Seul l'échantillonnage continu à l'aide de systèmes adaptés permet de s'affranchir de ce biais.



Piège PolytrapTM transparent (Photo Noblecourt/ONF)

Partant de cette expérience, un piège à interception (windows trap) appelé POLYTRAP™ a été conçu (modèle déposé par l'EIP de Toulouse) et est maintenant manufacturé (photographie 1). Ce piège permet ainsi une uniformisation de la méthode ainsi que de véritables études comparatives.

L'efficacité du Polytrap™ est renforcée par l'ajout d'éthanol dans le flacon récepteur qui agit comme attractif (Byers, 1992). L'amorçage des pièges avec de l'éthanol permet d'augmenter de 40 % environ le nombre d'espèces capturées. **Tous nos échantillonnages de Coléoptères saproxyliques en milieu forestier sont donc réalisés à l'aide de piège Polytrap™ amorcés à l'éthanol à 20%**, conformément aux préconisations de Bouget & Brustel (2009a).

Chaque site est composé de deux pièges Polytrap™ espacés d'une distance comprise entre 20 et 30 mètres afin qu'ils soient considérés comme des répliqués indépendants. L'utilisation d'une paire de piège par site permet également de limiter le nombre de données nulles en cas de dysfonctionnement d'un piège (Bouget & Brustel, 2009b). **Les pièges sont récoltés tous les 15 jours**. Cette fréquence de récolte semble un bon compromis pour espérer capturer le maximum d'espèces tout en minimisant le temps de récolte (Parmain, 2010).

4.4.2 Choix des sites

Il n'est pas envisageable, ni financièrement ni en terme de volume de travail, de mettre des pièges dans chacune des parcelles de la forêt à inventorier. L'échantillonnage doit donc être concentré sur les **parcelles abritant les arbres les plus âgés présentant des micro-habitats favorables à l'entomofaune saproxylique** (cavités basses, cavités hautes, décollements d'écorce, champignons, grosses branches mortes dans le houppier...), et/ou du bois mort de gros diamètre au sol ou sur pied. Ce choix s'appuie sur le postulat que si des espèces exigeantes se sont maintenues dans la forêt, il y a de fortes probabilités qu'elles soient dans ce type de parcelle. Une étude préparatoire à l'aide des cartes de peuplement est donc nécessaire pour déterminer la ou les parcelles les plus âgées. Ce repérage est suivi d'une visite sur le terrain en présence du gestionnaire local pour identifier les zones les plus favorables pour l'implantation des pièges.

4.4.3 Durée et périodicité du piégeage

Martikainen et Kaila (2004) ont démontré que plus de 75 % des espèces communes capturées sur 10 années de piégeage étaient capturées dès les 3 premières années, alors que la détection des espèces rares est beaucoup plus lente. **Un échantillonnage sur une durée de 3 années consécutives** est donc un strict minimum pour avoir un bon aperçu de la faune d'un site. **Dans le cas présent, la commande d'inventaire ne prévoit qu'une seule année d'échantillonnage**. Les résultats devront être considérés comme partiels

De même, Bouget (2008) a démontré que le maximum de richesse globale est atteint lors d'un piégeage continu centré sur la période d'activité maximale (juin) et qu'une **période de 3 mois consécutifs** (mai-juin-juillet) donne en moyenne les meilleurs résultats. Le dispositif d'échantillonnage sera donc mis en place entre fin avril et la mi mai selon l'altitude et la latitude (une mise en oeuvre précoce est préférable en régions méditerranéenne et atlantique) pour se terminer entre fin juillet et début août, soit 7 récoltes consécutives.

4.4.4 Tri et identifications

Les échantillons sont lavés et débarrassés des débris divers (feuilles, rameaux, bourgeons, etc.). Les insectes sont triés dans un bac à eau et répartis par familles puis reconditionnés par familles jusqu'à leur identification (photographie 2).

Toutes les données sont retranscrites sur une fiche de saisie par type de piège, localité et date de récolte, puis encodées sous le logiciel de gestion des données scientifiques DATA FAUNA FLORA.

Les espèces appartenant aux coléoptères saproxyliques sont identifiées à l'espèce, les autres à la

famille ou à l'espèce lorsque nos compétences le permettent. **Une priorité est donnée aux 30 familles qui contiennent les espèces de coléoptères bioindicateurs de la qualité des forêts** (Brustel, 2004).



Tri des échantillons dans un bac à eau (Photo Arnoboldi/ONF).

4.4.5 Présentation des fiches espèces

Toutes les espèces de coléoptères bioindicateurs de qualité des forêts françaises capturées sur le site, ainsi que les autres espèces remarquables sont présentées sous forme de fiches synthétiques. Le modèle ci-dessous expose les différentes informations contenues dans ces fiches :

lf 1	lp 2
PN	oui
DH	II*
UICN	LC
RFP	2

4-Cotation de l'indice fonctionnel selon Brustel (2004). Les modalités de cette case sont les suivantes :

- Espèce non évaluée (non cotée).
- Espèce pionnière dans la dégradation du bois et/ou peu exigeante en terme d'habitat.
- Espèce exigeante en terme d'habitat : liée aux gros bois, à des essences peu abondantes, demandant une modification particulière et préalable du matériau par d'autres organismes et/ou prédatrice peu spécialisée.
- Espèce très exigeante dépendante le plus souvent des espèces précédentes ou d'habitats étroits et rares (champignons lignicoles, cavités...).

5-Cotation de l'indice patrimonial selon Brustel (2004). Les modalités de cette case sont les suivantes :

- Espèce non évaluée (non cotée).
- Espèce commune et largement distribuée (facile à observer).
- Espèce peu abondante ou localisée (difficile à observer).
- Espèce jamais abondante ou très localisée (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques).
- Espèce très rare, connue de moins de 5 localités actuelles ou contenue dans un seul département en France.

6-Protection au niveau national selon l'arrêté du 23 avril 2007. Les modalités de cette case sont les suivantes :

- Espèce non protégée.
- Espèce protégée.

7-Inscrite en annexe II de la Directive Habitats, Faune, Flore (Directive Européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992). Cette annexe liste les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Les modalités dans cette case sont les suivantes :

- Espèce non inscrite en annexe II.
- Espèce non prioritaire inscrite en annexe II.
- Espèce prioritaire inscrite en annexe II.

