

Evaluation et typologie des vieilles forêts dans les Pyrénées centrales

Phase 2 du projet « Les vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées »



Mémoire de fin d'études avec comme dominante d'approfondissement « Gestion forestière »

Source de la photographie : Coralie Victoire (2013), Forêt domaniale du Burat.

AgroParisTech- ENGREF

Institut des sciences et
Industries du vivant et de
l'environnement

INP Toulouse - E.I Purpan

Sciences du vivant • Agriculture •
Agroalimentaire • Marketing •
Management

Evaluation et typologie des vieilles forêts dans les Pyrénées centrales

Phase 2 du projet « Les vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées »

Mémoire de fin d'études

Dominante d'approfondissement « Gestion forestière »

Résumé

Les vieilles forêts, derniers témoins d'un fonctionnement naturel de l'écosystème, présentent un degré de naturalité élevé. Ces forêts ne représenteraient plus que 30 000ha en France et seulement 50% seraient protégées. Ce constat alarmant et la méconnaissance de ces milieux et leur biodiversité associée sont à l'origine du projet « Vieilles Forêts Pyrénéennes » mené par le GEVFP dès 2008. Ce projet a comme objectifs de cartographier et d'inventorier de façon la plus complète possible les vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées.

Au total, 194 sites ont été répertoriés, soit une surface de 9500ha. De 2011 à fin août 2013, un peu plus d'un quart de la surface a été validée. Cet inventaire a permis de mettre en place une typologie des sites et des placettes basée sur des paramètres caractéristiques des vieilles forêts : la quantité de gros et très gros bois vivants, de bois morts, de microhabitats, les stades de saproxylation, la phase sylvigénétique et la présence d'activités humaines. L'étude a permis de mettre en évidence 28 sites avec un degré de naturalité élevé. Afin de préserver le potentiel d'accueil de ces sites, 12 RBI et 12 îlots de sénescence, de surfaces totales respectives de 2135ha et 524ha, sont proposés ainsi que des consignes de gestion pour la matrice intercalaire.

Abstract

The old-growth forests, the last control samples to natural working of ecosystem, present a high naturalness degree. These forests represent only 30 000 ha in France and that just 50% are protected. This alarming observation and the misreading about these environments and their associated biodiversity are at the origin of the project "Vieilles forêts pyrénéennes" lead by the GEVFP since 2008. The aim of this project is to exhaustively map and inventory the Pyrenean old-growth forests of Midi-Pyrénées.

In total, 194 sites have been identified, that being so a surface area of 9500ha. From 2011 to the end of august 2013, less than a quarter of this area has been pointed out. This inventory has allowed to set up a typology for sites and experimental plots, based on characteristic parameters of old-growth forests: quantity of very large and very very large living trees, of dead wood, of microhabitats, saproxylation types, sylvigenetic phases, human activities presence. The study has allowed highlight 28 sites with a high naturalness degree. In order to preserve the hosting potential of these sites, 12 integral biological reserves and 12 leave islands are proposed, of respective areas 2135ha and 524ha. Associated with this list of sites, we suggested management instructions for separating forest matrix.

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué au bon déroulement de mon stage de fin d'études et qui m'ont offert une expérience précieuse et de superbes souvenirs. Ce stage sur les vieilles forêts pyrénéennes m'a permis d'appréhender la forêt sous un nouveau jour.

Tout d'abord, je voudrais dire un grand merci à Jean-Marie Savoie, enseignant chercheur de l'école d'ingénieurs de Purpan et maître de stage extrêmement enthousiaste. Merci de m'avoir encadrée avec autant d'intérêt et d'attention. Merci d'avoir pris le temps de partager tes connaissances et de m'avoir fait découvrir les vieux peuplements pyrénéens et toutes les richesses qu'ils renferment. Même si la phase terrain n'a pas toujours été aisée, merci d'avoir été compréhensif et patient. Je ne garderai que de très bons souvenirs de cette expérience.

Merci à toute l'équipe d'entomologie : à Antoine Brin, à Hervé Brustel, à Eugénie Cateau et à Lionel Valladares. Ce n'est pas tous les jours que l'on croise une équipe aussi accueillante et dynamique. Grâce à votre bonne humeur constante, votre gentillesse et votre humour, le temps de stage passé parmi vous a été un vrai plaisir. Merci de m'avoir fait découvrir la vie cachée des forêts. Même si je ne retiendrai qu'une dizaine d'espèces saproxyliques, j'ai été heureuse de découvrir cet univers si vaste. Merci de l'avoir partagé.

Je remercie également toutes les personnes avec qui j'ai eu la chance de travailler pendant ces 6 mois et tout particulièrement l'équipe du CREN : Nicolas Goux, Frédéric Blanc, Sylvain Dejean et Marc Enjalbal. Les sorties musclées dans la neige avec vous furent un réel plaisir.

Merci à l'équipe « thésard(e)s et stagiaires » pour tous les échanges passionnés, les théories houleuses et les bons moments passés.

J'aimerais remercier Myriam Issartel et Daniel Vallauri d'avoir accepté de participer à mon jury de soutenance, merci pour le temps accordé.

Merci à Simon Rizzetto de m'avoir soutenu en tout temps.

Et enfin, je voudrais remercier Gleu. Merci de m'avoir parlé du stage, de m'avoir intégrée aussi facilement et gentiment, d'avoir été avec Ana Cassigneul des collègues de bureau aussi géniales et drôles, de m'avoir fait partager ton univers, de ne pas m'avoir abandonnée face aux statistiques et au mémoire, d'avoir toujours été là quand j'en avais besoin et d'avoir été une aussi bonne « marraine » et amie.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Table des figures | 3 |
| Liste des tableaux | 4 |
| Table des annexes | 5 |
| Acronymes utilisés | 6 |
| Introduction | 7 |
| 1. Les vieilles forêts : définitions et caractéristiques | 8 |
| 1.1 Clarification des notions liées à la naturalité | 8 |
| 1.1.1 Attributs des écosystèmes forestiers pour définir une vieille forêt | 8 |
| 1.1.2 Notions de naturalité en milieu forestier | 9 |
| 1.2 Caractéristiques des vieilles forêts | 11 |
| 1.2.1 A l'échelle de l'arbre | 11 |
| 1.2.2 A l'échelle du peuplement | 12 |
| 2. Le projet «Vieilles Forêts Pyrénéennes » : contexte, enjeux et objectifs | 14 |
| 2.1 Le contexte forestier en Midi-Pyrénées | 14 |
| 2.2 A l'origine du projet VFP | 16 |
| 2.3 Enjeux et objectifs de l'étude | 17 |
| 3. Phase I du projet VFP | 18 |
| 3.1 Recensement et cartographie des sites d'intérêt potentiel | 18 |
| 3.2 Evaluation approfondie de sites connus | 19 |
| 3.2.1 Choix des sites | 19 |
| 3.2.2 Paramètres relevés | 19 |
| 3.2.3 Résultats de l'étude approfondie des sites connus | 20 |
| 3.3 Choix d'une méthode simplifiée pour évaluer tous les sites cartographiés | 21 |
| 4. Phase II du projet VFP | 22 |
| 4.1 Méthode d'évaluation des sites | 22 |
| 4.2 Phase terrain : description des zones homogènes vieilles forêts | 25 |
| 4.2.1 Informations concernant le site | 25 |
| 4.2.2 Informations concernant la placette | 25 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 4.2.3 | Bilan de la phase terrain | 28 |
| 5. | Synthèse des résultats | 29 |
| 5.1 | Typologie des placettes | 29 |
| 5.1.1 | Sélection des critères permettant de faire des groupes homogènes de placettes | 29 |
| 5.1.2 | Description des groupes de placettes | 32 |
| 5.2 | Clé de détermination pour la typologie des placettes | 36 |
| 5.3 | Typologie des sites | 37 |
| 5.4 | Propositions de gestion des sites VFP et de leur matrice intercalaire | 39 |
| 5.4.1 | Proposition de gestion pour les VFP | 39 |
| 5.4.2 | Proposition de gestion pour la matrice intercalaire | 42 |
| 6. | Discussion | 43 |
| 6.1 | Amélioration du protocole | 43 |
| 6.1.1 | Comment évaluer correctement l'hétérogénéité d'un site ? | 43 |
| 6.1.2 | Comment distinguer ce qui est de la VF de ce qui n'en est pas? | 44 |
| 6.1.3 | Quelles améliorations peuvent-être apportées au protocole ? | 44 |
| 6.2 | Une typologie à compléter | 45 |
| 6.3 | Comparaison avec des projets aux thématiques similaires | 45 |
| 6.3.1 | Le projet « Forêts anciennes de Méditerranée et des montagnes limitrophes » | 45 |
| 6.3.2 | Le réseau de Forêt Rhônalpines en Evolution Naturelle (FRENE) | 46 |
| 6.4 | Après le projet VFP | 47 |
| Conclusion | | 48 |
| Bibliographie | | 49 |
| Liste des contacts | | 52 |
| Table des annexes | | 54 |

