

Master 2 Professionnel
Ingénierie de la Biodiversité
Université Aix-Marseille III
Responsable :
Agathe LERICHE

Master SET

Université Paul Cézanne
Université de Provence



Vers une stratégie de constitution d'un réseau écologique intra-forestier à l'échelle du Massif des Bauges

Stage effectué par
Perrine LAIR



Parc
naturel
régional
du Massif
des Bauges

Année Universitaire
2010-2011

Parc Naturel Régional
du Massif des Bauges
Maison du Parc - 73 630 Le Chatelard
Sous la responsabilité de
Jean-François LOPEZ
et Carole ZAKIN

Résumé :

Face à la régression de la biodiversité forestière en France et aux objectifs de développement de mobilisation du bois dans les Bauges, les commissions Forêt/Filière-Bois et Patrimoine Naturel du PNR du Massif des Bauges ont lancé une étude pour préparer la constitution d'un réseau intra-forestier à l'échelle du massif. Un programme d'action sera défini à plus long terme pour déterminer le réseau. L'étude s'est heurtée à la difficulté de définir et d'identifier les forêts à haute valeur écologique qui pourront intégrer ce réseau. Un Comité de Pilotage a été mobilisé pour suivre et orienter cette étude, trois sélections successives sont nécessaires.

La première sélection s'est faite sur les forêts anciennes. Des documents cartographiques anciens ont été comparés. La carte des forêts anciennes qui en découle recouvre 31000 ha.

La seconde approche a été de rechercher les vieilles forêts (forêts matures). Un protocole de terrain a été élaboré et testé sur 3 forêts. Ce protocole compile les critères de trois méthodes (L'Indice de Biodiversité Potentielle, le protocole Vieilles forêts de la FRAPNA 38 et le protocole forêts sub-naturelles de l'ONF/PN Vanoise) et quelques critères complémentaires. Certains critères semblent caractériser efficacement les forêts anciennes (nombre de gros bois morts très décomposés, nombre de cavités vides, proportion de petits bois vivants, taux d'écorçage et de pourriture des souches) ou les vieilles forêts (nombre de souches, diversité des micro-habitats). Ce protocole pourra être appliqué ponctuellement lors d'aménagement forestier, de travaux, d'étude particulière sur une forêt à priori intéressante.

Dans un troisième temps, la recherche des espèces indicatrices d'écosystèmes préservés permettra de préciser le réseau mais ces prospections nécessitent la mobilisation d'experts et ne peut pas se faire à grande échelle. Cette approche n'a donc pas été testée dans cette étude.

Le réseau doit permettre au PNR du Massif des Bauges d'informer les exploitants lors d'un projet forestier. La base de données doit être en retour enrichie par des prospections par les partenaires du PNR. Il pourra alors préconiser une gestion intégrée naturaliste, voire une protection de zones dont l'intérêt écologique est très important. Ce réseau ne peut être efficace qu'à grande échelle et coordonné avec les territoires alentours.

Mots clés :

Forêts anciennes, biodiversité forestière, phase sénescence, vieilles forêts, espèces saproxyliques, gestion intégrée, bois mort, espèces indicatrice, réseau

Sommaire

Résumé

Mots clés

Table des Illustrations

Remerciements

Introduction.....	1
I. Intérêt et difficultés d'identifier les composantes d'un réseau écologique intra-forestier.....	2
A. Une étude entre deux commissions.....	2
B. De « réseau intra-forestier » à « forêts à haute valeur écologique »	3
C. Définition des trois types de forêts à haute valeur écologique	4
1. Forêts anciennes	4
2. Vieilles forêts ou forêts matures	4
3. Forêts à espèces indicatrices.....	6
II. Identification des forêts anciennes du Massif des Bauges.....	8
A. Utilisation de documents anciens	8
1. Grande carte des Etats de Savoie (1737)	8
2. Carte d'Etat Major (1862).....	8
3. Photos aériennes de 1950.....	9
B. Méthode d'analyse des cartes	10
C. Carte des forêts anciennes du massif.....	11
D. Discussion	13
1. La persistance de zones de doute	13
2. Intérêt de la Grande carte des Etats de Savoie	14
3. Mauvais calage des photos aériennes.....	14
4. Discontinuité forestière entre les dates.....	14
III. Détermination de critères de caractérisation de vieilles forêts et de forêts anciennes.....	15
A. Elaboration du protocole.....	15
1. Les 3 protocoles utilisés	15
2. Les critères complémentaires	16
3. Relevés des critères.....	17
B. Le plan d'échantillonnage	17
1. Choix des 3 forêts	17
2. Choix des 3 parcelles	18
3. Positionnement des placettes.....	20
C. Résultats et analyse de la pertinence du protocole	20

1. Critères discriminants.....	20
2. Conclusions sur les 3 protocoles	29
D. Discussion	31
1. Faisabilité du protocole	31
2. Des critères potentiels.....	32
3. Une notation adaptée dans les Bauges	32
4. Biais des relevés	32
E. Amélioration du protocole	33
IV. Perspectives et recommandations	34
A. Les connaissances à acquérir	34
1. Précision de la carte des forêts anciennes	34
2. Prospections	34
3. Inventaires.....	34
B. La gestion préconisée sur les zones intéressantes.....	35
1. La gestion intégrée	35
2. Les îlots de vieux bois	36
3. Les forêts en libre évolution.....	37
C. Les moyens de mise en œuvre	37
Conclusion	38
Liste des sigles et abréviations utilisés.....	39
Lexique	40
Bibliographie.....	42
Webographie	45

Annexes

Annexe 1 : Liste des membres du Comité de Pilotage « Vieilles forêts » et contacts

Annexe 2 : Références des couches SIG

Annexe 3 : Déroulement du protocole

Annexe 4 : Codes de taux de décomposition

Annexe 5 : Protocole des forêts sub-naturelles

Annexe 6 : Protocole « Vieilles forêts »

Annexe 7 : L'Indice de Biodiversité Potentielle

Annexe 8 : Localisation des placettes dans chaque parcelle

Annexe 9 : Amorce de liste d'espèces indicatrices

Annexe 10 : Représentation graphique des critères d'IBP par parcelles

Table des Illustrations

Figure 1: Situation du Parc Naturel Régional du Massif des Bauges en Rhône Alpes.....	2
Figure 2 : Cycle sylvigénétique et cycle sylvicole : l'exploitation « court-circuite » la phase de senescence.	5
Figure 3 : La Rosalie des Alpes (<i>Rosalia alpina</i>), une espèce à la fois indicatrice et patrimoniale*	6
Figure 4 : Schéma de l'organisation du programme d'action "Réseau écologique intra-forestier"	7
Figure 5 : Extrait de la Carte d'Etat Major (Saint Eustache, Haute-Savoie).....	9
Figure 6 : Zones couvertes par les photographies aériennes de 1948 et de 1954.....	9
Figure 7 : Carte des forêts de 150 ans du Parc du Massif des Bauges	11
Figure 8 : Carte des forêts anciennes de 270ans (sur les zones disponibles) et de 150ans (sur le reste des zones).....	12
Figure 9 : Carte des forêts de 150ans avec les zones où l'ancienneté est incertaine	13
Figure 10 : Carte de la situation dans le PNR des Bauges des forêts ciblée lors de l'étude.....	17
Figure 11 : Carte des parcelles à prospector et leurs caractéristiques	19
Figure 12 : Nombre de pièces de bois mort au sol dont le diamètre est supérieur à 30cm et le taux de décomposition supérieur au stade 3.....	21
Figure 13 : Carte de la surface terrière mesurée par classe de diamètre et par placette	22
Figure 14 : Carte des classes d'écorçage et de pourriture des souches observées	22
Figure 15 : Carte de la répartition des types de micro-habitats dans les placettes.....	23
Figure 16 : Carte de la quantité de bois mort sur pied et au sol par classe de diamètre et par placettes	23
Figure 17 : Carte du nombre de volis en décomposition observés par placette	24
Figure 18 : Carte de la surface terrière mesurée par essence, par classe de diamètre et par placette.	25
Figure 19 : Carte de la répartition des taux de décomposition présents et du stade majoritaire observés par placette	25
Figure 20 : Carte de la répartition des genres observés par placette	26
Figure 21 : Graphes associant les critères discriminants pour les forêts anciennes.....	28
Figure 22 : Graphes associant les critères discriminants pour les vieilles forêts.	29
Figure 23 : Carte du nombre de type de milieux associés observés par parcelles.....	30
Figure 24 : Représentation graphique des valeurs de l'IBP.....	31
Figure 25 : <i>Lobaria pulmonaria</i> sur le tronc d'un érable	35
Figure 26 : Schéma de mise en réseau des ilots de vieux bois, des arbres habitats et des réserves....	37

Remerciements

Je tiens avant toute chose à remercier les personnes qui ont permis de donner à ce stage les couleurs qui l'ont composé et d'en faire une expérience très enrichissante.

Je remercie tous les membres de l'équipe du Parc Naturel Régional du Massif des Bauges pour leur accueil très chaleureux, pour tout ce qu'ils ont pu m'apprendre et m'apporter.

Je remercie mes deux maîtres de stage Jean-François LOPEZ et Carole ZAKIN qui m'ont encadrée de façon formidable en me permettant d'apprendre beaucoup.

Je tiens à remercier particulièrement Jérôme DAVIET pour l'implication qu'il a eu dans le projet et toutes les connaissances sur les archives et le territoire qu'il a pu me faire partager, ainsi que Mathilde PANTALACCI pour le suivi du projet et notamment la relecture de ce rapport.

Je remercie aussi Emmanuel GONTHIER qui m'a accompagnée sur le terrain et sans qui les prospections n'auraient pas pu être aussi efficaces, en particulier dans les conditions dans lesquelles elles ont été faites.

Je remercie Elsa LIBIS et Ornella KRISTO pour le partage de leur expérience et de leurs difficultés face à des sujets proches du mien.

Je remercie Alain BARTHELEMY de l'ONF pour m'avoir emmenée sur le terrain et montré la réalité de terrain des protocoles, ce qui a permis d'avoir une vision plus réaliste lors de l'élaboration de la méthode.

Je remercie Jean-Michel CRACO et Roland DELUERMOZ pour le temps qu'ils m'ont accordé et les informations qu'ils ont échangés sur la forêt qu'ils gèrent.

Je remercie tous les membres du Comité de Pilotage pour leur implication dans le projet et leur aide précieuse sans laquelle l'organisation du stage n'aurait pu être telle quelle.

Je remercie Jean Luc DUPOUEY pour les informations qu'il a pu me fournir au sujet des cartes anciennes et l'intérêt qu'il a pu montrer envers les questions posées.

Enfin je remercie les personnes qui m'ont entourée et soutenue lors du stage dont les autres stagiaires du parc : Pierre, Clémence, Mathieu, Natacha et Cédric qui ont contribué à la bonne entente de notre collocation.

Introduction

Depuis le début du XIXe siècle, les forêts françaises ont tendance à s'étendre (Léonard 2004) à cause d'une déprise agricole marquée. La moitié des forêts françaises étaient des terres agricoles il y a deux siècles (Dupouey *et al.* 2002). Cependant les études s'accordent sur le fait que malgré cette croissance forestière, la biodiversité forestière est en régression. En effet, la qualité des milieux forestiers n'est pas assurée par cette expansion, la dynamique forestière étant longue à se mettre en place (Vallauri 2007). Pourtant, les forêts sont le refuge d'un grand nombre d'espèces (Dodelin *et al.* 2010). La biodiversité recensée dans la forêt sub-naturelle de Bialowieza (Pologne), à titre d'exemple, compte 23 espèces d'arbres, 24 d'arbustres, 228 oiseaux et 8500 insectes (Carbiener 1995). Or on considère que seule 1 à 3% des forêts d'Europe occidentale peuvent être considérées comme sub-naturelles (EUROFOR & ONF 1996).

Devant ce constat, les lois Grenelle I et II déterminent une politique de Trame Verte et Bleue sur le territoire français (Lois n°2009-967, n°2010-788). En application de ces lois, la Stratégie Nationale pour la Biodiversité renouvelée en 2011 mentionne dans ses objectifs que la forêt soit « gérée d'une manière durable à l'horizon 2020 de façon à assurer la conservation de la diversité biologique » (MEDD 2011).

La forêt est considérée également comme un pilier de développement économique et social. L'année 2011 marque notamment ses multiples enjeux puisqu'elle a été proclamée « Année internationale des forêts » par les Nations Unies (IUCN 2011). En 2001, la loi d'orientation forestière, promeut sa vocation multifonctionnelle via une gestion durable de la forêt française mais aussi le renforcement de la compétitivité économique de la filière forêt-bois. Ces concepts sont réaffirmés en 2010 par la loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche (Loi n°2010-874), et l'instruction biodiversité de l'ONF (ONF 2010).

Dans ce cadre, la Charte du Parc naturel régional du Massif des Bauges (2007) mentionne dans la vocation 1 (sous mesure 1136): «Développer la valorisation locale de la ressource forestière (...) et prendre en compte, dans les aménagements et les plans de gestion, les enjeux environnementaux de biodiversité forestière » et dans la vocation 2 (orientation 1), «Préserver et enrichir les patrimoines naturels, culturels et paysagers ». La première vocation a mené à la rédaction d'une Charte Forestière de Territoire pour promouvoir une gestion durable et multifonctionnelle, développer la mobilisation et la valorisation de la ressource bois locale, sensibiliser les élus, le grand public et les agglomérations portes.

Face à ce double enjeu, la mise en place d'une gestion forestière qui intègre la pérennité de la mobilisation de bois et une préservation de la biodiversité s'impose. Une étude doit préparer la mise en place d'une stratégie pour constituer un réseau écologique intra-forestier à l'échelle du massif. Après avoir défini le terme de « réseau écologique intra-forestier », cette étude permettra d'établir un état des lieux des connaissances sur les réseaux forestiers, sur les problématiques communes aux différents partenaires, sur les besoins du territoire et sur l'identification des moyens à prévoir pour constituer le réseau intra-forestier.

I. Intérêt et difficultés d'identifier les composantes d'un réseau écologique intra-forestier

A. Une étude entre deux commissions



Figure 1: Situation du Parc Naturel Régional du Massif des Bauges en Rhône Alpes

(En rouge : le PNR du Massif des Bauges ; en vert : les autres PNR ; en pointillés : les PNR en création)

Territoire (CFT – PNR Bauges 2009) a été définie par le PNR avec l'ensemble des acteurs forestiers. Elle favorise entre autres le développement de dessertes structurantes et du débardage par câble. Ces réseaux, plus cohérents et collectifs, permettent de desservir une plus grande surface pour la gestion et l'exploitation forestière en améliorant les conditions d'exploitation. La CFT assure également « la prise en compte de la biodiversité dans les propositions de dessertes ». (PNR Bauges 2009)

Le PNR du Massif des Bauges doit apporter une aide à la connaissance et permettre un développement durable du territoire en accompagnant les acteurs locaux dans leurs projets. Or, malgré l'existence de préconisations générales (PNR Bauges 2010), le PNR a constaté une carence de connaissances sur la richesse naturelle des forêts des Bauges et les zones à enjeu écologique fort. En association avec la commission Forêt-Filière bois, la commission Patrimoine naturel a donc commandité une étude pour combler ce manque et pouvoir mieux informer les porteurs de projets dans le cadre de création de dessertes ou des aménagements forestiers.

Les deux commissions ont donc lancé une étude pour définir une stratégie d'identification des massifs d'intérêt écologique sur le territoire du PNRMB et de conservation de ceux-ci au sein d'un réseau interconnecté

Les Bauges sont un massif préalpin calcaire situé entre le massif de la Chartreuse et celui des Bornes (figure 1). Elles sont situées dans les Alpes externes et culminent à 2217m (PNR Bauges 2010).

La forêt, principalement des hêtraies-sapinières*, recouvre 56% du Parc Naturel Régional du Massif des Bauges (PNR Bauges 2010). Le potentiel de production forestière du massif implique des enjeux de développement des dessertes forestières et de production de bois-énergie* (Chambéry métropole, PNR Chartreuse & PNR Bauges 2010 ; Tissot 2010). En effet, moins de la moitié de la surface forestière est considérée comme accessible dans les Bauges. Les contraintes liées au relief et les dessertes réalisées au gré des exploitations, impliquent des

secteurs non desservis, des distances de traine importantes, des pistes inutilisables par les grumiers* et des problèmes de débouchés dans les hameaux. Dans ce contexte, à l'initiative de la commission forêt, la Charte Forestière de

B. De « réseau intra-forestier » à « forêts à haute valeur écologique »

L'objectif de l'étude, « Vers une stratégie de constitution d'un réseau écologique intra-forestier à l'échelle du Massif des Bauges », consiste à définir un protocole d'identification de réseau forestier, dans l'objectif d'un programme d'actions à plus long terme, dépassant le cadre du stage. Cette méthode doit être adaptée au Massif des Bauges, c'est à dire aux montagnes préalpines. Elle doit être applicable à grande échelle : celle du massif.

Le terme « réseau intra-forestier » soulève plusieurs notions. Cette expression implique :

- la recherche de plusieurs unités forestières, de tous types et de toutes tailles, et contenant une biodiversité ordinaire comme une biodiversité patrimoniale* importante.
- que ce réseau soit fonctionnel pour la biodiversité (déplacement d'espèces, déroulement du cycle sylvigénétique*) et cible tous types de milieux et d'espèces forestières.
- l'émergence de forêts riches en biodiversité dans un contexte d'exploitation, pour ne pas compromettre la continuité spatiale du réseau.

L'étude comporte ainsi trois étapes :

1. Définir le type de forêt que l'on cherche à conserver (définition de critères) et à favoriser,
2. Faire l'état des lieux écologique de ces forêts,
3. Elaborer une stratégie pour favoriser le maintien et/ou l'émergence de ces forêts.

La première partie de l'étude (définition des types de forêts à conserver) s'est heurtée à la difficulté de prendre en compte la « biodiversité » dans son intégralité. Ce terme englobe la biodiversité génétique, taxonomique et écosystémique. Vu la diversité et la complexité des écosystèmes forestiers (Vallauri 2007), ainsi que le manque de connaissance sur les forêts à cause de leurs cycles longs, qualifier et quantifier la biodiversité en forêt s'avère compliqué. De plus, maintenir une mosaïque forestière et de stades sylvigénétiques différents garantit de conserver une possibilité d'évolution de la biodiversité (André, com. pers.) et protège des attaques de parasites, des aléas environnementaux, et améliore la qualité de l'eau (Sayer *et al.* 2004) grâce à une meilleure résilience. Maintenir cette mosaïque de milieux pose des difficultés de méthode puisqu'on recherche des milieux différents.

Ces exigences ne permettent pas de déterminer des critères d'identification vu que rien n'est ciblé et les critères, nombreux, apparaissent difficiles à hiérarchiser et à ordonner. Se pose alors la question de savoir quel type de forêt rechercher, sans omettre un type de milieu particulier.

Peu d'exemples de ce type d'étude existent. Même si, en France, de nombreux protocoles pour définir les zones à enjeu à l'échelle d'une forêt se sont développés ces dernières années (Laguet 2010, PNR Haut Jura 2010, Friedli *et al.* 2008, Carnino 2009), peu d'études à grande échelle ont abouti (Canton de Vaud, ONF & WSL 2008).

Un Comité de Pilotage (Annexe 1) a été constitué pour orienter et suivre l'étude et le projet à plus long terme. Ce comité réunit des gestionnaires forestiers, des administrations comme le PNRMB, des associations naturalistes et des experts issus d'universités autour de la problématique de richesse écologique forestière.

Le premier comité de pilotage a exclu les forêts dites patrimoniales* des forêts à rechercher. En effet, ces milieux ou espèces listés dans les mesures de protection (loi nationale de 1976, directives européennes) sont des milieux déjà soumis à des régimes de gestion ou de protection (Dir. 92/43/CEE ; Dir 09/147/CEE ; CE 411-1 à 411-6).

La définition de forêt à haute valeur écologique a été divisée en trois types de forêts qui doivent être associées :

- **Les forêts au couvert forestier ancien**
- **les vieilles forêts**
- **les forêts à espèces indicatrices d'un écosystème préservé.**

C. Définition des trois types de forêts à haute valeur écologique

1. Forêts anciennes*

Les forêts de montagne sont aujourd'hui en recolonisation mais elles ont été souvent défrichées pour en extraire du bois de chauffage ou encore pour étendre les pâturages en altitude et les cultures dans les vallées (Schnitzler-Lenoble 2002).

L'ancienneté du couvert est un critère important pour maintenir une biodiversité dans un massif (Vallauri 2007, Ballot & Dodelin 2009). D'abord, maintenir un couvert forestier dans une forêt permet de ne pas exposer les sols à la lumière. Les sols sont sensibles à la luminosité, aux conditions atmosphériques (précipitations, température) et surtout à l'utilisation passée qui a pu en être faite (enrichissement, érosion...). Ils gardent une mémoire à long terme de ces modifications (Dupouey *et al.* 2002, Gachet 2002). Ensuite, le maintien du couvert forestier permet à des espèces aux faibles capacités de colonisation tels que certains coléoptères saproxyliques* de se maintenir (Dodelin, 2004). Dupouey (2010) montre ainsi que l'avancement des forêts récentes n'implique pas une expansion des espèces de forêts anciennes.

Il est important de noter que l'ancienneté du couvert ne signifie pas une absence d'exploitation. En effet, le mode de gestion majoritaire en montagne est la futaie* irrégulière ou jardinée, les coupes ne créent pas de trouées de taille supérieure à celle que ferait un chablis* naturel. Par exemple, en pessière* de montagne, Svoboda et Pouska (2008) ne trouvent pas de différence significative de structuration entre une forêt à l'exploitation très ancienne et une forêt très peu impactée par l'Homme.

Le critère de forêt ancienne sera donc le premier moyen de sélectionner des forêts potentiellement intéressantes en termes de biodiversité sur le massif des Bauges.

2. Vieilles forêts* ou forêts matures

A la différence d'une forêt ancienne, une vieille forêt peut avoir été défrichée dans le passé. Cependant, une vieille forêt est souvent associée à une absence d'exploitation récente. En effet, il s'agit d'une forêt qui présente un ensemble de critères de maturité tels que la présence d'arbres âgés, de bois sénescents, de bois mort, sur pied ou au sol, de bois très décomposé (Nilsson *et al.* 2002).

Les micro-habitats* dans les arbres comme les cavités, les abris, les branches mortes, les bois pourrissants... sont plus abondants dans les arbres gros et abimés (Vuidot *et al.* 2011, Bunnell *et al.* 2002b) et donc dans ces vieilles forêts.

La densité et la connectivité (dans le temps et l'espace) du bois mort sont reliées aussi bien à la présence d'insectes que d'oiseaux (Schiegg 2000, Butler *et al.* 2003). La quantité d'oiseaux cavernicoles est liée à la quantité de bois mort sur pied. Ce sont des utilisateurs primaires (pics, mésange boréale) ou secondaires (chouette de Tengmalm, pigeon colombin) (Friedlly *et al.* 2008, Butler *et al.* 2003). Ils sont aussi, avec les chauves souris, tributaires des cavités (Bull 2002). Les champignons et les lichens se retrouveront par exemple sur des branches cassées (Christensen *et al.* 2005). La diversité des stades de décomposition (Similä *et al.* 2003) permet de conserver toutes les guildes de décomposeurs.

Pour ce qui est des essences*, les feuillus accueillent plus de diversité car ils secrètent peu de composés toxiques ou acides (Bunnell *et al.* 2002a) mais les résineux accueillent des espèces qui leur sont très spécifiques (Gosselin et Laroussinie 2004)

De nombreuses espèces sont dépendantes de ces habitats (Bunnell *et al.* 2002b) : ¼ des espèces forestières dépendent du bois mort (Gosselin et Paillet 2010). Les espèces saproxyliques* (taupins, buprestes, longicornes, champignons, bryophytes...), qui représentent 20% de la biodiversité forestière en Suisse (Lachat et Butlér 2007), sont menacées de 20 à 50% dans les forêts tempérées européennes (Gosselin et Paillet 2010). Par exemple, pour les coléoptères, le Cétoine dorée, la Rosalie des Alpes, et le Pique prune sont des espèces très menacées (Friedli *et al.* 2008) et le bryophyte *Buxbaumia viridis* est une espèce patrimoniale.

Ces habitats sont une composante essentielle de la biodiversité forestière correspondant à la phase catabolique, de recyclage de la matière organique, complétant le cycle biogéochimique du sol (André 2005 in Vallauri 2007). Les espèces dépendantes du bois mort ont des habitats variés ce qui conduit à rechercher un bois mort le plus diversifié possible en taille, en type d'habitat, en essence*... (Christensen *et al.* 2005). Cette biodiversité plus ou moins spécialisée participe également à la stabilité des réseaux trophiques, elle est souvent mal connue car difficile à voir et peu attractive.

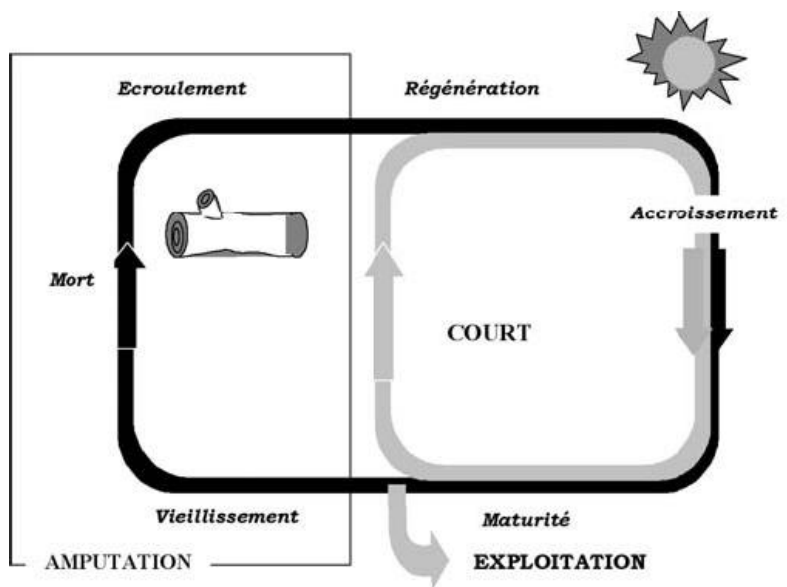


Figure 2 : Cycle sylvigénétique et cycle sylvicole : l'exploitation « court-circuite » la phase de sénescence. (André 2005 in Vallauri 2007)

L'exploitation supprime la phase sénescence du cycle sylvigénétique* (André 2005 in Vallauri 2007) (figure 2). Une forêt gérée contiendrait 8 à 20 fois moins de bois mort qu'une forêt non gérée selon les auteurs (Kirby *et al.* 1998, Christensen *et al.* 2005, Mountford 2002). Elles contiennent aussi

moins de bois mort sur pied (Similä *et al.* 2003, Fridman & Wolheim 2000). Le bois mort peu décomposé est déficitaire dans les forêts gérées car les taux de décomposition y sont moins diversifiés (Similä *et al.* 2003).

La maturité de la structure forestière est donc corrélée avec la diversité saproxylique* (Branquart 2005 in Vallauri 2007). Ces critères ne seront visibles que sur le terrain mais il s'agit de la seconde façon de sélectionner les forêts à haute valeur écologique.

3. Forêts à espèces indicatrices

La dernière approche envisagée pour identifier la valeur écologique d'une forêt est d'identifier des espèces « indicatrices » d'un écosystème forestier préservé d'une dégradation anthropique, et signalant la présence d'un cortège d'espèces associées important. Ces espèces peuvent parfois être des espèces patrimoniales*, protégées ou ciblées par des mesures de gestion (figure 3).



Figure 3 : La Rosalie des Alpes (*Rosalia alpina*), une espèce à la fois indicatrice et patrimoniale

Cette approche nécessite la mobilisation d'experts et ne peut se faire que sur des zones restreintes. En effet, les espèces forestières, aviaires comme entomologiques, sont difficilement visibles à cause du couvert forestier. De plus, quelques espèces indicatrices ne représentent pas une diversité d'habitats suffisamment importante. En aucun cas, on ne pourra envisager un inventaire de ces espèces sur la totalité du massif.

Cependant, une liste pourra servir, en cas d'observation fortuite d'une espèce, à connaître sa valeur indicatrice et donc la potentialité écologique de la forêt. Quelques inventaires sur des zones à détailler ou à valider pourront être réalisés à partir de cette liste. De nouvelles zones intéressantes identifiées par ces méthodes pourront venir compléter le réseau identifié par ailleurs même si une absence de données espèces n'est cependant pas discriminatoire pour intégrer le réseau.

Une liste temporaire d'espèces potentiellement indicatrices a donc été réalisée (Annexe 9) mais cette partie ne sera pas traitée ici.

Suite à ces définitions, la méthode pour identifier les forêts à haute valeur écologique du massif consistera à rechercher :

1. Les forêts anciennes à l'aide d'outils cartographiques sur une grande échelle
2. Les vieilles forêts par des critères relevés lors de prospections ponctuelles.
3. Des espèces indicatrices, ce qui ne se fera que dans un second temps via des inventaires par des experts et sur des zones très ciblées.

L'identification des forêts à haute valeur écologique sera basée sur ces trois filtres successifs. Le schéma de la figure 4 récapitule l'organisation du programme d'actions qui en découle.

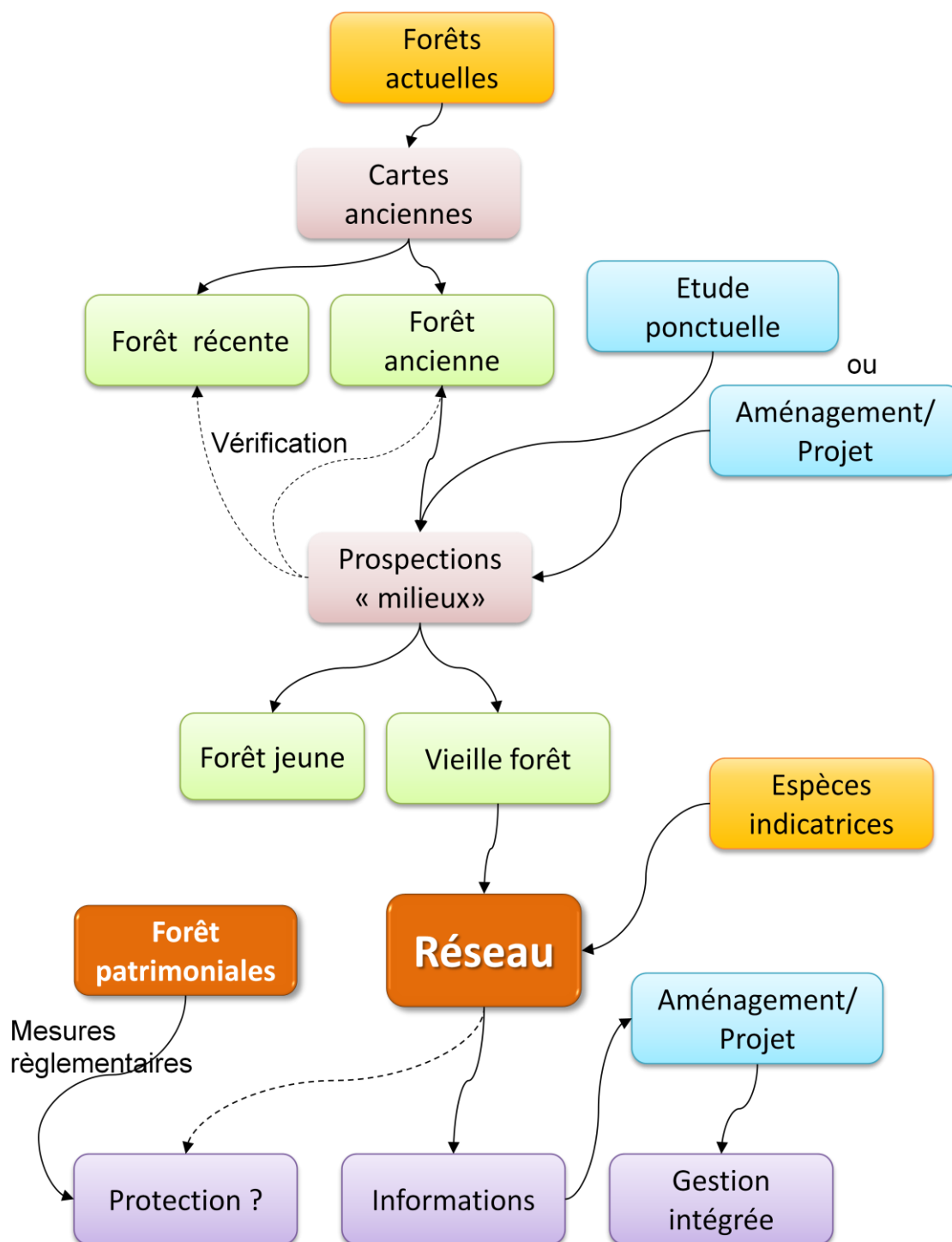


Figure 4 : Schéma de l'organisation du programme d'action "Réseau écologique intra-forestier"

Cette étude établira donc une carte des forêts anciennes, ainsi qu'un protocole pour identifier les vieilles forêts.

II. Identification des forêts anciennes du Massif des Bauges

A. Utilisation de documents anciens

La recherche des forêts anciennes a l'avantage de pouvoir être réalisée à grande échelle à l'aide de documents anciens tels que des cartes historiques représentant l'occupation du territoire dont le couvert forestier. Dans cette étude trois cartes historiques de différentes périodes ont été utilisées : 1737, 1862 et 1948. Avoir des périodes intermédiaires permet de limiter le risque de discontinuité du couvert entre deux dates (défrichement suivi d'un reboisement). La multiplication des sources permet également de renforcer la fiabilité du résultat en corrigeant les erreurs pouvant exister dans ces documents anciens.

1. Grande carte des Etats de Savoie (1737)

La Grande Carte des Etats de Savoie est une réduction réalisée par Coccoilli de la Mappede Sarde. La Mappede Sarde est le premier cadastre de Savoie réalisé en 1737, elle est d'une précision remarquable (échelle 1/2400^e) et son exactitude est suffisante grâce à la préoccupation fiscale qui y est associée (Dupouey *et al.* 2007).

La date de 1737 est clé pour notre étude puisqu'elle correspond à la période d'exploitation du charbon de bois par les monastères pour alimenter les clouteries, nombreuses dans les Bauges à cette époque.