8-Inscrite dans la liste rouge I.U.C.N. des coléoptères saproxyliques menacés en Europe (Nieto et Alexander, 2010). Dans cette première liste réalisée sur ce groupe fonctionnel, le niveau de menace à l'échelle européenne a été évalué sur une sélection de 436 espèces en utilisant les catégories et les critères de l'I.U.C.N. Les modalités dans cette case sont les suivantes :

- Espèce non évaluée (Not Evaluated).
- Données insuffisantes pour l'évaluation (Data Deficient).
- Espèce de préoccupation mineure (Least Concern).
- Espèce quasi menacée (Near Threatened).
- Espèce vulnérable à l'extinction (Vulnerable).
- Espèce en danger d'extinction (Endangered).
- Espèce en danger critique d'extinction (Critically Endangered).

9-Inscrite dans la liste des 115 espèces relictées de forêts primaires (Urwald relict species) recensées en Allemagne (Müller *et al.*, 2005). Une espèce relictée est une espèce exigeante dont la présence est liée à une continuité de l'état boisé. Même si cette liste n'est pas totalement applicable en France en raison d'un contexte historique et biogéographique différents, il reste un indicateur intéressant pour chercher à identifier les espèces relictées françaises. Les modalités dans cette case sont les suivantes :

- Espèce non listée.
- Espèce relictée plus exigeante nécessitant des ressources rares et/ou des structures forestières complexes.
- Espèce relictée moins exigeante pouvant également se maintenir dans d'autres espaces arborés (bocages, parcs urbains...).

4.4.6 Méthode d'évaluation de la valeur patrimoniale

Afin d'évaluer globalement la valeur patrimoniale d'une forêt pour les coléoptères saproxyliques, nous reprenons la méthode proposée par Parmain (2009). La méthode s'appuie sur les espèces de coléoptères bioindicateurs de la qualité des forêts (Brustel, 2004). Cette évaluation est basée sur un calcul réalisé en 2 étapes. La première consiste à classer la forêt en fonction du nombre d'espèces de niveau « 4 » présentes. En effet, le niveau « 4 » a été construit selon une philosophie différente des 3 autres classes associées aux saproxyliques. Ce niveau reflète une rareté extrême au niveau national qui induit pour un gestionnaire une responsabilité de conservation accrue. Nous avons ainsi défini 3 classes :

- **Classe 1 : aucune espèce Ip4** : forêt d'intérêt patrimonial local à intérêt patrimonial régional.
- **Classe 2 : une à trois espèces Ip4** : forêt d'intérêt patrimonial régional à intérêt patrimonial national.
- **Classe 3 : plus de trois espèces Ip4** : forêt d'intérêt patrimonial national à intérêt patrimonial supra-national.

La seconde étape consiste à calculer pour chaque forêt un indice global de la valeur patrimoniale (Vp). La valeur patrimoniale d'un site au sein de sa classe pourra alors être calculée comme suit :

$$Vp = nbIp1*1 + nbIp2*2 + nbIp3*3$$

Avec :

- Vp = Valeur patrimoniale du site ;
- nbIp1 = Nombre d'espèces ayant un Ip = 1 présentes sur le site ;
- nbIp2 = Nombre d'espèces ayant un Ip = 2 présentes sur le site ;
- nbIp3 = Nombre d'espèces ayant un Ip = 3 présentes sur le site.

Au niveau des enjeux de conservation, il est à noter que nous ne considérerons pas de séparation absolue entre les classes définies dans la première étape. Par exemple, l'enjeu de conservation d'une forêt appartenant à la classe 1 mais à Vp élevée pourra être équivalent ou supérieur à une forêt de classe 2 mais à Vp faible.

Afin de relativiser l'évaluation de la valeur patrimoniale en fonction de la pression de prospection, nous utilisons la méthode de Parmain (2009). Cette méthode permet d'évaluer le niveau de connaissance d'un site pour la diversité des coléoptères saproxyliques selon 3 classes :

- **forêt faiblement connue (FC)** – forêt étudiée récemment uniquement par piège à interception sur 5 ans ou moins. Peu ou pas de recherche active, ni d'élevage. Les données bibliographiques sont inexistantes ou très fragmentaires.
- **forêt bien connue (BC)** – forêt étudiée historiquement par des coléoptéristes confirmés par méthodes d'échantillonnage actives et des élevages ou forêt étudiée récemment par au moins deux méthodes d'échantillonnage « passives » sur 5 à 10 ans avec peu de recherche active et d'élevage. Les données bibliographiques sont variables.
- **forêt très bien connue (TBC)** – historiquement étudiée par des coléoptéristes confirmés. Les méthodes d'échantillonnage actives et passives sont variées et pratiquées sur plusieurs décennies. Les données bibliographiques sont importantes.

4.5 Résultats

4.5.1 Données générales

Familles identifiées

Sur les 48 familles présentes lors de l'inventaire, 40 familles ont été identifiées en tout ou partie ce qui place notre travail bien au-delà des engagements

Le nombre de familles différentes est relativement important ce qui traduit une forte biodiversité au moins sur certains sites.