Tables des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1. — Cycle sylvigénétique (source : <i>lamaisondalzaz.wordpress.com</i>) | 9 |
| Figure 2. — Très très gros bois de sapin d'un diamètre de 130cm. Forêt domaniale de Burat. | 11 |
| Figure 3. — Peuplement de VF caractéristique par ses nombreux bois morts, dont des GB et TGB. Forêt domaniale de Burat. | 13 |
| Figure 4. — Les sylvoécórégions de la grande région écologiqué des Pyrénées (IFN, 2011) | 14 |
| Figure 5. — Répartition des peuplements monospécifiques et en mélange selon les sylvoécórégions de la GRECO des Pyrénées (d'après IFN, 2011)..... | 15 |
| Figure 6. — Surfaces de forêts de production (hors peupleraies) et autres forêts des différentes sylvoécórégions de la GRECO des Pyrénées (d'après IFN, 2011)..... | 15 |
| Figure 7. — Volume de bois par essence en forêt de production de la GRECO Pyrénées (IFN, 2011). | 15 |
| Figure 8. — Cartographie des sites de VFP recensés sur les 3 départements de l'étude. | 24 |
| Figure 9. — Niveau de naturalité des groupes typologiques des placettes. | 33 |
| Figure 10. — Clé de détermination permettant la classification des placettes. Pour classer une placette dans un groupe, il faut qu'elle réponde obligatoirement à <u>tous</u> les critères indiqués. Le code couleur utilisé pour les noms des groupes typologiques des placettes est celui appliqué à la typologie des sites | 36 |
| Figure 11. — Carte de la typologie des sites issue de l'analyse des données terrain | 38 |
| Figure 12. — Propositions de gestion pour les sites évalués de Haute-Garonne..... | 41 |

Liste des Tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1. — Répartition des sites potentiellement intéressants en Midi-Pyrénées. Résultats intermédiaires d'août 2013. | 22 |
| Tableau 2. — Critères de reconnaissance des stades de saproxylation..... | 26 |
| Tableau 3. — Coefficient attribué par type de microhabitat permettant d'obtenir une note microhabitat sur 32 points. | 27 |
| Tableau 4. — Bilan de la phase terrain fin août 2013. | 28 |
| Tableau 5. — Caractéristiques des groupes typologiques de placette. Les critères de différenciation des placettes ont surlignés en rouge. Les caractères en gras sont des caractéristiques importantes mais pas déterminantes des groupes..... | 32 |
| Tableau 6. — Bilan sur le niveau de naturalité des sites évalués fin août 2013. | 37 |
| Tableau 7. — Bilan des propositions de gestion pour les sites à haute et très haute naturalité. | 40 |
| Tableau 8. — Comparaison des notes IBP et de la méthode multicritères pour les sapinières, pures ou en mélange avec du hêtre, des forêts anciennes de la région Méditerranéenne et des VFP. | 46 |

Tables des annexes

| | |
|--|----|
| <u>Annexe 1</u> : Caractéristiques des sites sélectionnés pour l'étude approfondie de la phase I du projet VFP. | 55 |
| <u>Annexe 2</u> : Carte des Peuplements de VFP de Hautes-Pyrénées..... | 56 |
| <u>Annexe 3</u> : Carte des Peuplements de VFP en Haute-Garonne..... | 57 |
| <u>Annexe 4</u> : Carte des Peuplements de VFP en Ariège..... | 58 |
| <u>Annexe 5</u> : Fiche de terrain VFP..... | 58 |
| <u>Annexe 6</u> : Instructions pour renseigner la fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des VF..... | 61 |
| <u>Annexe 7</u> : Grille de notation des facteurs permettant de calculer l'IBP des peuplements (Larrieu et Gonin, 2009) | 68 |
| <u>Annexe 8</u> : Interprétation de la note IBP (Larrieu et Gonin, 2009)..... | 70 |
| <u>Annexe 9</u> : Contribution des facteurs de l'AFC 1..... | 71 |
| <u>Annexe 10</u> : Répartition des relevés sur le plan factoriel pour la première AFC. | 72 |
| <u>Annexe 11</u> : Pourcentages respectifs d'inertie de l'AFC 1 et de l'AFC 2. | 73 |
| <u>Annexe 12</u> : Contribution des facteurs de l'AFC 2..... | 74 |
| <u>Annexe 13</u> : Répartition des relevés sur le plan factoriel pour la deuxième AFC. | 75 |
| <u>Annexe 14</u> : Carte du classement des sites de Hautes-Pyrénées | 76 |
| <u>Annexe 15</u> : Carte du classement des sites d'Ariège..... | 77 |
| <u>Annexe 16</u> : Propositions de gestion pour les sites évalués de Hautes-Pyrénées. | 78 |
| <u>Annexe 17</u> : Propositions de gestion pour les sites évalués d'Ariège..... | 79 |
| <u>Annexe 18</u> : Liste des sites à proposer en RBI..... | 80 |
| <u>Annexe 19</u> : Liste des sites à proposer en îlots de sénescence. Les sites à très haute naturalité apparaissent en vert foncé alors que les hautes naturalités sont en vert clair. | 81 |
| <u>Annexe 20</u> : Tarif de cubage simplifié pour l'estimation rapide du volume de bois mort de résineux (Rossi <i>et al.</i> , 2013)..... | 82 |
| <u>Annexe 21</u> : Tarif de cubage simplifié pour l'estimation rapide du volume de bois mort de feuillus (Rossi <i>et al.</i> , 2013). | 83 |

Acronymes utilisés

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances
BMD : Bois Mort Debout
BMS : Bois Mort au Sol
CAH : Classification Hiérarchique Ascendante
CBNPMP : Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
CREN : Conservatoire Régional des Espaces Naturels
CRPF : Centre Régionale de la Propriété Forestière
DREAL : Direction Régional de l'Environnement, l'Aménagement et du Logement
EIP : Ecole d'Ingénieurs de Purpan
FRENE : Forêts Rhônalpines en Evolution Naturelle
GB : Gros Bois (diamètre >40cm)
GEVFP : Groupe d'Etude des Vieilles Forêts Pyrénéennes
GRECO : Grande Région ECOlogique
IDF : Institut pour le Développement Forestier
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
MH : Micro-Habitat
ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
ONF : Office National des Forêts
PB : Petit Bois
PNP : Parc National des Pyrénées
SCAP : Stratégie de Création d'Aires protégées
SER : SylvoEcoRégion
SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique
TGB : Très Gros Bois (Diamètre >70cm)
TTGB : Très Très Gros Bois (Diamètre >100cm)
VF : Vieille Forêt
VFP : Vieilles Forêts Pyrénéennes

Introduction

Dans le contexte actuel, avec l'extension des activités humaines et le changement climatique global, la forêt est soumise à de nombreuses pressions. En France, les forêts doivent remplir différentes fonctions : la production de bois, l'accueil du public, la préservation de la biodiversité... Les grands objectifs autour de ces peuplements boisés ne sont pas forcément faciles à accorder : répondre à la demande croissante en bois énergie et augmenter la production de bois d'œuvre tout en préservant la biodiversité.

Cette biodiversité n'est pas présente uniformément dans les écosystèmes. Les milieux possédant les plus grandes capacités d'accueil de diversité spécifique sont ceux présentant des hauts degrés de naturalité. La notion de naturalité rassemble les qualités majeures associées aux écosystèmes. Plus qu'une caractérisation des aspects écosystémiques, cette notion complexe rend compte de l'impact, naturel ou anthropique, passé et futur sur les milieux.

Les vieilles forêts (VF) font partie des milieux présentant un haut degré de naturalité. Alors que la forêt française couvre un tiers du territoire national, les peuplements forestiers où l'influence humaine a toujours été négligeable, ne représenteraient que 30 000ha (Barthod, 1997). Ces vieilles forêts présentent des caractéristiques fonctionnelles et de diversité biologique proche de l'état naturel. Les processus sylvigénétiques originaux présents dans ces peuplements, rares en forêts exploitées, sont à l'origine d'une mosaïque variées et complexes de stades forestiers. Ces forêts sont à la fois, une réserve en diversité biologique, la plus importante parmi tous les milieux naturels, et les derniers témoins d'un fonctionnement originel et spontané des forêts. Seuls 15 000ha de ces écosystèmes exceptionnels et rares sont protégés par un statut de réserve intégrale.

Ce constat alarmant et la méconnaissance de ces sites d'intérêt et de la faune et flore associées sont à l'origine du projet « Vieilles forêts Pyrénéennes » (VFP) commencé en 2008 par le Groupe d'Etude des Vieilles Forêts Pyrénéennes (GEVFP). Ce projet s'est donné comme objectifs de cartographier et d'inventorier de façon la plus complète possible les vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées. La phase I du projet a permis de répondre à la question : comment évaluer les VFP ? L'étude présentée dans ce mémoire intervient dans le cadre de la phase II du projet. Les résultats et conclusions de la première phase ont servi de support de travail pour cette étude.

L'objectif final est de proposer une liste de sites à intégrer dans un réseau cohérent assurant le suivi et la gestion de la biodiversité forestière. Pour déterminer quels sites sont les plus pertinents à préserver, il reste différentes problématiques à résoudre :

- Quelles sont les caractéristiques des peuplements de VFP ?
- Comment différencier les sites ?
- Quels degrés de naturalité sont présents dans ces VFP ?
- Comment gérer et préserver ces sites VFP ?

Après une brève partie de terminologie, on replace le projet dans son contexte, notamment avec un bilan de la phase I. On présente ensuite les résultats issus de l'inventaire des VFP réalisé jusqu'août 2013, que l'on analysera pour aboutir à une typologie. Enfin, on discutera du protocole et des améliorations possibles et on terminera par une comparaison avec des projets portant sur la même thématique.