Cette carte permettrait de remonter à un couvert de plus de 250 ans. Conservée au Service Historique de la Défense de Vincennes, elle n'a pas pu être obtenue dans sa totalité à cause des délais de reproduction. Cependant la partie Sud-Ouest du PNR en format papier nous a été fournie par l'association du Rotary club de Bourg Saint Maurice qui en avait précédemment fait une reproduction. Quelques communes ont également pu être traitées grâce au travail de D. Barbero disponible aux archives départementales de Savoie et qui a vectorisé des fragments de la Mappede Sarde (Barbero 2009). Les communes concernées sont La Compôte, Cruet, Ecole, Epersy, Francin, Freterive, Pugny-Chatenod, Saint-Jean de-la-Porte, Saint-Ours, Saint-Pierre-d'Albigny et Verel-Pralongran. Les zones traitées représentent au total 42% de la surface du PNRMB (37234ha) et sont présentées dans la figure 8.

Le reste de la Grande Carte des Etats de Savoie devrait néanmoins être analysé dès sa reproduction, déjà en cours.

2. Carte d'Etat Major (1862)

La partie savoyarde de la carte de l'Etat Major a été réalisée à partir de l'annexion de la Savoie. Les planches recouvrant les Bauges datent de 1862 à 1864 (Dupouey, com. pers.). **Cette carte permet de voir le recouvrement forestier juste après le pic de population dans les Bauges qui se situe vers 1850.** (Gex 1996). On considère qu'une population dense est associée à une exploitation plus intensive du territoire : extension maximale des alpages, coupes de bois intensives pour le chauffage, ouvertures liés à des villages/hameaux disparus aujourd'hui et aux cultures autour des habitations...

Cette carte, d'objectif militaire, est précise (figure 5) vu l'importance stratégique des forêts (Dupouey *et al.* 2007). Cependant, il s'agit d'un document de travail (non terminé) et il existe une forte

hétérogénéité de précision entre les planches. Les Bauges sont couvertes par quatre planches. La précision du travail risque donc d'être variable selon la zone du massif.



Figure 5 : Extrait de la Carte d'Etat Major (Saint Eustache, Haute-Savoie)

L'Institut Géographique National (IGN) met à disposition cette carte sous forme d'image (raster*) géoréférencée* sous le système de projection Lambert 93.

3. Photos aériennes de 1950

L'IGN met à disposition des photographies aériennes historiques (IGN 2011). Celles de 1948 recouvrant le massif ont été rassemblées. Comme la zone Nord-Ouest du PNRMB n'était pas couverte, ce sont des photos de 1954 qui ont alors été utilisées (figure 6). **Ces photos offrent une donnée intermédiaire entre le XIXe siècle et aujourd'hui, et éliminent des forêts qui auraient été défrichées entre les deux périodes.** De plus, comme l'après-guerre précède une seconde vague d'exode rural (Gex 1996), ces données se situent avant le début de la recolonisation forestière en cours jusqu'à aujourd'hui.

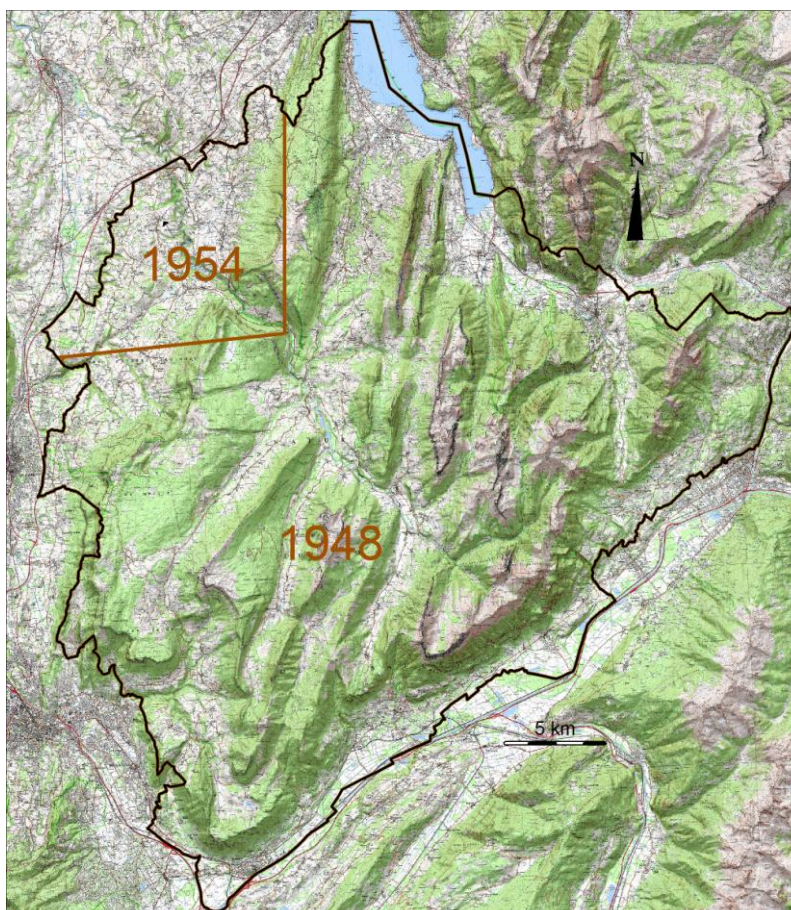


Figure 6 : Zones couvertes par les photographies aériennes de 1948 et de 1954

B. Méthode d'analyse des cartes

Les cartes ont été analysées à l'aide du logiciel MapInfo version 8.5 et de son extension Vertical Mapper version 3.0. Toutes les données ont été projetées en Lambert 93 (Annexe 2).

A partir du raster* de la carte d'Etat Major, les forêts présentes en 1862 ont été vectorisées en polygones. Un champ a été créé pour notifier la raison d'un doute potentiel sur la validité de l'information pour chaque forêt.

Les photographies aériennes de 1950 ont été calées sur la carte IGN actuelle par 4 points remarquables visibles sur les deux documents et les plus éloignés possibles. Comme les photographies n'ont pas été corrigées par la sphéricité de la Terre et les surfaces en relief (orthonormalisation), on observera certains décalages entre la situation des photos et ce qu'elles représentent sur la carte IGN. Des polygones représentant les forêts de 1948 (et 1954 pour le quart N-W) ont été tracés à partir des images calées.

Les forêts actuelles ont été sélectionnées selon la mention « formation arborée » à partir de la carte de végétation disponible dans la base de données du PNR des Bauges, réalisée entre 1998 et 2005. Cette couche a été superposée à celle des forêts de 1948 nouvellement créée. Une correction des erreurs de calage a été réalisée manuellement quand elles étaient très visibles en repérant des éléments remarquables (cours d'eau, bâtiment ancien, sommet, route importante...). Le décalage résiduel est estimé à environ 200m en moyenne.

La carte des forêts actuelles a ensuite été filtrée par celle des forêts de 1862 puis celle des forêts de 1948 (les zones non communes ont été supprimées). La couche obtenue, représentant les forêts actuelles déjà présentes en 1862 et en 1948, soient les forêts de 148 ans (arrondi à 150ans), a été comparée au fragment disponible de la Grande carte des Etats de Savoie de 1737. Les zones non forestières en 1737 ont été supprimées de la couche. On a ainsi obtenue la carte des forêts anciennes de 273 ans (arrondis à 270ans), vouée à être complétée dès la réception de l'intégralité de la Grande Carte des Etats de Savoie.

C. Carte des forêts anciennes du massif

La carte des forêts anciennes de 150 ans du massif (figure 7) montre que la surface de forêts anciennes est beaucoup plus importante qu'attendu : 31000 ha sont recouverts (sur 51000ha de forêts actuelles).

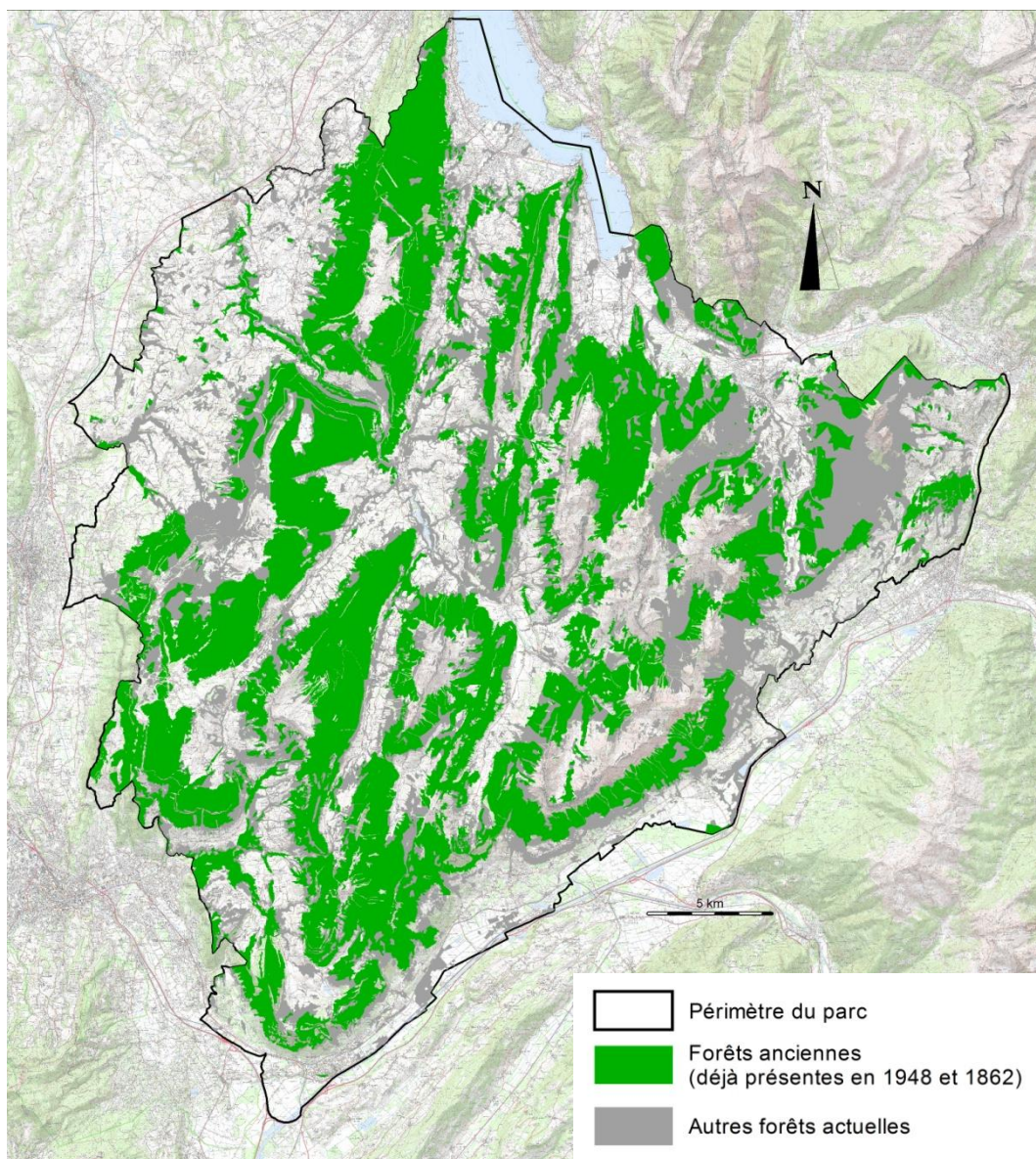


Figure 7 : Carte des forêts de 150 ans du Parc du Massif des Bauges

La figure 8 montre les forêts sélectionnées sur les zones couvertes par les cartes du début du XIXe siècle (Grande carte des Etats de Savoie et fragments vectorisés de la Mappe Sarde). Le tableau compare les surfaces forestières des trois périodes pour ces zones.

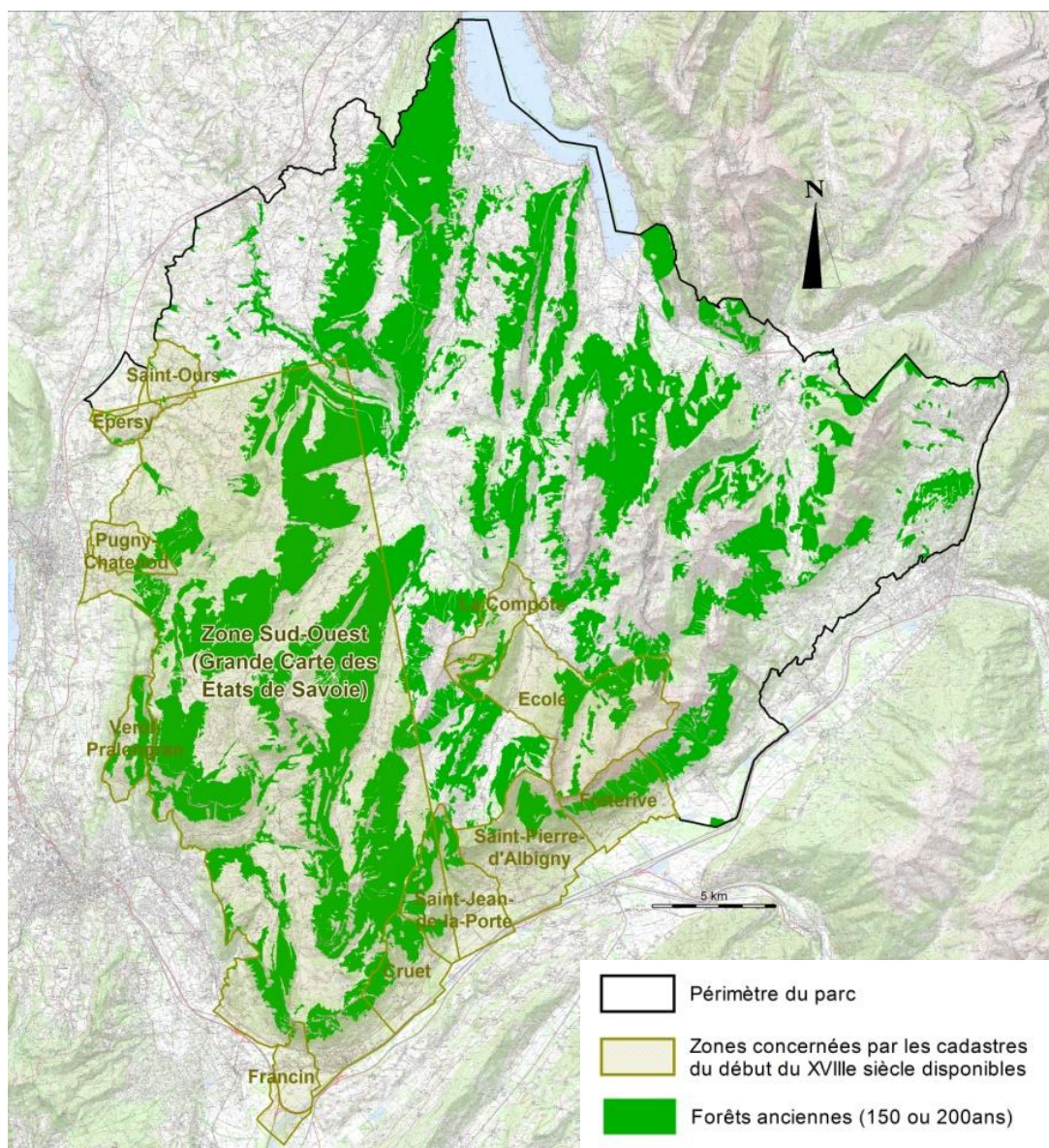


Figure 8 : Carte des forêts anciennes de 270ans (sur les zones disponibles) et de 150ans (sur le reste des zones)

Tableau 1: Tableau des surfaces forestières sélectionnées par les différentes cartes sur la zone couverte par les fragments du début du XVIIIe siècle.

Zone couverte par les fragments du début du XVIIIe siècle			
Période	Carte	Surface forestière	Age du couvert
Aujourd'hui	Carte de Végétation	20 525 ha	0
Milieu du XIXe siècle	Carte de l'Etat Major	14 388 ha	150 ans
Début du XVIIIe siècle	Grande carte des Etats de Savoie et Mappe sarde vectorisée	12 773 ha	270 ans

D. Discussion

1. La persistance de zones de doute

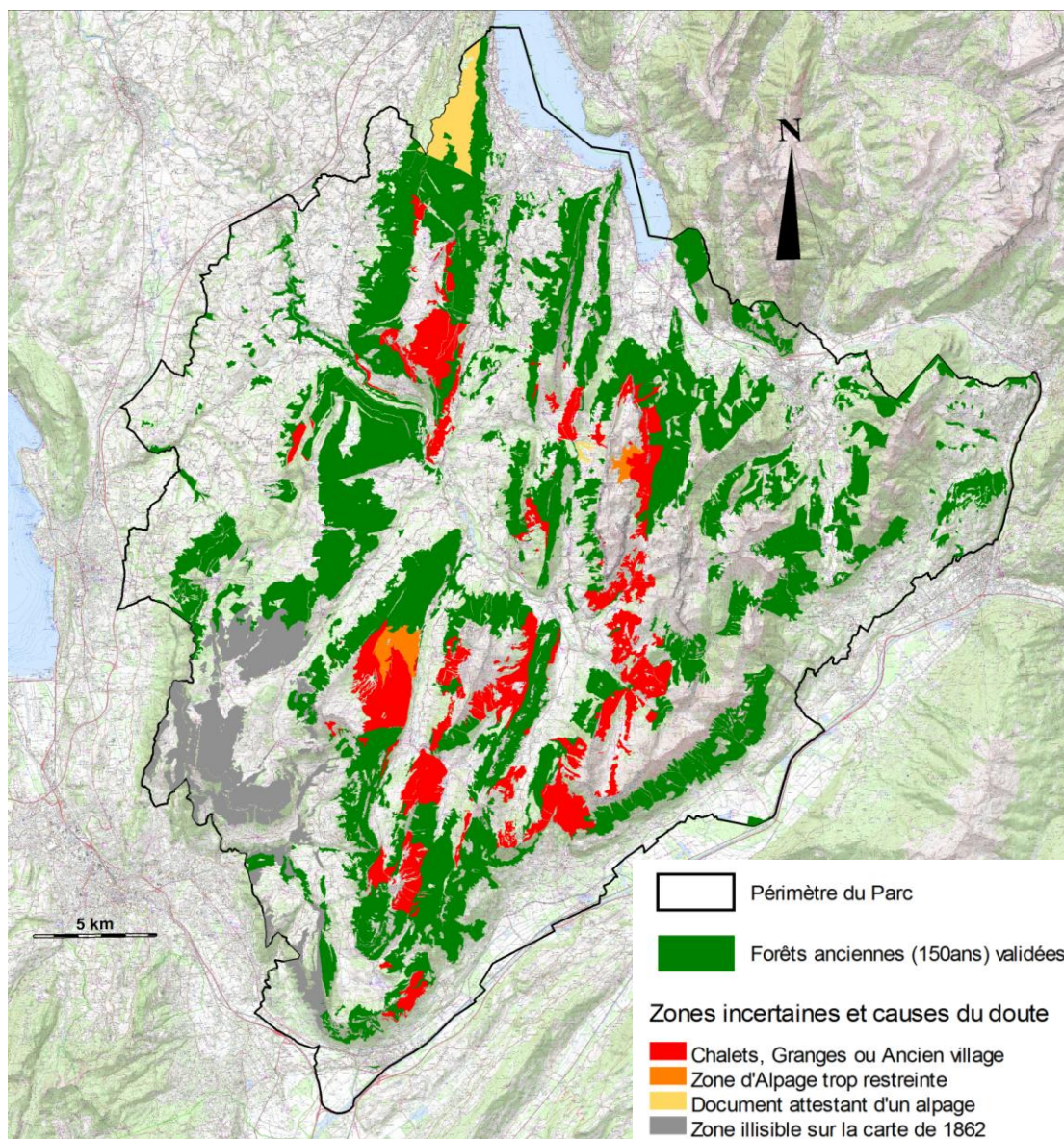


Figure 9 : Carte des forêts de 150ans avec les zones où l'ancienneté est incertaine

Certaines zones couvertes par les forêts anciennes posent néanmoins des questions. Certaines planches de la carte d'Etat Major sont peu précises, en particulier sur les zones d'altitude. Pour tenter de déterminer les zones mal représentées sur cette carte, différents outils ont été utilisés. La présence de chalets d'alpages actuels ou passés, de villages ruinés ou de granges dans une zone forestière laisse croire que cette zone a été défrichée. De même, la terminologie des lieux dits (par exemple « Les grangettes ») donne des indications sur l'utilisation passée du territoire. Des documents d'archives (Daviet 2010) ou de mémoires orales peuvent aussi être une trace fiable d'une zone ouverte recolonisée par une forêt actuelle. La figure 9 montre où se situent les zones controversées.

La planche Sud-Ouest de la carte d'Etat Major est peu lisible et la différence entre les figurés est trop limitée pour que les forêts aient été discriminées. Par prudence, aucune forêt actuelle et présente sur les photos aériennes n'a donc été supprimée au niveau de cette planche.

2. Intérêt de la Grande carte des Etats de Savoie

La suppression des forêts absentes au XVIII^e siècle (figure 8) ne réduit que très peu la surface forestière de la figure 7. Sur la zone concernée le recouvrement des forêts de 270 ans représente 89% des forêts de 150 ans (tableau 2). Les forêts de 150 ans représentent donc la majorité des forêts anciennes que l'on cherche. De plus la majorité de cette zone se situe dans la partie illisible de la carte d'Etat Major, sur laquelle les forêts n'ont pas été sélectionnées. Les autres zones devraient donc être encore moins restreintes par ce filtre supplémentaire.

L'absence de la Grande carte des Etats de Savoie ne pose donc pas de problème majeur dans la valeur de la carte des forêts anciennes obtenue en figure 7.

3. Mauvais calage des photos aériennes

Le calage des photographies de 1948 et 1954 n'étant pas exact, certains décalages risquent d'avoir réduit les surfaces de forêts anciennes. Le décalage maximum estimé est de 200m. Cette imprécision est négligeable à l'échelle du massif, à laquelle la carte a été réalisée. Mais à l'échelle d'une forêt, les limites forêts anciennes/forêts récentes sont à prendre en compte avec prudence. Par exemple, on peut prévoir une zone tampon d'environ 200m. Mais cette valeur dépend de la zone concernée.

4. Discontinuité forestière entre les dates

Malgré la précaution de prendre des dates intermédiaires, le risque de discontinuité entre les documents existe. Cependant, ce risque est plus mince quand on travaille sur les forêts vu que le temps de recolonisation par les arbres est assez long comparé à des espèces herbacées plus colonisatrices. De plus, le fait d'utiliser un document correspondant vraisemblablement au minimum forestier dans les Bauges limite ce risque.

Comme cette carte des forêts anciennes couvre une trop grande surface pour déterminer efficacement des forêts à haute valeur écologique, il faut recouper le critère d'ancienneté du couvert avec des caractéristiques de vieilles forêts.

III. Détermination de critères de caractérisation de vieilles forêts et de forêts anciennes

Cette phase de terrain assez brève n'a pas pour but de réaliser un inventaire exhaustif mais de pouvoir tester la faisabilité et la pertinence d'un protocole. Cette méthode pourra comparer différents protocoles et différents critères afin de déterminer les plus efficaces à discriminer les forêts selon leur ancienneté (forêt ancienne/forêt récente) d'une part et surtout selon leur maturité (vieilles forêts/forêt non mature) d'autre part. On comparera donc trois cas : une zone non exploitée (supposée vieillie) ancienne, une zone exploitée ancienne et une zone récente. Une fois validée, elle pourra être appliquée lors d'une action du PNRM en forêt, lors d'aménagements, travaux...

A. Elaboration du protocole

Les éléments associés aux vieilles forêts ont été largement étudiés et plusieurs protocoles existent et tentent de les localiser. L'objectif de cette étude a été de déterminer un protocole **adapté au massif des Bauges**. En effet, la majorité des protocoles ont été mis en place en forêts de plaine. Les forêts des Bauges sont majoritairement des futaies* irrégulières et mixtes (hêtraies-sapinières*), dans des milieux très diversifiés à cause de nombreux paramètres à prendre en compte en montagne (pente, exposition, altitude, accessibilité...).

Parallèlement, la volonté de garder **un moyen de comparer les résultats** à ceux d'autres régions implique de prendre en compte des paramètres déjà utilisés ailleurs et de ne pas constituer une méthode complètement nouvelle.

Aussi, trois protocoles issus d'autres études proches ont été compilés, ces protocoles, malgré leurs spécificités se recouvrant partiellement.

1. Les 3 protocoles utilisés

i) L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)

L'Indice de Biodiversité Potentielle est un indicateur mis en place par P. GONIN de l'IDF Toulouse, et L. LARRIEUX à l'INRA Toulouse, en 2010. Il est en cours de déploiement en France, surtout en forêts privées pour estimer la biodiversité taxonomique potentielle de la forêt et diagnostiquer les facteurs améliorables par la gestion. Il a l'avantage d'avoir une validité scientifique solide, puisque qu'il est en cours de validation statistique (Gonin, comm. pers.). Enfin, il est relativement facile à réaliser **et ne nécessite pas une mobilisation de temps et de personnel trop importante** (Larrieu & Gonin, 2010).

Il est composé de 10 critères dont 4 au moins concernant les vieilles forêts. Les autres critères concernent plutôt la diversité des habitats associés à la diversité d'espèces. Ces critères s'insèrent donc parfaitement dans cette étude.

Ce protocole (Annexe 7) prend en compte :

- a. La diversité des essences* forestières autochtones
- b. La structuration verticale de la végétation
- c. La quantité de bois mort sur pied de grosse circonférence
- d. La quantité de bois mort au sol de grosse circonférence
- e. La quantité de très gros bois vivant
- f. Le nombre de micro-habitats* dans les arbres vivants
- g. Le recouvrement des milieux ouverts

- h. La continuité temporelle de l'état boisé (déjà déterminée dans notre étude)
- i. La diversité des habitats aquatiques
- j. La diversité des habitats rocheux

Les détails de prise en compte de ces éléments sont détaillés en annexe 7.

ii) Protocole « Forêts sub-naturelles »

Le second protocole intégré dans notre étude a été réalisé par Elsa LIBIS, stagiaire à l'ONF et au Parc National de la Vanoise (LIBIS, comm. pers.). Il recherche plus spécifiquement des **critères de sub-naturalité des forêts**. Comme il a été mis en place en Vanoise, on peut supposer qu'il est **adapté aux zones de montagnes**, bien que la Vanoise soit plus élevée que les Bauges. Ce protocole (Annexe 5) prend en compte :

- a. La qualité du renouvellement
- b. L'abondance et le stade de décomposition des souches (selon le protocole MEED de Brucciamacchie *et al.* 2005)
- c. La surface terrière* par essence* et par classe de diamètre des arbres
- d. Les essences* secondaires
- e. La surface terrière* du bois mort sur pied de diamètre >30cm
- f. La surface terrière* du bois mort au sol de diamètre >30cm
- g. Les phases sylvatiques présentes
- h. Les perturbations naturelles
- i. La distance à la plus proche plantation
- j. L'accessibilité

Les critères concernant les bois mort de gros diamètre et les essences* sont déjà pris en compte dans l'IBP. Les critères sur les perturbations naturelles et les plantations ne seront pas pris en compte dans cette étude.

iii) Protocole « Vieilles forêts »

Le troisième protocole utilisé a été réalisé lors du stage d'O.KRISTO à la FRAPNA* Isère (Kristo 2011). Ce protocole testé dans le Trièves, recherche exclusivement **les vieilles forêts**. Il intègre (Annexe 6) :

- a. L'âge des plus vieux arbres
- b. Le type d'humus et le pourcentage de débris dans le sol
- c. Le nombre d'arbres porteurs de micro-habitats* par type (cavités/fentes/parasites/Bois mort)
- d. Les stades de décomposition du bois mort rencontrés et le plus fréquent (selon le protocole de Ballot & Dodelin 2009)
- e. L'origine du bois mort
- f. Le nombre de chandelles* naturelles en décomposition (volis*)

Les micro-habitats* sont déjà pris en compte dans l'IBP, les critères sur le sol et l'âge des arbres ne seront pas pris en compte car trop difficiles à estimer.

2. Les critères complémentaires

En plus de ces trois protocoles, quelques critères ont été rajoutés d'après des éléments bibliographiques.

- a. **Le recouvrement de la strate muscinale** vivant sur le sol, dite humicole*. L'intérêt de ce critère est que cette strate est l'habitat d'une biodiversité importante (insectes,

champignons). Seules les mousses humicoles* ont été relevées pour limiter l'impact de l'humidité et de l'exposition de la station qui influencerait plus sur les mousses rupicoles ou lignicoles.

- b. **Le nombre d'arbres mort au sol de plus de 30cm de diamètre et au moins au stade de décomposition moyenne** (stade 3 (Annexe 4)). Ce critère a été choisi selon Ballot & Dodelin (2009) qui montre que ces bois sont plus abondants en forêts anciennes.

3. Relevés des critères

La carte des forêts anciennes recouvrant 31000ha, il n'est pas envisageable de prospecter cette surface. Aussi, le choix de certains secteurs tests a été nécessaire pour tester le protocole décrit plus haut. L'ensemble de ces critères réunis seront donc testés selon un échantillonnage dans trois forêts. Cet échantillonnage sera composé de 3 placettes de 30 m de rayon (corrigés par la pente) soient 0,28ha par placette. Dans chacune des forêts, trois parcelles forestières ont été sélectionnées.

Les mesures sont prises à l'aide des outils suivants :

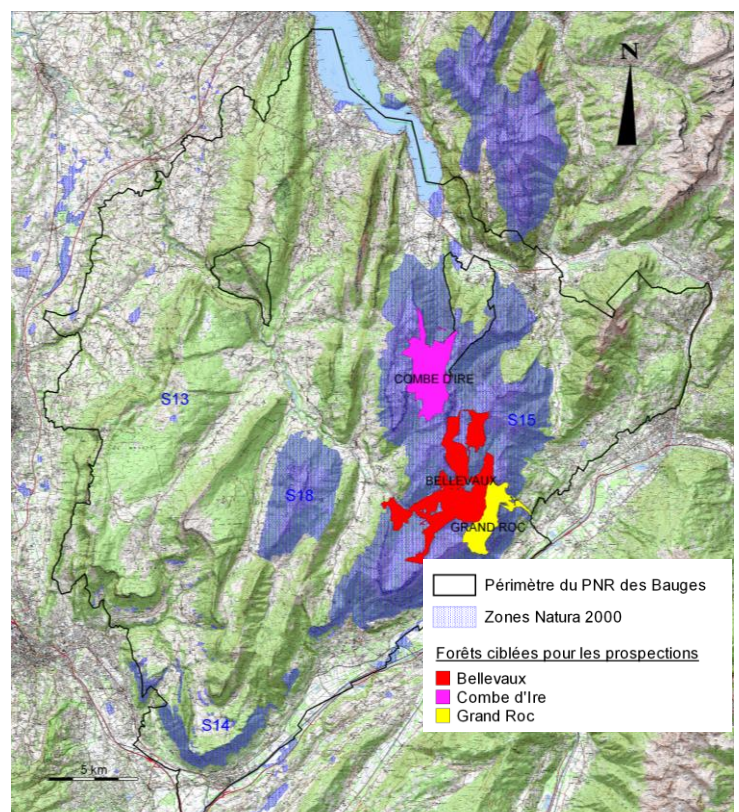
- Un télémètre* a servi à estimer la taille de la placette corrigée par la pente,
- Un altimètre et un GPS ont permis de localiser la placette,
- La clé de détermination du *Guide des Sylviculture de montagne* (CEMAGREF et al. 2006) pour déterminer le type de peuplement,
- Le *Guide des Stations des Alpes du Nord et de l'Ain* (CRPF 2006) pour déterminer la station.
- Un relascope* et un compteur ont permis de mesurer la surface terrière* par essence* et par classe de diamètre depuis le centre de la placette.
- Les autres critères ont été déterminés soit depuis le centre de la parcelle, soit en la parcourant en comptant les éléments vus ou en notant les catégories présentes.

Le protocole est détaillé en Annexe 3.

B. Le plan d'échantillonnage

1. Choix des 3 forêts

Le second Comité de Pilotage a permis de choisir trois forêts du massif. Elles ont été sélectionnées dans les Hautes-Bauges car cette zone fait partie des zones les plus précises de la carte d'Etat Major, ce sont donc des **zones où la carte d'ancienneté est la plus exacte**. Ces trois forêts sont : la forêt du Grand Roc, la forêt de Bellevaux et la forêt de la Combe d'Ire. Ces trois forêts sont **domaniales** ce qui facilitera l'accès aux données d'exploitations. Leur exploitation passée ayant été variée, les cas pourront être comparés selon ces critères. Elles sont aussi assez proches pour que les conditions écologiques soient comparables. La figure 10 montre la situation de ces forêts dans le PNR du Massif des Bauges.



Enfin, elles sont à l'intérieur du périmètre Natura 2000 des Bauges Orientales (Portail N2000), zone privilégiée pour la connaissance et la préservation des milieux naturels.

2. Choix des 3 parcelles

Dans le cadre de ce test méthodologique, il a fallu choisir des types forestiers similaires pour assurer une comparabilité des parcelles et réduire les biais liés à l'hétérogénéité des milieux, trop importants pour un échantillonnage faible. A partir de l'Inventaire Forestier National, seules les zones en futaies* mixtes ont donc été conservées. Ce type forestier correspondant aux hêtraies-sapinières*, est le plus fréquent dans le massif et donc le plus représentatif.

Pour chaque forêt, une **parcelle récente**, une **parcelle ancienne avec une exploitation depuis 20 ans** et une **parcelle ancienne sans exploitation depuis 20 ans ont été sélectionnées**. L'ancienneté a été déterminée à partir de la carte des forêts anciennes décrite précédemment et la date d'exploitation à partir des documents d'aménagement de l'ONF (ONF 1994, 2008, 2011). Ces informations ont également été croisées par un entretien avec les agents forestiers locaux : JM. Craco pour les forêts de Bellevaux et du Grand Roc et R. Deluermoz pour la forêt de la Combe d'Ire.