4.5.2 Espèces saproxyliques bioindicatrices

Famille	Sous-Famille	Espèce	If	Ip
Anthribidae	Anthribinae	Dissoleucas niveirostris (Fabricius, 1798)	2	2
Anthribidae	Anthribinae	Platystomos albinus (Linné, 1758)	2	2
Bothrideridae	Teredinae	Oxylaemus cylindricus Panzer, 1796	3	2
Cerambycidae	Cerambycinae	Pseudosphegistes cinerea (Lap. & Gory, 1835)	1	3
Cerambycidae	Cerambycinae	Rosalia alpina (Linné, 1758)	1	3
Cerambycidae	Lamiinae	Acanthocinus reticulatus (Razoumowsky, 1789)	1	3
Cerambycidae	Lepturinae	Oxymirus cursor (Linné, 1758)	2	2
Cerambycidae	Lepturinae	Rhagium mordax (De Geer, 1775)	1	2
Cerambycidae	Lepturinae	Stictoleptura scutellata (Fabricius, 1781)	2	2
Cleridae	Clerinae	Opilo mollis (Linné, 1758)	2	2
Cleridae	Tillinae	Tillus elongatus (Linné, 1758)	2	2
Elateridae	Denticollinae	Crepidophorus mutilatus (Rosenhauer, 1847)	3	4
Elateridae	Denticollinae	Denticollis rubens (Piller & Mitterpacher, 1783)	2	2
Elateridae	Denticollinae	Hypoganus inunctus (Panzer, 1795)	3	3
Elateridae	Elaterinae	Ampedus erythrogonus (Müller, 1821)	3	3
Elateridae	Elaterinae	Ampedus melanurus Mulsant & Guillebeau, 1885	3	3
Elateridae	Elaterinae	Megapenthes lugens (Redtenbacher, 1842)	3	3
Erotylidae	Tritominae	Triplax lacordairii Crocht, 1870	3	3
Eucnemidae	Eucneminae	Eucnemis capucina Ahrens, 1812	2	3
Eucnemidae	Macraulacinae	Nematodes filum (Fabricius, 1801)	2	4
Eucnemidae	Melasinae	Hylis cariniceps (Reitter, 1902)	2	3
Eucnemidae	Melasinae	Hylis foveicollis (Thomson, 1874)	2	3
Eucnemidae	Melasinae	Hylis olexai (Palm, 1955)	2	2
Eucnemidae	Melasinae	Xylophilus corticalis (Paykull, 1800)	2	2
Eucnemidae	Melasinae	Isorhipis melasoides (Lap., 1835)	2	2
Lucanidae	Platycerinae	Platycerus caprea (De Geer, 1774)	2	2
Lucanidae	Syndesinae	Sinodendron cylindricum (Linné, 1758)	2	2
Lycidae		Dictyoptera aurora (Herbst, 1784)	3	2
Melandryidae	Melandryinae	Melandrya barbata (Fabricius, 1792)	3	3
Melandryidae	Melandryinae	Melandrya caraboides (Linné, 1760)	2	2
Melandryidae	Melandryinae	Dolotarsus lividus (C. Sahlberg, 1833)	2	3
Melandryidae	Melandryinae	Xylita laevigata (Hellenius, 1786)	2	2
Melandryidae	Melandryinae	Zilora obscura (Fabricius, 1794)	2	3
Oedemeridae	Calopodinae	Calopus serraticornis (Linné, 1758)	2	3
Tenebrionidae	Alleculinae	Pseudocistela ceramboides (Linné, 1761)	3	2
Tenebrionidae	Tenebrioninae	Bolitophagus reticulatus (Linné, 1767)	3	2
Trogossitidae	Peltinae	Ostoma ferruginea (Linné, 1758)	3	3
Trogossitidae	Peltinae	Thymalus limbatus (Fabricius, 1787)	3	2

Liste des espèces indicatrices de la valeur biologique des forêts françaises

Parmi les espèces saproxyliques recensées, 38 font partie de la liste des espèces de coléoptères bioindicateurs de qualité des forêts dont 16 avec un indice patrimonial de 3, considérées comme des espèces peu courantes à rares en France et 2 avec un indice patrimonial de 4 correspondant à des espèces extrêmement rares. A noter la présence de *Rosalia alpina*, espèce protégée en France.

Deux espèces sont particulièrement remarquables :

_ ***Crepidophorus mutilatus***, espèce connue que de quelques rares stations en France, liée aux cavités et caries de bois feuillus. Espèce très certainement prédatrice à l'état larvaire. Cette espèce n'avait pas été observée dans les Alpes depuis 60 ans : la dernière observation date de juillet 1954 à Vallouise (05).

_ ***Nematodes filum***, comme l'espèce précédente, n'est connue en France que de quelques rares stations. Elle est liée aux bois morts debouts de feuillus (hêtre principalement).

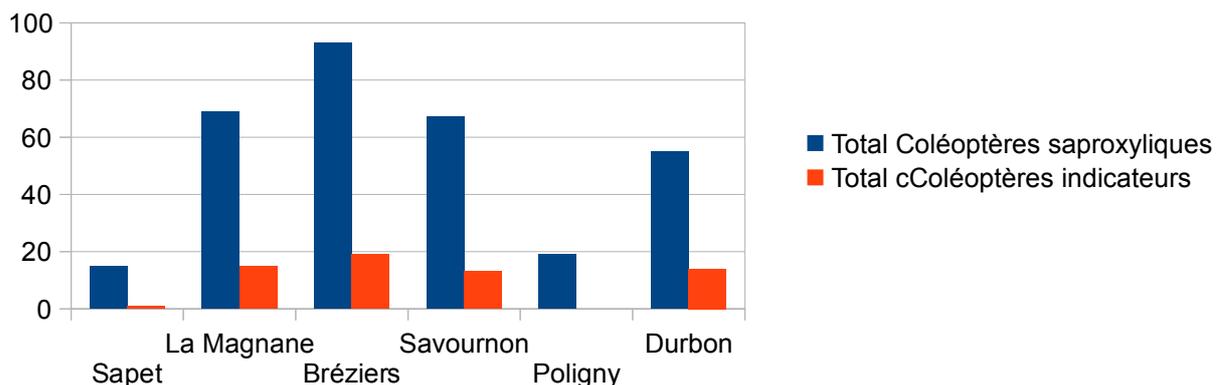
4.5.3 Evaluation de la richesse biologique

Le nombre d'espèce de coléoptères et d'indicateurs est particulièrement élevé, notamment en forêt de Bréziers qui totalise plus de 90 espèces dont une vingtaine d'espèces indicatrices et cela après une seule année d'échantillonnage et avec deux pièges Polytrap. C'est souvent ce qu'on totalise après 3 années d'échantillonnage et avec 4 pièges Polytrap.