1. Les vieilles forêts : définitions et caractéristiques

1.1 Clarification des notions liées à la naturalité

Le concept de vieille forêt date des années 70 (Hilbert et Wiensczyk, 2007). Cette thématique n'a été étudiée que récemment et ce terme peut être confondu avec d'autres : forêt naturelle, forêt ancienne, forêt primaire ou forêt mature. Les définitions varient d'ailleurs selon les auteurs. Il est important d'éviter toute confusion, c'est pourquoi nous présenterons succinctement chacune de ces notions.

La naturalité est une notion complexe et dynamique. Elle correspond à l'ensemble des qualités définissant la nature. On l'évalue en intégrant différentes caractéristiques liées à la qualité écologique des forêts et à l'impact passé et présent exercé sur ces milieux : la maturité, l'ancienneté, la diversité, l'indigénat, la complexité structurale, la continuité et la dynamique de végétation (Rossi *et al.*, 2013 ; Bastien *et al.*, 2011).

1.1.1 Attributs des écosystèmes forestiers pour définir une vieille forêt

1.1.1.1 L'ancienneté d'un massif forestier

Les adjectifs vieille et ancienne ont une signification proche voire similaire dans le langage courant. Mais, appliqués à la forêt, ils prennent des sens bien différents.

Au travers de la notion d'ancienneté, on exprime une continuité dans le temps de l'état boisé depuis au moins une date donnée (Gilg, 2004 ; Cateau, en préparation). On considère l'occupation du sol et non pas le peuplement forestier lui-même. En France, on prend comme référence, pour l'ancienneté, le minimum forestier du début du XIX^{ème} siècle (Cinotti, 1996). On appelle « forêt ancienne » un espace boisé en continu depuis cette date. On évalue ainsi l'ancienneté grâce aux cartes de Cassini ou d'Etat-Major. Ces cartes datent respectivement de la deuxième moitié du XVIII^{ème} siècle et première moitié du XIX^{ème} siècle (Vallauri *et al.*, 2012). Ce sont les plus anciennes que nous ayons.

1.1.1.2 La maturité du peuplement

La maturité d'un peuplement est son âge par rapport à la longévité naturelle. Ce terme fait référence à un stade sylvigénétique (Cf. Figure 1 : Cycle sylvigénétique). La qualité « maturité » ne doit pas être confondue avec une des phases qui la compose : phase « peuplement mature ». Il s'agit d'un peuplement qui a significativement passé l'âge d'exploitabilité et commence à présenter des attributs de maturité sans être encore en phase de déclin.

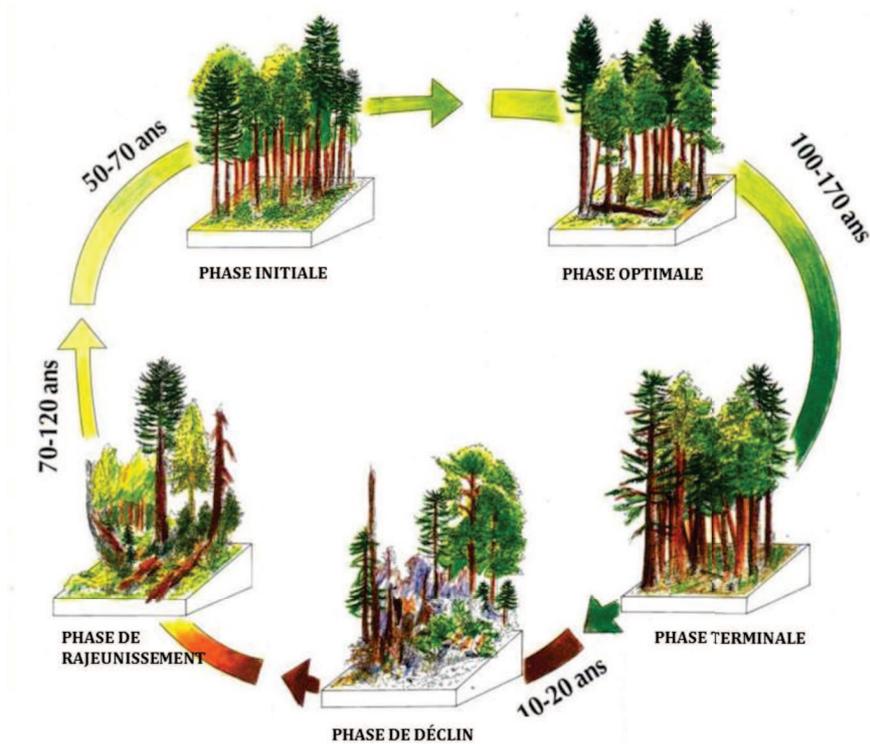


Figure 1. — Cycle sylvigénétique (source : lamaisondalzas.wordpress.com)

1.1.1.3 La série de végétation du peuplement

Il s'agit de la succession des stades évolutifs prévisibles de la végétation selon le bioclimat et les conditions stationnelles : du stade pionnier au stade transitoire jusqu'au stade final (Bastien *et al.*, 2011). A chaque stade de succession correspondent des essences : les essences pionnières au stade pionnier, les essences post-pionnières et nomades aux stades transitoires, et enfin les essences dryades pour les stades finaux.

1.1.2 Notions de naturalité en milieu forestier

1.1.2.2 Forêt primaire et forêt vierge

• Forêt primaire

A l'inverse d'une forêt secondaire, il s'agit d'une « forêt issue d'une dynamique de végétation primaire, c'est-à-dire qui s'est développée en Europe, au moins depuis l'Holocène (– 10 000 ans environ) à partir d'un sol nu et qui n'a fait l'objet d'aucune destruction humaine » (Rameau et Mortier, 1993 in Greslier *et al.*, 1995).

• Forêt vierge

Très souvent synonyme de forêt naturelle ou de forêt primaire, il s'agit d'une forêt que l'homme n'a pas altérée (Rameau et Mortier, 1993 in Greslier *et al.*, 1995).

1.1.2.3 Forêt naturelle, subnaturelle et vieille forêt

◉ Forêt naturelle

Cette expression est souvent utilisée dans les articles comme terme général. Ce terme prend en compte de nombreux concepts et englobe différents types de forêts. Quelques exemples sont présentés ci-dessous :

- forêts dans lesquelles il y a peu ou pas de traces d'activités humaines
- forêts spontanées constituées d'essences autochtones (Bastien *et al.*, 2011)
- forêts possédant des caractéristiques structurelles et fonctionnelles des écosystèmes forestiers non modifiés, comme les forêts primaires, les vieilles forêts, les forêts vierges (Gilg, 2004)
- forêt primaire sur laquelle il y a eu une absence complète d'action de l'homme, à l'exception faite de cueillettes ou de chasses (Greslier *et al.*, 1995)

◉ Forêt subnaturelle

Ce terme désigne les forêts ayant des caractères de naturalités importants mais ayant néanmoins des traces d'activités anthropiques anciennes (Bastien *et al.*, 2011). Ces forêts ont la double caractéristique d'être en fin de stade sylvigénétique et d'avoir atteint le stade final de la succession de végétation. « Old-growth forest » est le terme utilisé dans la littérature anglo-saxonne pour distinguer ce type de forêts (Hayward, 1991 ; Hilbert et Wiensczyk, 2007). Dans cette étude, les termes « vieilles forêts », « forêt subnaturelle » et « old-growth forest » sont synonymes.

◉ Vieille forêt (VF)

En fonction des sources, la définition de vieille forêt est différente. Cela s'explique par le fait que toutes ces forêts ne sont pas caractérisées par les mêmes paramètres. Les auteurs appuient leur définition sur différents critères :

- physiologiques comme l'âge, le diamètre,... (Spies, 2004)
- de structure de peuplement (Spies *et al.*, 2006)
- de fonctionnalité de la forêt (Hayward, 1991)
- sylvigénétiques (Mosseler *et al.*, 2003)
- historiques et anthropiques (D'Amato *et al.*, 2006 ; Spies et Franklin, 1996)

Pour l'étude, on retiendra qu'il s'agit d'une forêt qui se développe depuis suffisamment longtemps (de l'ordre d'un siècle) sans perturbation, anthropique ou naturelle, pour avoir atteint un stade de développement et de succession lui conférant les caractéristiques d'un écosystème en fin de cycle sylvigénétique (Cf. partie 1.2). Ces VF sont constituées de peuplements de fin de cycle sylvigénétique et de fin de succession, soit dominés par des essences dryades.

On comprend pourquoi une VF est dans la plupart des cas ancienne, alors qu'une forêt ancienne n'est pas forcément vieille. Dans les Pyrénées centrales, aux altitudes auxquelles les vieilles forêts sélectionnées développent les caractéristiques attendues, les peuplements rencontrés sont dans tous les cas anciens et certainement millénaires. Les VFP sont donc des forêts combinant maturité, ancienneté, et présentant un haut degré de naturalité.

1.2 Caractéristiques des vieilles forêts

Les VF sont issues de processus longs et complexes, qui ont lieu qu'en l'absence d'action humaine depuis au moins un siècle. Après la dernière glaciation, les milieux ouverts ont été colonisés par des essences pionnières entraînant ainsi leur fermeture. Sous couvert, les essences tolérantes à l'ombre, plus compétitives, ont peu à peu remplacé les essences pionnières. L'absence de sélection humaine induit un développement non uniforme des strates. Les premiers signes de sénescence associés à des événements ponctuels - attaques phytosanitaires ou perturbations naturelles à faible échelle - permettent la création de trouées et l'accumulation de bois mort. Cet enchaînement naturel de phases de trouées suivi de régénération permet au peuplement d'aboutir à un équilibre climacique. Les caractéristiques des VF présentées ci-dessous sont le résultat direct de compétitions et de sélections naturelles opérées au cours des siècles (Spies et Franklin, 1996, Franklin *et al.*, 2002).