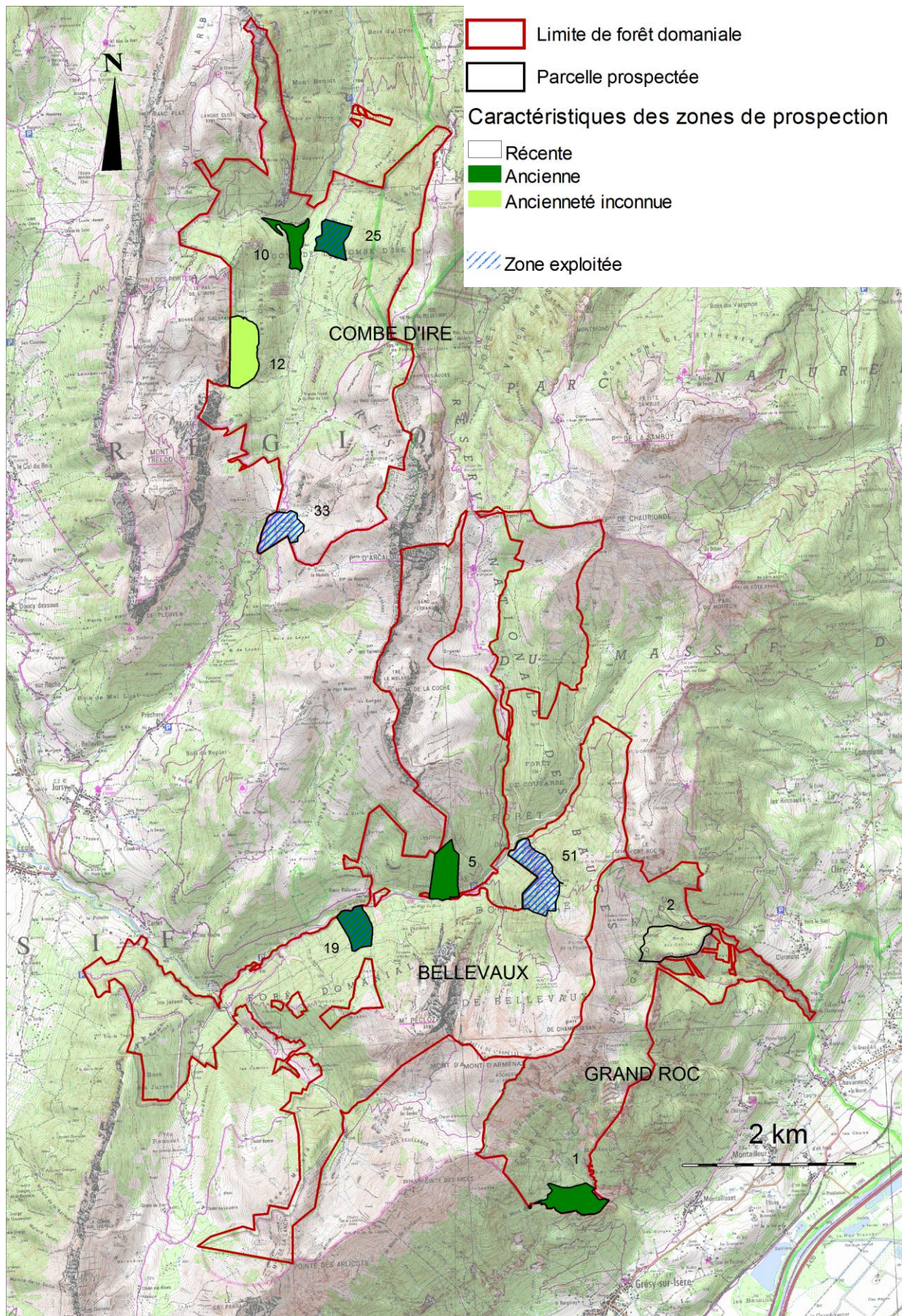
Parmi ces parcelles, celles à prospecter (figure 11) ont été sélectionnées si possible selon :

- leur homogénéité en termes de types forestiers,
- leur taille comparable,
- leur accessibilité,
- la fiabilité des données sur les exploitations passées.

Une parcelle a été rajoutée dans la forêt de la Combe d'Ire sur les conseils de R. Deluermoz : la parcelle 12. Bien que cette parcelle n'apparaisse pas dans la carte des forêts anciennes, l'agent affirme que cette parcelle a toujours été boisée. Cette parcelle servira donc de test pour savoir si le protocole peut trancher entre les deux informations.

Comme la forêt du Grand Roc n'est pas exploitée (ONF 1994), il n'y a pas de parcellaire. Les parcelles ont été délimitées selon les unités de végétation. Seules deux parcelles ont été recherchées : l'une ancienne non exploitée, l'autre récente.

Les parcelles 5 et 12 se situent respectivement dans les réserves biologiques intégrales du Haut Chéran et de la Combe d'Ire (PNR Bauges 2004).



3. Positionnement des placettes

A l'intérieur des parcelles, on a placé trois points de façon le plus aléatoire possible pour éviter d'orienter le choix, ils ont souvent été choisis à l'aide des courbes de niveau, en variant l'altitude ou en suivant la même ligne (Annexe 8). Ces points correspondent aux centres des placettes de 30m de rayon dans lesquelles les mesures seront réalisées. Ce diamètre a été choisi d'après le protocole de l'IBP et après un entretien avec Pierre GONIN (IDF) pour maximiser la représentativité des placettes vu qu'elles sont peu nombreuses par rapport aux préconisations.

C. Résultats et analyse de la pertinence du protocole

Ce protocole a été réalisé sur les 27 placettes. Il en ressort que le temps passé par placette est d'environ **40 minutes**.

Les mesures réalisées lors des prospections ont été normalisées à l'hectare. Les résultats ci-après sont détaillés par groupes de critères et par placette. Une synthèse par parcelle a été réalisée mais lisse les résultats et gomme les différences. L'analyse a donc été réalisée sur les données par placettes. Seuls les milieux associés (milieux humides, rupestres et ouverts) sont présentés par parcelle car ils s'additionnent s'ils sont différents.

Les placettes choisies étaient assez homogènes en termes de conditions écologiques puisque les stations déterminées ont été très souvent des hêtraies-sapinières* drainées (14/27). La placette C332 a été supprimée pour l'analyse car elle comportait un peuplement très morcelé et ouvert avec une végétation non forestière. Cette placette n'est donc pas considérée comme une forêt.

1. Critères discriminants

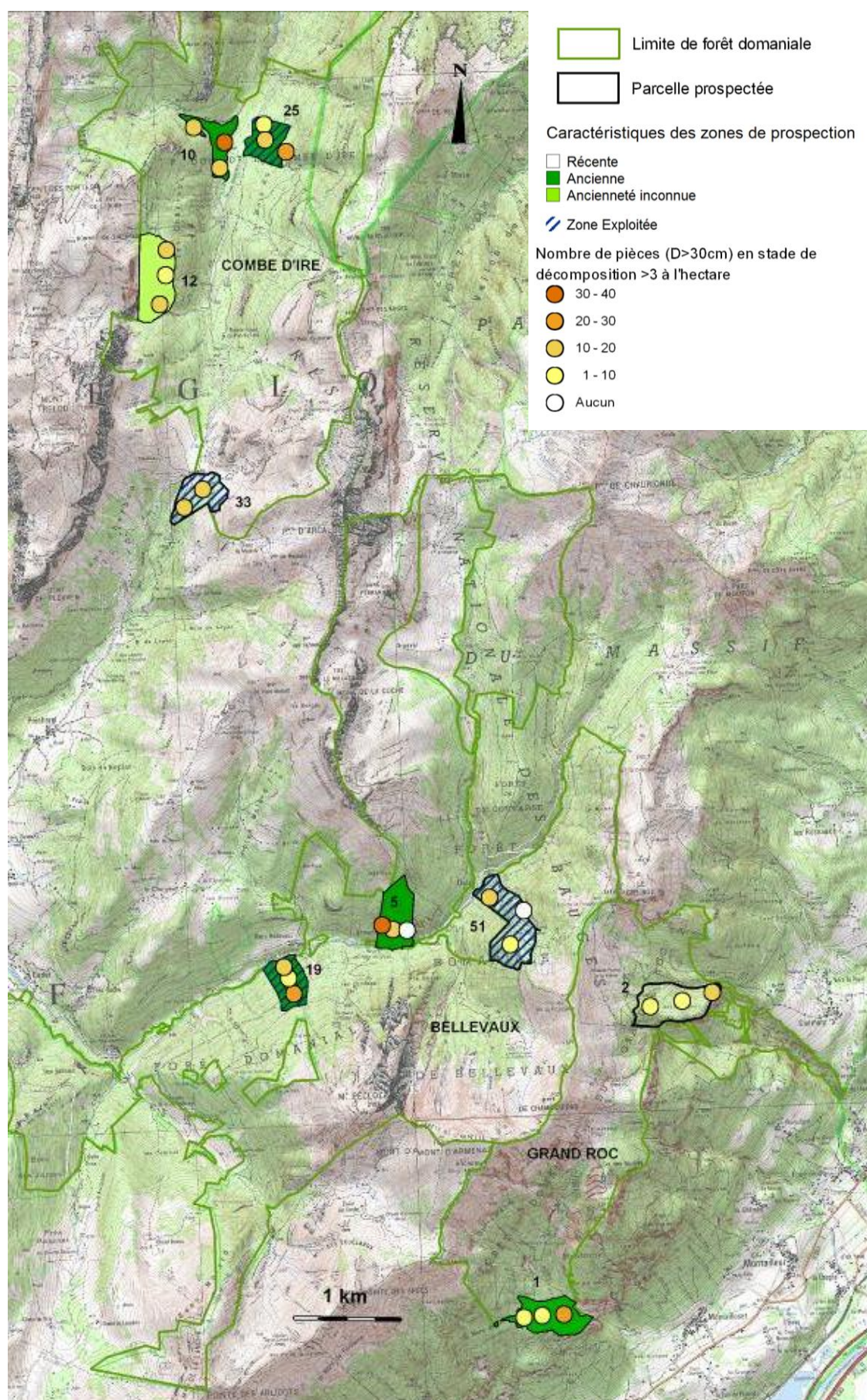
i) Sélection des critères discriminants

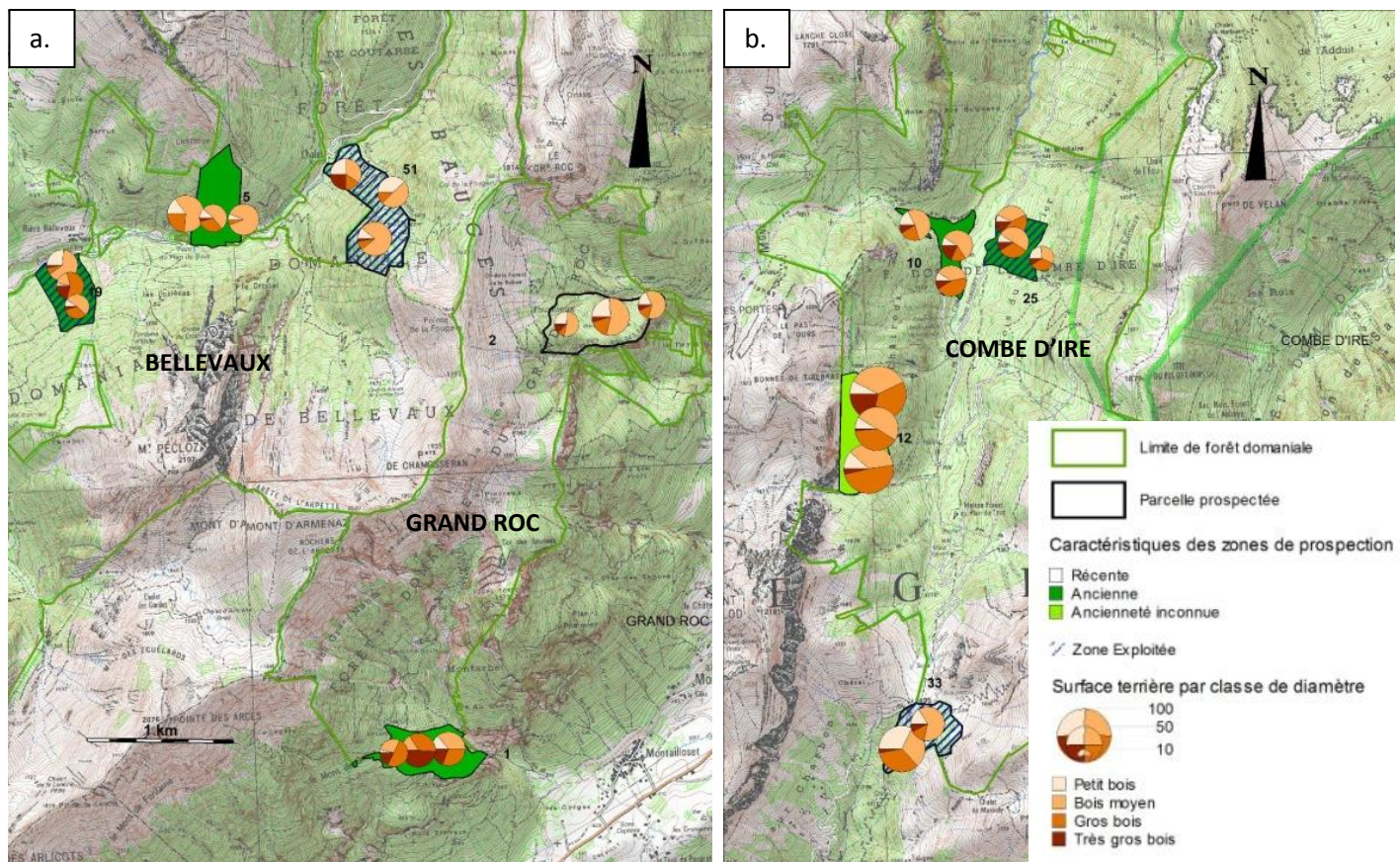
Malgré le faible échantillonnage, certains critères semblent révéler des différences selon le type de forêt.

(1) CRITERES DE FORETS ANCIENNES

La figure 12 montre le nombre de pièces de bois mort au sol dont le diamètre est supérieur à 30cm et le taux de décomposition supérieur au stade 3. Aucune valeur supérieure à 20 pièces/ha n'est recensée dans les forêts récentes alors qu'il y en a toujours au moins une dans les parcelles anciennes. Le nombre de bois mort de diamètre >30cm au stade de décomposition >3 a tendance à être plus élevé en forêt ancienne qu'en forêt récente.

Les cavités vides sont quasiment absentes des forêts récentes (seules deux placettes en contiennent) (figure 15). Leur présence apporte donc une indication supplémentaire sur l'ancienneté de la forêt.





La proportion de petit bois vivant dans la surface terrière* totale est plus faible dans les forêts récentes (figure 13). Cela peut être dû à une décomposition plus rapide de celui-ci dans les forêts anciennes (sol plus épais, décomposeurs plus nombreux)

Enfin le taux d'écorçage* et de pourriture des souches apparaît plus fort dans les forêts anciennes. Le taux le plus discriminant est celui de l'écorçage* en forêt de Bellevaux et le taux de pourriture en Combe d'Ire. L'association des deux taux en combinaison améliore donc la tendance (figure 14).

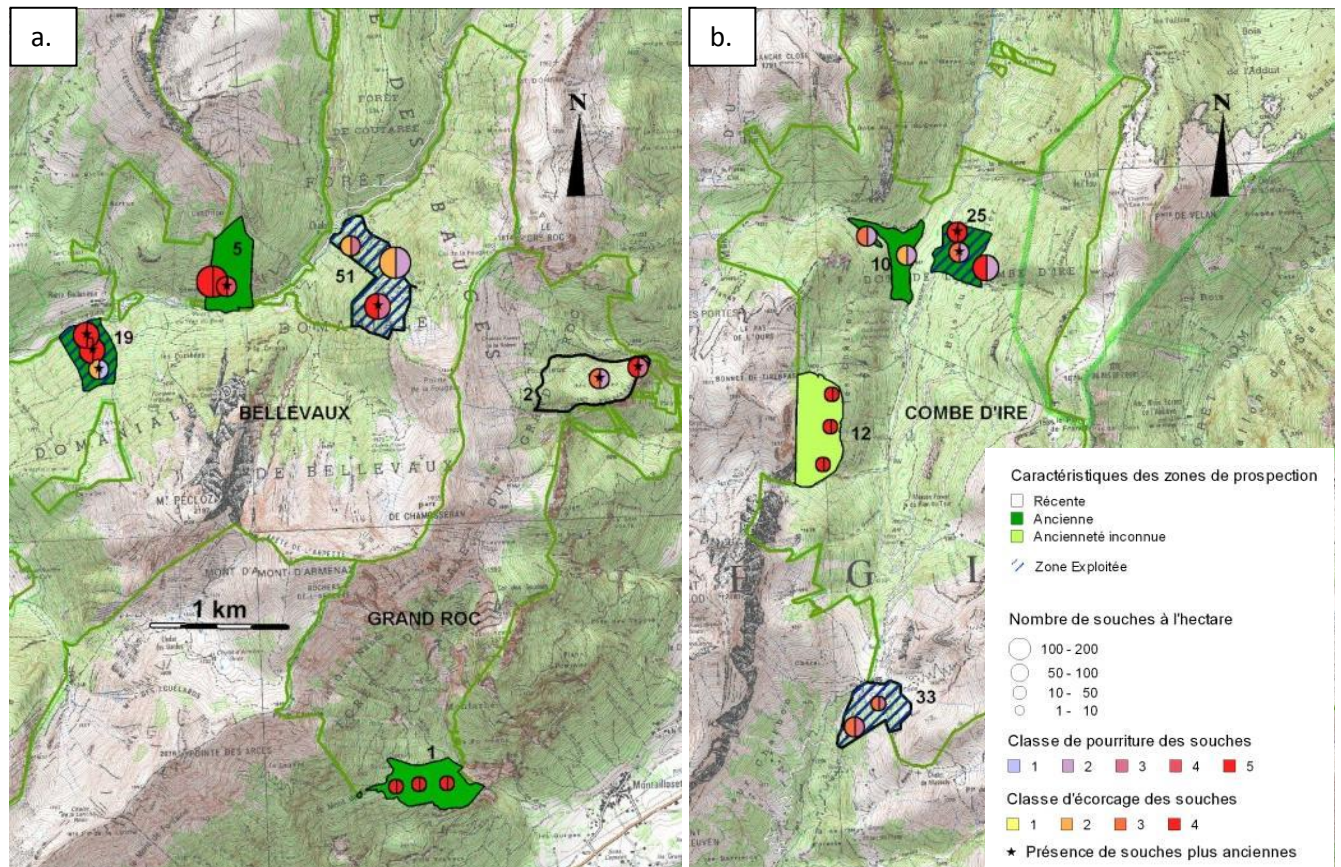


Figure 14 : Carte des classes d'écorçage et de pourriture des souches observées. (a : Bellevaux et Grand Roc, b : Combe d'Ire)

(2) CRITERES DE VIEILLES FORETS

Le nombre de souches est très important dans les parcelles exploitées par rapport aux parcelles non exploitées (figure 14). Ce critère, qui semble assez tautologique quand on possède les données d'exploitation, peut permettre de déterminer l'intensité et la date des coupes dans une forêt où l'information n'est pas disponible (en forêt privée par exemple).

Le nombre de types de micro-habitats* est plus élevé dans les forêts non exploitées (figure 15).

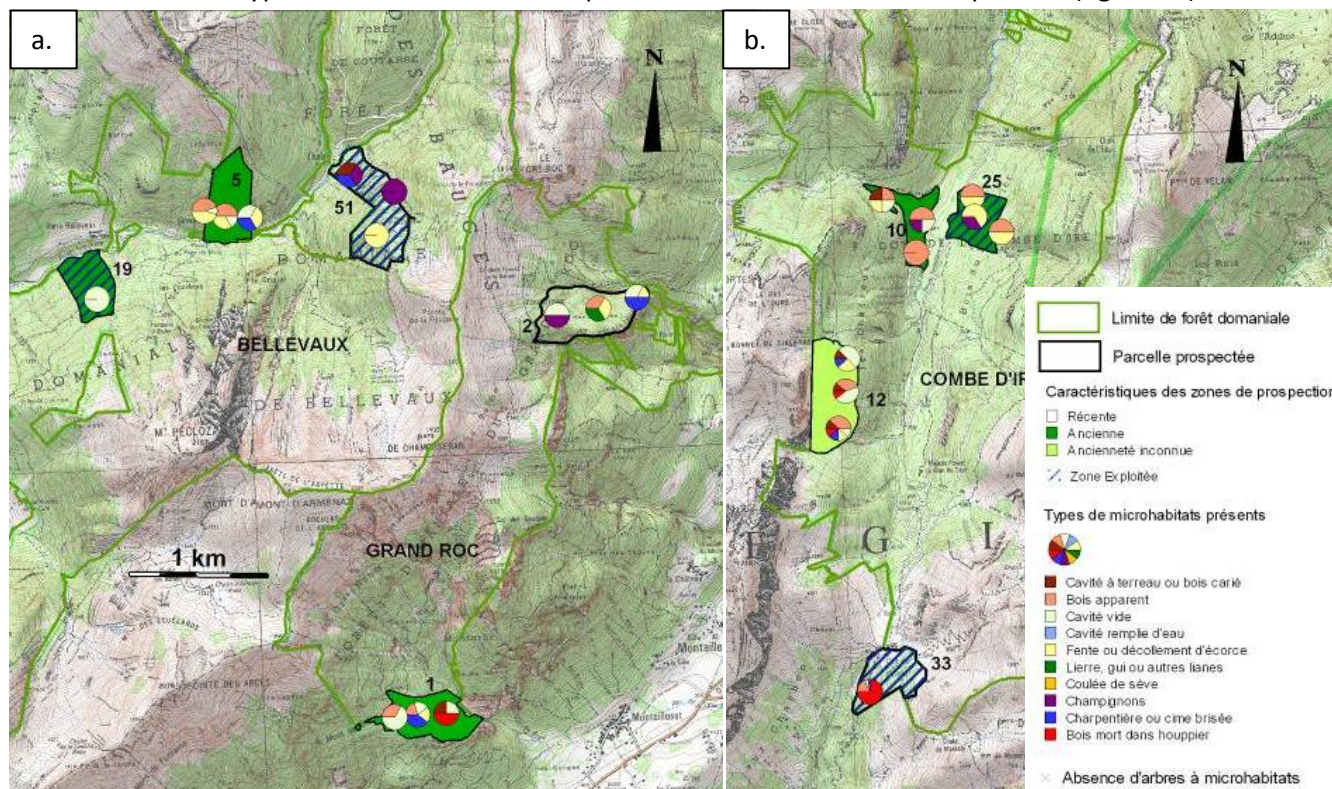


Figure 15 : Carte de la répartition des types de micro-habitats dans les placettes. (a : Bellevaux et Grand Roc, b : Combe d'Ire)

Sur les versants ubac (toutes les parcelles sauf la 2 et la 5), le nombre de gros bois mort au sol est plus élevé dans les forêts non exploitées (figure 16).

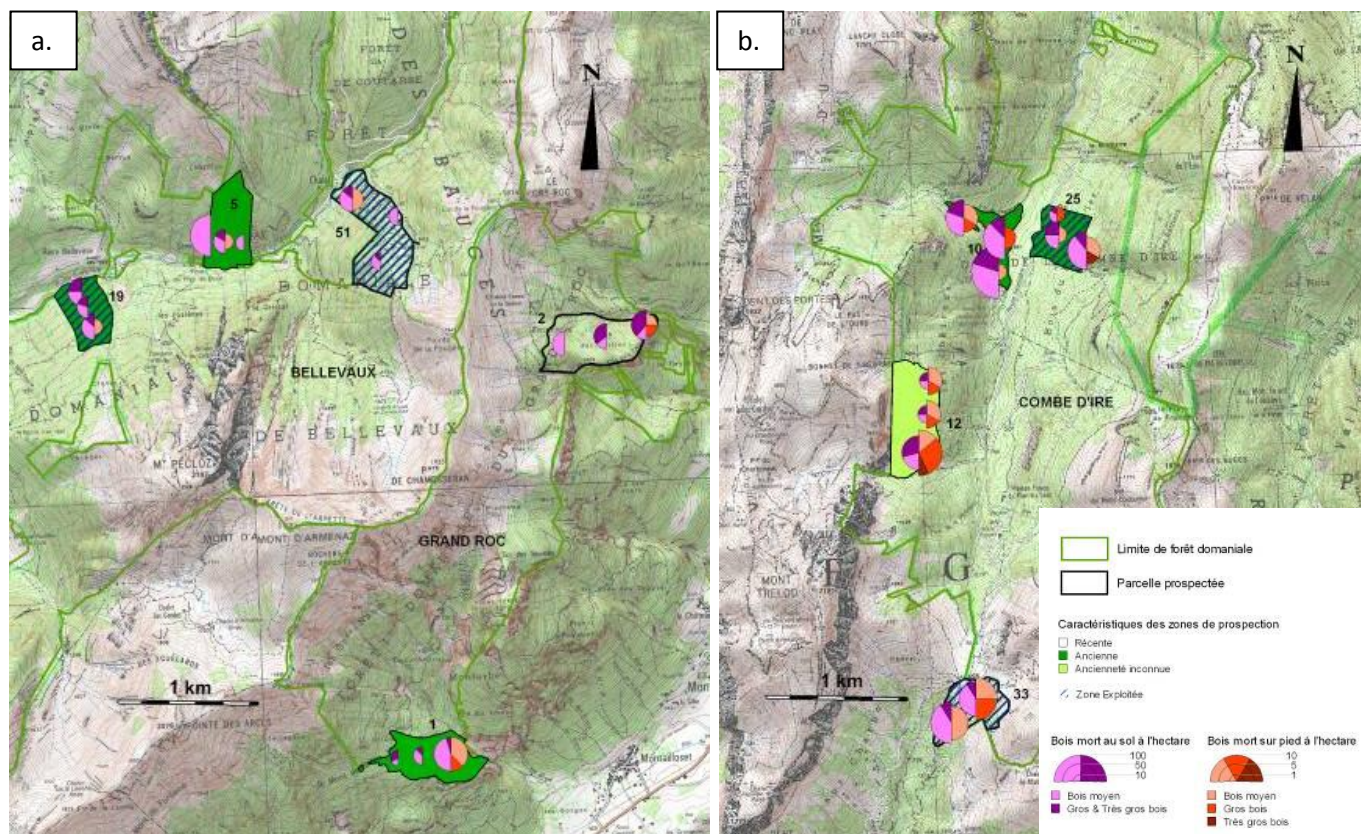


Figure 16 : Carte de la quantité de bois mort sur pied et au sol par classe de diamètre et par placettes. (a : Bellevaux et Grand Roc, b : Combe d'Ire)

(3) CRITERES NON CARACTERISTIQUES

Contrairement à ce qui était attendu (Nilsson *et al.* 2002), la fréquence du gros bois mort sur pied ne semble pas plus importante dans les forêts non exploitées (figure 16). Cela peut être expliqué par le fait qu'une espèce non adaptée à la station, importée dans un objectif de production ou de protection est plus sensible aux attaques parasitaires (Siecker 2003). Par exemple, l'épicéa est plus sensible aux attaques de scolytes* s'il est affaibli par de mauvaises conditions écologiques (parcelles 1, 2 et 33) (Spiecker 2003).

Le nombre de chandelles* décomposées ne caractérise pas non plus de forêt ancienne ou de forêt non exploitée (figure 17). Ce critère manque probablement de précision et pourrait être restreint au nombre d'arbres mort cassé, de toute taille, et au taux de décomposition supérieure au bois mort récemment (stade 1)

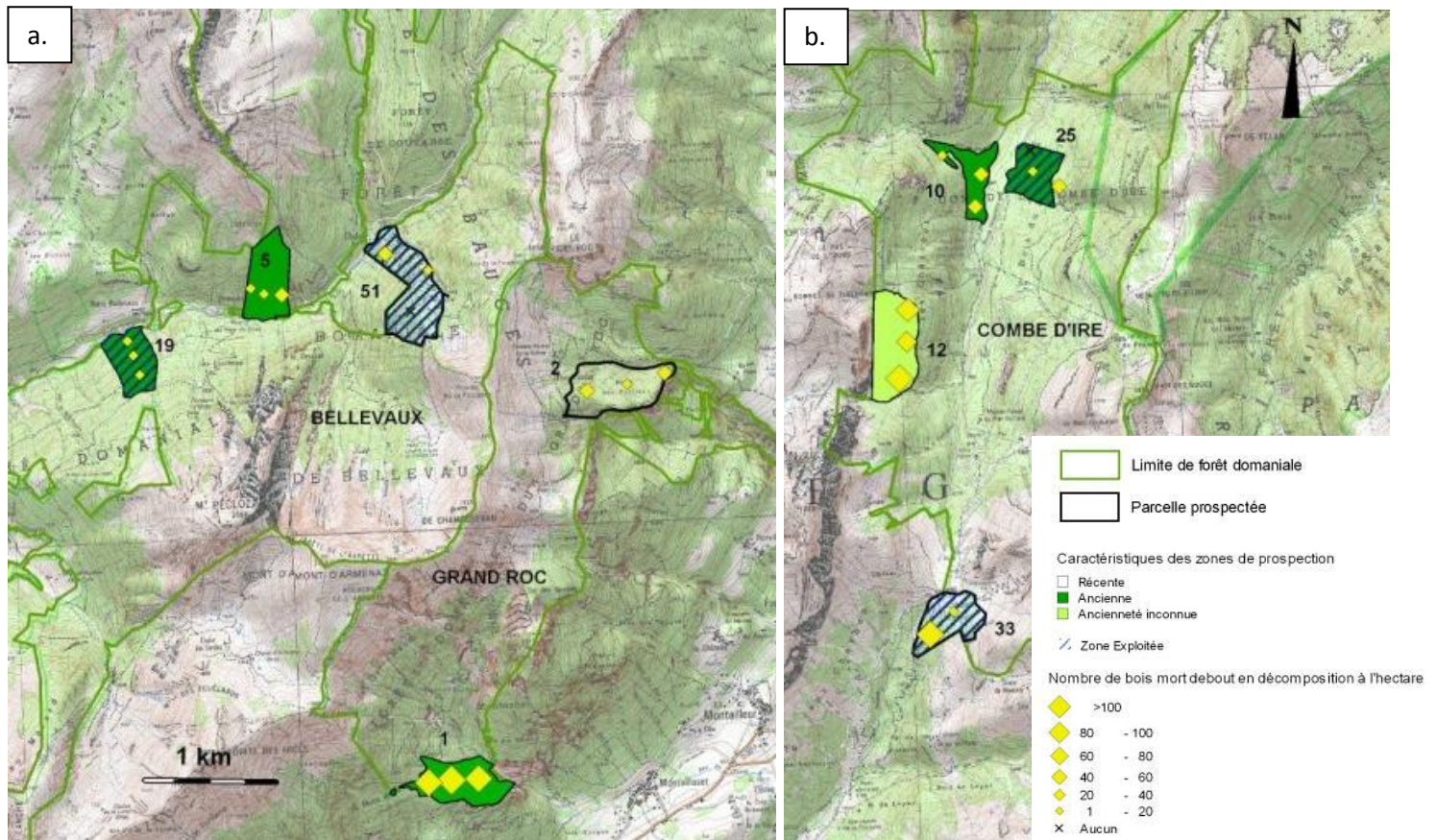
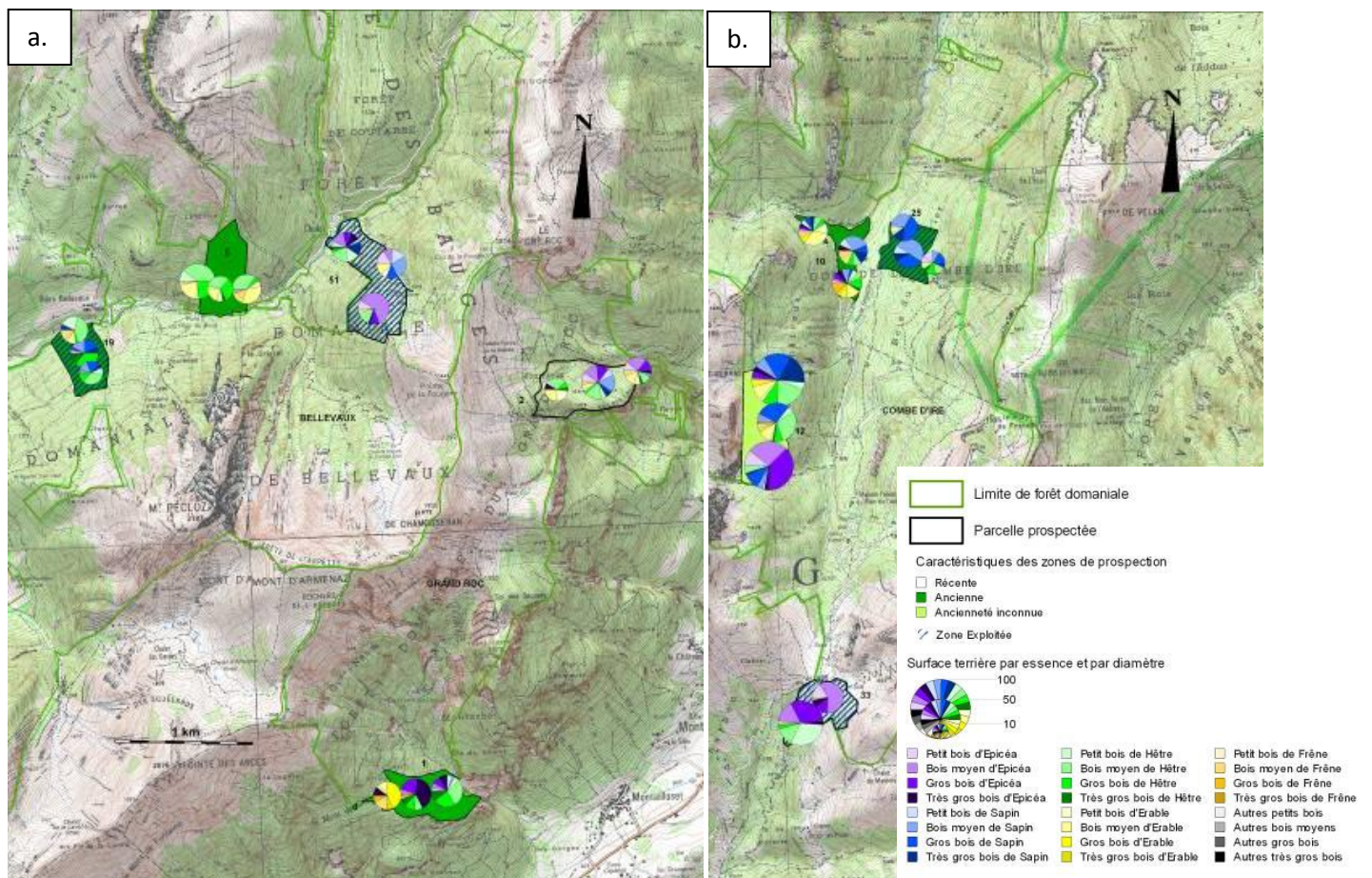


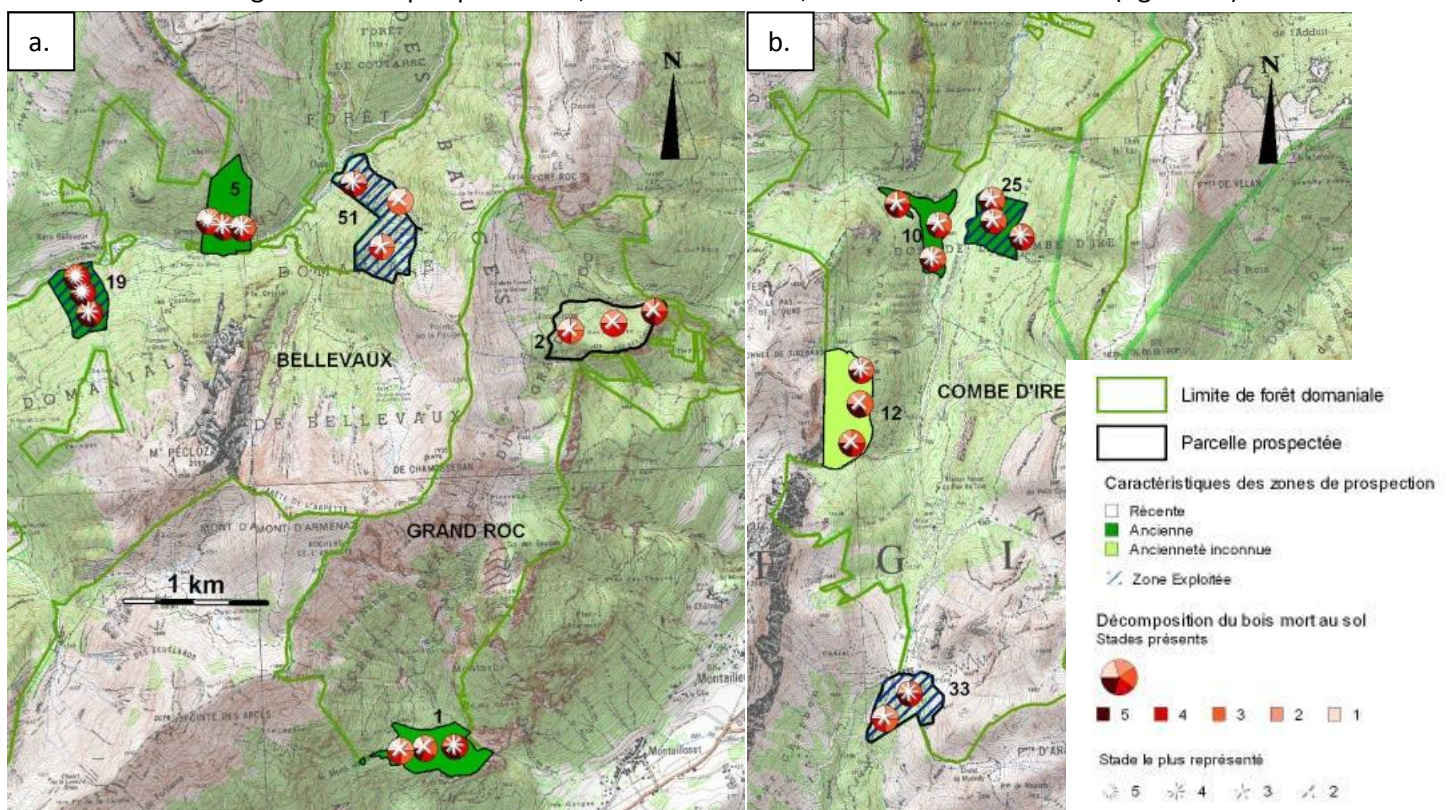
Figure 17 : Carte du nombre de vols en décomposition observés par placette. (a : Bellevaux et Grand Roc, b : Combe d'Ire)



La surface terrière* par essence* ne varie pas selon l'ancienneté ou l'exploitation (figure 18) cependant, elle peut être intéressante à prendre en compte pour comparer le type forestier et la productivité des stations donc la représentativité des parcelles par rapport à la forêt.