La forêt de La Magnane a également une diversité importante, avec près de 70 espèces dont 15 espèces indicatrices, ce qui est remarquable pour une sapinière, tout comme la hêtraie de Savournon. Le nombre d'espèce de coléoptères et d'indicateurs est relativement élevé en forêt de Durbon qui totalise 55 espèces dont 14 d'espèces indicatrices et cela après une seule année d'échantillonnage et avec deux pièges Polytrap. Il serait intéressant de mesurer d'une part le volume de bois mort présent à proximité des zones d'échantillonnage, mais également de rechercher la présence de vieux ou gros bois à cavités, qui pourraient expliquer la présence d'espèces exigeantes (indice fonctionnel 3)

Par contre, la forêt du Sapet apporte très peu d'espèces et une seule espèce indicatrice (la zone d'échantillonnage est une zone ouverte assez peu favorable au Coléoptères saproxyliques) et il n'y a que 19 espèces en forêt de Poligny et aucune espèce indicatrice de la valeur biologie des forêts.

Diversité par site



4.5.4 Evaluation de la valeur patrimoniale

L'évaluation de la valeur patrimoniale d'une forêt est réalisée à partir des indices patrimoniaux des espèces et sa classe est définie à partir du nombre d'espèces présentes ayant un indice patrimonial de 4. Cette évaluation est normalement réalisée après plusieurs années

d'échantillonnage. Elle est présentée ici uniquement à titre indicatif et les résultats doivent donc être considérés comme une tendance.

Famille	Espèce	Sapet	La Magnane	Bréziers	Savournon	Forêt de Poligny	Forêt de Durbon
Anthribidae	Dissoleucas niveirostris (Fabricius, X798)			X			
Anthribidae	Platystomos albinus (Linné, X758)		X	X	X		
Bothrideridae	OXYlaemus cylindricus Panzer, X796			X	X		
Cerambycidae	Acanthocinus reticulatus (Razoumowsky, X789)						X
Cerambycidae	OXYmirus cursor (Linné, X758)		X	X			X
Cerambycidae	Pseudosphegistes cinerea (Lap. & Gory, X835)			X			
Cerambycidae	Rhagium mordaX (De Geer, X775)		X		X		X
Cerambycidae	Rosalia alpina (Linné, X758)			X			
Cerambycidae	Stictoleptura scutellata (Fabricius, X78X)			X			
Cleridae	Opilo mollis (Linné, X758)			X	X		
Cleridae	Tillus elongatus (Linné, X758)		X	X	X		
Elateridae	Ampedus erythrogonus (Müller, X82X)		X				X
Elateridae	Ampedus melanurus Mulsant & Guil., X885		X				X
Elateridae	Crepidophorus mutilatus (Rosenhauer, X847)				X		
Elateridae	Denticollis rubens (Piller & Mitt., X783)		X	X			
Elateridae	Hypoganus inunctus (Panzer, X795)		X		X		
Elateridae	Megapenthes lugens (Redtenbacher, X842)				X		
Erotylidae	TriplaX lacordairii Crocht, X870		X	X			
Eucnemidae	Eucnemis capucina Ahrens, X8X2			X	X		
Eucnemidae	Hylis cariniceps (Reitter, X902)			X			
Eucnemidae	Hylis foveicollis (Thomson, X874)						X
Eucnemidae	Hylis oleXai (Palm, X955)			X	X		
Eucnemidae	Isorhipis melasoides (Lap., X835)			X	X		
Eucnemidae	Nematodes filum (Fabricius, X80X)			X			
Eucnemidae	Xylophilus corticalis (Paykull, X800)						X
Lucanidae	Platycerus caprea (De Geer, X774)		X				
Lucanidae	Sinodendron cylindricum (Linné, X758)		X	X	X		X
Lycidae	Dictyoptera aurora (Herbst, X784)	X					
Melandyriidae	Dolotarsus lividus (C. Sahlberg, X833)						X
Melandyriidae	Melandyra barbata (Fabricius, X792)		X				
Melandyriidae	Melandyra caraboides (Linné, X760)		X	X	X		
Melandyriidae	Xylita laevigata (Hellenius, X786)						X
Melandyriidae	Zilora obscura (Fabricius, X794)						X
Oedemeridae	Calopus serraticomis (Linné, X758)						X
Tenebrionidae	Bolitophagus reticulatus (Linné, X767)			X			
Tenebrionidae	Pseudocistela ceramboides (Linné, X76X)		X				
Trogossitidae	Ostoma ferruginea (Linné, X758)						X
Trogossitidae	Thymalus limbatus (Fabricius, X787)		X				X

En jaune : Indice patrimonial (Ip) = 3 (espèces peu courantes à rares)

En rouge : Indice patrimonial (Ip) = 4 (espèces très rares)

Valeur patrimoniale des différents sites :

	Sapet	La Magnane	Bréziers	Savournon	Forêt de Poligny	Forêt de Durbon
Classe patrimoniale	Cl1	Cl1	Cl2	Cl2	Cl1	Cl1
Valeur patrimoniale	2	35	39	27	0	38
Richesse totale	1	15	19	13	0	14

4.6 Discussion

La valeur patrimoniale des sites est donnée à titre indicatif car il n'y a qu'une seule année d'échantillonnage et avec très peu de pièges. Il s'agit donc juste d'une tendance. Malgré tout, la forêt de Bréziers se démarque immédiatement et fortement avec une valeur patrimoniale de 39, ce qui est très élevé, et en classe 2 (avec présence d'espèces de valeur patrimoniale 4), ce qui confère au site un intérêt patrimonial majeur, au minimum régional.

Il n'y a qu'une seule année d'échantillonnage mais malgré tout, certains sites se démarquent très fortement et indiquent déjà une forte diversité et une forte valeur patrimoniale. C'est principalement le cas de la forêt de Bréziers, de la forêt de La Magnane et de la forêt de Durbon. Si un complément d'échantillonnage était proposé, il devrait prioritairement concerner au moins l'un de ces sites.

5 Lichens

D'après :

Gattus J.C., 2015. Installation de placettes de suivi des cortèges de lichens corticoles, lignicoles et terricoles dans deux sites Natura 2000 Haut-Alpins. ONF Hautes-Alpes, Natura 2000 Chorges. 31 pp.

5.1 Introduction

En complément aux précédentes études, un état initial des cortèges de lichens a été lancé fin 2014 sur deux sites tests. Dans la logique des inventaires précédents, cette étude a été bâtie autour d'un protocole visant à inventorier les espèces structurant le cortège lichénique à l'échelle de la placette dans une optique de répétition possible dans le temps et sans rechercher l'exhaustivité de l'inventaire.