1.2.1 A l'échelle de l'arbre

◉ L'âge

Quand on parle de vieille forêt, le premier critère qui vient à l'esprit est l'âge de l'arbre. Toutefois, ce paramètre doit être replacé dans un contexte. La longévité d'un individu est fonction d'une essence et des conditions particulières de sa zone biogéographique. De fait, l'âge à partir duquel on considère un peuplement comme « vieux » varie. Néanmoins, il faut que cet âge de référence ait dépassé 50% de la longévité possible pour les essences du milieu considéré (D'Amato *et al.*, 2006). Généralement, on prend comme minimum 150 à 200 ans (Lindenmayer *et al.*, 2000, Jonsson *et al.*, 2009). Dans un peuplement, tous les individus n'ont pas le même âge. Pour être considérée comme VF, il faut qu'un peuplement comporte au moins 5 arbres dominants ayant atteint l'âge ciblé (D'Amato *et al.*, 2006).

◉ Le diamètre

Directement lié à l'âge élevé des peuplements de VF, on trouve dans ces peuplements des arbres de gros diamètre, dépassant les 100 cm pour certains (Spies *et al.*, 2006). Ces vieux bois ont très souvent des croissances en diamètre faibles, proches de 0mm/an (Hilbert et Wiensczyk, 2007).

◉ Le houppier

Dans ces vieux peuplements, on observe une variabilité dans le fonctionnement des houppiers. Généralement, les arbres adultes dominants ont des houppiers bien développés (D'Amato *et al.*, 2006). Il est courant de trouver des descentes de cime ou des cimes cassées suivies d'un développement de houppier secondaire (Bauhus, 2009).

◉ Les microhabitats (MH)

Les conditions du milieu, l'action du temps et les interactions avec le milieu impactent l'arbre et créent des microhabitats : bois mort dans le houppier, cavités, champignons

Figure 2. —Très très gros bois de sapin d'un diamètre de 130cm. Forêt domaniale de Burat.



saprophytiques, ... Les VF se différencient des forêts gérées et exploitées par l'abondance et la diversité en microhabitats (Michel et Winter, 2009). Il y a davantage d'arbres à cavités en VF (Spies et Franklin, 1991). La quantité et la diversité de microhabitat sont liées à l'essence, au diamètre et donc à l'âge des individus. Plus l'arbre est gros et plus il a de chance de présenter des microhabitats, en nombre et en diversité (Winter et Möller, 2008). Dans les Pyrénées, on trouve 48% des microhabitats sur les gros bois (GB) et très gros bois (TGB), et davantage sur le hêtre que sur le sapin (Larrieu et Cabanettes, 2012).

1.2.2 A l'échelle du peuplement

• Structure spatiale hétérogène

La structure spatiale des VF est complexe et hétérogène. Ces forêts sont une mosaïque de peuplements à différents stades du cycle sylvigénétique (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) : initial, optimal, terminal, de déclin, de régénération (Gilg, 2004 ; Spies et Franklin, 1996 ; Schnitzler, 2002). La structure verticale est découpée en plusieurs niveaux et toutes les strates sont présentes : herbacée, arbustive et arborée (Spies et Franklin, 1996 ; Ansley et Battles, 1998 ; Franklin et Vanpelt, 2004 ; Bauhus 2009). La structure horizontale est irrégulière tant au niveau des stades sylvigénétiques et de la couverture du sol (Spies et Franklin, 1996 ; Franklin et Vanpelt, 2004). Les peuplements de GB et TGB dominants sont, dans la plupart des cas, accompagnés de régénération et de petits bois (PB) (Burascano *et al.*, 2008). Dans les VF, les trouées sont également plus fréquentes (Keeton *et al.*, 2010). On obtient des peuplements en mosaïque avec tous les stades sylvigénétiques représentés (Schnitzler, 2002).

• Essence

Etant donné qu'une VF est une forêt arrivée à un stade avancé de la succession, le cortège d'essences pionnières doit avoir globalement disparu et laissé place aux essences dryades et aux essences tolérant l'ombre, sauf dans les zones de trouées (Spies et Franklin, 1991 ; Franklin *et al.*, 2002 ; Piovesan *et al.*, 2005 ; Hilbert et Wiensczyk, 2007 ; Bauhus 2009). L'absence de sélection par l'homme induit une grande diversité spécifique des essences dans les VF. Cette diversité est un support potentiel pour l'accueil de nombreux taxons.

• Bois vivant

Avec l'accroissement des diamètres, sans intervention humaine, la surface terrière de bois vivant sur pied en VF est important : 60m²/ha en moyenne dans les VF européennes. Cette surface terrière élevée est liée aux nombreux GB et TGB vivants des peuplements : environ 30 tiges/ha avec un diamètre supérieur à 70cm dans les VF européennes (Nilsson *et al.*, 2002 ; Burascano *et al.*, 2013).

◉ Bois mort

Les phases de déclin, les aléas climatiques et les perturbations naturelles de type avalanche ou éboulis, sont autant de raisons expliquant la quantité importante de bois mort en VF. Qu'il soit sous forme de chandelles ou de gros bois morts au sol (BMS), le volume de bois mort est plus important en VF que dans les forêts gérées (Angers *et al.*, 2005 ; Bauhus, 2009): 65m³ en moyenne dans les vieilles hêtraies de montagne en Italie (Piovesan *et al.*, 2005). Comme pour le bois vivant, les bois morts de gros diamètre sont nombreux : accumulation de gros bois morts au sol, nombreux bois morts debout (BMD) environ 2 à 3 chandelles/ha avec un diamètre supérieur à 70cm en VF européennes (Nilsson *et al.*, 2002). Pour ce bois mort, tous les stades de saproxylation sont présents avec une plus grande quantité de stades avancés en VF qu'en forêts gérées (Piovesan *et al.*, 2005 ; Hilbert et Wiensczyk, 2007 ; Burascano *et al.*, 2008).



Figure 3. — Peuplement de VF caractéristique par ses nombreux bois morts, dont des GB et TGB. Forêt domaniale de Burat.

◉ Degré d'anthropisation

L'un des critères pour qu'un peuplement soit considéré comme une VF est l'absence d'exploitation et autres perturbations anthropiques (Piovesan *et al.*, 2005 ; D'Amato *et al.*, 2006 ; Hilbert et Wiensczyk, 2007). Une des conséquences directes de la non exploitation de ces peuplements est la quantité de biomasse très élevée et parfois même arrivée à son maximum dans certaines forêts (Spies et Franklin, 1996). Si la forêt a malgré tout été exploitée, l'exploitation ne doit pas être récente de telle manière à ce que la forêt ait conservé ou redéveloppé les caractéristiques types d'une VF.

◉ Biodiversité

Il n'existe plus aujourd'hui de forêt non impactée par l'homme. Seules quelques rares forêts comme les VF conservent des caractères naturels proches des forêts vierges de toute intervention humaine. L'intérêt qu'on leur porte n'est pas seulement dû à leur rareté mais également à leur grande richesse spécifique. Du fait qu'elles sont plus proches d'un état naturel, leurs caractéristiques permettent d'abriter et de maintenir une plus grande diversité, absente des milieux plus jeunes ou anthropisés (Burascano *et al.*, 2008). Un grand nombre d'espèces n'est présent que dans les arbres caractéristiques des VF, de gros diamètre avec des microhabitats, ou dans le bois mort (Larrieu *et al.*, 2009 ; Blondel, 2005). On estime d'ailleurs que plus de 25% des espèces forestières sont liées au bois mort (Vallauri *et al.*, 2002 ; Bobiec *et al.*, 2005). Et toute cette richesse spécifique s'organise en un réseau complexe (Hilbert et Wiensczyk, 2007).

2. Le projet « Les Vieilles Forêts Pyrénéennes de Midi-Pyrénées » : contexte, enjeux et objectifs

2.1 Le contexte forestier en Midi-Pyrénées

La région Midi-Pyrénées comprend 8 départements : Ariège (09), Aveyron (12), Haute-Garonne (31), Gers (32), Lot (46), Hautes-Pyrénées (65), Tarn (81) et Tarn-et-Garonne(82). Cette région couvre une superficie de 4,5 millions d’ha avec un taux de boisement de 29,8%, légèrement supérieur à la valeur nationale. Les peuplements forestiers sont répartis de façon hétérogène sur la région avec une densité élevée dans le nord, avec le Massif Central, et dans le Sud, avec les Pyrénées. Les Pyrénées, considérées comme une grande région écologique (GRECO), sont constituées de 5 sylvoécórégions (SER) (IFN, 2011) (Fig. 4).