La diversité des stades de décomposition présents n'apparaît pas non plus grande dans un type de forêt (figure 19). Ce résultat contraste avec la bibliographie (Similä *et al.* 2003).

Le nombre de genres n'est pas plus élevé, dans cette étude, dans les forêts matures (figure 20). La



présence d'espèces colonisatrices, plus nombreuses dans les forêts exploitées qui sont plus ouvertes, peut être une explication. Ces essences* ont des difficultés à s'installer dans des parcelles où le couvert est dense. La diversité des essences est néanmoins un facteur essentiel de biodiversité et doit être incluse dans l'identification des forêts à haute valeur écologique.

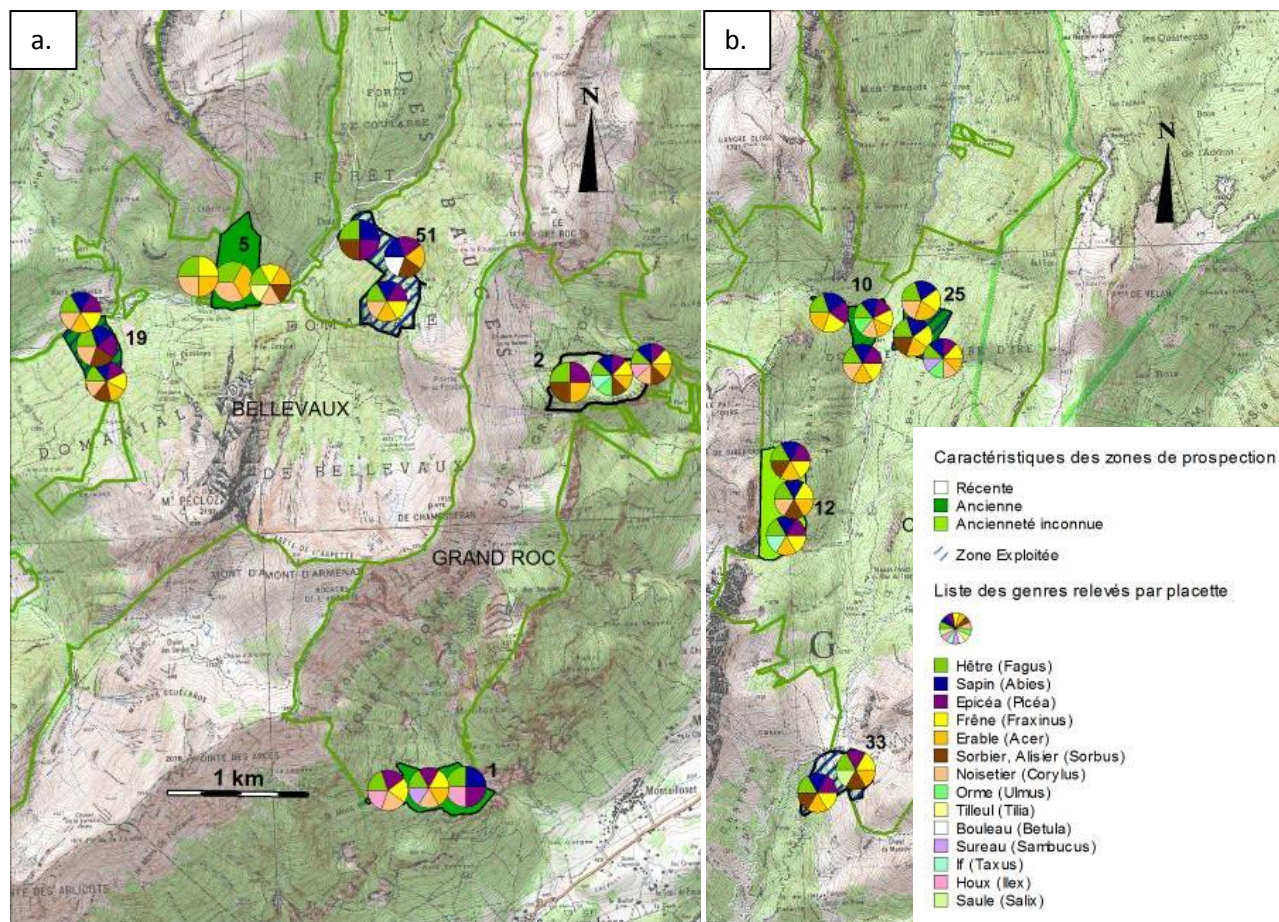


Figure 20 : Carte de la répartition des genres observés par placette. (a : Bellevaux et Grand Roc, b : Combe d'Ire)

Le recouvrement bryophytique* au sol n'est pas non plus caractéristique d'un type de forêt. Ce critère semble dépendre beaucoup plus du type de station (humidité, essence*, orientation...) et ne semble pas pertinent à prendre en compte dans le protocole. Une distinction des espèces de bryophytes pourrait être une solution mais nécessite une mobilisation de temps trop importante pour ce protocole.

Certains critères ont la même valeur dans toutes les placettes inventoriées. On a toujours constaté une absence d'espèces invasives. Le petit bois mort au sol était systématiquement présent. Le renouvellement se fait partout par des semis naturels. Le nombre de strates atteint 4 dans toutes les placettes sauf dans les placettes GR11, GR12, C123 et C332. Ces critères, bien qu'ils ne varient pas dans le cadre de cette étude, apportent des informations sur des situations assez exceptionnelles dans les Bauges. Leur prise en compte peut donc être maintenue, d'autant plus qu'elle se fait très rapidement dans le protocole. Le tableau 2 récapitule les critères et leur caractère discriminant selon leur protocole d'origine.

Tableau 2: Tableau récapitulatif du caractère potentiellement indicateur des critères mesurés

Protocole d'origine	Critère	Ancienneté	Maturité
Vanoise	Surface terrière par essence	✗	✗
Vanoise	Proportion de petit bois vivant	✓	✗
Vanoise	Taux d'écorçage et de pourriture des souches	✓	✗
Vanoise	Nombre de souches	✗	✓
IBP - Vanoise	Nombre de gros bois morts au sol	✗	✓
IBP - Vanoise	Nombre de gros bois mort debout	✗	✗
IBP	Nombre de genres	✗	✗
IBP - FRAPNA	Nombre de cavités	✓	✗
IBP - FRAPNA	Diversité des micro-habitats	✗	✓
IBP - FRAPNA	Nombre de cavités	✓	✗
FRAPNA	Diversité des stades de décomposition	✗	✗
FRAPNA	Nombre de chandelles en décomposition	✗	✗
	Recouvrement muscinal humicole	✗	✗
	Nombre de bois mort >30cm en décomposition >3	✓	✗

ii) Critères associés

Pour tenter d'améliorer la distinction entre forêt ancienne et forêt récente d'une part et entre vieille forêt et forêt non mature d'autre part, les critères potentiellement discriminants précédemment établis (tableau 2) ont été associés. Par exemple, une association des critères deux par deux a été testée. Seules certaines associations ont amélioré la distinction entre les types de forêts.

(1) CRITERES DE FORETS ANCIENNES

Les critères de forêts anciennes ont donc été associés graphiquement pour essayer de distinguer les meilleures associations. La figure 21 montre les graphes des associations discriminantes pour les forêts anciennes. Ces associations semblent regrouper les points des forêts anciennes (avec ou sans exploitation) dans une zone et les points des forêts récentes dans une autre. Ces associations sont :

1. le nombre de bois mort de diamètre supérieur à 30 cm et au taux de décomposition supérieur à 3 par rapport à la proportion de petit bois
2. le nombre de bois mort de diamètre supérieur à 30 cm et au taux de décomposition supérieur à 3 par rapport au taux d'écorçage* des souches

3. La surface terrière* totale par rapport au nombre de cavités vides sépare en fonction de l'ancienneté mais également en fonction de l'exploitation.

On peut noter que la troisième association (surface terrière* totale par rapport au nombre de cavités vides) sépare également les forêts selon l'exploitation. Les placettes exploitées ont des valeurs en abscisses et en ordonnées plus faibles.

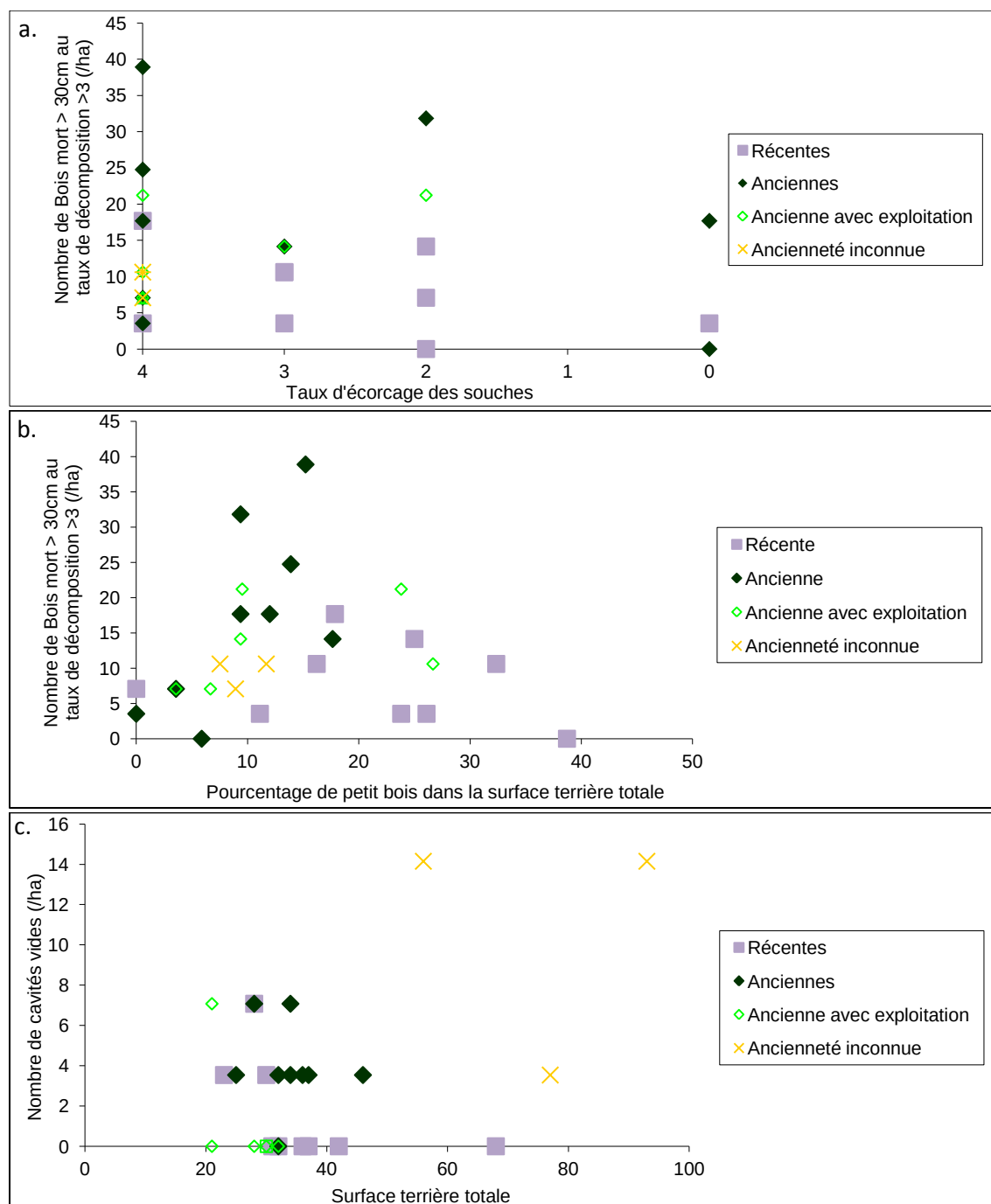


Figure 21 : Graphes associant les critères discriminants pour les forêts anciennes.

- a. Nombre de gros bois mort très décomposés en fonction du taux de décomposition des souches – b. Nombre de gros bois mort très décomposés en fonction la proportion de petit bois vivant – c. Nombre de cavités vides en fonction de la surface terrière totale.

(2) CRITERES DE VIEILLES FORETS

Les critères de vieilles forêts ont été associés de la même manière. Les meilleures associations sont les suivantes (figure 22): le nombre de souches associé à la diversité des micro-habitats* ou à la quantité de gros bois mort au sol semblent discriminer le mieux les vieilles forêts des forêts jeunes.

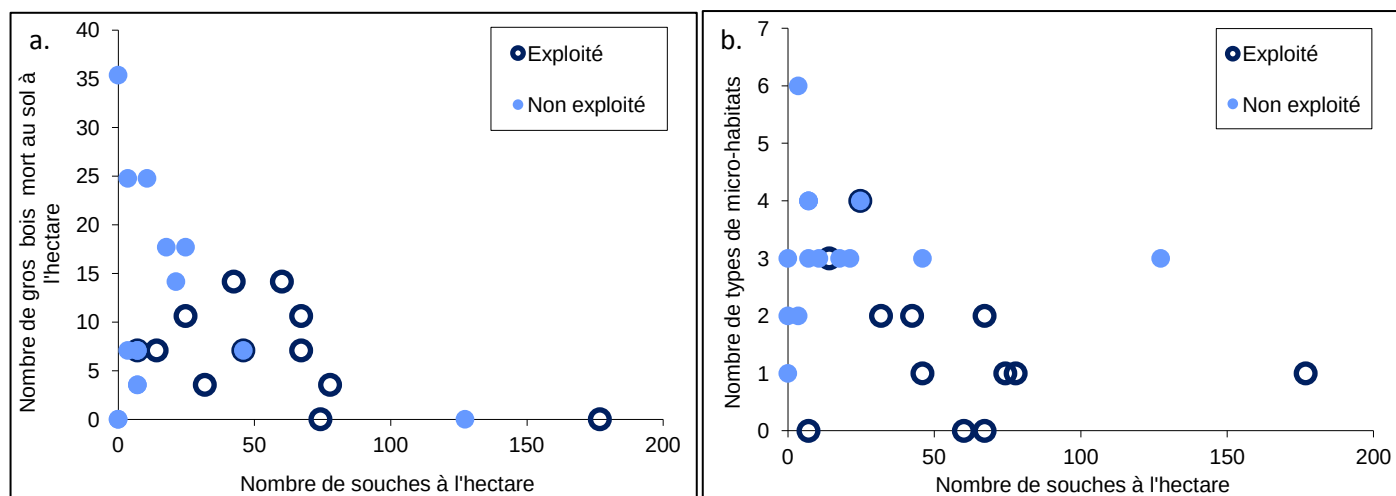


Figure 22 : Graphes associant les critères discriminants pour les vieilles forêts.

a. Nombre de gros bois mort au sol en fonction du nombre de souches – b. Nombre de types de microhabitats en fonction du nombre de souches.

iii) Détermination d'une parcelle inconnue

Pour la parcelle 12 de la forêt de la Combe d'Ire, l'ancienneté n'était pas certaine. Cette parcelle semble plutôt rassemblée avec les données de forêts anciennes (figure 21). Elle est même marquée par des valeurs extrêmes. **Ce résultat montre que la carte des forêts anciennes obtenue n'est pas suffisamment précise pour être exacte à l'échelle de la parcelle.**

2. Conclusions sur les 3 protocoles

i) IBP

Les critères de l'IBP ont été analysés en valeurs absolues dans les analyses précédentes. Cependant ce protocole inclue le calcul d'indices selon des seuils de valeur. Cet indice doit représenter la biodiversité attendue dans une forêt. Il prend en compte d'autres critères que ceux des vieilles forêts comme la diversité des milieux associés (figure 23). Cet indice a été calculé par parcelles. Le détail des critères est présenté en annexe 10. La figure 24a représente la valeur de l'indice total selon ses deux composantes. Puis le critère de continuité du couvert, normalement compris dans la note, a été retiré (figure 24b) pour ne pas biaiser le caractère discriminant de l'indice global.

Ce protocole seul ne semble pas discriminer efficacement les forêts anciennes ou les vieilles forêts. Cela se retrouve dans d'autres études (Mailland 2010)

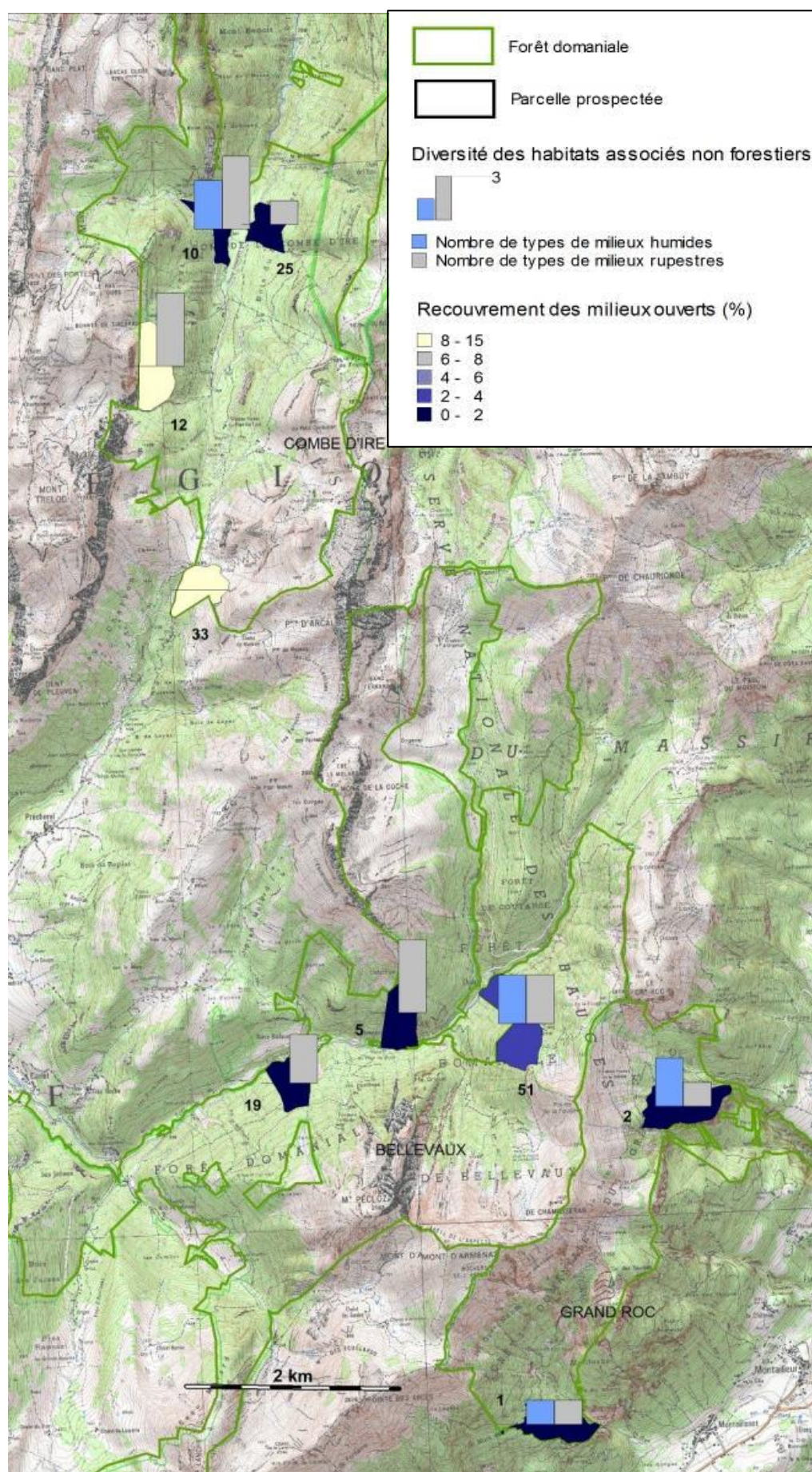


Figure 23 : Carte du nombre de type de milieux associés observés par parcelles

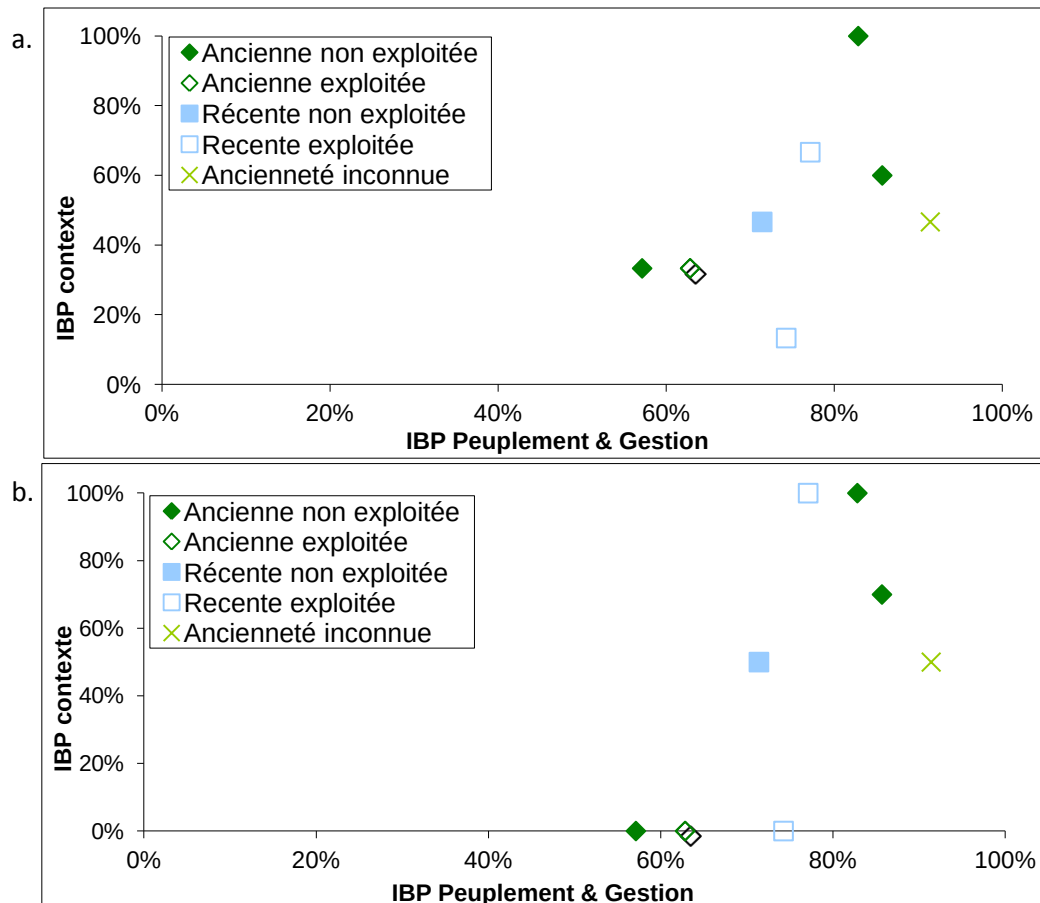


Figure 24 : Représentation graphique des valeurs de l'IBP.

a. Indice total – b. Indice sans l'ancienneté des parcelles

ii) Les protocoles de vieilles forêt et de forêt sub-naturelle

En ce qui concerne les protocoles de la FRAPNA38 et de l'ONF/PN Vanoise, il n'existe pas encore d'analyse globale. Cependant le nombre de critères pertinents pour notre étude peut être comparé. Paradoxalement, il semble que le protocole sur la sub-naturalité des forêts (ONF/Vanoise) soit plus discriminant pour les vieilles forêts que celui de la FRAPNA38 qui cible exclusivement ces forêts. En effet, dans le protocole ONF/Vanoise le nombre de souches, leur taux d'écorçage* et de pourriture sont discriminants. Dans le protocole FRAPNA38, seul le nombre de cavités est discriminant.

D. Discussion

1. Faisabilité du protocole

A la suite de cette session de relevés sur le terrain, il apparaît que ce protocole nécessite une pression de prospection assez importante et ne peut pas être appliqué à grande échelle. Cependant le temps passé sur chaque placette s'est révélé assez court puisque 40mn environ sont nécessaires pour effectuer l'ensemble des relevés par placette par une équipe de deux personnes. Les critères ont été assez faciles à prendre en compte pour des observateurs non spécialisés, grâce à leur simplicité de quantification. **Sa faisabilité lors de prospections ciblées est donc assurée et sa reproductibilité possible sur de nouvelles placettes.**

2. Des critères potentiels

Ce premier test a permis de déterminer que certains critères semblaient bien caractériser l'ancienneté des forêts ou leur maturité. Cependant il faut noter que ces résultats n'ont aucune valeur statistique. Par manque de temps, le protocole n'a pu être testé que sur 9 parcelles, ce qui est trop faible pour en tirer une analyse statistique. Les résultats de cette étude donnent donc des informations sur les critères qui semblent les plus efficaces mais les critères qui ne semblent pas caractéristiques peuvent le devenir lors d'une étude plus sensible. A l'inverse, les différences de valeurs des critères qui semblent être caractéristiques ici peuvent être « gommées » avec un échantillonnage plus fort.

L'association de critères semble être un bon moyen pour améliorer la séparation des valeurs entre les types de forêts, mais doit également demander des analyses multivariées pour être validée.

L'intérêt de ce test a été de vérifier la faisabilité du protocole et un aperçu de la pertinence des critères choisis a priori. **Un test à plus grande échelle utilisant des analyses sera indispensable avant d'appliquer ce protocole pour déterminer le type des forêts.**

3. Une notation adaptée dans les Bauges

La méthode établie semble assez valable dans une région comme les Bauges vu que certains critères caractérisent les forêts anciennes ou vieilles avec un faible échantillonnage. A l'inverse l'IBP seul ne permet pas de discriminer les parcelles sélectionnées. **Conserver les valeurs brutes des critères et ne pas chercher à les regrouper en classes évite de perdre de la sensibilité.**

Les critères qui permettent de prendre en compte la décomposition du bois mort, à savoir les critères d'écorçage* et de pourriture des souches ainsi que le nombre de gros bois mort en décomposition avancée, semblent discriminants pour l'ancienneté des forêts. Ces critères ont été rajoutés à l'IBP avec l'hypothèse qu'ils seraient pertinents en forêt de montagne. **A la suite de ce premier essai méthodologique, il semble, effectivement, que la décomposition du bois mort soit un critère adapté en montagne.**

Le recouvrement de la mousse humicole* ne devra pas être repris car il semble dépendre trop des conditions écologiques en montagne. Les milieux humides ont tendance à favoriser le développement des bryophytes*.

Il faut noter cependant que le protocole n'a été testé que sur des hêtraies-sapinières. Il faudra s'assurer que ce protocole est valable dans les autres types de stations des Bauges avant de l'appliquer partout. Il faudra aussi déterminer dans quelle mesure deux stations différentes sont comparables du point de vue de ces critères.

4. Biais des relevés

i) Imprécision de certains critères

Suite aux prospections, réalisées avec des équipes différentes, il apparaît que certains critères manquent de précision et ne sont pas recensés de la même manière selon l'observateur.

Le nombre de volis* en décomposition laisse une part importante d'interprétation par l'observateur. Ce critère pourra être précisé en ce sens pour les prospections futures, par exemple remplacé par l'expression : « Nombre d'arbres morts cassés, toutes tailles confondues, au taux de décomposition supérieur au stade 2 (Bois en décomposition initiale ou sec, dur, riche en tanins) ».

Les classes de taux de décomposition malgré une description assez détaillée dans le protocole ne sont pas prises en compte de la même façon par les observateurs. Des photos associées à la fiche de terrain pourraient améliorer l'objectivité de ce critère.

ii) Variabilité des conditions de terrain

Lors des prospections, plusieurs problèmes ont été rencontrés et ont introduit des biais dans les résultats.

D'abord, dans la parcelle 5 de la forêt de Bellevaux, les placettes cartographiées se sont trouvées inaccessibles à cause d'une barre rocheuse et ont donc été déplacées en bas de la parcelle.

Ensuite, la densité des strates arbustives et sous arborées influe sur la capacité à observer à une grande distance en forêt notamment pour le tour relascopique et la recherche de micro-habitats*. **Aussi, dans une forêt plus dense, les éléments à relever au sol risquent d'être moins repérés.**

De plus, la taille des placettes mesurée avec le télémètre* s'est avérée très approximative. En effet, lors d'un couvert trop dense ou à l'inverse d'une luminosité trop importante, le pointeur n'atteint pas le centre de la placette. Dans ce cas le rayon de la placette est estimé par des critères humains. Ce problème pourrait être réduit en diminuant la taille des placettes mais il faut alors augmenter leur nombre par parcelles.

iii) Problèmes de comparabilité

Ce protocole comporte également un biais observateur assez fort sur certains critères. La saison influe sur l'opacité du houppier. L'accessibilité du terrain modifie la pression d'observation, par exemple, l'observateur lève moins la tête en terrain accidenté. L'expérience de l'observateur influe également sur le nombre d'éléments observés. Par exemple, les micro-habitats* dénombrés sont difficilement visibles en forêt dense et par un observateur moins expérimenté. **La proportion d'éléments observés est donc fortement variable selon l'observateur et la prospection.**

Ce problème biaise la pression d'observation et donc pose la question de la comparabilité des placettes. C'est pour cette raison qu'il est conseillé de conserver la même équipe (ou au moins un membre) lors des différentes prospections ou au moins de noter les noms des observateurs et les informations sur la placette (station, pente...).

E. Amélioration du protocole

En conclusion, ce protocole répond aux objectifs recherchés, il est adapté à la région et reste facile à mettre en place. Pour améliorer son objectivité, on pourra préciser les relevés pour certains critères (volis et taux de décomposition) et limiter la variabilité des équipes et de la saison de prospection.

A première vue, il permet de discriminer les forêts selon leur ancienneté et leur qualité de milieu. Les critères qui semblent les plus intéressants sont le gros bois mort en décomposition, le nombre de cavités vides, le pourcentage de petit bois et le taux d'écorçage* et de pourriture des souches pour l'ancienneté du couvert. Le nombre de souches, la diversité des micro-habitats* et le nombre de gros bois mort au sol caractérisent bien les vieilles forêts.

Ces critères doivent donc être priorités dans les prospections à suivre. Les autres critères préconisés par la bibliographie ne montrent pas de tendance mais doivent être gardés, parfois précisés. En effet, ils peuvent être plus discriminants dans un autre type de forêt ou pour un échantillonnage plus important.

IV. Perspectives et recommandations

A. Les connaissances à acquérir

1. Précision de la carte des forêts anciennes

Le programme d'action qui suivra cette étude devra compléter et détailler l'inventaire des forêts à haute valeur écologique. D'abord, dès que la Grande Carte des Etats de Savoie sera disponible, elle devra être comparée à la carte des forêts anciennes (150 ans) réalisée. Une sélection des forêts de 270 ans se fera par une comparaison visuelle et une suppression des zones non forestières en 1737 comme cela a déjà été réalisé sur la partie Sud Ouest.

2. Prospections

Le protocole établi dans cette étude devra être testé avec **un grand nombre de répliques afin de valider statistiquement** les critères pour confirmer les forêts anciennes et repérer les forêts matures. Ces répliques devront avoir lieu sur des stations différentes pour vérifier la validité du protocole sur d'autres milieux que les hêtraies-sapinières.

Certaines zones anciennes pourront être choisies pour y appliquer une version retravaillée du protocole de caractérisation des vieilles forêts et des forêts anciennes. Par exemple, dans le cadre d'un aménagement, de travaux ou d'un plan de gestion forestière, si la forêt concernée est ancienne, des prospections pourront être organisées sur la zone pour savoir si des mesures de gestion, protection sont nécessaires. Le protocole établi pourra aussi être appliqué lors d'une autre étude par exemple, dans le cas d'une zone qui semble *a priori* (pour d'autres raisons) à haute valeur écologique. Cet outil permettra au PNRMB de pouvoir informer les porteurs de ces projets sur la valeur écologique de la forêt et de proposer des mesures pour préserver ces forêts à haute valeur écologique. Réciproquement, les partenaires du PNRMB pourront utiliser cet outil à l'occasion de prises de données, pour enrichir la base de données du PNRMB sur les forêts à haute valeur écologique.