Les lichens occupent une grande diversité de substrats et de milieux, des plus chauds aux plus froids, des plus secs aux plus humides. Ce sont les organismes terrestres fixés occupant les plus grands types de milieux. Par leur mode de vie fixé et leur forte dépendance aux facteurs abiotiques, ils constituent de bons indicateurs de certains changements du milieu, à des échelles très locales et plus globales :

- Climat
- Qualité de l'air
- Qualité de l'eau
- Eclairage
- Continuité écologique
- Présence de micro-habitats
- Histoire des sols (incendies, tassement, etc.)

Cette sensibilité place les lichens en bonne place pour être utilisés comme bio indicateurs, ce qui est fréquemment le cas notamment pour l'étude de la qualité de l'air, certaines espèces étant plus ou moins sensibles aux pollutions azotées ou soufrées, à l'ozone, etc. (Kirschbaum et Wirth 1997).

En forêt, les cortèges lichéniques rencontrés vont être assez différents selon les compartiments observés et les changements qui s'opèrent en leur sein traduiront différentes variations :

- Maturation du peuplement
- Ouverture ou fermeture du couvert
- Modifications de l'état du sol
- Modifications de la qualité de l'air
- Baisse ou augmentation de l'humidité atmosphérique.

Dans un contexte de suivi à long terme avec une conservation d'arbres vieillissants, le résultat attendu peut être l'augmentation du nombre d'espèces liées aux vieux peuplements, à des micro-habitats particuliers, au bois mort etc. La méthode de suivi mise en œuvre ici vise donc à présenter sur les sites étudiés un état initial des lichens dans différents compartiments liés à l'arbre et à la forêt.

5.2 Sites étudiés

Les deux sites retenus parmi ceux bénéficiant de contrats Natura 2000 avec la mesure bois sénescents sont les suivants :

- Forêt de la Maniane (site Natura 2000 FR9301523)

- Forêt du Sapet (site Natura 2000 FR9301509)

Ces sites ont été choisis pour leur contexte incluant la présence d'essences forestières variées. A terme il serait pertinent de poursuivre l'étude sur les autres sites également.

Au niveau topographique, les deux sites sont situés à l'étage montagnard, en ubac ou en situation intermédiaire. Le site du Sapet se distingue par son altitude élevée (proche du subalpin) en ubac franc. Sur les deux sites les pentes sont assez fortes à très fortes.

- Le site du Sapet est dans un versant froid, confiné, présentant des peuplements clairs avec des trouées fortement colonisées par des arbustes et ligneux bas (sorbiers, sureaux, framboise, etc.).
- Les points étudiés dans la forêt de la Maniane sont en exposition ouest au sein d'un grand ubac. Localement les conditions sont assez sèches (partie de versant convexe, situation légèrement continentale). Le couvert est hétérogène en densité avec des zones claires, trouées et des peuplements plus denses (zones de hêtre notamment). Le sous-bois est essentiellement herbacé et clairsemé hormis dans les trouées. Dans les deux cas il s'agit de forêts anciennes figurant à la fois sur la carte de Cassini et la Carte d'Etat Major, ce caractère ancien est sans doute important pour la qualité des cortèges lichéniques présents.

5.3 Méthode

Sur chacun des deux sites étudiés deux placettes ont fait l'objet de relevés.

La méthode mise en œuvre est une méthode élaborée récemment par le "groupe lichens" du réseau national "Habitats - Flore" de l'ONF .

Ce protocole permet d'une part d'échantillonner de façon standard des compartiments particuliers, d'autre part d'inventorier l'ensemble des taxons observés sur les points de relevé (hors saxicoles).

Les relevés sont centrés sur les placettes PSDRF afin d'être facilement repérables et répétables dans le long terme. Les compartiments visés par le relevé sont :

- Le tronc
- Le pied de l'arbre
- Les souches
- Le sol
- Les branchettes de canopée (indirectement via le bois mort frais au sol)

L'objectif n'est pas la recherche de l'exhaustivité sur ces compartiments mais la représentation sur des placettes d'échantillonnage dans lesquelles sont notées les espèces les plus structurantes. Il peut arriver que certains taxons très peu recouvrants ou d'identification trop problématique soient mis de côté dans l'analyse. Sans ce filtre le temps alloué à l'étude serait impossible à tenir, la détermination de certains échantillons pouvant prendre un temps considérable.

Les relevés sont effectués conformément au protocole présenté en annexe, les échantillons non déterminables sur le terrain sont prélevés et identifiés en laboratoire.

La détermination est effectuée par les moyens habituels de la lichénologie : observations macroscopiques et microscopiques, réactions chimiques et observations en lumière polarisée.

Les relevés de terrain ont été effectués en décembre 2014 en l'absence de couverture neigeuse.

5.4 Résultats

Ce travail ne vise pas à un inventaire de la richesse lichénologique des sites inventoriés mais bien à disposer d'un état initial selon un protocole standardisé sur des points de référence. L'ensemble des résultats bruts figure en annexe à ce document.

5.4.1 Nomenclature utilisée

Les noms cités ici sont ceux retenus dans le catalogue des lichens de France (Roux 2015). Dans certains cas une réserve a été mise quant à l'identification, l'avis de spécialistes pouvant s'avérer nécessaire. Le cas échéant une mise à jour du document sera produite.

5.4.2 Liste des espèces identifiées

Au total 53 taxons (dont 45 espèces) ont été inventoriés dans les deux sites. Pour certains échantillons une identification spécifique n'a pas été possible, souvent en raison d'échantillons trop petits ou en mauvais état (absence de spores) au sein des placettes de relevés. On en est resté dans ce cas à une identification au niveau du genre. Les genres suivants sont concernés :

***Alectoria* sp.**

***Arthonia* sp.**

***Bryoria* sp.**

***Chaenotheca* sp.**

***Lecanora* sp.**

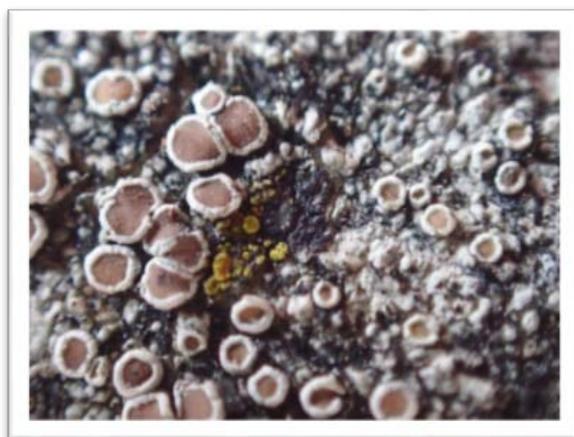
***Micarea* sp.**

***Pertusaria* sp.**

La liste des espèces inventoriées est présentée dans le tableau page suivante.