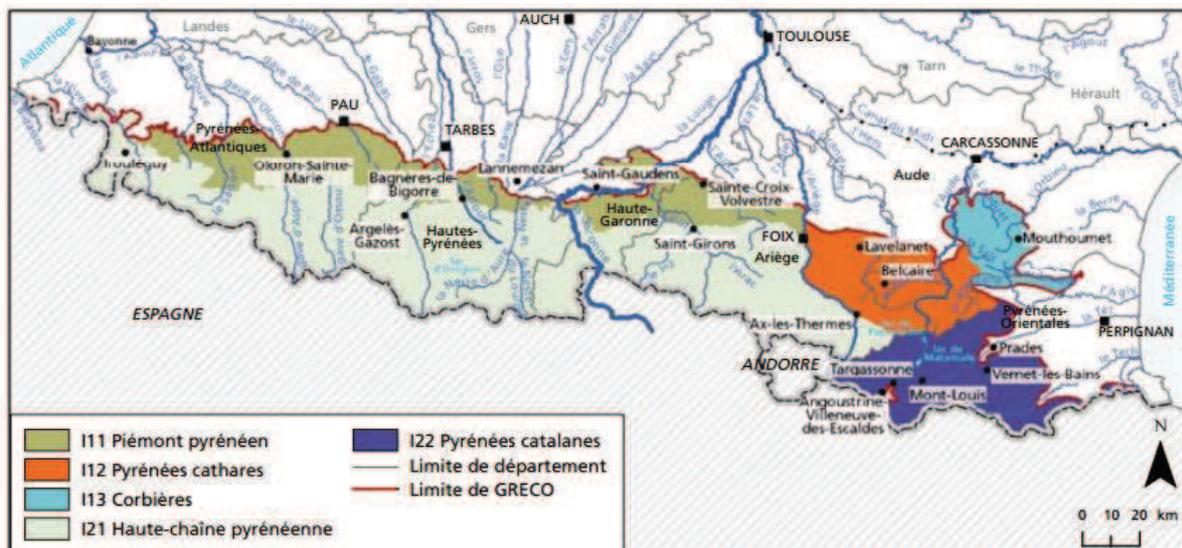


Figure 4. — Les sylvoécórégions de la grande région écologique des Pyrénées (IFN, 2011)

Les Pyrénées comptent un peu moins de 800 000ha de forêt avec des taux de boisement fluctuant selon les SER : taux le plus bas dans le Piémont avec 41,3% et le taux le plus haut dans les Corbières avec 73,3%. Selon les SER, 50 à 75% de la forêt est privée. A l’échelle des départements, c’est en Ariège que le taux de boisement est le plus élevé avec 53%. En Midi-Pyrénées, les forêts de production représentent 95% des espaces boisés. Les quelques milliers d’ha de forêt n’ayant pas vocation de production se trouvent majoritairement dans les Hautes chaînes pyrénéennes et dans les Pyrénées cathares et catalanes (Fig. 6). Ces surfaces sont principalement situées en montagne, dans des zones inaccessibles ou dans les forêts de protection. Il s’agit d’une des raisons expliquant que 55% des forêts soient difficilement exploitables, taux supérieur à la valeur nationale (IFN, 2010).

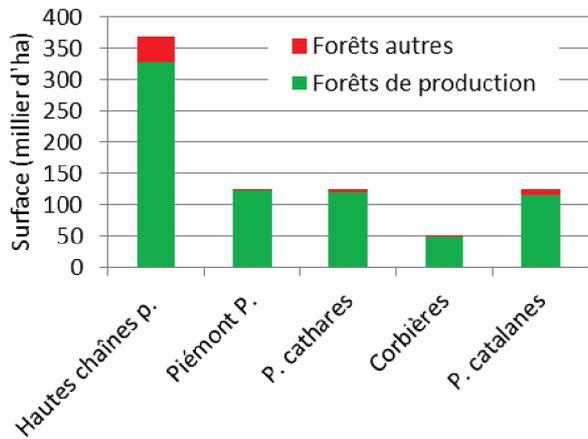


Figure 6. — Surfaces de forêts de production (hors peupleraies) et autres forêts des différentes sylvoécoringions de la GRECO des Pyrénées (d'après IFN, 2011).

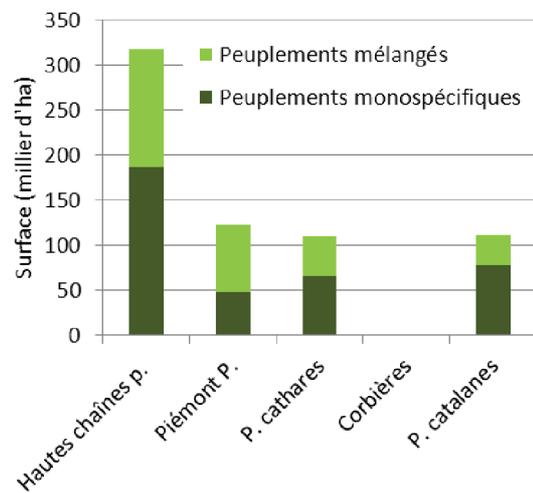


Figure 5. — Répartition des peuplements monospécifiques et en mélange selon les sylvoécoringions de la GRECO des Pyrénées (d'après IFN, 2011).

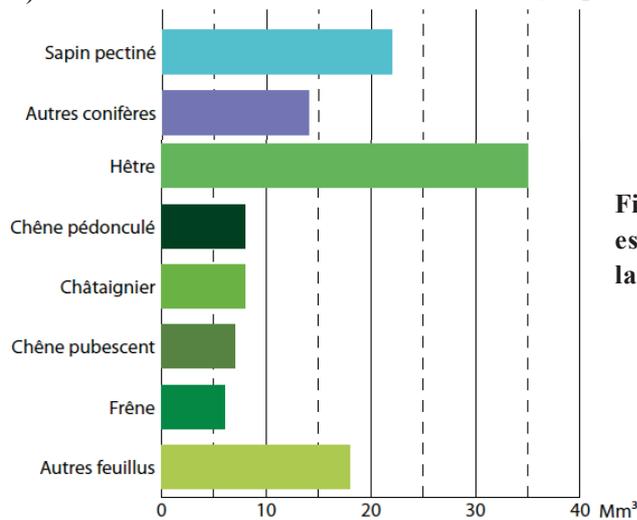


Figure 7. — Volume de bois par essence en forêt de production de la GRECO Pyrénées (IFN, 2011).

Concernant la composition globale en essence présente en Midi-Pyrénées, elle est fonction de la géographie et de la vocation du peuplement (production, protection, ...). Ces forêts sont constituées en majorité de peuplements monospécifiques avec feuillus majoritaires (Fig. 5 et 7). Néanmoins la répartition des essences est particulière et fonction du bioclimat et de l'activité anthropique qui a pu favoriser une essence au détriment d'une autre. A basse altitude, de l'étage collinéen au montagnard inférieur, on trouve principalement des feuillus : chênaies et hêtraies en majorité, frênaies, aulnaies, tillaies. Dès le montagnard inférieur, le sapin apparaît et prend le pas sur les autres essences. Enfin à l'étage subalpin, le hêtre disparaît complètement et le sapin laisse peu à peu place au pin à crochet. Même si cette dernière essence est celle qui se développe aux plus hautes altitudes dans les Pyrénées centrales, elle ne dépasse pas l'étage subalpin supérieur. A l'étage alpin, les pelouses sont les derniers types de végétation naturelle présents.

2.2 A l'origine du projet VFP

En Midi-Pyrénées, des massifs forestiers sont déjà reconnus pour leur richesse en biodiversité et bénéficient de classements particuliers : site Natura 2000, Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), Réserve Naturelle... Leur biodiversité est davantage issue d'une gestion proche de la nature que le résultat d'une libre évolution. Les vieilles forêts pyrénéennes présentent une biodiversité différente des autres massifs de la région. Cette richesse spécifique est, dans ce cas, le résultat de l'absence totale d'exploitation par l'homme. Aujourd'hui, il resterait peu de ces forêts témoins d'une évolution naturelle, tout au plus 30 000 ha (Barthod, 1997). Cela représente moins de 0,2% de la surface forestière totale française et seule la moitié de cette faible surface est préservée grâce au statut de réserve intégrale (Barthod, 1997). Il devient urgent de protéger ces écosystèmes exceptionnels. De plus, en Europe occidentale, elles constituent les seuls témoins du fonctionnement originel des forêts et sont donc notre source la plus pertinente pour développer nos connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers (Savoie *et al.*, 2011).

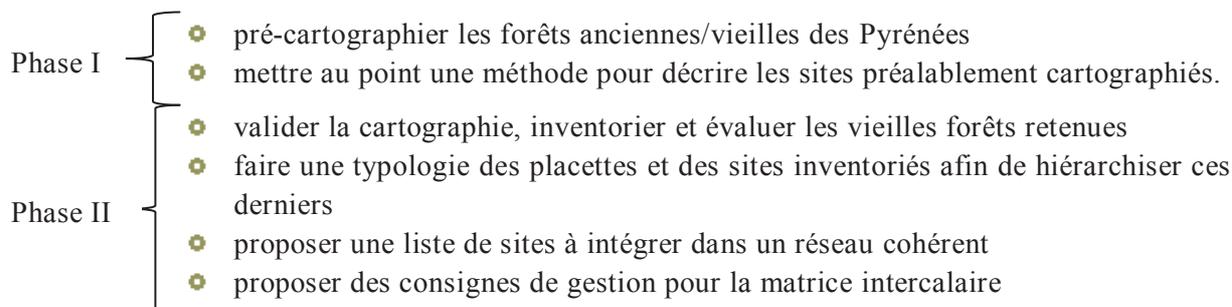
Le projet « Les Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées » a été monté en 2007 par le Groupe d'Etude des Vieilles Forêts Pyrénéennes (GEVFP). Le GEVFP est, au départ, un groupe informel constitué de scientifiques, naturalistes et écologues, de forestiers et d'experts variés en : entomologie, botanique, mycologie, foresterie, ornithologie, etc. Au départ, les membres se réunissaient et échangeaient sur les VF, les vieux arbres et la biodiversité associée. Le constat alarmant de la régression continue des vieux peuplements à cause de l'exploitation et le peu de données disponibles sur leur évolution globale ont été les éléments déclencheurs du projet.