Certaines études ont choisi d'envoyer directement aux gestionnaires et propriétaires forestier un questionnaire à remplir sur les caractéristiques de leur forêt (Dodelin 2010, FRANE 2010). Ces questionnaires peuvent être réutilisés pour aider au ciblage des zones à prospecter.

3. Inventaires

Certains inventaires ont déjà été réalisés par le PNR du Massif des Bauges mais de façon assez fragmentaire. Ces inventaires n'ont pas été réalisés dans le cadre de la recherche d'espèces associées aux forêts à haute valeur écologique. Ont été recherchées :

- La Rosalie des Alpes sur les zones *a priori* favorables du PNRMB (Dodelin 2006 & 2007a).
- Les coléoptères saproxyliques* en forêt départementale de la Combe d'Aillon (Dodelin 2009) et de la réserve Intégrale du Haut Chéran (Dodelin 2007b)
- Les papillons de nuit (Hétérocères) (Francoz, comm pers.)
- Les oiseaux dans le site Natura 2000 des Hautes Bauges

De nouvelles prospections pourront être réalisées ciblant spécifiquement les espèces des forêts à haute valeur écologique, par exemple à partir de la liste d'espèces potentiellement indicatrices réalisée et à améliorer (Annexe 9). Ces prospections nécessitent de cibler une zone restreinte ou de réduire la pression d'échantillonnage en ciblant un habitat pour inventorier une plus grande surface.

L'observation fortuite d'une de ces espèces doit également être répertoriée dans la base de données et localisée (par exemple le lichen *Lobaria pulmonaria* se voit facilement sur les érables (Athanaze 2007, figure 25)) lors de prospections ayant un autre but (relevés dendrologiques par l'ONF, relevés floristiques...). Un inventaire des pics et des chouettes (cavicoles) est déjà envisagé par le PNRMB.



Figure 25 : *Lobaria pulmonaria* sur le tronc d'un érable

Cette étude vise donc à améliorer la connaissance du territoire par le PNRMB, à évaluer la gestion d'une forêt, mais également à renforcer les relations entre le PNRMB et ses acteurs forestiers via des échanges d'informations.

B. La gestion préconisée sur les zones intéressantes

Quand une zone à haute valeur écologique est localisée, l'enjeu est de la préserver sans pour autant y interdire toute action. Plusieurs mesures de gestion complémentaires sont possibles. Quelques exemples sont cités ci-après.

1. La gestion intégrée

La gestion intégrée est un système de gestion forestière qui vise à concilier les trois grandes fonctions de la forêt que sont la fonction de production, la fonction écologique de la forêt et la fonction sociale. Elle consiste à prendre en compte diverses mesures dans la gestion qui sont détaillées notamment dans Gosselin et Paillet (2010).

- Maintenir 5% de bois mort pour des forêts supérieures à 100ha (Butler *et al.* 2003), et un réseau d'arbres à micro-habitats* augmente la fertilité, facilite la régénération et constitue un abri pour les prédateurs de parasites. Les gros diamètres sont préférables (Jonsson *et al.* 2005).
- Le calendrier des coupes peut être adapté à la station. Eviter les périodes de reproduction des espèces présentes permet de limiter le dérangement de la faune, les coupes pouvant avoir lieu du 1^{er} août au 1^{er} mars selon les espèces.
- Limiter la circulation d'engins de débardage préserve du tassement des sols. Réduire la densité des dessertes limite cette circulation et la fragmentation des habitats forestiers.

La gestion conservatoire doit mimer les perturbations naturelles (Christensen *et al.* 2005, Bengtsson *et al.* 2000). Un traitement en futaie* irrégulière comme c'est souvent le cas en montagne, permet de créer des trouées semblables à des chablis. D'autres mesures, souvent déjà suivies en montagne peuvent être citées :

- Diversifier les peuplements permet de maintenir une pluristratification*, c'est-à-dire l'existence d'un couvert aux différentes hauteurs des arbres.
- Privilégier les mélanges d'espèces et les essences* locales car les espèces du peuplement influent sur la biodiversité du sous bois et la richesse des sols.
- Privilégier la régénération naturelle est peu coûteux et maintient une variété génétique
- Les rémanents d'exploitation augmentent les taux de bois mort au sol et favorisent la fertilité de la station. Ils réduisent la pression d'abroustissement sur les pousses de régénération.
- Les milieux associés doivent être préservés.

2. Les îlots de vieux bois

La conservation de la biodiversité forestière est indissociable d'une **approche dynamique** de l'habitat forestier (Gosselin et Laroussinie 2004).

Les îlots de vieux bois sont une mesure de gestion qui consiste à laisser des parcelles d'une forêt sans exploitation. Deux concepts existent : **les îlots de vieillissement et les îlots de sénescence**. L'îlot de vieillissement est une portion de forêt où l'âge d'exploitation est simplement reporté de quelques décennies. L'îlot de sénescence s'apparente à une réserve intégrale très réduite : l'évolution ne sera pas contrôlée et les arbres pourront accomplir leur cycle sylvigénétique* complet. Aucune intervention n'est réalisée ni lors de l'humification, ni lors de la régénération (ONF 2005, Nageleisen & CSP RN Lorraine 2009).

Même si le concept d'îlot de vieillissement est intéressant, il ne peut remplacer l'îlot de sénescence. En effet, cette mesure ne protégeant pas les stades de décomposition du bois, elle ne favorise qu'un nombre restreint d'espèces (espèces cavernicoles...) (Rouveyrol 2009). Lachat et Bütler (2007) préconisent même, pour éviter la destruction lors de la coupe d'une communauté d'espèces qui s'y était installée, de placer des îlots de sénescence à proximité pour laisser un refuge aux espèces.

Afin de favoriser la continuité écologique des habitats liés au bois mort, les îlots de sénescence doivent être accompagnés d'un autre concept : **les arbres habitats**. Il s'agit de conserver ponctuellement et de manière assez bien répartie dans l'espace un certain nombre d'arbres contenant des structures d'habitat ou bien ayant des caractéristiques d'arbres sénescents. **Ainsi, les îlots de sénescence jouent le rôle de relais entre les réserves forestières, de même que les arbres habitats servent de relais entre les îlots de sénescence à une échelle plus locale** (figure 26). Ce réseau pour être bien intégré doit être complété par une certaine quantité d'arbres morts, sur pied et couchés, de préférence de grand diamètre, sur l'ensemble de la surface forestière (Lachat et Bütler 2007).

Les valeurs idéales pour la caractérisation des îlots varient selon les auteurs et les espèces à conserver (Rouveyrol 2009) mais tous s'accordent sur la nécessité de valoriser un bois mort le plus diversifié et connecté possible dans le respect de la sylviculture.

Il est enfin recommandé de mettre en place une signalisation de ces îlots et arbres-habitats par un marquage des arbres (Friedli *et al.* 2008, ONF 2005). Un suivi scientifique serait évidemment approprié puisque ce genre de gestion assez innovante n'a pas encore pu être évalué.

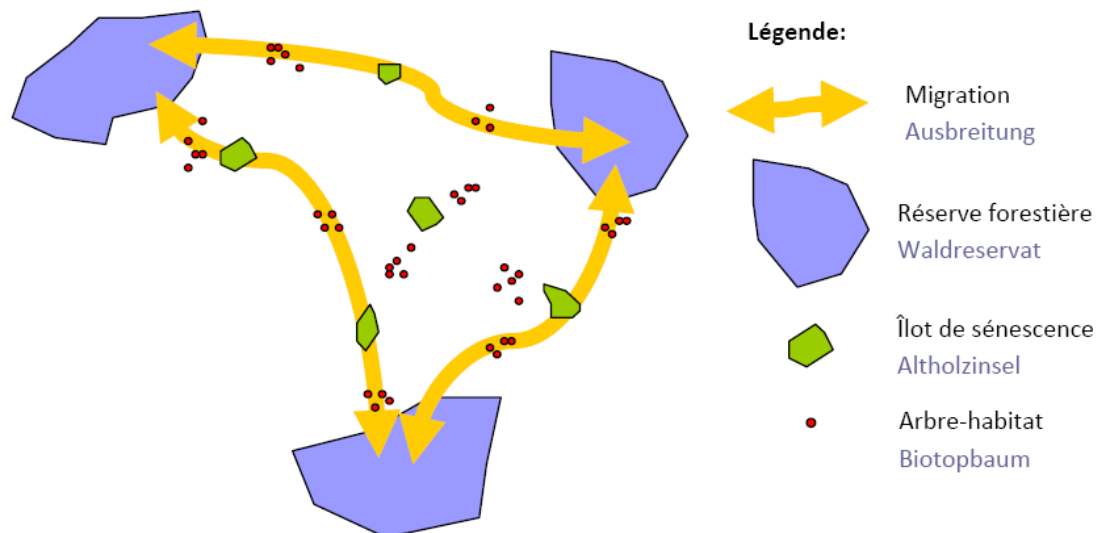


Figure 26 : Schéma de mise en réseau des îlots de vieux bois, des arbres habitats et des réserves (Lachat & Bütler 2007)

3. Les forêts en libre évolution

Laisser une forêt en libre évolution est une mesure à grande échelle qui permet de favoriser l'émergence de forêts sub-naturelles. Cette mesure doit être prévue sur une grande échelle de temps. Il faut parfois attendre jusqu'à 60 ans pour qu'une réserve retrouve des caractéristiques de forêt naturelle (Lachat et Bütler 2007). Cette mesure passe par la création de réserves naturelles nationales ou de réserves biologique intégrales ou d'arrêtés préfectoraux. **Cependant, elle exclut toute exploitation et ne peut exister qu'exceptionnellement.** Ces réserves sont un réservoir de bois mort (Génot 2008). Vallauri (2007) préconise d'organiser ces réserves en réseau, elles peuvent notamment être connectées par des îlots de vieux bois (Génot 2008). Des réseaux de forêts en libre évolution sont déjà en cours de création (Frapna *et al.* 2009).

En plus d'assurer une protection de la biodiversité, elle permet d'**améliorer les connaissances sur la dynamique forestière et le fonctionnement d'un écosystème naturel**. Elles illustrent le concept de naturalité et peuvent exprimer leur originalité sur le plan de la structure et de la composition (Génot 2008)

C. Les moyens de mise en œuvre

Cette étude ouvre également des perspectives d'un projet à plus grande échelle. Par exemple, plusieurs études de ce type émergent dans les Alpes, un partenariat avec d'autres parcs (Chartreuse, Vanoise, Haut-Jura...) pourrait être envisagé afin de **mutualiser les connaissances acquises et de maximiser l'efficacité des corridors permis par le réseau**.

Pour poursuivre cette étude, un programme a déjà été envisagé pour 2012. **Une subvention Natura 2000 a été obtenue.** Il intègre les achats des documents anciens (carte d'Etat Major...), les prospections à réaliser et les inventaires spécifiques envisagés dans ce rapport. Enfin une part de communication est nécessaire pour sensibiliser le grand public à l'intérêt de conserver des vieilles

forêts et à ne plus les considérer comme des forêts qui ne sont pas « propres ». Cette communication encouragera des propriétaires à valoriser une forêt à haute valeur écologique s'ils le souhaitent. Ce budget consacre 35000 euros aux sites Natura 2000 et 15000 euros aux sites hors Natura 2000.

Conclusion

Cette étude a permis de définir une méthode en trois étapes qui pourra être reprise lors d'un programme d'action pour identifier les forêts à haute valeur écologique. La première étape, la localisation des forêts anciennes déjà presque terminée. La seconde étape, l'identification des vieilles forêts, nécessite une échelle de temps plus large. Cependant, la faisabilité du protocole a été validée et son intérêt démontré. La troisième étape demande la mobilisation d'experts et ne pourra se faire que dans un second temps.

L'intérêt d'un tel réseau, outre le maintien de la biodiversité forestière, réside également dans le fait que les forêts à haute valeur écologique sont plus résistantes aux perturbations (aléas climatiques, attaques parasitaires), (Spiecker 2003) et bénéficient d'une meilleure stabilité et résilience (Vallauri 2007). L'intérêt économique de ce projet n'est donc pas négligeable.

Le Parc Naturel de Bauges peut dès lors lancer ce projet en collaboration avec ses partenaires afin d'établir un état des lieux plus complet des forêts à haute valeur écologique à partir d'échanges d'informations.

Cette étude a été réalisée à partir d'études et de protocoles réalisés dans d'autres structures. Ce suivi a permis de valoriser la méthode et les résultats à plus large échelle que celle du massif. En effet, le projet de corridors intra-forestiers ne peut être efficace que s'il s'intègre dans une échelle régionale (les Alpes, Rhône Alpes) voire nationale.

Liste des sigles et abréviations utilisés

- ◇ CE : Code de l'Environnement
- ◇ CEMAGREF : Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement
- ◇ CFT : Charte Forestière de Territoire
- ◇ Comm. Pers. : Communication Personnelle
- ◇ CORA Faune Sauvage: Centre Ornithologique Rhône Alpes – Faune Sauvage
- ◇ CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière
- ◇ Dir. : Directive
- ◇ FRAPNA : Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature
- ◇ IBP : Indice de Biodiversité Potentielle
- ◇ IDF : Institut pour le développement forestier
- ◇ IFN : Inventaire Forestier National
- ◇ IGN : Institut géographique National
- ◇ INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel
- ◇ INRA : Institut National de la recherche Agronomique
- ◇ IUCN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
- ◇ LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux
- ◇ MEDD : Ministère de l'environnement et du Développement Durable
- ◇ Natura 2000 : Réseau européen de sites conservatoires pour les habitats, la faune et la flore
- ◇ ONF : Office National des Forêts
- ◇ PN : Parc National
- ◇ PNR(MB) : Parc Naturel Régional (du Massif des Bauges)
- ◇ REFORA : Réseau Forêts Rhône Alpes
- ◇ SHD : Service Historique de la Défense
- ◇ WWF : World Wildlife Fund

Lexique

🌀 **Bois énergie** : Bois utilisé comme combustible sous forme de plaquettes ou de bûches.(PNRMB, 2010)

🌀 **Chablis** : Arbre accidentellement renversé, déraciné ou cassé par le vent, la neige, la foudre. Par extension, l'ouverture née de cet arbre renversé est également appelé chablis.

🌀 **Cycle sylvigénétique** : Dynamique interne naturelle d'un peuplement forestier au sein de laquelle on distingue quatre phases : installation du peuplement ; auto-éclaircie ou aggradation, transition marquée par des changements graduels de structure et de composition ; phase biostatique ou phase finale avec création de petites trouées par la mort d'un ou de quelques arbres (Gosselin et Laroussinie 2004)

🌀 **Ecorçage** : Processus de séparation de l'écorce du tronc sur un arbre mort ou action d'enlever l'écorce.

🌀 **Essence** : Espèce végétale arborée pouvant dépasser 7 mètres de hauteur à l'état adulte. (Gosselin et Laroussinie 2004)

🌀 **Forêt ancienne** : Forêt au couvert continu, jamais défrichée, depuis une longue période (au moins 150ans)

🌀 **Futaie** : Peuplement issu de graines/semis et non de drageons ou de rejet de souches. Elle est irrégulière si l'éventail des classes d'âges sur une unité de gestion,. Elle est régulière quand tous les arbres ont sensiblement la même classe d'âge dans une unité de gestion (Gosselin et Laroussinie 2004)

🌀 **Géoréférencement** : Opération qui consiste à attribuer des coordonnées géographiques à une image, voire à la déformer pour faire correspondre les entités géographiques à leur position spatiale.

🌀 **Grumier** : Véhicule transportant les pièces de bois coupés ébranchés non écorcées (grumes) de la forêt à la scierie.

🌀 **Hêtraie-sapinière** : Forêt montagnarde dominée par le hêtre qui est associé au sapin.

🌀 **Humicole** : Organisme qui vit sur le sol ou l'humus

🌀 **Micro-habitat** : Habitat de très faible étendue et spécialisé. En forêt, le feuillage, l'écorce, le bois mort, les souches, les cavités, les pourritures... sont autant de micro-habitas distincts. (Gosselin et Laroussinie 2004)

🌀 **Patrimonial** : Taxon ou écosystème remarquable, particulièrement important à préserver à cause de sa rareté ou de sa typicité ou de son rôle pour les activités humaines. (Gosselin et Laroussinie 2004)

🌀 **Pessière** : Peuplement consisté en majorité d'Epicéas.

🌀 **Pluristratification** : Présence de plusieurs strates verticales formées le feuillage des végétaux à différentes hauteurs. On distingue en général quatre strates : la strate herbacée, la strate arbustive (moins de 7m), la strate intermédiaire (7 à 20m) et la strate arborée (plus de 20m).

🌀 **Raster** : Image géoréférencée pour laquelle une valeur est attribuée à chaque pixel.

🌀 **Relascope** : Outil constitué d'une encoche de 1cm au bout d'un fil de 50cm. Il sert à mesurer la surface terrière en tournant sur soi même depuis un point, et en comptant les arbres débordant de l'encoche à 1m 30 de hauteur.

🌀 **Saproxylique** : Organisme qui vit dans le bois en décomposition

🌀 **Scolytes** : Insectes sous corticole qui attaque les épicéas déficients

🌀 **Surface terrière** : Somme, sur un hectare, des surfaces des sections transversales l'ensemble des arbres coupés fictivement à 1,30m du sol. Elle est aussi égale au nombre d'arbres à l'hectare (ref). Elle se mesure facilement avec un relascope

🌀 **Taillis** : Peuplement, souvent feuillu, issu de rejet de souches ou de drageons.

🌀 **Télémètre** : Appareil électronique mesurant des distances et des angles par laser.

🌀 **Vieille forêt** : Forêt présentant des caractéristiques de maturité avancée tels que des grandes quantités bois mort, d'arbres sénescents, de très gros bois vivants, de taux de décomposition avancé...

🌀 **Volis/ chandelle** : Arbre cassé par le vent ou la foudre dont une partie est tombée au sol.

Bibliographie

- ANDRE J. 2005. Activité et diversité des organismes hétérotrophes : les clés du bouclage des cycles biogéochimiques et sylvigénétiques. *In* Vallauri 2007.
- ATHANAZE P. 2007. Un Lichen qui mérite toute votre attention : *Lobaria pulmonaria*. Naturalité n°2 : 4-5
- BALLOT P. & DODELIN B. 2009. Étude et cartographie des îlots de forêts vieillissantes en Réserve Naturelle des Hauts de Chartreuse. Association « Bois Mort Agriculture et Forêt ». 33p.
- BENGTSOON J., NILSSON S.G., FRANC A. & MENOZZI P. 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management* 132 : 39-50.
- BRANCQUART E., VANDEKERKOVE K., BOURLAND N. & Lecomte H. 2005. Les arbres sur-âgés et le bois mort dans les forêts de Flandre, de Wallonie et du Grand-Duché de Luxembourg. *In* Vallauri 2007.
- BRUCIAMACCHIE M., PETIT C-E., CATTAN A., JACOBEE F., FALCONE P., SCHWOEHRER C., GILG O., DRAPIER N., LEGAY M., CHEVALIER R. & BOUGET C. 2005. Protocole de suivi d'espaces naturels protégés. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. 42p.
- BULL E. 2002. The Value of Coarse Woody Debris to Vertebrates in the Pacific Northwest. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-181: 171-178.
- BUNNEL F.L., WIND E. & WELLS R. 2002a. Dying and Dead Hardwoods : Their Implications to Management. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-181.
- BUNNELL F.L., HOUDE I., JOHNSTON B. & WIND E. 2002b. How Dead Trees Sustain Live Organisms in Western Forests. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-181: 291-318.
- BÜTLER R., ANGELSTAM P., EKELUND P., SCHLAEPFER R. 2003. Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-Alpine forest. *Biological Conservation* 119 : 305-318.
- Canton de Vaud, ONF, WSL. 2008. Projet INTERREG IV franco-suisse « Vieux arbres, source de vie ». 33 diapositives.
- CARBIENER D. 1995. Les Arbres qui cachent la forêt, La gestion forestière à l'épreuve de l'écologie. Edisud. Aix en Provence. 243p.
- CEMAGREF, ONF, CRPF Rhône-Alpes. 2006. Guide des Sylvicultures de Montagne – Alpes du Nord françaises. NUMERICA. 289p.
- Chambéry Metropole, PNR de Chartreuse & PNR du Massif des Bauges. 2010. Plan d'Approvisionnement Territorial en bois-énergie.
- CHRISTENSEN M., HAHN K., MOUNTFORD E. P., ÓDOR P., STANDOVAR T., ROZENBERGÁR D., DIACI J., WIJDEVEN S., MEYER P., WINTER S., VRŠKA T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210 : 267-282.
- CRPF. 2006. Synthèse pour les Alpes du Nord et les montagnes de l'Ain – Guide pour identifier les stations forestières de Rhône-Alpes. 132p.
- DAVIET J. 2010. Ferme dite chalets du Planay. Région Rhône Alpes, Service Régional de l'Inventaire du Patrimoine Culturel/ Parc Naturel régional du Massif des Bauges. 7p
- DODELIN B. 2004. *Derodontus macularis* Fuss : Un coléoptère mycetophage nouveau pour la faune de France (Derodontidae). Bulletin de la société entomologique de France 109 (5) : 499-505.
- DODELIN B. 2006. Distribution et gestion des sites à Rosalie des Alpes dans le PNR du Massif des Bauges. Réseau Ecologique Forestier de Rhône-Alpes pour le Parc Naturel Régional du Massif des Bauges. 19p.
- DODELIN B. 2007. Distribution et gestion des sites à Rosalie des Alpes dans le PNR du Massif des Bauges. Réseau Ecologique Forestier de Rhône-Alpes pour le Parc Naturel Régional du Massif des Bauges. 36p.
- DODELIN B. 2007. Inventaire des coléoptères saproxyliques dans la RBI du Haut-Chéran. Rapport d'étude pour l'Office National des Forêts (Chambéry), 31p.
- DODELIN B. 2009. "Coléoptères saproxyliques dans la Forêt Départementale de la Combe d'Aillon. Site Natura

2000 du Mont Colombier. Parc Naturel Régional du Massif des Bauges". Rapport final d'étude octobre 2010 pour le PNR du Massif des Bauges, 25p.

DODELIN B. 2010. Constitution d'un Réseau de Forêts en Évolution Naturelle en Rhône-Alpes - Grille de collecte d'information pour un peuplement forestier homogène (histoire récente et type de peuplement). 4p.

DODELIN B., ARMADA F., COURTECUISSÉ R. & ANDRÉ J. 2010. Bois et forêt à arbres vieux ou morts. Les cahiers techniques Rhône-Alpes. 20p.

DUPOUEY J.-L. 2010. Influence de la composition et de la structure des masses forestières sur la biodiversité. Programme Biodiversité et gestion forestière. INRA & CEMAGREF. 169p.

DUPOUEY J.-L., BACHACOU J., COSSERAT R., ABERDAM S., VALLAURI D., CHAPPART G., CORVISER DE VILLELE M.-A. 2007. Vers la réalisation d'une carte géoréférencée des forêts anciennes. *Le Monde des Cartes* 191 : 85-98.

DUPOUEY J.-L., SCIAMA D., KOERNER W., DAMBRINE E. RAMEAU J.-C. 2002. La végétation des forêts anciennes. *Revue forestière française* 54 (6) : 521-532.

FRANE. 2010. Outil d'évaluation de la biodiversité forestière dans le cadre de la certification de gestion durable des forêts PEFC d'Auvergne. Conseil Régional d'Auvergne. 16p

FRAPNA, FORÊTS SAUVAGES, CORA, FORÊT PRIVÉE FRANÇAISE, COMMUNES FORESTIÈRES & ONF. 2009. Plan d'action pour la constitution d'un réseau de forêts en évolution naturelle en Rhône-Alpes. 10p.

FRIDMAN J. & WALHEIM M. 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management* 131 : 23-36.

FRIEDLI J.-M., GUERDAT D. & ESCHMANN P. 2008. Conservation d'îlots de vieux bois – Rapport explicatif. Département de l'Environnement et de l'Équipement – Office de l'Environnement. République et canton du Jura.

GACHET S. 2002. Organisation de la biodiversité forestière : vers une modélisation de la dynamique du sous-bois en fonction des pratiques sylvicoles. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille III. 200p

GENOT J.-C. 2008. La place des réserves forestières intégrales dans les Vosges du Nord : bilan et perspectives. *Annales scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière des Vosges du Nord-Pfälzerwald* 14 : 109-119.

GEX F. 1996. Les Bauges Chemin de vie d'autrefois. Cabédita, Collection Sites et Villages. 210p

GOSSELIN M. & LAROUSSINIE O. 2004. Biodiversité et gestion forestière, Connaître pour préserver. Cemagref Editions. Paris. 319p.

GOSSELIN M. & PAILLET Y. 2010. Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière. Editions Quæ. Versailles. 155p.

JONSSON B.-G., KRUYSS N. & RANIUS T. 2005. Ecology of species living on dead wood – Lessons for dead wood management. *Silva Fennica* 39(2): 289–309.

KIRBY K.-J., REID C.-M., THOMAS R.-C. & GOLDSMITH F.-B. 1998. Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *Journal of Applied Ecology* 35 : 148-155. In Mountford, 2002

KRISTO O. 2011. Les Vieilles forêts. FRAPNA Isère. 8p.

LACHAT T. & BÜTLER R. 2007. Gestion des vieux arbres et du bois mort - Îlots de sénescence, arbres-habitat et métapopulations saproxyliques. Rapport mandaté par l'Office Fédéral de l'Environnement.

LAGUET S. 2010. Définition d'un réseau d'îlots de vieux arbres : Approche croisée entre naturalistes et gestionnaires forestiers. ONF – Forum des gestionnaires 2010. 2p.

LEONARD J.-P. 2003. Forêt vivante ou désert boisé ? La forêt française à la croisée des chemins. L'Harmattan. 311p.

LEROY C. 2006. Le degré de naturalité des forêts de la Réserve Naturelle des rochers et tourbières du Pays de Bitche – Détermination d'indicateurs de naturalité, définition d'une méthodologie de suivi du degré de naturalité et établissement de l'état initial de certains sites. Parc naturel régional des Vosges du Nord. 141p.

MAILLAND B. 2010. Expérimentation de l'Indice de Biodiversité Potentielle sur le projet de route de

- Montlardier (Bauges-Savoie). Parc Naturel Régional du Massif des Bauges. 46p.
- MOUNTFORD E. P. 2002. Fallen dead wood levels in the near-natural beech forest at La Tillaie reserve, Fontainebleau, France. *Forestry* 75 (2) : 203-208.
- NILSSON S. G., NIKLASSON M., HEDIN J., ARONSSON G., GUTOWSKI J.M., LINDER P., LJUNGBERG.H., MIKUSIŃSKI G., RANIUS T. 2002. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forest. *Forest Ecology and Management* 161 : 189-204.
- Office National des Forêts. 1994. Forêt domaniale du Grand Roc, premier aménagement, 1994-2018.
- Office National des Forêts. 2005. Ilots de vieillissement : mode d'emploi - Pourquoi et comment installer des îlots de vieillissement dans les forêts du Morvan ? Charte Forestière de Territoire du Morvan. 25p.
- Office National des Forêts. 2008. Forêt domaniale de Bellevaux, Révision d'aménagement forestier, 2008-2022.
- Office National des Forêts. 2009. Instruction N° INS-09-T-71. Conservation de la biodiversité dans la gestion courante des forêts publiques.
- Office National des Forêts. 2011. Forêt domaniale de la Combe d'Ire, Révision d'aménagement forestier, 2011-2030.
- PNR du Haut Jura. 2010. La biodiversité des forêts de montagne dans le massif jurassien – Projet LIFE.
- PNR du Massif des Bauges. 2004. Le Massif des Bauges un territoire en mouvement - Atlas diagnostic réalisé dans le cadre de la révision de la charte
- PNR du Massif des Bauges. 2006. Charte du parc 2007/2019.
- PNR du Massif des Bauges. 2009. Charte Forestière de Territoire du Massif des Bauges 2009-2013. 6p.
- ROUYEYROL P. 2009. Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne - Etat des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion. Mémoire de fin d'études, 16ème promotion FIF 2005-2009, Agro Paris Tech - Engref / ONF.
- SAYER J., CHOKKALINGAM U., POULSEN J. 2004. The restoration of forest biodiversity and ecological values. *Forest Ecology and Management* 201 : 3-11.
- SCHIEGG K. 2000. Effects of dead wood volume and connectivity on saproxylic insect species diversity. *Ecoscience* 7(3) : 290-298.
- SCHNITZLER-LENOBLE A. 2002. Ecologie des forêts naturelles d'Europe. Editions TEC&DOC. Paris. 271p.
- SIMILÄ M., KOUKI J., MARTIKAINEN P. 2003. Saproxylic beetles in managed and semi-natural Scots pine forests: quality of dead wood matters. *Forest Ecology and Management* 174 : 365-381
- SPIECKER H. 2003. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forest in Europe - temperate zone. *Journal of Environment Management* 67 : 55-65.
- SVOBODA M., POUSKA V. 2008. Structure of a Central-European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development. *Forest Ecology and Management* 255 (2008) : 2177-2188.
- TISSOT W. 2010. Le bois, une ressource pas assez exploitée. *Mountain Wilderness* 83 : 12.
- VALLAURI D. 2007. Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion. Rapport scientifique WWF, Marseille, 86p.
- VALLAURI D., ANDRE J. & BLONDEL J. 2002. Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées. Rapport scientifique WWF. 34p.
- VOIDOT A., PAILLET Y., ARCHAUX F., GOSSELIN F. 2011. Influence of the characteristics and forest management on tree microhabitats. *Biological Conservation* 144 : 441-450.

Webographie

Code de l'environnement, articles 411-1 à 411-6 sur la préservation du patrimoine naturel, 2010. <www.legifrance.gouv.fr>

BARBERO D. Cartes tirée du cadastre de 1728 (2002-2009). Plans cadastraux de Savoie en ligne (1728-1988) <www.savoie-archives.fr>

CARNINO N. 2009. Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle d'un site - Méthode d'Evaluation de l'Etat de conservation des habitats forestiers. Version 1.0. Muséum National d'Histoire Naturelle - Office National des Forêts. 49p. <http://inpn.mnhn.fr/docs/N2000_EC/Carnino_2009_hab_forêt.zip>

EUROFOR & Office national des forêts pour le Parlement européen. 1996. L'Europe et la forêt - Section IV.1.1 : L'Etat des forêts de l'Union Européenne - Les forêts de l'Union Européenne <http://www.europarl.europa.eu/workingpapers/agri/s4-1-1-a_fr.htm>

Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. JO de l'UE. L206 : 7-50. <eur-lex.europa.eu>

Directive 09/147/CE du 30 novembre 2009, concernant la conservation des oiseaux sauvages. JO de l'UE. L20 : 7-25. <eur-lex.europa.eu>

Institut Géographique National. 2008-2011. Boutique photos <www.loisir.ign.fr>

Union Internationale pour la Conservation de la Nature. 2011. Focus Année Internationale des Forêts. <<http://www.iucn.org/fr>>

LARRIERE L., GONIN P. 2010. L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP), Méthode de diagnostic des peuplements forestiers. CRPF Midi-Pyrénées, IDF, INRA Dynafor v2.6. <www.forêtpriveefrancaise.com> ou <www.crpf-midi-pyrenees.com>

Loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. JORF n°0179. <www.legifrance.gouv.fr>

Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. JORF n°0160. <www.legifrance.gouv.fr>

Loi n°2010-874 du 27 juillet 2010 de modernisation de l'agriculture et de la pêche. JORF n°0172. <www.legifrance.gouv.fr>

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. 2011. Stratégie Nationale pour la Biodiversité 2011-2020. <www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNB_2011-2020WEB.pdf>

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. Le portail du réseau Natura 2000. <<http://www.natura2000.fr/spip.php?article22>>

NAGELEISEN L-M. & CSRPN Lorraine. 2009. Habitat déterminant ZNIEFF : « Vieilles forêts ». Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement en lorraine. <<http://www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr>> 5p.