5.4.3 Taxons remarquables

La richesse lichénologique des Hautes-Alpes est encore très imparfaitement connue. Ainsi, si la plupart des espèces observées sur les placettes parcourues sont des espèces forestières plutôt communes, 9 d'entre elles n'avaient à ce jour pas été observées (ou signalées) dans le département d'après le catalogue des lichens de France (Roux et al. 2014). Aucune espèce à forte valeur patrimoniale identifiée ne figure dans cette liste. Concernant les espèces indicatrices de continuité écologique, les listes actuellement existantes (Bricaud 2010 en particulier) ne sont pas très adaptées à la région alpine.



Lecanora intumescens et *Candelariella* sp. sur une branche de hêtre

Taxon	Nb obs Sapet	Nb obs. Maniane	Nb obs. total	Remarques	Rareté
<i>Alyxoria varia</i> (Pers.) Ertz & Tehler		1	1		
<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb. ex A. Massal.		2	2		
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	1	2	3	N05	C
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.	1		1		
<i>Bryoria implexa</i> (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw.	1		1		
<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.	2		2	N05	AC
<i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr.		1	1		
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	4	1	5		
<i>Candelariella</i> sp.		1	1		
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	1		1		
<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner ex Sm.) Mig.	1		1	N05	AC
<i>Chaenotheca trichialis</i> (Ach.) Th. Fr.	1		1	N05	APR
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	5	3	8		
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.		1	1		
<i>Cladonia</i> sp. (thalles primaires)	1	1	2		
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.	6		6		
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	9	2	11		
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	3		3		
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.	3	1	4		
<i>Lecanora chlarotera</i> subsp. <i>Rugosella</i>		1	1	N05	C
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	1		1	N05	C
<i>Lecanora intumescens</i> (Rebent.) rabenh.		2	2		
<i>Lecanora subcarpineae</i> Szatala	1		1		
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	4	9	13		
<i>Lepraria</i> sp.	1		1		
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	6	4	10		
<i>Letharia vulpina</i> (L.) Hue	1		1		
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup	5	11	16		
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	1		1		
<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco	2		2		
<i>Micarea prasina</i> Fr. s.l.		1	1	N05	AC
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor s.l.	9		9		
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale s.l.		8	8		
<i>Parmellopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	9		9		
<i>Parmellopsis hyperopta</i> (Ach.) Arnold	7		7		
<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy & Werner	1	8	9		
<i>Pertusaria coccodes</i> (Ach.) Nyl.	1		1		
<i>Pertusaria coronata</i> (Ach.) th. fr.		2	2	A05	AR
<i>Phyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	2	2	4		
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier		2	2		
<i>Physconia distorta</i> var. <i>distorta</i>		6	6		
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	8	1	9		
<i>Rinodina capensis</i> Hampe	2		2	N05	PR
<i>Rinodina sophodes</i> (Ach.) A. Massal.		1	1	A05	AC
<i>Tephromela atra</i> var. <i>torulosa</i> (Flot.) Hafellner		1	1	N05	APR
<i>Usnea hirta</i> (L.) Weber ex F. H. Wigg.	1		1		
<i>Usnea intermedia</i> (A. Massal.) Jatta	4		4		
<i>Vulpicida pinastri</i> Mattson & M. J. Lai	4		4		
	109	75	184		

N05 = taxon nouveau pour les Hautes-Alpes - A05 = données dans le 05 antérieures à 1959.

Données de rareté d'après Roux et al. 2014.

5.4.4 Comparaison des sites et des placettes

Les deux sites étudiés présentent des caractéristiques topographiques, climatiques et des peuplements assez différents, il est donc logique d'observer des différences entre les cortèges lichéniques et une comparaison stricte n'aurait pas beaucoup de sens. On peut toutefois souligner quelques points communs et différences entre les sites :

Rareté des terricoles :

Sur les deux sites les espèces terricoles sont quasiment absentes. Le couvert forestier assez dense ne favorise sans doute pas ces cortèges et l'importance de l'humus n'y est également pas favorable.

La richesse spécifique est sensiblement différente entre les sites avec 34 espèces au Sapet et 26 espèces à la Maniane, malgré une diversité des essences potentiellement phorophytes plus grande à la Maniane, avec notamment divers feuillus : Sorbier, érable, hêtre.

Les arbres ayant au final fait l'objet de relevés sont les suivants : Hêtre (2), Sapin (4), Mélèze (2).

Les deux placettes du Sapet sont très similaires entre elles sur le plan de la composition spécifique des lichens observés. Etant situées dans un même versant assez homogène c'est assez logique. Les deux placettes de la Maniane sont en revanche très différentes (sapinière pour l'une, hêtraie pour l'autre).

Un fait surprenant est la grande pauvreté de la placette 35 de la Maniane, avec une absence presque totale de lichens sur les troncs des sapins. Ce fait s'explique peut-être par les conditions locales de la placette qui sont sèches et ombragées.

Placette	Nombre d'observations	Nombre de taxons
MAGNANE_35	14	11
MAGNANE_02	66	24
SAPET_1	69	30
SAPET_7	53	22
Total général	202	

5.5 Conclusion / Perspectives

Ce travail est avant tout un état initial ne visant ni à l'exhaustivité ni à la recherche d'espèces patrimoniales. Il a permis toutefois de découvrir des espèces intéressantes dont une proportion importante (plus de 20 %) non citées dans le département auparavant. Ceci souligne le grand intérêt à poursuivre des études sur ce groupe taxonomique encore mal connu pour en appréhender les éléments remarquables et valoriser leur caractère de bioindicateur. Le site du Sapet paraît plus riche malgré son altitude élevée et la moindre diversité des ligneux sur les placettes. Au sein des espaces forestiers remarquables, le protocole mis en œuvre ici, en s'associant au maillage des placettes PSDRF, peut permettre à terme d'établir un lien entre l'évolution dendrologique des forêts concernées et les cortèges lichéniques. L'apparition de taxons liés à la continuité écologique en particulier sera à surveiller.