Différentes structures de recherche, d'administration, de gestion ou autres sont rattachées à ce projet : l'Ecole d'Ingénieur de Purpan (EIP), le Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP), le Conservatoire Régional des Espaces Naturels (CREN), le Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) de Midi-Pyrénées, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), l'Institut pour le Développement Forestier (IDF), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), les Parcs Naturels, l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS),... L'EIP est porteur du projet.

Le projet est financé en partie par l'Union européenne avec le Fond Européen de Développement Régional (FEDER), l'Etat, et le Conseil Régional Midi-Pyrénées. La partie des Pyrénées concernée par cette étude se limite aux zones forestières des Hautes-chaînes et Piémont pyrénéens, des Pyrénées cathares et catalanes, sur le territoire des 3 départements de Midi-Pyrénées: Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne et Ariège.

2.3 Enjeux et objectifs de l'étude

Ce projet s'inscrit dans la démarche du Grenelle de l'environnement (Trame verte et bleue) et des politiques régionales (SCAP, SRCE). Outre le fait d'acquérir une meilleure connaissance des VF et de la biodiversité abritée dans ce type d'habitats, le but ultime est de proposer une liste de sites à intégrer dans un réseau de suivi et de gestion de la biodiversité, avec des consignes de gestion adaptées à la protection et au maintien de ces écosystèmes exceptionnels. Pour répondre à ces objectifs, le projet VFP a été divisé en deux phases :



L'étude réalisée pendant ce stage s'intègre à la phase II du projet VFP. On attend donc la réalisation de chacun des 4 points énoncés ci-dessus. Pour cela, 3 étapes sont nécessaires :

- **La phase bibliographique**
En plus de prendre connaissance du contexte, des données établies sur les VF et leur préservation, elle permet de comprendre et s'approprier le projet VFP.
- **La phase terrain**
Elle consiste en l'organisation, la préparation des sorties et la réalisation des inventaires sur les sites pré-cartographiés. Cette étape nécessite un temps de travail conséquent et dépend directement des conditions climatiques. Cette phase d'acquisition de données terrain est déterminante dans l'avancée de l'étude.
- **Le traitement des données terrain**
Cette dernière étape comprend la vérification et la mise à jour de la cartographie des sites de VFP, le traitement et l'analyse des données recueillies par l'ensemble des partenaires. L'analyse des données permet d'aboutir à une typologie des placettes et une hiérarchisation des sites. On proposera ensuite une liste de sites à intégrer dans un réseau de suivi et de gestion de la biodiversité ainsi que des règles de gestion pour les peuplements de la matrice intercalaire des sites de VFP.

3. Phase I du projet VFP

Les trois premières années du projet VFP, de 2008 à 2011, ont permis de réaliser les objectifs de la phase I (Savoie *et al.*, 2011):

- Lister et cartographier les sites abritant potentiellement des forêts anciennes, en portant davantage l'accent sur les vieilles forêts.
- Evaluer un nombre restreint de forêts avec un intérêt reconnu vis-à-vis de paramètres sélectionnés.
- Mettre au point un protocole simplifié, découlant de l'étude préalable, pour évaluer et décrire les sites potentiels recensés de VFP.
- Tester cette méthode sur des sites connus et inconnus.

3.1 Recensement et cartographie des sites d'intérêt potentiel

Cette étape est primordiale pour la suite de l'étude et consiste à localiser et délimiter sur cartes IGN scan 25 toutes les zones homogènes apparaissant comme potentiellement intéressantes. On considère un site comme ayant un intérêt potentiel s'il présente les attributs des VF. Dans certains cas, les peuplements ne présentent pas tous les attributs, mais au moins ceux de maturité et d'ancienneté leur conférant un potentiel d'accueil taxonomique comparable à celui de certaines forêts subnaturelles. Ces peuplements sont appelés « forêts anciennes refuges d'espèces ». Les sources, permettant d'arriver à ces compilations, sont variées : consultation d'anciens plans d'aménagement forestier, dires de gestionnaires forestiers, d'experts en diverses disciplines et de naturalistes amateurs, ou repérages sur orthophotos (Savoie *et al.*, 2011). Une base de données est mise en place pour regrouper un maximum d'informations sur chacun des sites. **Un site représente une zone géographique, ayant une unité morpho-paysagère et une unité d'usage, dont les sous unités sont distantes d'au plus 1km (Brustel et Larrieu, com. pers. 2013).** Au final, 91 sites ont été répertoriés en 2011. Avec les informations à disposition, la surface a été évaluée à 6200 ha.

Les sites sont répartis de façon hétérogène, autant d'un point de vue territorial qu'altitudinal. La distribution en Midi-Pyrénées est liée à l'activité humaine passée. Ces forêts se sont développées en majorité dans l'étage montagnard moyen et supérieur ainsi que le subalpin inférieur. À nouveau, on peut l'expliquer en grande partie par la présence de l'homme : les hautes altitudes déboisées et maintenues ouvertes pour le pastoralisme, les basses altitudes accessibles pour la production de bois.

Les peuplements évalués sont en majorité des peuplements de sapin pur ou en mélange. A l'étage montagnard, l'homme a souvent favorisé le hêtre au détriment du sapin. La présence de peuplements de sapin traduit généralement un faible impact anthropique. C'est pourquoi ces peuplements sont recherchés en priorité dans l'étude.

3.2 Evaluation approfondie de sites connus

3.2.1 Choix des sites

Le premier indicateur permettant de juger de la qualité d'un site est sa surface. En effet, pour considérer qu'un site a une forte intégrité écologique, il doit avoir une surface supérieure à 50 ha (Tierney *et al.*, 2009). Les forêts retenues pour l'étude approfondie sont soit :

- Des forêts reconnues comme haut lieu de biodiversité (sites du Néouvielles, d'Oule, de Bastanet)
- Des forêts jugées intéressante à dire d'experts, ou de faibles prospections naturalistes pour un groupe taxonomique limité ou pour un certain potentiel d'accueil (sites de Burat, Auribareille, Oudérou, Barrada, Bois Neuf, Bugatet).
- Des cas particuliers : habitat de certaines espèces intéressantes (site de la Réouère), conditions de milieux particulières propices au développement de certains organismes comme un confinement ou une accumulation de bois mort importante (site de Génie Longue).

Les peuplements sélectionnés sont finalement divisés en 2 groupes : 3 forêts refuges d'espèces, reconnues comme hauts-lieux de biodiversité, et 7 vieilles forêts. Les caractéristiques des forêts sélectionnées sont présentées dans l'annexe 1.

3.2.2 Paramètres relevés

Pour évaluer chacun des sites, 2 types d'indicateurs sont relevés :

- Les indicateurs structurels
- Les indicateurs « espèces »

Les paramètres structurels ont comme principaux objectifs de décrire le plus finement les peuplements (composition, structure verticale et horizontale, densité de tiges, historique, ...), connaître la ressource en bois mort des sites (type, quantité, stade saproxylation) et évaluer la richesse en micro-habitats potentiels pour chaque site.

En plus de ces paramètres, on évalue l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Il s'agit d'un indice indirect et composite permettant d'estimer la biodiversité taxonomique potentielle du peuplement. A la différence d'un inventaire complet qui permet d'évaluer la biodiversité réelle, l'IBP estime la capacité d'accueil en espèces et en communautés d'un peuplement. Il prend en compte un ensemble de 10 facteurs parmi ceux reconnus comme étant les plus favorables à la richesse spécifique interne des peuplements forestiers (Larrieu *et al.*, 2009).

Les indicateurs « espèces », retenus pour la phase I, comprennent différents taxons :

- La flore vasculaire et les mousses terricoles
- Les bryophytes saproxyliques
- Les lichens corticoles
- Les champignons saproxyliques
- Les syrphes
- Les coléoptères saproxyliques

L'étude de tous ces taxons va compléter les connaissances des milieux grâce aux caractères indicateur des espèces relevées, déterminer les type d'habitat représenté et leur intérêt patrimonial.

3.2.3 Résultats de l'étude approfondie des sites connus

Après analyse statistique mettant en relation les compositions d'espèces relevées et les caractéristiques des sites (indicateurs structurels), ces derniers sont classés en fonction des indicateurs, taxons ou paramètres structurels, apparatus pertinents pour les hiérarchiser. Cette étude a mis en avant différentes corrélations importantes dans le choix du protocole final pour évaluer les vieilles forêts pyrénéennes.

On remarque une corrélation positive entre le nombre d'espèces de coléoptères saproxyliques, de champignons saproxyliques et de syrphes indicateurs de vieilles forêts, et la diversité en habitats liés au bois mort et aux arbres sénescents ; à savoir que cette diversité en habitats est reliée au niveau de maturité des sites.

Certains facteurs structurels interviennent fortement sur la richesse spécifique comme la composition en essences, la structure du peuplement et le microclimat. En revanche d'autres, comme le volume de bois mort ou le rapport de bois mort sur bois vivant, ne semblent pas renseigner la richesse spécifique.