Annexes

Annexe 1 : Liste des membres du Comité de Pilotage « Vieilles forêts » et contacts

Annexe 2 : Références des tables SIG

Annexe 3 : Déroulement du protocole

Annexe 4 : Codes de taux de décomposition

Annexe 5 : Protocole des forêts subnaturelles

Annexe 6 : Protocole « Vieilles forêts »

Annexe 7 : L'indice de Biodiversité Potentielle

Annexe 8 : Localisation des placettes dans chaque parcelle

Annexe 9 : Liste d'espèces indicatrices

Annexe 10 : Représentation graphique des critères d'IBP par parcelles

Annexe 1 : Liste des membres du Comité de Pilotage « Vieilles forêts » et contacts

Composition du comité de Pilotage

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Contact
DODELIN	Benoît	Association Bois Mort - Agriculture - Forêt	Entomologiste	benoit.dodelin@laposte.net
FUHR	Marc	CEMAGREF	Ingénieur-Chercheur	marc.fuhr@cemagref.fr
THOMAS	Geoffrey	Chambre d'agriculture de Savoie	Conseiller Forestier	geoffrey.thomas@savoie.chambagri.fr
JABOUILLE	Véronique	Communes Forestières de Savoie	Chargée de mission	v.jabouille@cofor.eu
AVRILLIER	Jean-Noël	CORA Faune Sauvage Savoie	Représentant	jn.avrillier@free.fr; cora-savoie@univ-savoie.fr
LOMBART	Christian	CRFF Haute Savoie	Technicien forestier	christian.lombart@crpf.fr
EYNARD-MACHET	Richard	FRAPNA Savoie	Vice-président délégué	r.em@free.fr
COMBAZ DEVILLE	Pascal	ONF	Responsable de l'UT Bauges	pascal.combaz-deville@onf.fr
MALABEUX	Laurent	ONF	Agent patrimonial	laurent.malabeux@onf.fr
ROULLAND	David	ONF	Agent patrimonial	david.roulland@onf.fr
DAVIET	Jérôme	PNR des Bauges	Chargé de mission Inventaire du Patrimoine bâti.	j.daviet@parcdesbauges.com
GAMEN	Philippe	PNR des Bauges	Président de la commission Patrimoine Naturel	p.gamen@parcdesbauges.com
PANTALACCI	Mathilde	PNR des Bauges	Chargée de mission Natura 2000	m.pantalacci@parcdesbauges.com
ZECHNER	Lisbeth	PNR des Bauges	Chargée de mission Faune Sauvage	l.zechner@parcdesbauges.com
ANDRE	Jean	REFORA	Président	je.andre@free.fr
VALLAURI	Daniel	WWF Méditerranée	Chargé de mission Forêt	vallauri@wwf.fr

Autres contacts

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Contact
ATHANAZE	Pierre	Forêts sauvages	Secrétaire général	athanaze@infonie.fr
KRISTO	Ornella	FRAPNA Isère	Stagiaire	ornella.kristo@frapna.org
GONIN	Pierre	IDF Toulouse	Ingénieur forestier	pierre.gonin@cnpf.fr
DUPOUEY	Jean-Luc	INRA - Unité écologie et écophysiologie forestières	Directeur de recherche	dupouey@nancy.inra.fr
CRACO	Jean-Michel	ONF	Agent Patrimonial	jean-michel.craco@onf.fr
DELUERMOZ	Roland	ONF	Agent Patrimonial	roland.deluermoz@onf.fr
LIBIS	Elsa	ONF/PN Vanoise	Stagiaire	elsa.libis@onf.fr
GAUTHIER	Grégoire	PN Cévennes	Chargé de mission Forêts & Natura 2000	gregoire.gautier@cevennes-parcnational.fr
GENOT	Jean-Claude	PNR Vosges du Nord	Chargé de mission Protection de la nature	jc.genot@parc-vosges-nord.fr
SCHNEIDER	Christian	Rotary-Club de Bourg Saint-Maurice	Président	RCBSM@yahoogroupes.fr
PONOU	Claude	Service Historique de la Défense, Armée de Terre	Chargée d'études documentaires, responsable de la collection cartographique	claud.ponnou@shd.defense.gouv.fr
FRANCOZ	Philippe	Société d'histoire naturelle de Savoie	Vice-président	ph.francoz.lepidos@orange.fr

Annexe 2 : Références des couches SIG

Couches utilisées

Nom	Description	Système de coordonnées	Type	Style / Résolution	Source
SCAN25	Scan 25 (« Carte IGN »)	Lambert 93 (Europe)	Raster	2,5m	Base de données du PNRMB
ORTHO-L93	Orthophoto du PNRMB	Lambert 93 (Europe)	Raster	50cm	Base de données du PNRMB
Mnt10m	Modèle Numérique de Terrain du PNRMB	Lambert II carto	Raster	2,5m*10m	Base de données du PNRMB
65-PNRMB	Périmètre 2009 du PNRMB	Lambert II carto	Vecteur	Polygones	Base de données du PNRMB
65-COMMUNES-PNRMB	Communes du PNRMB en 2009	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones	Base de données du PNRMB
CV25MdB	Carte de végétation selon les nomenclatures Code Corinne LC et Natura 2000	Lambert II carto	Vecteur	Polygones	Base de données du PNRMB
ifntotsf	Formations forestières et naturelles selon la nomenclature IFN	Lambert II carto	Vecteur	Polygones	Base de données du PNRMB
foret soumise 73 + foret soumise 74	Forêt publiques du PNRMB	Lambert II carto	Vecteur	Polygones	Base de données du PNRMB
SCEM40K_09XX_65XX_L93⁽¹⁾	Scans de la Carte d'Etat major géo-référencés	Lambert 93 (Europe)	Rasters	4m	IGN
IGNF_PVA_1-0_19XX-XX-XX_C3XXX-0XXX_19XX_F3XXX-3XXX_XXXX⁽²⁾	Photos aériennes de 1948 et 1954	/	Images	2,5m (1945) à 3,8m (1948)	IGN

¹ XX ou XXXX : référence de la couche variable selon la zone du PNRMB étudiée

² Les références plus détaillées de ces couches sont :

IGNF_PVA_1-0_1948-08-25_C3332-0051_1948_F3332-3432_XXXX⁽¹⁾ pour les photos de 1948 (Sud)

IGNF_PVA_1-0_1948-08-25_C3430-0041_1948_F3430-3431_XXXX⁽¹⁾ pour les photos de 1948 (Nord-Est)

IGNF_PVA_1-0_1948-08-26_C3333-0061_1948_F3333-3633_XXXX⁽¹⁾ pour les photos de 1948 (Montmélian)

IGNF_PVA_1-0_1954-06-20_C3031-0751_1954_F3031-3331_XXXX⁽¹⁾ pour les photos de 1954 (Nord-Ouest)

Couches créées

Nom	Description	Système de coordonnées	Type	Style / Résolution
1948_XXXX + 1954_XXXX ⁽¹⁾	Photos aériennes	Lambert 93 (Europe)	Raster	2,5m (1945) à 3,8m (1948)
grille_ref_L93	Grille des photos aériennes de 1948 et 1954	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
zone_forêts_200ans_L93	Zone couverte par les cartes du début XVIIIe siècle	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
forets_1862_recalée_L93	Forets présentes sur la carte d'Etat Major (zone SO, peu lisible non traitée)	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Forets_1862_L93_SO_L93	Forets présentes sur la carte d'Etat Major (zone SO, peu lisible, traitée)	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Foret_150_propre_L93	Forets de 150ans au moins	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Foret_150ans_publiques_L93	Forets publiques de 150ans au moins	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Forets_200ans_L93	Forets de 270ans sur tout le parc (seule la zone SO est traitée)	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Forets_200ans_zoneMP_L93	Forets de 200ans sur la zone traitée uniquement	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Foret_150ans_ZoneMP_L93	Forets de 150ans sur la zone couverte par les cartes du début du XIXe siècle uniquement	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Polygones
Données-26_placettes_L93	Résultats des prospections par placette	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Points
Données_parcelles_L93	Résultats des prospections par parcelles	Lambert 93 (Europe)	Vecteur	Points

¹ XXXX : référence de la couche variable selon la zone du PNRMB étudiée

Annexe 3 : Déroulement du protocole

Ce protocole est issu de la compilation de trois protocoles préexistants :

- L'indice de Biodiversité potentielle
- Le protocole vieilles forêts de la FRAPNA 38
- Le protocole forêts sub-naturelles de l'ONF/Vanoise

Ce protocole est appliqué sur des placettes placées préalablement de façon aléatoire et d'un rayon de 30 m (corrigés par la pente). L'équipe qui réalise les prospections doit être constituée d'au moins deux membres.

Les placettes sont localisées à l'aide d'un GPS, d'un altimètre et de points repérables sur la carte IGN (talweg, sentier...). Un point GPS « terrain » est enregistré depuis le centre la placette.

L'un des membres restera au centre de la placette tandis que l'autre parcourt la placette (il en fait le tour).

L'observateur au centre relève :

- les données de renouvellement,
- l'altitude,
- les dessertes,
- la stratification*,
- la structure selon le GSM,
- les phases sylvatiques présentes.

Il réalise le tour relascopique par essence* et par classe de diamètre à l'aide d'un relascope*. Il note ses observations sur la fiche « terrain » (ci après). Il prend ensuite au moins 4 photos de la placette.

L'observateur qui parcourt la placette mesure la pente à l'aide du télémètre*. Lors du parcours, il vérifie la distance au centre de la placette avec le télémètre* (correcteur de pente) et s'assure de ne pas dépasser 30m.

Sur la fiche « déplacement » (ci-après), il compte :

- le nombre de souches,
- les bois morts au sol moyen, gros et très gros,
- le nombre de pièces de diamètres supérieur à 30cm à la décomposition au moins moyenne (stade 3),
- le nombre de volis en décomposition,
- les micro-habitats* par type.

Il relève aussi :

- la présence d'espèces invasives,
- les essences* secondaires non visibles par son coéquipier,
- les stades de décomposition de tout bois mort au sol rencontrés,
- le recouvrement des milieux ouverts, les types de milieux humides et rocheux
- les traces d'exploitation ou d'occupation humaine diverses

En cas de doute sur les classes de diamètre par son coéquipier ou lui-même, il peut mesurer le diamètre d'arbre à l'aide d'un ruban.

A la fin du tour, il notera :

- les codes d'écorçage* et de pourriture majoritaires des souches,

- le stade de décomposition du bois mort le plus représenté,
- l'origine du bois mort,
- le recouvrement de la strate muscinale humicole*.
- des remarques diverses telle que la présence de bioindicateurs.

La fiche « déplacement » est, par la suite, copiée sur la fiche « terrain » afin de n'avoir qu'un document par placette. Un aide mémoire est disponible au dos de chaque fiche pour rappeler à l'observateur les codifications et les valeurs seuils des critères.

FICHE TERRAIN

Date :	Observateurs :	Forêt :	Parcelle :
Statut de protection :		Propriété :	Surface :

N° placette :	N° point GPS : Z :	Station (guide Alpes du Nord et de l'Ain) :	Pente (%) : Situation pente : Orientation :
Renouvellement :	☐ plantation ☐ taillis ☐ taillis naturel ☐ semis naturel ☐ absence	Souches : Abondance : Stade de décomposition : ☐ Souches plus anciennes	Code écorce* Code pourriture*
Dessertes : ☐ absence (d>50m en amont et 150m en aval) ☐ sentier ☐ piste forestière ☐ route ☐ route et parking			

Facteur relascope : 1 2 4

G	Ess 1	Ess 2	Ess 3	Ess 4	Autre
Code essence*					
PB*					
BM*					
GB*					
TGB*					

Autres essences n'entrant pas dans l'inventaire relascope :

Taux de Décomposition du Bois Mort

Stades présents*	1	2	3	4	5
Stade le plus représenté					
Origine du Bois Mort	☐ Naturel ☐ Anthropique				
Nb pièces (D>30cm) en décomposition >3 :	Nombre de vols en décomposition :				

G
Bois mort sur pied

>30cm
>40cm
>60cm

N
Bois mort au sol

>30cm
>40cm

Petits bois morts au sol :
oui / non

Nb de genres h>0,50m : _____

Nombre de strates : _____

Structure GSM : _____

Phases sylvatiques présentes* :

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ☐ régénération | ☐ âgé |
| ☐ jeune | ☐ écroulement |
| ☐ mature | ☐ peuplement jardiné |

Milieus associés

Ouverts (%)	
Humides (nb types)	
Rupestres (nb types)	

Arbres à Microhabitats :	cavité à terreau ou bois carié =	bois apparent =
	cavité vide =	cavité remplie d'eau =
	fente ou décollement d'écorce =	lierre, gui ou autres lianes (>1/3) =
	coulée de sève (résine exclue) =	champignon =
	charpentièrre ou cime brisée (d>20 cm) =	bois mort dans houppier (>20%) =

Espèces invasives : ☐ recouvrement important ☐ présence anecdotique ☐ absence

Strate muscinale humicole : % =

Remarques (Bioindicateurs...):

FICHE DEPLACEMENT

N° placette : _____

Souches : Abondance :
 Stade de décomposition :
☐ Souches plus anciennes

Code écorce*	Code pourriture*

Autres traces d'exploitation :

Autres traces d'occupation (ligne EDF, muret, etc) :

N Bois mort au sol
>30cm
>40cm

Petits bois morts au sol :
 oui / non

Autres essences n'entrant pas dans l'inventaire relascopique

Taux de Décomposition du Bois Mort

Taux de Décomposition du Bois mort					
Stades présents*	1	2	3	4	5
Stade le plus représenté					
Origine du Bois Mort	☐ Naturel		☐ Anthropique		
Nb pièces (D>30cm) en décomposition >3 :			Nombre de vols en décomposition :		

Milieux associés	
Ouverts (%)	
Humides (nb types)	
Rupestres (nb types)	

Strate muscinale humicole :

% =

Espèces invasives :

- ☐ recouvrement important
☐ présence anecdotique
☐ absence

Arbres à Microhabitats :

cavité à terreau (d>10cm) ou bois carié (A4) =
 cavité vide (d> 3cm) =
 fente ou décollement d'écorce =
 coulée de sève (résine exclue) =
 charpentière ou cime brisée (d>20 cm) =

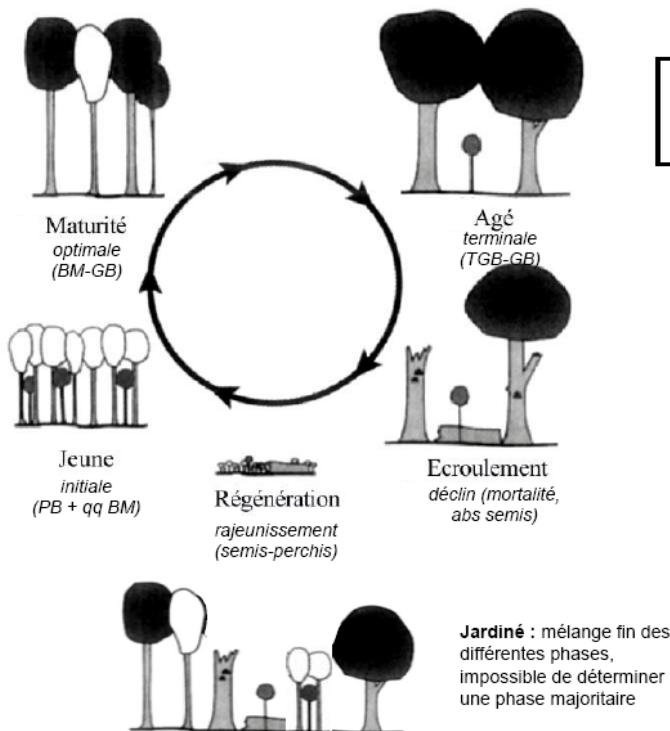
bois apparent (A4)=
 cavité remplie d'eau (d>10cm) =
 lierre, gui ou autres lianes (>1/3) =
 champignon =
 bois mort dans houppier (>20%) =

Remarques (Bioindicateurs...):

Aide-mémoire

Décomposition souches, code à deux chiffres			
1	Ecorce présente sur toute la surface	1	Bois dur ou non altéré
2	Ecorce sur > 50% surface	2	Pourriture < 1/4 diamètre
3	Ecorce sur < 50% surface	3	Pourriture 1/4 - 1/2 diamètre
4	Pas d'écorce	4	Pourriture 1/2 - 3/4 diamètre
		5	Pourriture > 3/4 diamètre

Décomposition BM, code à un chiffre	
1	Mort récente (Arbre mort très récemment. On ne peut pas plus préciser, non encore attaqué par les champignons)
2	Bois en décomposition initiale (sur 1 à 3 cm depuis l'extérieur)/ Bois sec, très dur et très riche en tannins ayant poussé très lentement (tourbières, haute altitude) et se décomposant très lentement.)
3	Décomposition moyenne (plus de 3 cm mais l'intérieur est dur)
4	Très décomposé (La pourriture concerne tout le diamètre, la forme du contour de la pièce commence à se modifier)
5	Bois entièrement décomposé (Complètement atteint par la pourriture, aspect et forme extérieure profondément modifiés. La matière se désagrège facilement entre les doigts)



Classes de diamètre classiques	PB	20 - 25
	BM	30 - 40
	GB	45 - 60
	TGB	> 65

Codes Essences	
Epicéa commun	EPC
Sapin pectiné	SAP
Mélèze	MEL
Pin cembro	CEM
Pin à crochets	CRO
Pin sylvestre	SYL
Hêtre	HET
Erable sycomore	SYC
Bouleau	BOU
Sorbier	SOR
Alisier	ALI

Microhabitats :	
Cavités :	- Quelle que soit sa position - Trou de pic et autres cavités vides ($\varnothing > 3$ cm) - Cavité à terreau ($\varnothing > 10$ cm) - Grande plage de bois carié ($S > 600 \text{ cm}^2 = A4$) - Cavité remplie d'eau (=dendrotelme ; $\varnothing > 10$ cm)
Fentes :	- Quelle que soit sa position - Fente profonde, de largeur > 1 cm - Décollement d'écorce formant un abri - Coulée de sève (résine exclue) - Plage de bois sans écorce, non cariée ($S > 600 \text{ cm}^2 = A4$)
Parasites :	- Fructification de champignons (quelle que soit sa position) - Liane et épiphytes ($> 2/3$ du tronc ou dans houppier)
Partie morte :	- Bois mort dans le houppier ($> 20\%$ du volume des branches vivantes et mortes) - Cime ou charpentièr récemment brisée ($\varnothing > 20$ cm)

Annexe 4 : Codes de taux de décomposition

1. **Codes de décomposition « à un chiffre »** utilisé dans le protocole « Vieilles forêts » de la FRAPNA et dans les critères complémentaire. Ce code est issu de « saproxylic database » et utilisé dans Pallot et Dodelin (2009).

Classes de décomposition	
1	Mort récente: Arbre mort très récemment. On ne peut pas plus préciser
1a	Première colonisation du cambium: Aucune trace d'attaque fongique. L'écorce est fortement adhérente.
1b	Décomposition première du cambium: L'aspect sous l'écorce est une fermentation et une très forte humidité de la zone cambiale.
1c	Zone cambiale sèche: Bois sous-jacent non encore attaqué par les champignons. L'écorce peut être facilement retirée à la main.
2a	Bois en décomposition initiale: Début de décomposition du bois sous-jacent, sur 1 à 3 cm depuis l'extérieur
2b	Kelo: Bois sec, très dur et très riche en tannins ayant poussé très lentement (tourbières, haute altitude) et se décomposant très lentement.
3	Décomposition moyenne: Décomposition du bois sur plus de 3 cm mais l'intérieur de la pièce est dur
4	Très décomposé: La pourriture concerne tout le diamètre, la forme du contour de la pièce commence à se modifier
5	Bois entièrement décomposé: Complètement atteint par la pourriture, aspect profondément modifié tout comme sa forme extérieure. La matière se désagrège facilement entre les doigts

2. **Code de décomposition « à deux chiffres »** utilisé dans le protocole « forêts sub-naturelles » de l'ONF/ PN Vanoise. Ce code est issu du protocole MEDD (Brucciamachie *et al.* 2005)

- Stades de décomposition

Ecorce

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

Pourriture du bois

1. Dur ou non altéré
2. Pourriture < 1/4 du diamètre
3. Pourriture comprise entre 1/4 et 1/2 du diamètre
4. Pourriture comprise entre 1/2 et 3/4 du diamètre
5. Pourriture supérieure à 3/4.

Annexe 5 : Protocole des forêts sub-naturelles

FICHE PLACETTE

Date :	Observateurs :	Forêt :	Parcelle :
--------	----------------	---------	------------

N° placette :	N° point GPS : Z : _____	Station (guide Alpes du Nord et de l'Ain) :	Pente (%) : Orientation :
---------------	-----------------------------	---	------------------------------

Renouvellement : ☐ plantation ☐ taillis ☐ taillis naturel ☐ semis naturel	Souches : ☐ absence ☐ présence, stade de décomposition : ☐ présence de souches plus anciennes	Code écorce Code pourriture
--	---	--

Autres traces d'exploitation :
Autres traces d'occupation (ligne EDF, muret, etc) :

Facteur relascope : 1 2 4

G (surface terrière)	Ess 1	Ess 2	Ess 3	Ess 4	Autre
Code essence					
PB					
BM					
GB					
TGB					

Recouvrement régé (% surface)	
Total	
Ess 1	
Ess 2	
Ess 3	
Ess 4	
Autre	

Structure GSM :

Autres essences n'entrant pas dans l'inventaire relascope	
Essence	% recouvrement

Phases sylviques présentes :

☐ régénération
 ☐ jeune
 ☐ mature
 ☐ âgé
 ☐ écroulement
 ☐ peuplement jardiné

Bois mort sur pied
> 30 cm de diam

G bois mort au sol
diam > 30 cm

Espèces invasives :

☐ recouvrement important
☐ présence anecdotique
☐ absence

Remarques :

FICHE PARCELLE

Date : Observateurs : Forêt : Parcelle :

Phases sylvatiques présentes : ☐ régénération ☐ jeune ☐ mature ☐ âgé ☐ écroulement ☐ peuplement jardiné
(entourer la majoritaire)

Perturbations naturelles : ☐ couloir d'avalanche
 ☐ éboulis/éboulements
 ☐ glissements de terrain
 ☐ laves torrentielles
 ☐ chablis
 ☐ incendie

% surface impactée par perturbation naturelle : _____

**Distance à plantation
la plus proche** ☐ 0-200 m
 ☐ 200-500 m
 ☐ > 500 m

Souches ☐ absence
 ☐ présence, stade de décomposition :

Code écorce	Code pourriture

Autres traces d'exploitation :
(charbonnières, lignes de câble,
dégâts d'exploitation, etc)

Si souches et autres traces d'exploitation : ☐ abondantes sur toute la parcelle
 ☐ anecdotiques sur toute la parcelle
 ☐ localisées

Accès et fréquentation
☐ absence desserte ☐ ski hors-piste
☐ sentier
☐ piste forestière ☐ Autres indices liés à la fréquentation :
☐ route
☐ route et parking

Traces pâturage :
☐ absence
☐ branches basses non élaguées, conicité
☐ vieux arbres : présence de "loups"
☐ structure : milieu encore ouvert
☐ peuplement : encore jeune
☐ végétation : espèces liées au pastoralisme

Bioindicateurs :

Remarques :

Annexe 6 : Protocole « Vieilles forêts »

Fiche de prospection de terrain																															
Informations générales																															
Date :		Accompagnateur(s) :																													
Nom du site :		Numéro du site :		Statut de protection du site :			Coordonnées GPS (Lambert II Carto) :																								
Forêt :		Domaniale		Communale		Privée																									
Tranche d'altitude :		Pente :		Situation pente (haut, milieu, bas) :			Exposition :																								
Type de peuplement forestier (régime, traitement, essences) :							Station :																								
Etude de maturité																															
Age estimé des plus vieux arbres :																															
Mesure de la circonférence (en cm) des arbres repérés avec la méthode de l'angle fixe								Moyenne :																							
Surface terrière à l'hectare				Surface terrière du bois mort sur pied à l'ha																											
Sol		Type d'humus				Photos zone :																									
		Pourcentage de débris figurés %																													
Essences dominantes (par strates) :																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="4" style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">Micro-habitats des arbres</td> <td colspan="4">Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une cavité (quelle que soit sa position) : trou de pic et autres cavités vides ($\varnothing > 3$ cm) / cavité à terreau ($\varnothing > 10$ cm) ou grande plage de bois carié ($S > 600$ cm² = A4) / cavité remplie d'eau (= dendrotelme ; $\varnothing > 10$ cm)</td> <td style="width: 5%;"></td> <td rowspan="4" style="width: 15%; vertical-align: top;">Remarques complémentaires sur les micro-habitats des arbres :</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une fente (quelle que soit sa position) : fente profonde, de largeur > 1 cm, ou décollement d'écorce formant un abri / coulée de sève (résine exclue) / plage de bois sans écorce, non cariée ($S > 600$ cm² = A4)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une fructification de champignons (quelle que soit sa position) ou liane et épiphytes ($> 2/3$ du tronc ou dans houppier)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Nombre d'arbres vivants présentant du bois mort dans le houppier ($> 20\%$ du volume des branches vivantes et mortes), une cime ou une charpentièr récemment brisée ($\varnothing > 20$ cm)</td> <td></td> </tr> </table>										Micro-habitats des arbres	Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une cavité (quelle que soit sa position) : trou de pic et autres cavités vides ($\varnothing > 3$ cm) / cavité à terreau ($\varnothing > 10$ cm) ou grande plage de bois carié ($S > 600$ cm ² = A4) / cavité remplie d'eau (= dendrotelme ; $\varnothing > 10$ cm)					Remarques complémentaires sur les micro-habitats des arbres :	Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une fente (quelle que soit sa position) : fente profonde, de largeur > 1 cm, ou décollement d'écorce formant un abri / coulée de sève (résine exclue) / plage de bois sans écorce, non cariée ($S > 600$ cm ² = A4)					Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une fructification de champignons (quelle que soit sa position) ou liane et épiphytes ($> 2/3$ du tronc ou dans houppier)					Nombre d'arbres vivants présentant du bois mort dans le houppier ($> 20\%$ du volume des branches vivantes et mortes), une cime ou une charpentièr récemment brisée ($\varnothing > 20$ cm)				
Micro-habitats des arbres	Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une cavité (quelle que soit sa position) : trou de pic et autres cavités vides ($\varnothing > 3$ cm) / cavité à terreau ($\varnothing > 10$ cm) ou grande plage de bois carié ($S > 600$ cm ² = A4) / cavité remplie d'eau (= dendrotelme ; $\varnothing > 10$ cm)					Remarques complémentaires sur les micro-habitats des arbres :																									
	Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une fente (quelle que soit sa position) : fente profonde, de largeur > 1 cm, ou décollement d'écorce formant un abri / coulée de sève (résine exclue) / plage de bois sans écorce, non cariée ($S > 600$ cm ² = A4)																														
	Nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins une fructification de champignons (quelle que soit sa position) ou liane et épiphytes ($> 2/3$ du tronc ou dans houppier)																														
	Nombre d'arbres vivants présentant du bois mort dans le houppier ($> 20\%$ du volume des branches vivantes et mortes), une cime ou une charpentièr récemment brisée ($\varnothing > 20$ cm)																														
Stades de décomposition du bois mort (cf. classement)		1	2	3	4	5	Stade le plus représenté (en nombre)	Nombre de stades rencontrés	Origine du bois mort (Naturelle/ Exploitation)	Nombre de souches en décomposition (quelque soit la hauteur) issues d'arbres cassés (souches/ha)																					
Etude de la biodiversité																															
Numéro de l'annexe associée (fiche du FRENE et IBP) :																															
Observations complémentaires																															

Annexe 7 : L'Indice de Biodiversité Potentielle

L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)

Méthodes d'évaluation (document provisoire v3.1)

En complément de la fiche de présentation de l'IBP¹ qui décrit les facteurs et les seuils, ce document détaille la mise en œuvre du diagnostic sur le terrain, en décrivant les trois méthodes d'évaluation de l'IBP à l'échelle des peuplements.

QUELLE METHODE CHOISIR ?

Trois méthodes peuvent être utilisées :

- **parcours en plein** : la totalité du peuplement est parcourue par une succession de virées régulières,
- **parcours partiel** : seule une fraction du peuplement (30 à 70 %) est parcourue en virées successives, par exemple en sautant une virée sur deux,
- **échantillonnage** : un plan d'échantillonnage est établi et le relevé IBP est réalisé sur des placettes qui permettront de calculer l'IBP à l'échelle de chaque peuplement.

Afin de réduire le temps de diagnostic IBP, on cherchera à relever l'IBP conjointement avec une autre opération de description ou d'inventaire (description de parcelles, inventaire dendrométrique, inventaire typologique...). Le choix de la méthode de diagnostic dépendra également des caractéristiques du peuplement à diagnostiquer. On pourra s'aider du tableau ci-dessous pour déterminer la méthode la mieux appropriée :

Surface du peuplement à diagnostiquer	Visibilité	Relief (difficulté de déplacement)	Possibilité de coupler le relevé IBP avec un autre inventaire par échantillonnage	Méthode d'évaluation proposée
< 0,25 ha				Surface trop petite
0,25 à 1 ha				Parcours en plein
1 à 8 ha	Faible (< 15-20 m)			Parcours partiel
	Bonne (> 15-20 m)	peu ou pas accidenté		Parcours en plein ou partiel
		très accidenté		Parcours partiel
8 à 25 ha		peu ou pas accidenté		Parcours partiel ou échantillonnage
		très accidenté	non	Parcours partiel
			oui	Echantillonnage
> 25 ha				Echantillonnage

Dans le cas d'une propriété ou d'un massif composé de plusieurs peuplements, on pourra combiner « parcours en plein », « parcours partiel » et « échantillonnage » en fonction des caractéristiques des peuplements (surface, visibilité et relief) et de la possibilité ou non de coupler les relevés IBP avec un autre inventaire par échantillonnage.

RELEVES DE TERRAIN

► Etapes préalables

Délimitation des peuplements : chaque peuplement constituant la propriété ou le massif fait l'objet d'un relevé IBP séparé. Le relevé peut également être réalisé à l'échelle des types de peuplement ou des parcelles s'ils constituent des unités de gestion cohérentes et s'ils sont suffisamment homogènes du point de vue des facteurs IBP. On évitera d'effectuer le diagnostic sur des zones trop grandes qui risquent d'être hétérogènes (> 25-30 ha), mais également sur des petits bouquets dont la délimitation n'est pas utile pour la gestion, le seuil minimal étant fixé à 0,25 ha.

La délimitation des peuplements peut s'effectuer avant la phase de terrain à partir des documents d'aménagement (carte des peuplements...) ou des photos aériennes. Cette cartographie facilite le diagnostic IBP : elle permet de connaître la surface et la limite des peuplements dans le cas d'un parcours en plein ou partiel ; elle peut aider à stratifier l'échantillonnage dans le cas d'un échantillonnage. Cependant, cette délimitation n'est pas indispensable avant la phase de terrain car elle peut être réalisée lors du parcours ou à l'issue de l'inventaire dendrométriques. Par ailleurs, la cartographie initiale des peuplements peut évoluer, soit lors du parcours si on identifie un peuplement utile à différencier, soit avec les données de l'inventaire dendrométrique.

Autres informations facilitant les relevés de terrain : en fonction des données disponibles, on constituera une base de données et une cartographie des types de stations, des milieux rocheux, des habitats aquatiques (réseau hydrographique, sources, mares...), de l'ancienneté des peuplements ainsi que des milieux associés et autres particularité (îlots de sénescence, essences atypique, arbres remarquables...).

L'ensemble de ces données pourront être reportées sur **GPS**, en particulier les limites de peuplements.

Etablir éventuellement une fiche de relevé simplifiée pour tenir compte des particularités de la forêt étudiée (liste des essences...).

¹ Disponible sur internet : www.foretpriveefrancaise.com et www.crpf-midi-pyrenees.com

► Fiches de relevé

Pour chaque relevé, on remplira une fiche de relevé (voir modèle dans le document « IBP – Fiches de relevé ») qui contient des **rubriques obligatoires** nécessaires au calcul de l'IBP, à l'analyse des résultats et au suivi dans le temps des valeurs IBP. Pour chaque facteur, on reportera sur la fiche tous les éléments qui permettront de déterminer l'IBP, au fur et à mesure du déplacement. La fiche « parcours de peuplement » est utilisée pour une évaluation de l'IBP par parcours en plein ou partiel, avec plafonnement des données ; dans ce cas, le calcul de l'IBP pourra se faire à la fin du relevé si on connaît la surface parcourue. La fiche « placette d'échantillonnage » est destinée à une évaluation de l'IBP par échantillonnage, ce qui nécessite de ne pas plafonner les données ; les valeurs IBP ne sont déterminées sur chaque placette, mais sur le groupe de placettes (voir ci-après).

Comptabilisation des éléments situés en limite de peuplement ou de placettes :

- les milieux ouverts sont comptés pour la surface incluse dans le peuplement ; les lisières sont entièrement comptées, mais une seule fois (contrairement à un chemin formant lisière à l'intérieur du peuplement qui est compté comme deux lisières : une de part et d'autre du chemin),
- les habitats aquatiques et les milieux rocheux sont comptabilisés,
- dans le cas de placettes d'échantillonnage :
 - une nouvelle essence est comptabilisée,
 - les arbres morts sur pied, les TGB et les arbres vivants porteurs de microhabitats sont comptés pour ½,
 - un bois mort au sol est compté pour un arbre si la longueur du tronc dans la placette est supérieure à 1 m et que le plus gros diamètre respecte le seuil indiqué dans la grille IBP.

► Durée de relevé

L'effort de prospection doit être **standardisé** pour éviter de surestimer certains facteurs, le plus simple étant de fixer une durée de prospection maximale à l'hectare parcouru ou par placette. Dans le cas d'un diagnostic non couplé avec une autre opération, il faut compter 10 à 20 min / ha parcouru ou 10 à 15 min / placette à une personne (sans compter le temps de déplacement entre les placettes), durée variable selon la visibilité du peuplement et la difficulté de circulation. Tenir compte d'une phase d'apprentissage pendant laquelle la durée est augmentée d'au moins 50 %.

► Matériel et documents

- compas ou ruban,
- GPS ou télémètre (ou topofil) + clisimètre + boussole,
- fiches de relevé et de définition de l'IBP,
- carte des peuplements.

EVALUATION DE L'IBP PAR PARCOURS EN PLEIN OU PARTIEL

► Choix du parcours et calcul de la surface parcourue

Deux types de parcours sont possibles :

- **en plein** : tout le peuplement est parcouru de manière homogène, en virées régulières, en se détournant du cheminement pour aller voir les éléments remarquables. Il faut veiller à ne pas comptabiliser deux fois les mêmes éléments (entre deux observateurs voisins ou lors d'un retour de virée), ni à en oublier. Il peut être utile d'utiliser un **GPS en mode trace** pour vérifier son cheminement, en particulier lorsque la visibilité est réduite par une végétation abondante.
- **partiel** : seule une fraction du peuplement est observée (**30 à 70 %**) le long d'un cheminement, par exemple en espaçant les virées. Cette méthode nécessite d'évaluer la surface parcourue à partir de la longueur du cheminement réalisé et de la largeur décrite de part et d'autre du cheminement (ramenée à l'horizontale sur terrain très pentu). Le cheminement est calculé sur carte ou à l'aide d'un GPS et de sa fonction trace, les détours du tracé (par ex. pour aller voir un arbre particulier ou simplement liés à une imprécision momentanée du GPS) devant être lissés avec un logiciel cartographique pour ne prendre en compte que la longueur de la bande parcourue.

La **largeur** observée de part et d'autre du cheminement sera comprise entre **10 et 25 m** :

- 10 à 15 m dans le cas de peuplement à faible visibilité (par ex. : taillis dense) ou sur terrain très accidenté,
- 15 à 20 m dans le cas de peuplement à visibilité moyenne (par ex. futaie avec léger sous-étage) et terrain peu accidenté,
- 20 à 25 m dans le cas de peuplement à bonne visibilité (par ex. futaie adulte claire sans sous-étage) et terrain non accidenté. Même en cas de bonne visibilité, **ne pas tenter d'observer au-delà de 25 m**.

Dans le cas d'un parcours partiel, il est indispensable de définir la largeur à observer et de s'y tenir pour évaluer correctement la surface qui est utilisée ensuite pour le calcul de certains facteurs (densité de bois mort...).

Le calcul des densités (facteurs C D E F) et du % de milieux ouverts (facteur G) nécessitent de **connaître la surface parcourue**. Si elle n'est pas connue avec précision avant le relevé, mais calculée *a posteriori*, on se basera sur une estimation de la surface pour définir les plafonds / ha utilisés dans les relevés de terrain (facteurs C, D, E, F, G ; voir fiche de relevé), en prenant une marge de sécurité pour tenir compte d'une éventuelle sous-estimation de la surface.