6 Perspectives

Ces études constituent un point de départ très étoffé permettant d'envisager le suivi de ces sites très particuliers et privilégiés que sont les parcelles en contrats Natura 2000 « Bois sénescents ». Cependant, les moyens financiers et humains dont nous avons pu disposer en 2014 et 2015 étaient insuffisants pour que tous les inventaires puissent être menés de front sur l'ensemble des sites étudiés (7 au total).

Aussi apparaît-il nécessaire de compléter, dans les années à venir, ces inventaires afin de parfaire cet état zéro de la biodiversité, sachant que nous travaillons ici sur le long terme voire le très long terme :

- renouveler les prises de données sur tous les sites pour la fiabilité des inventaires (inventaires coléoptères et chiroptères) ;
- compléter l'inventaire sur les stations non étudiées pour certains groupes d'espèces indicatrices : chiroptères (Poligny, Boscodon), coléoptères (Boscodon), lichens (Poligny, Boscodon, Bréziers, Savournon, Durbon) ;
- réaliser l'inventaire PSDRF sur Bréziers ;
- étudier d'autres compartiments de la biodiversité forestière, reconnus comme bio-indicateurs, tels que les champignons et les mousses.

En outre, l'étude des oiseaux de cavités, pics et chouettes forestiers, ainsi que les indices de présence de Gélinotte des bois, initialement identifiés comme un groupe intéressant, pourrait être menée à bien.

Un travail cartographique SIG à partir des documents d'aménagement disponibles afin de re-situer les surfaces en contrats « bois sénescents » dans la trame forestière (ages et diamètres des tiges) pourra être réalisé en collaboration avec l'ONF et le CNPF pour la forêt privée. Ce diagnostic pourrait permettre d'orienter la mise en place de nouveaux contrats ou d'îlots de vieillissement en forêts publiques et privées afin d'établir un réseau cohérent de zones de vieillissement.

Enfin, la pérennité de ces secteurs en contrat « Bois sénescents » repose sur un suivi du marquage (arbres, îlots, placettes de suivi) sur le terrain (et un re-marquage si nécessaire) parallèlement au suivi des exploitations forestières pour les secteurs exploités (arbres isolés). Après des points d'étapes aux échéances 10 et 20 ans, un nouveau bilan devra être réalisé dans 30 ans.

7 Bibliographie

PSDRF-Etat de conservation-IBP

Bouget C., 2007. Enjeux du bois mort pour la conservation de la biodiversité et la gestion des forêts. Rendez-vous Techniques ONF, n° 16, p. 55-59

Carnino N., 2009. État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site. SPN/ONF. 37 pages.

Christensen M., Hahn K., Mountford E.P., Ódor P., Standovár T., Rozenbergar D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S. and Vrska T., 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210 : 267-282.

Greslier N. 1993. Inventaire des forêts subnaturelles de l'arc alpin français. Nancy. mémoire FIF-ENGREF. 65 pages + annexes.

Greslier N., Renaud J., Chauvin C., 1995. Les forêts subnaturelles de l'arc alpin français : réflexion méthodologique des principales forêts alpines peu transformées par l'homme. *Rev. Forest. Fr.* XLVII (1995) 241–254.

Larrieu L. & Gonin P., 2008. L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française*, 727-748.

Larrieu L., Cabanettes A., and Delarue A., 2011. Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in montane beech-fir forests of the Pyrenees. *Eur. J. For. Res.* 131(3):773–786.

Larrieu, L., 2013. Plaquette de présentation de l'IBP v2.8. CRPF Midi-Pyrénées, IDF, INRA Dynafor. 4p.

RNF, ENGREF, IRSTEA, ONF, 2012. Notice pour la mise en place et la saisie des données du protocole de suivi dendrométrique des réserves forestières. 13p.

RNF, INRA, IRSTEA, ONF, 2012. Rapport technique Gestion forestière GNB 2008-2012, Naturalité, Biodiversité. 156p.

Stokland J., Siitonen J. and Jonsson B. G., 2012. Biodiversity in dead wood. Cambridge University Press. Pp 509.

Vallauri D., 2003. Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France : forêts métropolitaines. WWF France. Tec & Doc., 260p.

Vallauri D., André J., Blondel J., 2003. Le bois mort, une lacune des forêts gérées. *Revue forestière française*, 55-2, pp99-112.

Vallauri D., Grel A., Granier E., Dupouey J.L. 2012. Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles. Rapport WWF/INRA, Marseille, 64 pages + CD.

Vuidot A., 2009. Contribution à l'amélioration du protocole de suivi des espaces naturels protégés

en vue de l'étude de la biodiversité : Relevé des microhabitats dans les arbres. Stage Master 2, Université Paris 12 Val de Marne.

CHIROPTERES

Barataud, M., 2012. – Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope Editions – Publications scientifiques du Muséum. 344 p.

Barataud, M., 2013. – Un référentiel standard pour juger de l'abondance d'activité de chasse des chiroptères : possibilités et limites. Note publiée sur http://ecologieacoustique.fr/wp-content/uploads/Barataud_R%C3%A9f%C3%A9rentiel-dactivit%C3%A9_note-6nov2013.pdf

Gattus, J.C., 2012. - Réserve Biologique Intégrale "Bois du Chapitre - Petit Buëch" : Inventaire des Chiroptères. ONF Gap. 28 p.

Groupe Chiroptères de Provence, 2000. – Inventaire des chauves-souris du site Natura 2000 FR9301511 "Dévoluy – Durbon – Charance – Champsaur".

Office National des Forêts, 2002. – Site Natura 2000 PR15, Dévoluy – Durbon – Charance – Champsaur ; document d'objectifs. Service départemental des Hautes-Alpes – 64 p.