Globalement, les sapinières, pures ou en mélange avec le hêtre, sont les mieux classées avec des richesses spécifiques plus importantes. Elles sont suivies par les hêtraies puis les pineraies. Ces dernières présentent un intérêt patrimonial spécifique par la présence de certains taxons inféodés aux pins et aux bois morts de haute altitude.

Au travers de cette étude, on constate que pour évaluer l'intérêt d'un site en tant que vieille forêt, il faut avoir une approche multicritère. Une évaluation basée uniquement sur des indicateurs structurels comme la densité de bois, sa qualité, ou la diversité des habitats liés aux arbres sénescents n'est pas suffisante. Il faut également relever d'autres facteurs influençant la composition d'espèces comme le microclimat.

Au final, les résultats de l'étude approfondie confirment l'importance du niveau de maturation forestière, de l'ambiance micro-climatique, de la diversité en essences susceptibles d'accueillir différents taxons, de la diversité des habitats liés aux arbres sénescents et bois morts pour la composition spécifique.

3.3 Choix d'une méthode simplifiée pour évaluer tous les sites cartographiés

Les sites pré-cartographiés se trouvent à haute altitude, sur des terrains souvent accidentés, avec de fortes pentes et difficiles d'accès. L'enneigement à ces altitudes fait que les sorties terrain sont limitées à 8 mois dans l'année. De plus, la difficulté d'accès aux sites (1 à 2 heures de marche d'approche) limite l'évaluation à un site par jour. Le protocole doit permettre d'évaluer l'intérêt des forêts à l'aide d'indicateurs compatibles avec le temps accordé et les difficultés liées au terrain. C'est pourquoi le protocole est basé sur un nombre restreint d'indicateurs.

Le protocole final est basé sur l'IBP. Cet indice n'ayant pas été créé pour évaluer la naturalité des hauts lieux mais celle des forêts à vocation de production de bois, il rend compte d'un gradient de naturalité restreint et est vite plafonné. De plus, il ne prend pas en compte tous les critères importants mis en évidence dans l'étude approfondie des 10 sites. Des variables ont donc été ajoutées et d'autres approfondies dans le protocole final de telle manière à répondre aux attentes de l'étude VFP.

On détaille le protocole final dans la partie 4 : Phase II du projet VFP.

4. Phase II du projet VFP

4.1 Méthode d'évaluation des sites

Le pré-repérage de la phase I a permis de faire ressortir les sites pouvant être potentiellement de la VF. La phase terrain a pour objectifs de :

- vérifier le contour des zones pré-cartographiées de vieilles forêts réelles : si les délimitations préétablies sont fausses, il faut les retracer.
- évaluer les peuplements de vieille forêt au travers d'une ou plusieurs placettes.

Après études complémentaires, le nombre de sites potentiels relevé est de 194 pour une surface théorique de 9496 ha (Fig. 8) : 91 en Hautes Pyrénées, 45 en Haute-Garonne et 58 en Ariège (Tableau 1). Les sites pré-repérés sont cartographiés à la figure 8 (Cf. annexes 2, 3 et 4 : zoom sur les peuplements potentiels de VFP par département). La surface des sites varie de 2 à 319ha.

| Département | Nombre de sites | Surface (ha) | Surface (%) |
|----------------------|-----------------|--------------|-------------|
| Hautes-Pyrénées (65) | 91 | 3 296 | 34 |
| Haute-Garonne (31) | 45 | 2 760 | 30 |
| Ariège (09) | 58 | 3 440 | 36 |
| Total | 194 | 9 496 | 100 |

Tableau 1. — Répartition des sites potentiellement intéressants en Midi-Pyrénées. Résultats intermédiaires d'août 2013.

Le plan d'échantillonnage a pour objectif d'évaluer au mieux les sites potentiels de VFP en prenant en compte l'hétérogénéité intra-peuplement. Afin d'avoir une surface échantillonnée représentative du peuplement, le nombre de placettes à relever est fonction de la surface et de la diversité du peuplement :

- Inférieur à 25 ha : 2 placettes
- De 25 à 50 ha : 3 placettes
- De 50 à 75 ha : 4 placettes
- Supérieur à 75 ha : 5 placettes

Les placettes sont circulaires avec un rayon de 57m, mesuré au GPS, pour une surface totale échantillonnée de 1ha. Elles doivent être espacées entre elles d'au moins 200m. Le positionnement des placettes n'a pas été fait en fonction d'un plan d'échantillonnage systématique mais selon le choix de l'opérateur, stratégie liée aux conditions difficiles de terrain. Le choix de l'emplacement de la placette se fait en fonction de secteurs d'intérêt pré-repérés sur des ortho photos (sapin dominant, gros houppiers, bois morts visibles, peuplement accessible). La position doit être choisie dans le but d'avoir un relevé le plus représentatif des caractéristiques du peuplement et des conditions stationnelles. Les placettes sont à effectuer sur des sites présentant la phase sylvigénétique terminale et/ou de déclin. Pour chaque placette effectuée, une fiche de terrain doit être remplie.

Faire peu de placettes de surface importante permet de limiter les difficultés liées au terrain : crêtes rocheuses, talwegs, fortes pentes... En effectuant peu de placettes, on limite les déplacements intra peuplement souvent plus longs que le temps de réalisation d'une placette, et on ainsi optimise le temps de relevé.

Etant donné la taille conséquente de la zone d'étude et de la charge de travail, la tâche a été divisée entre 3 équipes : une équipe du CBNPMP chargée des Hautes-Pyrénées, une équipe du CREN chargée de l'Ariège et une équipe de l'EIP chargée de la Haute-Garonne. Afin d'avoir une uniformité dans la réalisation des placettes et de la fiche terrain, une journée de terrain de calage a été organisée. Le protocole adopté se veut simple de telle manière à pouvoir être réalisé par tous les scientifiques travaillant sur ce projet quel que soit leur domaine d'expertise respectif.

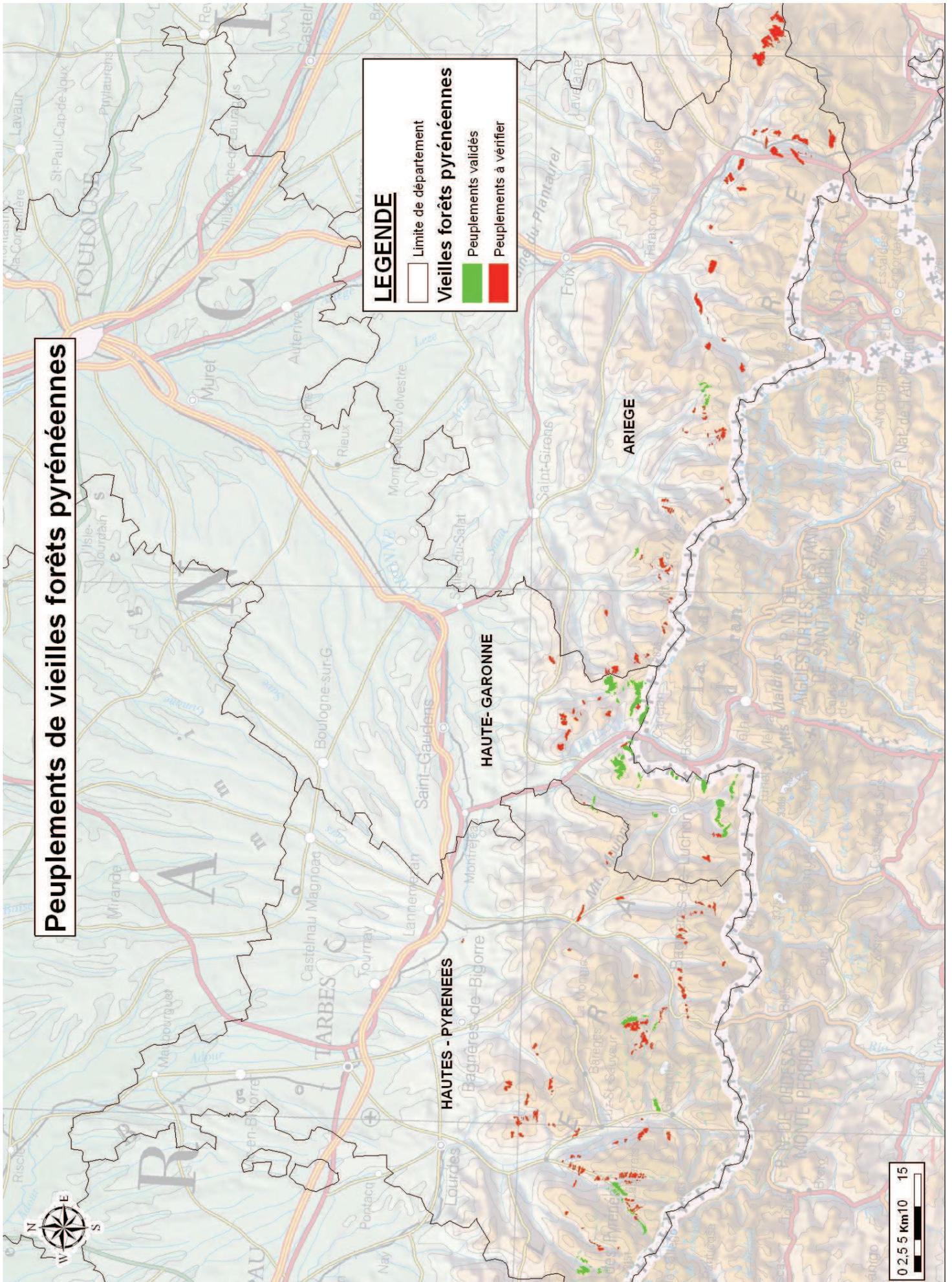


Figure 8. — Cartographie des sites de VFP recensés sur les 3 départements de l'étude.