► Calcul de l'IBP

A la fin du parcours, l'IBP sera calculé à l'aide des éléments inventoriés en tenant compte de la surface parcourue, ce qui nécessite pour certains facteurs de ramener les seuils / ha en seuils / surface parcourue. Dans le cas des peuplements inférieurs à 1 ha, les seuils deviennent des fractions (par ex. 3 bois morts / ha correspondent à 0,7 bois mort sur 0,25 ha), ce qui peut rendre les valeurs IBP moins pertinentes. A titre d'exemple pour 2,5 ha, 0,66 ha et 0,25 ha :

Seuils / surface parcourue en fonction de la surface pour les différents seuils utilisés par l'IBP

Surface parcourue (en ha)	Seuils IBP			
	1 arbre/ha	3 arbres/ha	5 arbres/ha	6 arbres/ha
2,5	2,5	7,5	12,5	15
1	1	3	5	6
0,66	0,7	2	3,3	4
0,25	0,2	0,7	1,2	1,5

Effectifs / surface parcourue en fonction de la surface pour les différentes valeurs IBP

Facteurs		Surface parcourue (en ha)	valeur = 0	valeur = 2	valeur = 5
C et D	Bois mort sur pied de « grosse » circonférence Bois mort au sol de « grosse » circonférence	2,5	0 à 2 troncs	3 à 7 troncs	8 troncs et plus
		1	0 tronc	1 à 2 troncs	3 troncs et plus
		0,66	0 tronc	1 tronc	2 troncs et plus
		0,25	0 tronc	0 tronc	1 tronc et plus
E	Très gros bois vivants	2,5	0 à 2 pieds	3 à 12 pieds	13 pieds et plus
		1	0 pied	1 à 4 pieds	5 pieds et plus
		0,66	0 pied	1 à 3 pieds	4 pieds et plus
		0,25	0 pied	1 pied	2 pieds et plus
F	Arbres vivants porteurs de microhabitats	2,5	0 à 2 pieds	3 à 14 pieds	15 pieds et plus
		1	0 pied	1 à 5 pieds	6 pieds et plus
		0,66	0 pied	1 à 3 pieds	4 pieds et plus
		0,25	0 pied	1 pied	2 pieds et plus

► Représentation cartographique de l'IBP

Les différentes valeurs IBP (IBP « peuplement et gestion », IBP « contexte », IBP « total » ainsi que la valeur obtenue pour chacun des facteurs) peuvent être représentées graphiquement à l'échelle de chaque peuplement.

EVALUATION DE L'IBP PAR ECHANTILLONNAGE

► Elaboration du protocole d'échantillonnage

Le protocole doit définir la surface, le nombre et la répartition des placettes, l'échantillonnage devant être suffisant pour que les données soient représentatives du peuplement :

- **surface et forme des placettes** = 0,20 ou 0,33 ha, circulaire (voir rayon et forme des placettes dans l'encart ci-dessous). On choisit la plus faible surface quand la visibilité est faible ou le terrain accidenté ; il faut dans ce cas augmenter le taux d'échantillonnage.
- **taux d'échantillonnage** = 1 placette pour 1 à 4 ha selon l'hétérogénéité du peuplement et la taille des placettes ; la surface cumulée des placettes dans un peuplement donné représentera entre 10 et 30 % de sa surface. Il est souvent utile d'avoir un nombre de placettes élevé (1 relevé / ha plutôt que 1 relevé / 4 ha) dans les forêts hétérogènes.
- **nombre de placettes minimum par peuplement** pour calculer l'IBP : 8 avec des placettes de 0,33 ha, 13 avec des placettes de 0,20 ha (soit une surface totale de 2,5 ha minimum par peuplement). En fonction de la surface des peuplements, on peut ainsi préciser le taux minimal d'échantillonnage.

Exemple de taux d'échantillonnage :

Avec 1 placette / 3 ha, le peuplement doit couvrir au moins 24 ha pour avoir 8 points de 0,33 ha.

Si la surface des peuplements est inférieure à 16 ha, le taux d'échantillonnage doit être de 1 placette de 0,33 ha / 2 ha ou 1 placette de 0,20 ha / ha

- **répartition des points d'échantillonnage IBP** en fonction du taux d'échantillonnage retenu (taux d'échantillonnage global et poids par strate si stratification selon les types de peuplements) : ils sont répartis sur une grille de points systématique (en reprenant la grille d'inventaire dendrométrique ou typologique si elle existe), après stratification éventuelle selon les peuplements ou types de peuplement quand leur cartographie est disponible. Quand on n'effectue pas de relevé IBP sur tous les points d'une grille existante (par ex. si la grille est de 1 point/ha et les relevés IBP 1 point/3 ha), le choix des points IBP est soit systématique (dans l'ex. précédent : 1 point sur 3), soit aléatoire (par tirage au sort).

Reporter sur carte les centres de placettes et leur limite, puis rentrer ces éléments sur le GPS.

Encart 1 - Placettes d'échantillonnage : correction des distances sur terrain en pente

Les surfaces étant calculées dans un plan horizontal, les distances mesurées sur le terrain doivent être corrigées sur les terrains en pente (> 10 %). La correction est automatique avec les télémètres avec correction de pente. Sinon, il faut mesurer la pente au clinomètre et appliquer la correction suivante : soit p (%) la pente le long de la distance mesurée, D_t la distance mesurée sur le terrain et D_h la distance à l'horizontale :

$$D_t = D_h \times \sqrt{1 + p^2 \cdot 10^{-4}}$$

Application aux placettes circulaires de 0,20 et 0,33 ha qui peuvent avoir 2 formes possibles :

- **circulaire dans un plan horizontal**, avec un rayon à l'horizontale = 25,2 m et 32,6 m, mais variable selon la pente ; il est alors préférable d'utiliser un télémètre correcteur de pente, sinon il faut appliquer la correction à chaque rayon en fonction de la pente (voir tableau ci-contre, col. 2).

- **circulaire sur le terrain** (donc ellipse sur un plan horizontal), à rayon fixe selon la pente (possibilité d'utiliser un télémètre sans correction de pente) : il faut mesurer la plus grande pente, ce qui permet de calculer le rayon (voir tableau ci-contre, col. 3). Dans les terrains en très forte pente, la distance le long de la pente est alors moindre qu'avec les placettes précédentes.

Pente (%)	Col. 2 - Placette circulaire dans un plan horizontal Rayon variable (m)		Col. 3 - Placette circulaire sur le terrain (ellipse dans un plan horizontal) Rayon fixe (en m)	
	Placette de 0,20 ha	Placette de 0,33 ha	Placette de 0,20 ha	Placette de 0,33 ha
0	25,2	32,6	25,2	32,6
30	26,3	34,0	25,8	33,3
40	27,2	35,1	26,2	33,8
50	28,2	36,4	26,7	34,4
60	29,4	38,0	27,2	35,2
70	30,8	39,8	27,9	36,0
80	32,3	41,7	28,6	36,9
90	33,9	43,8	29,3	37,8
100	35,7	46,1	30,0	38,7
110	37,5	48,4	30,8	39,7
120	39,4	50,9	31,5	40,7

► Caractéristiques de la placette

Le relevé doit être réalisé sur une **zone homogène du point de vue du peuplement et de la fertilité** (variation possible, mais sans passer d'un contexte « moyennement fertile ou fertile » à « peu ou très peu fertile » car ce critère influe sur les seuils). Dans le cas contraire, il ne faut pas déplacer la placette, mais la diviser en autant de sous-placettes que de peuplements ou de contextes de fertilité, plusieurs fiches de relevés devant alors être remplies en renommant distinctement les sous-placettes et en indiquant leur surface respective.

► Repérage des placettes

On se positionnera au centre de la placette, de préférence au GPS, mais il n'est pas nécessaire de matérialiser sur le terrain le centre et la limite de la placette.

Pour déterminer la limite de placette, on utilisera un télémètre si la visibilité est bonne (sinon un topofil...), en prenant un repère au centre de la placette (arbre, piquet...) ; sur les terrains pentus (>10%), il faut corriger les distances mesurées pour ramener les valeurs à l'horizontale (voir encart précédent).

La limite des placettes peut également être déterminée sur le terrain avec un GPS si la réception est suffisante (plage horaire optimale consultable avec le logiciel Trimble Planning : http://www.trimble.com/planningsoftware_ts.asp?Nav=Collection-8425 ; précision du GPS < 6-8 m). Les placettes circulaires peuvent être délimitées au GPS de la façon suivante :

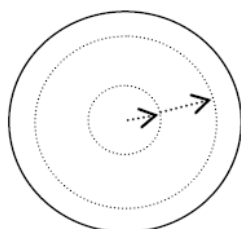
- enregistrement sur le GPS d'un Waypoint au centre de la placette,
- détermination de la distance horizontale par rapport au centre grâce à la fonction Navigation du GPS.

► Parcours de la placette

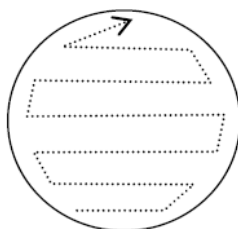
La placette sera parcourue de manière homogène, en virées régulières, en se détournant du cheminement pour aller voir les éléments remarquables. Il est utile d'utiliser un **GPS en mode trace** pour vérifier le parcours. Dans les placettes circulaires, les virées peuvent être concentriques sur les terrains plats, parallèles aux courbes de niveau sur les terrains à forte pente, ou en étoile.

Parcours des placettes pour relever l'IBP

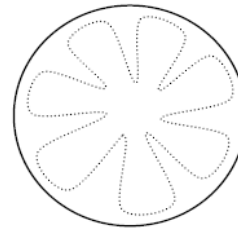
virées en cercles concentriques



virées parallèles



déplacement en étoile



► Calcul de l'IBP

Il ne faut pas déterminer l'IBP à l'échelle d'une placette car sa surface est trop faible. L'IBP d'un groupe de placettes se calculera à partir des éléments relevés pour chaque facteurs, non pas en effectuant la moyenne des valeurs, mais en appliquant le mode de calcul suivant (le calcul est détaillé dans un document « IBP – Notice de calcul à partir de placettes d'échantillonnage » qui est disponible auprès des auteurs, ainsi que l'application Access® qui a été développée) :

Facteurs	Mode de calcul de l'IBP v2.6 AC
A : Essences forestières autochtones	* Faire la liste complète des essences trouvées sur les placettes, puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils. Additionner la surface du couvert libre de l'ensemble des essences autochtones de chaque placette et plafonner la valeur à 2 si ce couvert libre total est $< 1/10$ (10%) de la surface totale des placettes.
B : Structure verticale de la végétation	* Faire la liste complète des strates trouvées sur les placettes. Additionner la surface occupée par chaque strate dans chaque placette et ne compter une strate que si elle occupe au moins $1/10$ (10%) de la surface totale des placettes. Déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
C : Densité des bois morts sur pied de « grosse » circonférence	* Faire la moyenne du nombre de tiges dans le groupe de placettes, puis le ramener à l'hectare et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
D : Densité des bois morts au sol de « grosse » circonférence	* Faire la moyenne du nombre de troncs dans le groupe de placettes, puis le ramener à l'hectare et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils, cette valeur étant plafonnée à 2 si la surface des placettes ayant du petits bois morts au sol est $< 25\%$ de la surface totale des placettes.
E : Densité des très gros bois vivant	* Faire la moyenne du nombre d'arbres dans le groupe de placettes, puis le ramener à l'hectare et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
F : Densité des arbres vivants porteurs de microhabitats	* Faire la moyenne des microhabitats par type dans le groupe de placettes, puis ramener les valeurs à l'ha ; plafonner cette valeur moyenne à 2 microhabitats / type / ha. * Additionner le nombre de microhabitats / ha des différents types dans le groupe de placettes, puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
G : Présence de milieu ouvert	* Calculer la somme des surfaces de peuplements clairs, puis leur % par rapport à la surface totale des placettes (% PTC). * Calculer la somme des surfaces de trouées, puis leur % par rapport à la surface totale des placettes (% T). * Calculer la somme des longueurs de lisières, puis convertir en % de la surface totale des placettes ($50 \text{ m} / \text{ha} = 1\%$; % L). * Additionner les trois % (% PTC + % T + % L) et déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
H : Continuité temporelle de l'état boisée	* A l'échelle du peuplement, si les valeurs sur chaque placette sont identiques, on conserve cette valeur. Sinon, la valeur 2 est attribuée (car on est alors en présence d'un peuplement partiellement défriché puis boisé).
I : Diversité des habitats aquatiques	* Faire la liste complète des types d'habitats aquatiques trouvés sur les placettes puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.
J : Diversité des milieux rocheux	* Faire la liste complète des types de milieux rocheux trouvés sur les placettes puis déterminer la valeur (0 2 5) en fonction des seuils.

► Représentation cartographique de l'IBP

Les différentes valeurs IBP calculées à l'aide des placettes (IBP « peuplement et gestion », IBP « contexte », IBP « total » ainsi que la valeur obtenue pour chacun des facteurs) peuvent être représentées graphiquement à l'échelle de chaque peuplement. Il est préférable de ne pas représenter les valeurs obtenues sur les placettes car leur surface est trop faible.

L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)

Fiches de relevé

Deux fiches de relevé sont proposées :

- fiche « **parcours de peuplement** » utilisée pour une évaluation de l'IBP par parcours en plein ou partiel, avec plafonnement des données recueillies ; l'IBP pourra être calculé à la fin du relevé si on connaît la surface parcourue.
- fiche « **placette d'échantillonnage** » destinée à une évaluation de l'IBP par échantillonnage, ce qui nécessite de ne pas plafonner les données recueillies ; l'IBP n'est pas déterminé sur chaque placettes, mais sur le groupe de placettes.

La fiche de relevé débute avec des rubriques d'informations générales, suivies par les éléments qui permettront de déterminer l'IBP dans sa version v2.6 AC. Certaines rubriques sont **obligatoires** (en gras) pour le calcul de l'IBP, l'analyse des résultats et le suivi dans le temps des valeurs IBP. Les rubriques facultatives sont remplies en fonction des besoins de diagnostic, comme par exemple la description des peuplements avec une proposition de typologie des structures combinant la structure élémentaire et le couvert du peuplement d'une part, le stade et la phase sylvigénétique d'autre part :

► A - Structure élémentaire du peuplement

Elle est déterminée à partir de l'observation des taux de couvert relatif¹ des sous-peuplements de futaie et taillis et, dans le cas de la futaie, de la distribution verticale du peuplement (d'après définitions IFN) :

- futaie régulière : taux de couvert relatif du taillis inférieur à 25 % ; la strate supérieure du peuplement représente 2/3 et plus du couvert de la futaie (la futaie sur souche est également classée dans cette structure) ;
- futaie irrégulière : taux de couvert relatif du taillis inférieur à 25 % ; la strate supérieure du peuplement représente moins de 1/3 du couvert de la futaie ;
- mélange de futaie et de taillis (= taillis avec réserve ; comprend également les taillis-sous-futaie) : taux de couvert relatif du taillis supérieur ou égal à 25 % et présence d'arbre de futaie ; on distingue 2 types :
 - . riche : taux de couvert relatif de la futaie supérieur ou égal à 25 % ;
 - . pauvre : taux de couvert relatif de la futaie inférieur à 25 % ;
- taillis : absence d'arbre de futaie.

► B - Couvert absolu des arbres précomptables

- ouvert : < 40 %
- entrouvert : de 40 % à moins de 75 %
- fermé : 75 % et plus

► C – Stade de succession

Les différents stades qui se succèdent depuis le stade pionnier jusqu'au stade climacique seront regroupés en deux groupes :

- peuplement de 1^{ère} génération, soit par colonisation naturelle, soit par plantation ou semis, sur un espace non boisé ;
- peuplement de 2^{ème} génération ou plus.

► D - Phase sylvigénétique

Phases qui se succèdent dans la vie d'un peuplement naturel :

- phase de rajeunissement : régénération dominée par les semis, fourrés, gaulis ou perchis, avec présence possible de quelques vieux arbres ;
- phase initiale : jeune peuplement, après la régénération et le perchis, dominé par les PB, avec présence de BM ;
- phase optimale : peuplement adulte dominé par les BM et les GB, en général jusqu'à l'âge d'exploitabilité habituel ;
- phase terminale : vieux peuplement fermé, dominé par les arbres de gros diamètre (TGB avec GB, sauf sur les stations peu fertiles et pour les essences n'atteignant jamais de très grosse dimension), en général au-delà de l'âge d'exploitabilité habituel ; seuls quelques vieux arbres (en général TGB) meurent sur pied de façon disséminée ;
- phase de déclin : vieux peuplement ouvert, dominé par les TGB et GB, avec apparition de la mortalité naturelle par groupe de TGB, sans régénération, au-delà de l'âge d'exploitabilité habituel ; phase souvent assez courte car la régénération se développe rapidement ;
- phase irrégulière : correspondant aux peuplements irréguliers qui sont en perpétuel renouvellement.

La structure d'une forêt gérée ou de peuplements pionniers diffère de celle d'une forêt naturelle, mais on pourra garder la même typologie pour classer les phases sylvicoles (pour les mélanges futaie taillis, prendre le stade de la futaie et du taillis).

Le classement en **catégorie de grosseur** varie selon les régions et les utilisateurs, le tableau suivant reprend la définition la plus courante (d'après le Lexique forestier, Bastien & Gauberville, à paraître) :

	Catégorie de bois	Essence *	Classes de diamètres
Tiges non précomptables	Semis	Toutes	Diamètre < 2,5 cm ou h < 3 m
	Gaule	Toutes	hauteur > 3 m et diamètre < 7,5 cm
	Perche	Toutes	10 et 15
Tiges précomptables	Petit bois (PB)	Toutes	20 et 25
	Bois moyen (BM)	Résineux	30, 35 et 40
		Feuillus	30, 35, 40 et 45
	Gros bois (GB)	Résineux	45 et plus
		Feuillus	50 et plus
	dont Très gros bois (TGB) **	Toutes	70 et plus

* dans certaines régions, feuillus et résineux ne sont pas différenciés ; les catégories feuillues sont alors retenues pour toutes les essences.

** catégorie pas toujours différenciée ; d'après définition de l'IFN.

¹ **Couvert relatif** (d'après IFN) : le taux de couvert relatif d'un sous-peuplement est égal à la somme des couverts absolus du sous-peuplement rapportée au couvert absolu de tout le peuplement.

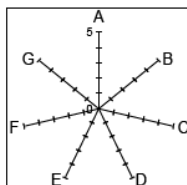
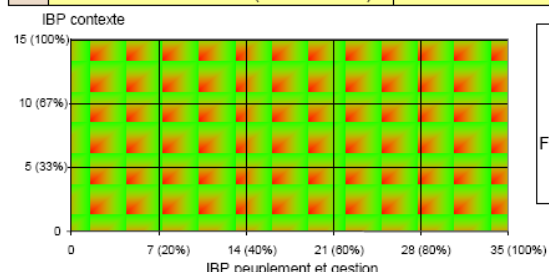
L'INDICE DE BIODIVERSITE POTENTIELLE (IBP)

Fiche de relevé « parcours de peuplement » (rubriques obligatoires en gras)

LOCALISATION DU RELEVÉ	REFERENCES DU RELEVÉ
Domaine biogéographique : atlantique / continental / méditerranéen	Nom du relevé :
Etage de végétation : planitiaire et collinéen / mont. / subalpin / supra ou mésoméd.	Surface parcourue (ha) :
Département : Commune :	Date :
Site (forêt, massif ou territoire) :	Noms des observateurs :
Sous-site :	Propriétaire des données IBP :
Nom forêt - n° de parcelle :	
Propriétaire, gestionnaire :	
Contact accès forêt :	
Coordonnées du relevé : Alt. (m) :	

PEUPELEMENT	EVALUATION IBP
Structure (futaie = F, taillis = T) : F rég. (T<25%) / F irrég. (T<25%) / T sans F / mélange F+T, riche (F>25%) / mélange F+T, pauvre (F<25%)	Version IBP :
Couvert : fermé > 75 % / entrouvert : 40 % - 75 % / ouvert < 40 %	Echelle de relevé : peuplement / type peupl. / parcelle / placette
Stade : génération 1 / génération 2 et +	Méthode d'évaluation :
Phase sylvigénétique : rajeunissement (semis-perchis) / initiale (PB + qq BM) / optimale (BM-GB) / terminale (TGB-GB) / déclin (mortalité, abs semis) / irrégul.	parcours en plein
Type de peuplement (doc. d'aménagement ou étude) :	parcours partiel → surface totale (ha) :
Peuplement (descriptif) :	Fertilité : moy. fertile à fertile / peu ou très peu fertile
Type d'habitat potentiel :	Forme d'humus :
Type de sylvofaciès :	Station et catalogue de réf. :
Statut (production, protection...) :	Commentaires sur le relevé :

Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière			
Végétation			
A	Essences forestières autochtones	Autochtones comptabilisés - liste (plafonnée à 5 essences) :	0 - 2 - 5
		Couvert libre de l'ensemble des autochtones : <1/10 (10%) / ≥1/10 (10%)	
		Exotiques non comptabilisés - liste :	
B	Structure verticale végétation	Liste strates ≥1/10 (10%) : herb. + semi-lign. / feuillage bas / feuillage intermédiaire / feuillage haut	0 - 2 - 5
Microhabitats liés aux arbres (quelle que soit l'essence, autochtone ou non)			
C	Bois mort sur pied de «grosse» circonférence (BMP)	Nombre de BMP (plafonné à 3/ha) =	0 - 2 - 5
D	Bois mort au sol de «grosse» circonférence (BMS)	Nombre de BMS (plafonné à 3/ha) = Présence de petits bois morts au sol : oui / non	0 - 2 - 5
E	Très gros bois vivants (TGB)	Nombre de TGB (plafonné à 5/ha) =	0 - 2 - 5
F	Arbres vivants porteurs de microhabitats (mh)	Nombre de microhabitats (plafonné à 2 mh/type/ha et total 6 mh/ha) : cavité à terreau ou bois carié = / bois apparent = cavité vide = / cavité remplie d'eau = fente ou décollement d'écorce = / lierre, gui ou autres lianes (>1/3) = coulée de sève (résine exclue) = / champignon = charpentièrre ou cime brisée (d>20 cm) = / bois mort dans houppier (>20%) =	0 - 2 - 5
Habitats associés			
G	Milieux ouverts	Peuplement clair à végétation de milieu ouvert (pas de trouées nettement identifiables) : oui / non Si non : - surf. trouées (< 1,5 Ho) en m² et % = - long. lisières en m et % (50 m/ha = 1%) =	0 - 2 - 5
TOTAL 1 (valeur absolue / relative)			
Facteurs liés au contexte, résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais pouvant être modifiés par l'activité forestière			
H	Continuité temporelle de l'état boisé	Signes de discontinuité temporelle :	0 - 2 - 5
Habitats associés			
I	Habitats aquatiques	Liste : source / ruisseau / rivière ou fleuve / bras mort / mare / étang / lac / tourbière / marais / zone marécageuse / fossé humide non entretenu	0 - 2 - 5
J	Milieux rocheux	Liste : paroi non ombragée / paroi ombragée / éboulis stable ou instable / blocs / dalle / autres affleurements rocheux / murette ou tas de pierre / grotte / gouffre ou grandes diaclases fraîches	0 - 2 - 5
TOTAL 2 (valeur absolue / relative)			
TOTAL GENERAL (v. abs. / rel.)			



Habitats ou espèces remarquables observés : Commentaire sur le diagnostic IBP et recommandations :

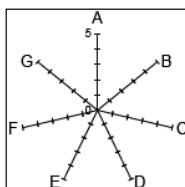
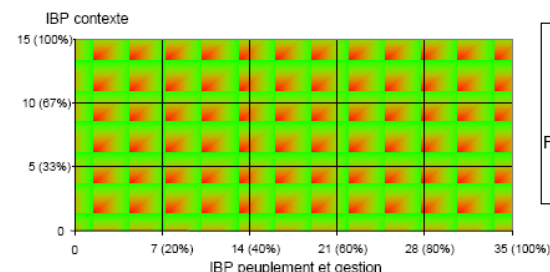
L'INDICE DE BIODIVERSITE POTENTIELLE (IBP)

Fiche de relevé « placette d'échantillonnage » (rubriques obligatoires en gras)

LOCALISATION DU RELEVÉ	REFERENCES DU RELEVÉ
Domaine biogéographique : atlantique / continental / méditerranéen	Nom du relevé :
Etage de végétation : planitiaire et collinéen / mont. / subalpin / supra ou mésoméd.	Surface parcourue (ha) :
Département : Commune :	Date :
Site (forêt, massif ou territoire) :	Noms des observateurs :
Sous-site :	Propriétaire des données IBP :
Nom forêt - n° de parcelle :	
Propriétaire, gestionnaire :	
Contact accès forêt :	
Coordonnées du relevé : Alt. (m) :	

PEUPLEMENT			EVALUATION IBP		
Structure (futaie = F, taillis = T) : F rég. (T<25%) / F irrég. (T<25%) / T sans F / mélange F+T, riche (F>25%) / mélange F+T, pauvre (F<25%)			Version IBP :		
Couvert : fermé > 75 % / entrouvert : 40 % - 75 % / ouvert < 40 %			Echelle de relevé : peuplement / type peupl. / parcelle / placette		
Stade : génération 1 / génération 2 et +			Méthode d'évaluation :		
Phase sylvigénétique : rajeunissement (semis-perchis) / initiale (PB + qq BM) / optimale (BM-GB) / terminale (TGB-GB) / déclin (mortalité, abs semis) / irrégul.			échantillonnage → surface totale (ha) :		
Type de peuplement (doc. d'aménagement ou étude) :			→ nom groupe relevés :		
Peuplement (descriptif) :			Fertilité : moy. fertile à fertile / peu ou très peu fertile		
Type d'habitat potentiel :			Forme d'humus :		
Type de sylvo-faciès :			Station et catalogue de réf. :		
Statut (production, protection...) :			Commentaires sur le relevé :		

Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière		
Végétation		
A	Essences forestières autochtones	Autochtones comptabilisés - liste (plafonnée à 5 essences) :
		Couvert libre de l'ensemble des autochtones en 1/10 =
		Exotiques non comptabilisés - liste :
B	Structure verticale végétation	Couvert strates en 1/10 : herb. + semi-ligneux = / feuillage bas =
		feuillage intermédiaire = / feuillage haut =
Microhabitats liés aux arbres (quelle que soit l'essence, autochtone ou non)		
C	Bois mort sur pied de «grosse» circonférence (BMP)	Nombre de BMP (non plafonné) =
D	Bois mort au sol de «grosse» circonférence (BMS)	Nombre de BMS (non plafonné) =
		Présence de petits bois morts au sol : oui / non
E	Très gros bois vivants (TGB)	Nombre de TGB (non plafonné) =
F	Arbres vivants porteurs de microhabitats (mh)	Nombre de microhabitats (non plafonné) :
		cavité à terreau ou bois carié = / bois apparent =
		cavité vide = / cavité remplie d'eau =
		fente ou décollement d'écorce = / lierre, gui ou autres lianes (>1/3) =
		coulée de sève (résine exclue) = / champignon =
	charpentières ou cime brisée (d>20 cm) = / bois mort dans houpier (>20%) =	
Habitats associés		
G	Milieux ouverts	Peuplement clair à végétation de milieu ouvert (pas de trouées nettement identifiables) : % =
		En dehors des zones de peuplement clair (identifiées précédemment) :
		- surf. trouées (< 1,5 Ha) en m² = - long. lisières en m =
Facteurs liés au contexte, résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais pouvant être modifiés par l'activité forestière		
H	Continuité temporelle de l'état boisé	Signes de discontinuité temporelle :
Habitats associés		
I	Habitats aquatiques	Liste : source / ruisseau / rivière ou fleuve / bras mort / mare / étang / lac / tourbière / marais / zone marécageuse / fossé humide non entretenu
J	Milieux rocheux	Liste : paroi non ombragée / paroi ombragée / éboulis stable ou instable / blocs / dalle / autres affleurements rocheux / murette ou tas de pierre / grotte / gouffre ou grandes diaclases fraîches



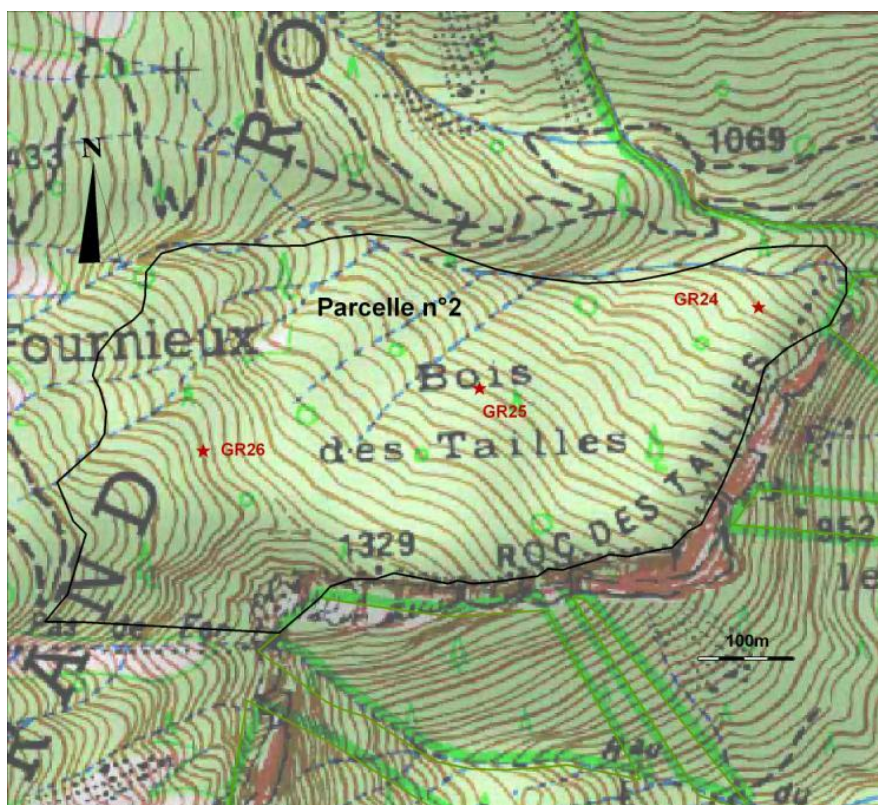
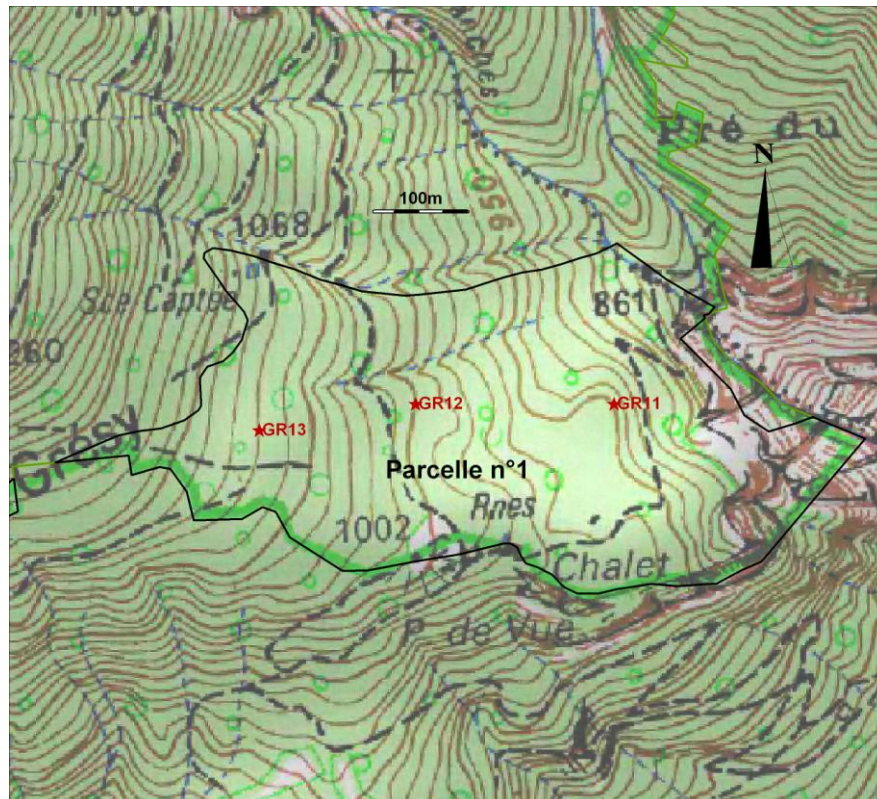
Habitats ou espèces remarquables observés : Commentaire sur le diagnostic IBP et recommandations :

**Définition des facteurs permettant de calculer l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)
dans les domaines atlantique et continental**