Office National des Forêts, 2006. – Site Natura 2000 FR9301523 Morgon, forêt de Boscodon, Bragousse. Document d'Objectifs. 171 p.

Office National des Forêts, 2007. – Site Natura 2000 FR930 1514 "Montagne de Céüse, montagne d'Aujourd, pic de Crigne, montagne de Saint-Genis". Document d'objectifs : Tome 1 – Diagnostic, enjeux et objectifs de conservation. ONF Gap. 145 p.

Office National des Forêts, 2008. – Site Natura 2000 FR9302002, Montagne de Symuit, Crête de la Scie : Tome 1 – Diagnostic, enjeux et objectifs de conservation. ONF Gap. 130 p.

Office National des Forêts, 2009. – Site Natura 2000 FR9301509, Piolit, Pic de Chabrières : Tome 1 – Diagnostic, enjeux et objectifs de conservation. ONF Gap. 174 p.

Office National des Forêts, 2006. – Site Natura 2000 FR9301523 Morgon, forêt de Boscodon, Bragousse. Document d'Objectifs. 171 p.

Tillon, L. 2008. - Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, conseils de gestion forestière pour leur prise en compte. Synthèse des connaissances. ONF, Paris. 88 p.

COLEOPTERES

Bouget C. (2008). Méthodes d'échantillonnage des coléoptères saproxyliques : analyse des performances des pièges vitres - compléments. Rapport de convention d'appui technique ONF. Nogent-sur-Vernisson, CEMAGREF.

Bouget C. et Brustel H. (2009a). Chapitre 2 : Les méthodes d'échantillonnage des insectes : 58-62. *In* : Bouget C. et Nageleisen L.M., (2009) (ed.) L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Les dossiers forestiers n°19, ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF : 144 p.

Bouget C. et Brustel H. (2009b). Chapitre 4 : Les coléoptères saproxyliques : 99-110. *In* : Bouget

C. et Nageleisen L.M., (2009) (ed.) L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Les dossiers forestiers n°19, ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF : 144 p.

Bouget C., Brustel H., Brin A., Valladares L. (2009c). Evaluation of windows flight trap for effectiveness at monitoring dead wood associated beetles : the effect of ethanol lure under contrasting environmental conditions. Agriculture and Forest Entomology, 11 (2) : 143-152.

Brustel H. (2004). Coléoptère saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Les dossiers forestiers. 297 pp.

Byers J. A. (1992). Attraction of bark beetles, *Tomicus piniperda*, *Hylurgops palliatus* et *Trypodendron domesticum* and other insects to short chain alcohols and monoterpenes. Journal of Chemical Ecology 18 : 2385-2402.

Dajoz R. (1998). Les insectes et la forêt. Lavoisier (ed.), Tec & Doc : 594 pp.

Kaila, L. (1993). A new method for collecting quantitative samples of insects associated with decaying wood or wood fungi. Entomologia Fennica, 4 : 21-23.

Martikainen P. et Kaila L. (2004). Sampling saproxylic beetles : lessons from a 10-years monitoring study. Biological Conservation 120 : 175-185.

Müller J, Bußler H, Bense U, Brustel H, Flechtner G, Fowles A, Kahlen M, Moïller G, Mühle H, Schmidl J et Zabransky P (2005). Urwald relict species—Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. Waldökologie online 2 : 106–113.

Nieto A. et Alexander K.N.A. (2010). European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg: Publications Office of European Union : 46 pp.

Noblecourt T. (2009). Chapitre 5 : Gestion des échantillons : 131-139. *In* : Bouget C. et Nageleisen L.M., (2009) (ed.) L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Les dossiers forestiers n°19, ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF : 144 p.

Parmain G. (2009). Evaluation de la qualité des forêts de feuillus françaises. Une nouvelle méthode basée sur l'utilisation des coléoptères saproxyliques. Rapport de Master II, Université de Perpignan. 36 pp.

Parmain G. (2010). Durée d'attractivité de l'éthanol dans les pièges Polytrap. Cas des coléoptères saproxylique. Mémoire de D.U. Université d'Angers.

Speight M.C.D. (1989). Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection Sauvegarde de la nature, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 42 : 1-77.

Stokland J., Tomter S. et Söderberg U. (2004). Development of dead wood indicators for biodiversity monitoring: experiences from Scandinavia : 207-226. *In* : Marchetti M., (ed). Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - From ideas to operationality, EFI workshop, 12 au 15 Novembre 2003, Firenze, Italy, Vol. 51.

LICHENS

Ouvrages de détermination des Lichens

Clauzade, G., Roux, C. 1985. Likenoj de Okcidenta Europo: Ilustrita determinlibro. Soc. Bot. du Centre-Ouest, 892 pp. (traduction française par Paulette Ravel)

Dobson, F., 2011. Lichens: An Illustrated Guide to the British and Irish Species. Richmond publishing Co. 431 pp.

Roux, C., 2014. Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France. Éditions Henry des Abbayes, 1525 pp.

Sérusiaux, E., Diederich, P., et Lambinon, J., 2004. Les macrolichens de Belgique, du Luxembourg et du nord de la France - Clés de détermination. Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg. Ferrantia n°40. 188 pp.

Smith, C.W., Aptroot, A., Coppins, B.J., Flechter, A., Gilbert, O.L., James, P.W. et Wolseley, P.A., 2009. The lichens of Great Britain and Ireland. Natural History Museum, British Lichen Society. London. 1046 pp.

Van Haluwyn, C., Asta, J. 2009. Lichens de France. Livre 1 : Lichens des arbres. Belin. 246 pp.

Van Haluwyn, C., Asta, J. 2012. Lichens de France. Livre 2 : Lichens des sols. Belin. 224 pp.

Wirth, W. 2013. Die Flechten Deutschlands. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. 1244 pp.

Sites Internet

Fiches et clés de détermination sur le site de l'AFL :

http://www.afl-lichenologie.fr/Photos_AFL/Photos_AFL_Liste.htm

Autres références

Bricaud O., 2010. Les lichens des forêts de la région méditerranéenne française et leur relation avec la continuité écologique des boisements. Rapport WWF, Marseille. 118 pp.

Kirschbaum U., Wirth, V, 1997. Les lichens bio-indicateurs. Les reconnaître, Evaluer la qualité de l'air