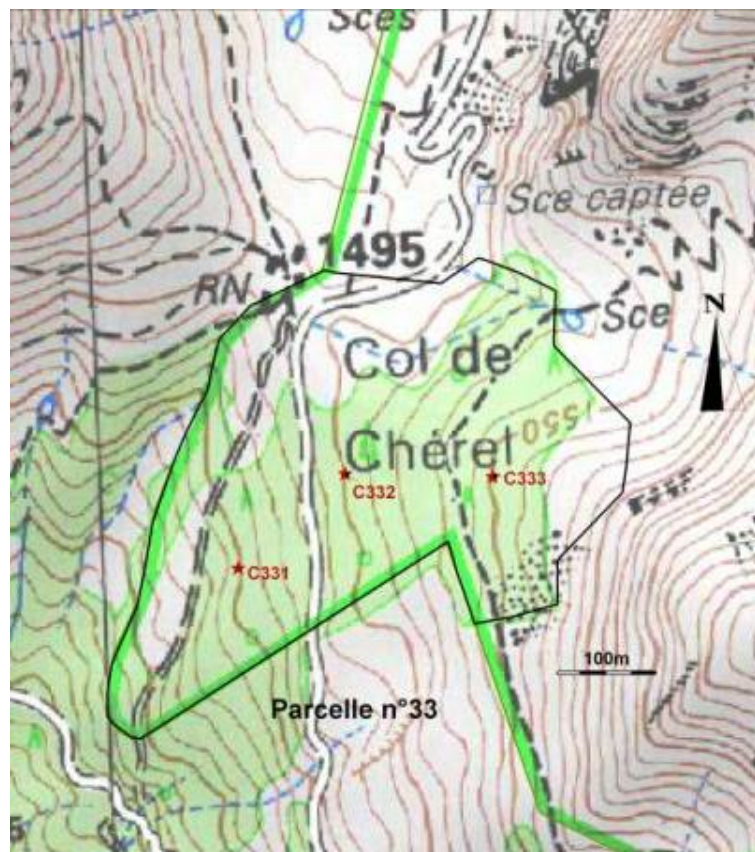
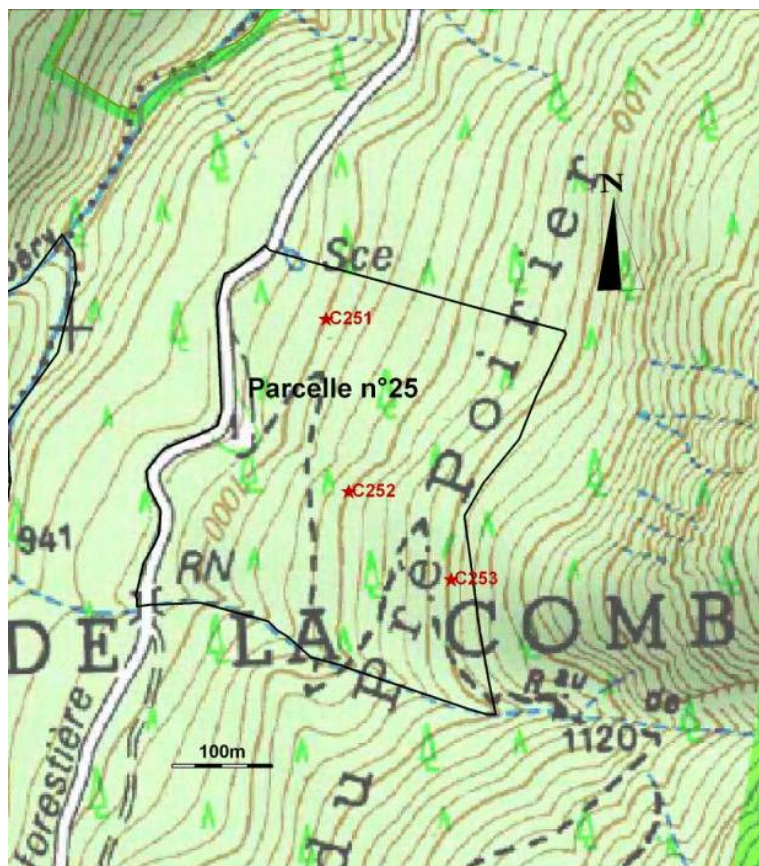
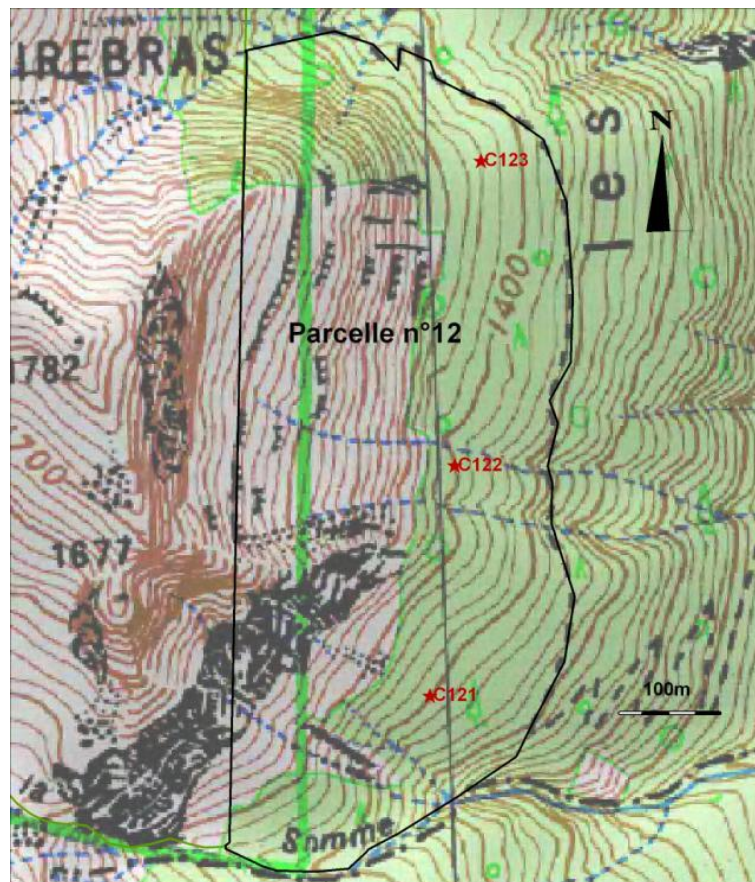
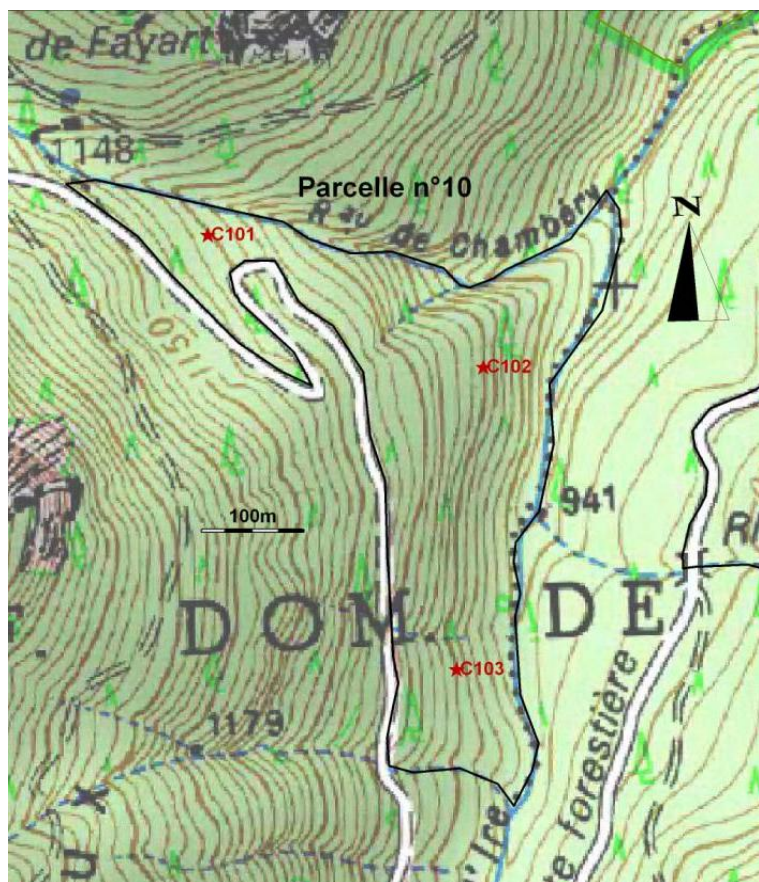
DEFINITION DES FACTEURS		valeur = 0	valeur = 2	valeur = 5
Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière				
Végétation				
A	Essences forestières autochtones * parmi la liste de genres suivante (sans distinction d'espèces) à restreindre aux essences autochtones de la région : Alisier, Cormier et Sorbier (= Sorbus) / Aulne / Bouleau / Charme / 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 / Pommier / Poirier / Sapin / Saule / Tilleul * arbre vivant ou mort, quel que soit son stade de développement, mais h>50cm * valeur plafonnée à 2 si le couvert libre de l'ensemble des essences autochtones est inférieur à 1/10 (10%)	étages autres que subalpin		
		0, 1 ou 2 genres	3 ou 4 genres	5 genres et plus
		étage subalpin		
		0 ou 1 genre	2 genres	3 genres et plus
B	Structure verticale de la végétation * 4 strates : strate herbacée et semi-ligneuse / sur les ligneux, strate du feuillage : bas (<7m) / intermédiaire (7-20m) / haut (>20m) * 1 ligneux est compté dans toutes les strates occupées par le feuillage * chaque strate recouvrant au moins 1/10 (10%) de la surface décrite	1 ou 2 strates	3 strates	4 strates
Microhabitats liés aux arbres (quelle que soit l'essence, autochtone ou non)				
C	Bois mort sur pied de « grosse » circonférence * arbres, chandelles (ou souches hautes ≥ 1 m) * cas général : C à 1,3 m ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm) * cas des essences (sauf Pins) sur stations peu à très peu fertiles ou de l'étage subalpin ou des essences n'atteignant jamais de très grosse dimension (Poirier, Pommier, Sorbier...) : C à 1,3 m ≥ 90 cm (D ≥ 30 cm)	< 1 pied/ha	≥ 1 et < 3 pieds/ha	3 pieds/ha et plus
D	Bois mort au sol de « grosse » circonférence (longueur ≥ 1m) * cas général : C gros bout ≥ 120 cm (D ≥ 40 cm) * cas des essences (sauf Pins) sur stations peu à très peu fertiles ou de l'étage subalpin ou des essences n'atteignant jamais de très grosse dimension (Poirier, Pommier, Sorbier...) : C gros bout ≥ 90 cm (D ≥ 30 cm) * valeur plafonnée à 2 si les bois morts plus petits sont absents	< 1 tronc/ha	≥ 1 et < 3 troncs/ha	3 troncs/ha et plus
E	Très gros bois vivants * cas général : C à 1,3 m ≥ 220 cm (D ≥ 70 cm) * cas des essences (sauf Pins) sur stations peu à très peu fertiles ou de l'étage subalpin ou des essences n'atteignant jamais de très grosse dimension (Poirier, Pommier, Sorbier...) : C à 1,3 m ≥ 140 cm (D ≥ 45 cm)	< 1 pied/ha	≥ 1 et < 5 pieds/ha	5 pieds/ha et plus
F	Arbres vivants porteurs de microhabitats * types de microhabitat : trou de pic et autres cavités vides (Ø > 3 cm) / cavité à terreau (Ø > 10 cm) ou grande plage de bois carié (S > 600 cm ² = A4) / cavité remplie d'eau (= dendrotelme ; Ø > 10 cm) / plage de bois sans écorce, non cariée (S > 600 cm ² = A4) / fente profonde (largeur > 1 cm), ou décollement d'écorce formant un abri / coulée de sève (résine exclue) / champignon saproxylique coriace / charpentière ou cime récemment brisée (Ø > 20 cm) / quantité importante de bois mort dans le houppier (>20% vol. branches vivantes et mortes) / épiphytes ou gui ou lierre ou autres lianes (>1/3 surface du tronc ou du houppier) * 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 * compter au maxi 2 arbres/ha par type de microhabitat	< 1 pied/ha	≥ 1 et < 6 pieds/ha	6 pieds/ha et plus
Habitats associés				
G	Milieux ouverts * 2 catégories : trouée ou petite clairière, de taille inférieure à 1,5 fois la hauteur dominante (Ho) du peuplement environnant ; lisière avec un espace ouvert : grande trouée ou clairière (> 1,5 Ho), large chemin (traversant le peuplement : compter 2 lisières ; en bordure : compter 1 lisière), lande, pré, culture... * ne comptabiliser qu'en présence d'une végétation spécifique de milieu ou peuplement ouvert (plantes à fleurs et strate herbacée, floraison plus abondante : ronce, genêt...) * permanents (pelouses) ou temporaires * relevé en % de la surface de végétation spécifique (pour les lisières: 50m/ha=1%) * valeur plafonnée à 2 si peuplement peu dense ou à feuillage clair avec végétation de milieu ouvert, mais sans trouées nettement identifiables, sauf au subalpin	étages autres que subalpin		
		0%	< 1% ou > 5%	1 à 5%
		étage subalpin		
		< 1%	1 à 5%	> 5%
Facteurs liés au contexte, résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais pouvant être modifiés par l'activité forestière				
Continuité temporelle de l'état boisé				
H	Continuité temporelle de l'état boisé * parcelle n'ayant jamais été défrichée = forêt ancienne, ce qui correspond généralement à des peuplements qui n'ont pas subi de discontinuité depuis au moins 200 ans, ce qui peut être évalué à partir de la Carte de Cassini ou de la carte d'Etat-major (http://www.geoportail.fr) ou en utilisant d'autres sources plus récentes : cadastre napoléonien, archives, plan terrier...	peuplement ne faisant pas partie d'une forêt ancienne	peuplement jouxtant une forêt ancienne ou ayant été partiellement défriché	peuplement faisant nettement partie d'une forêt ancienne
Habitats associés				
I	Habitats aquatiques * types : source / ruisseau / rivière ou fleuve / bras mort / mare / étang / lac / tourbière / marais / zone marécageuse / fossé humide non entretenu * permanent ou temporaire ; à l'intérieur ou en bordure du peuplement décrit	absents	1 seul type (homogènes)	2 types et plus (diversifiés)
J	Milieux rocheux * types (à comptabiliser s'ils couvrent plus de 1% de la zone notée) : barre rocheuse ou paroi, non ombragée par le peuplement / barre rocheuse ou paroi, ombragée par le peuplement / éboulis stable ou instable / blocs (> 20 cm) / dalle / autres affleurements rocheux / grotte / gouffre ou grandes diaclases fraîches / murette ou tas de pierre * à l'intérieur ou en bordure du peuplement décrit	absents	1 seul type (homogènes)	2 types et plus (diversifiés)

Annexe 8 : Localisation des placettes dans chaque parcelle

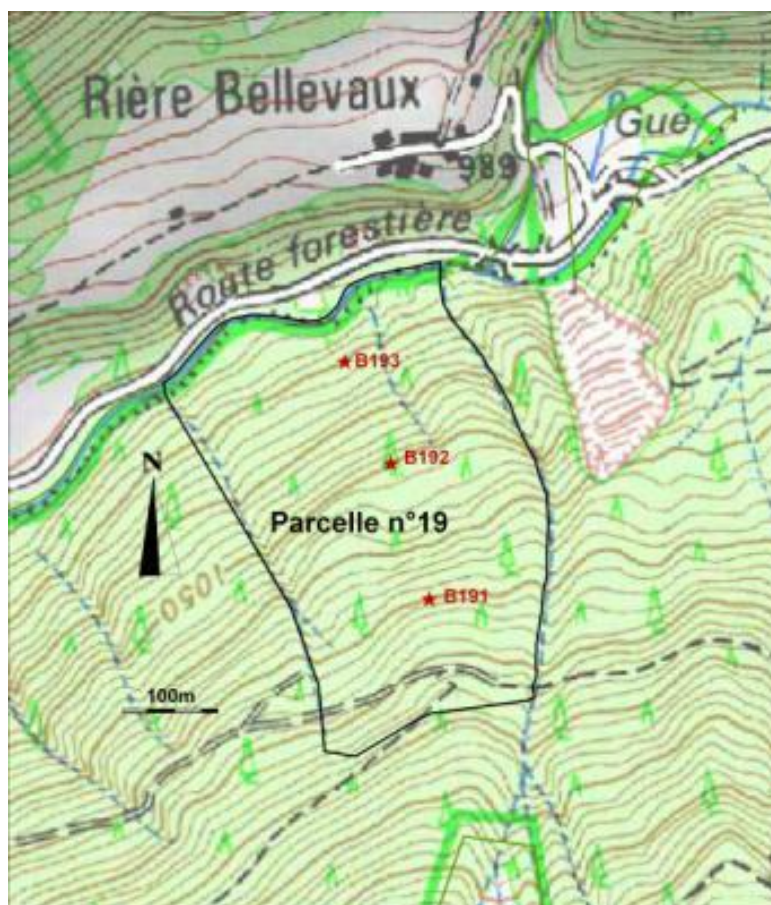
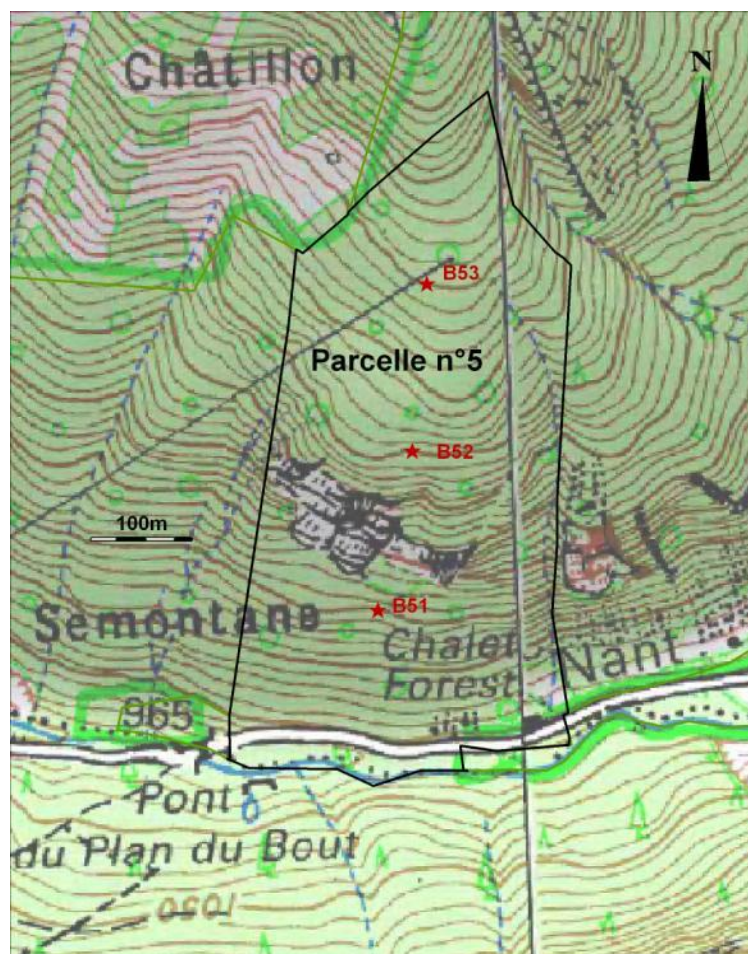
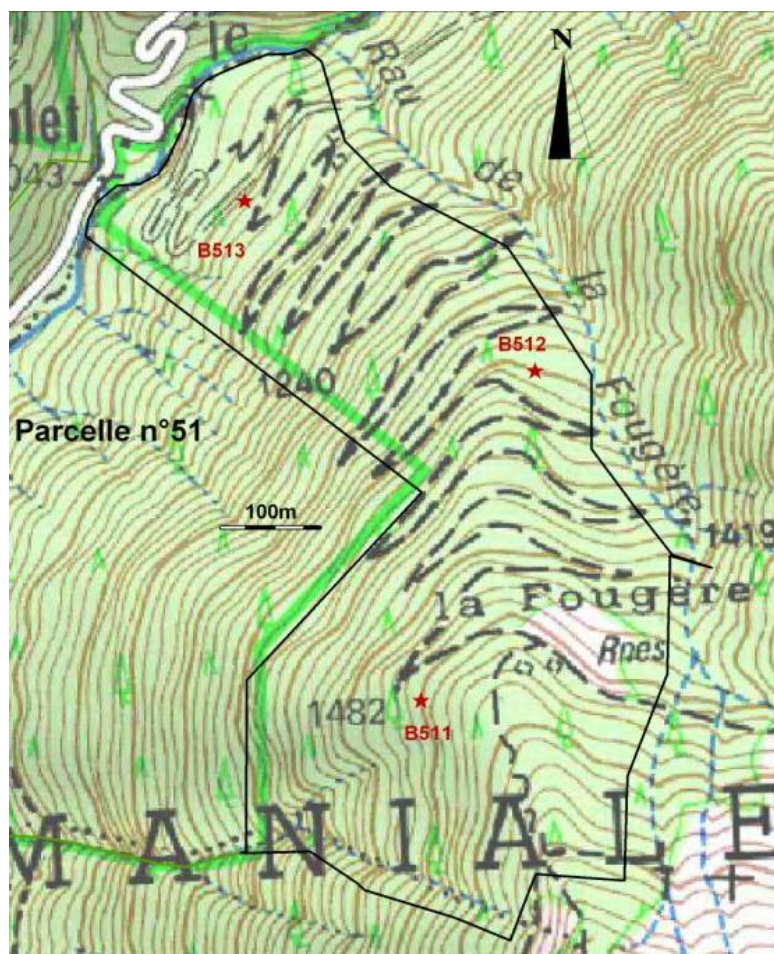
- Forêt du Grand Roc



- Forêt de La Combe d'Ire



- Forêt de Bellevaux



Annexe 9 : Amorce de liste d'espèces indicatrices

Le recensement d'espèces indicatrices donne des informations sur la valeur biologique des forêts (espèces inféodées au bois mort ou à un couvert forestier continu, à faible capacité de dispersion). Des inventaires ont déjà été réalisés ponctuellement dans les Bauges concernant les oiseaux (site Natura 2000 des Hautes Bauges), les coléoptères saproxyliques* (Dodelin 2007b et 2009), les hétérocères, (Francoz, com. pers.), les champignons et la flore protégée.

L'objectif d'établir une liste d'espèces indicatrices est d'identifier des espèces qui, du fait de leur présence, permettent de localiser les parcelles de forêts à haute valeur biologique potentielle. Non exhaustive, elle est composée d'espèces associées aux forêts, potentiellement présentes dans le Massif des Bauges.

La liste des espèces animales a été réalisée à partir de l'inventaire Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Massif des Bauges, des listes d'espèces des bases de données des Atlas du CORA Savoie et LPO Haute Savoie réalisés à partir d'observations naturalistes participatives ainsi que des inventaires naturalistes réalisés par le Parc. Les habitats des espèces ont été déterminés à partir des ouvrages naturalistes suivants :

- Jonsson, L. 2000. Les Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Nathan. Belgique. 559p
- Arnold N., Oenden D. 2010. Le guide Herpeto. Les guides du Naturaliste. Delachaux et Niestlé. Paris. 290p.
- Macdonald D., Barrett P. 1995. Guide complet des Mammifères de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé. Paris. 304p.

Les espèces non forestières ont été supprimées. Pour les mammifères, seules les espèces listées dans les annexes de la directive européenne « habitat, faune, flore » ont été conservées. Ces espèces ont l'avantage d'être facilement reconnaissables et ont parfois un rôle d'espèces parapluie pour des milieux ou des cortèges d'espèces plus difficiles à identifier. Pour les oiseaux, les espèces indicatrices ont été sélectionnées par Jean-Noël Avrillier (CORA Savoie). Les insectes n'ont pas été listés à cause de leurs difficultés d'observation et de reconnaissance. On peut néanmoins citer la Rosalie des Alpes (*Rosalia alpina*), citée à l'annexe 1 de la directive habitat, qui pond sur les bois mort de Hêtres exposés au soleil et émerge parfois 15 ans après. Elle est donc très liée au vieux bois mort.

Nom binomial	Nom vernaculaire	IUCN	Protection		Habitat
			Fra	UE	
Amphibiens					
<i>Alytes obstetricans</i>	Alyte accoucheur, Crapaud accoucheur	LC	N	Ann. IV	Jq 2400m. Endroits ensoleillés et vallonnés, forêts, terres cultivées, carrières, sablières, éboulis, pentes rocheuses, berges. Refuges de jour : dans des fissures, murs de pierres sèches, sous du bois mort, pierres, dalles, terriers
<i>Bombina variegata</i>	Sonneur à ventre jaune	VU	N	Ann. II	Plans d'eau ouverts, souvent ensoleillés, peu profonds, avec peu de végétation, ruisseaux, en montagne
<i>Pelodytes punctatus</i>	Pélodyte ponctué	LC	N		Terrestre, milieux secs ou légèrement humides, jq 1500m, bois clairs, buissons, zones cultivées, végétation à la base des murs, très petits ruisseaux. Refuges diurnes sous des pierres terriers, failles.
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	LC	N	Ann. V	Proximité des mares et ruisseaux, montagnarde au S. Multitude d'habitats humides, souvent ombragés. Bois, végétation dense, landes, zones cultivées jardins.
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandre tachetée	LC	N		Commune <800m, forêts humides et fraîches de feuillus, parfois forêts de résineux, aquatique à haute altitude, sous écorces mortes, souches, pierres

Nom binomial	Nom vernaculaire	IUCN	Protection		Habitat
			Fra	UE	
Mammifères					
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe, Barbastelle	LC	N	Ann. II	Vallées boisées, coteaux, régions montagneuses, parcs, agglomérations, greniers, fissures, volets, trous d'arbres, nichoirs, grottes (hiberne dans grottes et arbres creux)
<i>Canis lupus</i>	Loup	VU	N	Ann. II*	Paysages plus ou moins ouverts : forêts claires ou denses, toundra, plaine et montagne, refuges: ancien terrier, grotte, broussailles, racines, sous des rochers
<i>Eptesicus nilssonii</i>	Sérotine de Nilsson	LC	N	Ann. IV	Contreforts montagnards. Été jq 2290m : Bois clairs, broussailles, villages, bâtiments avec ardoises, tôles, cheminées, volets, charpentes, blocs de rocher, crevasses. Trous d'arbres, tas de bois. Hiver jq 2200m : grottes, mines, caves.
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	LC	N	Ann. IV	Urbain, parcs, prairies, lisières de bois, bois, haies hautes, routes. Anthropophile. Bâtiments, murs, chevrons, poutres. Volets, lambris, enseignes. Hiver : bâtiments?
<i>Felis silvestris</i>	Chat sauvage	LC	N	Ann. IV	Jq 1000m. forêts de feuillus, voisinage des clairières naturelles, gîte dans arbre creux, broussailles, crevasse de rocher, terrier ou tronc renversé
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	LC	N	Ann. IV	Paysages karstiques et montagnes. forêts bordées de falaises et pentes des vallées, lisières. Réverbères
<i>Lepus timidus</i>	Lièvre variable	NT	N	Ann. V	650 à 3700m. Alpagnes, landes, zones rocailleuses, forêts
<i>Lynx lynx</i>	Lynx boréal	EN	N	Ann. II	700 à 1000 (voire 2700m). Forestier : forêts de résineux ou mixtes avec sous bois dense, régions montagneuses avec rochers, grottes, terriers, broussailles, rochers en surplombs, arbres renversés
<i>Martes martes</i>	Martre des pins, Martre	LC	N	Ann. V	Jq 2000m, forêts de résineux, de feuillus ou mixtes, évite les clairières. Parfois falaises et lieux rocheux, refuge : arbre creux, nids d'écureuils, nichoirs, crevasses et rochers, parfois grenier, terrier
<i>Muscardinus avellanarius</i>	Muscardin	LC	N	Ann. IV	Jq 1600m, bois de feuillus, taillis, broussailles, haies, ronciers en forêt, nid : avec herbes, feuilles, écorces dans buisson, nichoir, arbre creux
<i>Mustela putorius</i>	Putois d'Europe, Furet	LC	N	Ann. V	Plaines boisées, bords des rivières, marais, souvent près fermes, lieux secs. Terrier : vieilles garennes, crevasse de rocher
<i>Myotis bechsteini</i>	Murin de Bechstein	NT	N	Ann. II	Bois mixtes et humides, pinèdes, parcs jardins. Toute l'année : trous d'arbre, parfois bâtiments. Hiver : grottes, mines et bâtiments
<i>Myotis blythii</i>	Petit murin	NT	N	Ann. II	Jq 1960m. Régions chaudes un peu boisées et broussailles, paysages karstiques, parcs, milieux urbains. Grottes chaudes, greniers, arbres creux. Hiver : grottes, mines
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	LC	N	Ann. IV	Jq 750m en été, 1400m en hiver? Plaine, bois clairs, bords des plans d'eau, arbres creux ou crevasses de rochers, greniers. Mâles isolés : crevasses, ponts, murailles. Hiver : grottes, mines, caves.
<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	LC	N	Ann. II	Paysages ouverts et légèrement boisés, parcs et agglomérations, chaleur : bâtiments, grottes. Été : Greniers chauds, clochers, nichoirs ou trou d'arbre. Hiver : grottes, mines et caves, à découvert mais protégé : grandes cavités
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	LC	N	Ann. IV	Prairies, lieux boisés, proximité de l'eau, anthropophile. Été : jq 1923m, arbre (derrière écorce), bâtiment, fissures de mur, sous les toits. Hiver : grottes, mines, rochers.
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	LC	N	Ann. IV	Campagne cultivée avec des bois, plans d'eau, marais. Arbres creux en ville, fissures des murailles, greniers, nichoirs, fentes sous les ponts. Hiver : grottes, mines, éboulis à terre, parois ou plafond
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	NT	N	Ann. IV	Jq 2200m en été. Sylvicole. Gîtes : trous et crevasses d'arbres et bâtiments, nichoirs.
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	NT	N	Ann. IV	Jq 1923m. Bois et grands parcs, jardins et parcs urbains. Été : nid de pic (arbre ou fente de tronc pourri). Bâtiment, crevasse, pylone de béton creux, ponts, nichoirs. Hiver : arbres creux, crevasse, batiments, ponts

Nom binomial	Nom vernaculaire	IUCN	Protection		Habitat
			Fra	UE	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	NT	N	Ann. IV	Sylvicole, forêt de feuillus humides et pinèdes sèches, près de l'eau. Plaine, campagne cultivée, parcs, le long des bois. Été : arbres creux, fentes de tronc, fissures mirador chasse. Hiver : falaises, murs, arbres creux, grottes
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard brun	LC	N	Ann. IV	Jq >2000m. forêts claires de feuillus et résineux, parcs, jardins avec arbres. Trous d'arbres, nichoirs, greniers, grottes, volets, fissures de murs. Hiver : Bâtiments, grottes, parfois trous d'arbres isolés. Fissures de rochers, tuyaux, parois
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	LC	N	Ann. II	Régions chaudes, collines, plateaux et plaines, lieux boisés calcaires, greniers et bâtiments au N, grottes et mines au S. Hiver : grottes, mines et caves
<i>Rupicapra rupicapra</i>	Chamois	LC	N	Ann. V	Jq 3500m en été, alpages, zones des éboulis. Hiver : 800 à 2300m, forêt, pentes au vent
<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore		N	Ann. IV	Falaises, bâtiments élevés dans les grandes villes, collines boisées, steppes. Été : fissures de rocher, murailles. Hiver : grottes, caves, bâtiments élevés et arbres creux
Oiseaux					
<i>Aegolius funereus</i>	Chouette de Tengmalm	LC	N	Ann. I	Trous d'arbres (ex-loges Pic Noir), épicéa touffu, vieilles forêts de grands conifères avec quelques feuillus, forêts de hêtre en montagne
<i>Accipiter gentilis</i>	Autour des Palombes	LC	N*		Grandes zones forestières, chasse en terrains découverts et dans les prés
<i>Aquila chrysaetos</i>	Aigle royal	VU	N	Ann. I	Nids de branchages sur falaise et grands pins
<i>Circaetus gallicus</i>	Circaète Jean-le-blanc	LC	N	Ann. I	Collines parsemées de forêts
<i>Dendrocopos medius</i>	Pic mar	LC	N	Ann. I	Boisements de feuillus avec des chênes
<i>Dendrocopos major</i>	Pic épeiche	LC	N		Branches et troncs morts, poteaux télégraphiques, cheminées et volets. Milieux boisés, parcs, jardins.
<i>Dryocopus martius</i>	Pic noir	LC	N	Ann. I	Vieilles forêts de pins ou feuillus, surtout vieilles forêts mixtes. Loge dans pins ou hêtres
<i>Glaucidium passerinum</i>	Chevêchette d'Europe	VU	N	Ann. I	Forêts de conifères et mixtes, souvent en lisière de tourbières et clairières, hiver : terrains dégagés et cultivés, forêts de feuillus autour des fermes.
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	LC	N	Ann. I	Terrains ouverts et semi ouverts parsemés de forêts, bosquets, près lacs et cours d'eau
<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	VU	N	Ann. I	Régions vallonnées, paysages ou alternent vieilles forêts de feuillus, prairies et pâturages
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	VU	N		Boisements clairs et lisières, parcs et jardins
<i>Parus ater</i>	Mésange noire	NT	N		Boisements de conifères, bois de feuillus et jardins pourvus de conifères
<i>Pernis apivorus</i>	Bondrée apivore	LC	N	Ann. I	Cercle au dessus d'un bois, rarement posé à découvert
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Pouillot siffleur	VU	N		Hautes futaies ou bois mixtes aérés
<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot	LC	N		Vieux chênes, bois clairs de feuillus ou mixtes, parcs et jardins, niche dans cavité ajustée avec de la boue.

Les lignes en vert correspondent aux espèces qui sont très liées aux forêts et notamment aux forêts en libre évolution. Les autres espèces peuvent être retrouvées en forêts mais ne sont pas exclusives de ces milieux. Les abréviations sont détaillées en dernière page.

La liste des espèces végétales a été déterminée à partir de la liste des espèces protégées du Parc. Ont été conservées les espèces caractérisant une forêt à haute valeur écologique d'après JF Lopez (PNR Bauges).

Nom binomial	Nom vernaculaire	Rareté	Protection		Habitat
			F	UE	
<i>Corallorhiza trifida</i>	Corallorhize trifide, Racine de corail	R			1400 à 1900m. Forêts résineuses, hêtraies : pineraies, pessières, sapinières, hêtraies-sapinières. Craint coupes à blanc.
<i>Cypripedium calceolus</i>	Sabot de Vénus	R à tR	N	Ann. II	300 à 2000m. Sapinières-pessières, chênaies pubescentes, hêtraies-sapinières, hêtraies thermo-calicole, hêtraies-chênaies, pineraies, fruticées, lisières, peuplements ouverts, landes à genévrier nain
<i>Pyrola chlorantha</i>	Pyrole verdâtre	aR	R-A		Jq 1800m. plantation résineuses à l'étage collinéen, pineraies sèches, calcicole ou culminales, pessières, pelouses subalpines, mélézins.
<i>Pyrola media</i>	Pyrole intermédiaire	R	R-A		400 à 2000m. Pineraies, pessières, chênaies acidiphiles, cembraies, mélézins.

Abréviations :

Catégories pour la liste rouge IUCN, du moins au plus menacé:

LC : Préoccupation mineure, **NT** : Quasi-menacé, **VU** : Vulnérable, **EN** : En danger, **CR** : En danger critique d'extinction

Protection :

- En France :

N : Protection Nationale (Art. 411 du code de l'environnement), **N*** : Protection Nationale sauf autorisation de désaillage préfectorale; **R-A** : Protection en Rhône-Alpes (Arrêté du 04/12/90) ;

CA : Protection dans la Convention Alpine,

- En Europe :

Directive Habitat : Annexe II : Espèces animales et végétales d'Intérêt Communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC)

Annexe IV : Espèces animales et végétales d'Intérêt Communautaire qui nécessitent une protection stricte

Annexe V : Espèces animales et végétales d'Intérêt Communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion

Directive Oiseaux : Annexe I : Espèces qui font l'objet de mesures de conservation spéciale (Zones de Protection Spéciales : ZPS).

Rareté :

R : rare, **tR** : très rare, **aR** : assez rare

Utilisation de ces listes

Ces listes ne sont que des éléments pouvant aider à cibler les espèces recherchées lors d'inventaires.

Cette approche nécessite néanmoins la mobilisation de spécialistes et une pression de prospection trop importante pour être appliquée à l'échelle du massif. De plus, il n'existe pas toujours d'espèce indicatrice représentative de tous les milieux ou plusieurs associées chacune à un milieu.

L'intérêt des espèces est qu'il peut apporter des mesures réglementaires. Les données d'espèces observées (chouettes, pics...) doivent être utilisées comme des informations complémentaires, quand elles sont disponibles (naturalistes du Parc, saisie participative en ligne), sur un temps plus large. Cela n'est possible que pour des espèces facilement identifiables et caractéristiques. Cette approche ne doit donc être utilisée que ponctuellement, et être précédée d'une recherche sur des critères plus généraux comme l'ancienneté du couvert et la qualité du milieu.

Annexe 10 : Représentation graphique des critères d l'IBP par parcelles