4.2 Phase terrain : description des zones homogènes vieilles forêts

La fiche terrain à remplir est divisée en deux parties : les données concernant le site et celles concernant la placette en elle-même (Cf. annexes 5 et 6). Tous les paramètres de la fiche ne sont pas détaillés dans cette partie, seuls ceux non explicites le sont.

4.2.1 Informations concernant le site

La partie de la fiche terrain concernant le site ne peut être complétée en totalité sur le terrain. Des données comme le type de propriété (domaniale, communale...), les statuts de protection ou l'ancienneté du peuplement sont à remplir grâce à des documents comme le cadastre, les cartes INPN pour avoir les statuts de protection,...

Dans cette partie, on apporte des renseignements sur la sortie terrain en elle-même, date et rédacteurs de la fiche. Ces données permettent d'avoir un suivi et si besoin de contacter ceux qui ont réalisé les placettes pour avoir des informations complémentaires.

On renseigne également les données globales sur le site. La phase terrain et le traitement des données ne sont pas réalisés par les mêmes personnes. Les commentaires (perturbations naturelles, caractéristique du milieu, gestion passée, éléments particuliers, etc.) et les photos du site sont donc particulièrement importants.

4.2.2 Informations concernant la placette

Différentes thématiques sont à renseigner sur la placette : la station, le bioclimat, l'habitat et les milieux associés, le peuplement et l'usage passé.

4.2.2.1 Station, bioclimat, habitat et milieux associés

Elles caractérisent le potentiel de fertilité du milieu, ce dernier impactant la croissance des arbres. Différents pourcentages de recouvrement sont à évaluer :

- les milieux rocheux : on prend en compte le recouvrement de tous les types de milieux rocheux confondus
- les milieux ouverts : pour plus de précision, on notera, au fur et à mesure de la prospection de la placette, les surfaces des différents patchs ouverts, puis on calculera le pourcentage par rapport à un hectare.

Le positionnement de la station dans l'écogramme se fait à partir des données géologiques, topographiques et floristiques relevées sur la placette.

Concernant l'évaluation du type d'habitat, si les opérateurs ont des difficultés pour compléter cette information, en situant correctement la station sur l'écogramme et complétant les champs altitude, exposition et sylvo-facies, on peut le déterminer ultérieurement.

4.2.2.2 Peuplement forestier

◉ Sylvofacies et diversité spécifique

Il faut différencier parmi les essences présentes les essences de maturation des autres. Ces essences de maturation sont fonction de l'étage bioclimatique (Cf. annexe 6)

◉ Bois vivant

On ne dénombre que les TGB et TTGB vivants. Dans notre étude, est considéré comme TGB, un arbre avec un diamètre supérieur ou égal à 70 cm et comme TTGB, un arbre avec un diamètre supérieur ou égal à 100 cm. Ces seuils peuvent être abaissés, de 5 à 30 cm sur le diamètre, si les conditions du milieu sont défavorables au développement des arbres : fertilité réduite, bioclimat très froid,...

◉ Bois mort

On répertorie le nombre de bois morts au sol et debout ayant des diamètres supérieur à 40 cm ainsi que leur stade de saproxylation (Tableau 2 ci-dessous). Comme précédemment, si le milieu est très défavorable à la croissance des arbres, le diamètre peut être diminué de 5 à 10cm. On ne prend en compte pour les chandelles, que celles faisant au minimum 1,30m de haut et pour les bois morts au sol, ceux d'au moins 1m de long. Le diamètre des BMS se mesure à 0,5m de l'extrémité la plus large.

| | Dureté du bois | Etat de l'écorce | Autres caractéristiques |
|---------|--|--|---|
| Stade 1 | Bois mort dans l'année donc très dur et peu ou pas altéré | Partout adhérente | Le liber est vivant ou au moins perceptible en enlevant l'écorce |
| Stade 2 | Bois très dur, peu altéré. Impossibilité d'enfoncer un couteau de plus de quelques mm | Perte d'adhérence mais présente quasiment partout | Le liber n'est plus perceptible |
| Stade 3 | Bois altéré, plus tendre en surface Possibilité d'enfoncer un couteau de 1 à quelques cm | Partiellement à globalement tombée (sauf pour certaines essences comme le hêtre où l'écorce reste en place très longtemps) | L'essence est encore reconnaissable et le bois mort n'a pas perdu de volume |
| Stade 4 | Bois très altéré Possibilité d'enfoncer un couteau jusqu'à la garde, au moins localement. | N'est plus présente | Le bois a perdu du volume, mais l'essence est généralement reconnaissable |
| Stade 5 | Bois très peu cohérent et facilement dispersable avec le pied | N'est plus présente | Seul un examen attentif permet d'identifier l'essence |

Tableau 2. — Critères de reconnaissance des stades de saproxylation.

◉ Microhabitats

Les microhabitats sont exclusivement à relever sur des arbres vivants à l'exception des sporophores de polypores notés également sur les bois morts au sol comme debout. Les 16 types de microhabitat à noter sont les plus importants en termes d'accueil potentiel de biodiversité. Compte tenu des conclusions de l'étude approfondie de la phase I et du temps limité pour réaliser les placettes, il est préférable d'avoir une idée sur la diversité plutôt que sur la quantité de microhabitats présents. Ces microhabitats sont :

- Les cavités vides ou à terreau, de pied ou de tronc. On considère qu'une cavité est de tronc dès qu'elle se trouve à une hauteur de 50 cm. L'ouverture des cavités doit faire au minimum 10cm de diamètre sauf pour les cavités vides de tronc avec un diamètre > 3cm.
- Les dendrotelmes : cavités remplies d'eau, avec ou sans terreau au fond, ayant un diamètre d'ouverture de 10cm minimum.
- Les plages de bois sans écorces d'une surface supérieure à une feuille A4.
- Les fentes ou écorces décollées. La profondeur doit être supérieure à 5cm pour une ouverture de 1 à 5cm.
- Les sporophores de polypores d'un volume supérieur à celui d'un œuf
- Les coulées de sève actives
- Le bois mort dans le houppier, volume de bois mort >20% du volume du bois vivant, et les charpentières ou cimes récemment brisées
- Les lianes recouvrant 1/3 du tronc
- Les grosses accumulations de débris ligneux et/ou de litière

Pour chaque facteur de l'IBP (Larrieu et Gonin, 2009), on attribue des notes selon le barème en annexes 7 et 8. Certains facteurs de l'IBP sont plafonnés comme la note microhabitat. Afin de permettre la hiérarchisation des peuplements lors du traitement des données, on attribue des coefficients, attribués à dire d'expert, par type de microhabitat : 1, 2 ou 3 (Tableau 3) selon le potentiel d'accueil en biodiversité (Brustel, com. pers., 2013). On obtient une note finale de 32 points et non plus 5.

| Coef. attribué | 1 | 2 | 3 |
|----------------------|---|---|--|
| Type de microhabitat | <ul style="list-style-type: none"> • Dentrotelmes • Fentes et écorces décollée • Coulées de sève active • Lianes ou gui | <ul style="list-style-type: none"> • Plage de bois sans écorce • Sporophores de polypores • Bois mort dans le houppier • Grosses accumulation de débris ligneux/litière | <ul style="list-style-type: none"> • Cavités vides • Cavités à terreau • Charpentières ou cime récemment brisée |

Tableau 3. — Coefficient attribué par type de microhabitat permettant d'obtenir une note microhabitat sur 32 points.

4.2.3 Bilan de la phase terrain

A la fin août 2013, 22% des sites ont été évalués soit 27% de la surface potentielle des VFP. En Haute-Garonne, il ne reste plus que 33% de la surface à vérifier et évaluer.

| | Hautes-Pyrénées | Haute-Garonne | Ariège | Total |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|--------------|
| Superficie de VF potentielle (ha) | 3296 | 2760 | 3440 | 9496 |
| Superficie de VF validée (ha) | 549 | 1843 | 176 | 2568 |
| Nombre de sites total | 91 | 45 | 58 | 194 |
| Nombre de sites évalués | 15 | 23 | 3 | 41 |
| Nombre de placettes envisagées | 288 | 150 | 229 | 667 |
| Nombre de placettes réalisées | 51 | 99 | 15 | 165 |

Tableau 4. — Bilan de la phase terrain fin août 2013.

5. Synthèse des résultats

A la fin de la phase de terrain, une grande majorité des sites de Haute-Garonne a été évaluée, plus quelques autres en Ariège et en Hautes-Pyrénées. Les sites n'étant pas homogènes, le traitement des données acquises se fait en deux étapes. Dans un premier temps, seuls les paramètres liés à la placette sont analysés, l'objectif étant d'arriver à une classification des placettes selon des critères particuliers. Une fois cette classification des placettes aboutie, on traite les données liées aux sites, dans le même but que précédemment, obtenir une classification des sites, prenant en compte le classement des placettes établi dans la première étape.

5.1 Typologie des placettes

Pour aboutir à la typologie finale des placettes, on utilise différents outils statistiques pour transformer, analyser et classer les données : tableau disjonctif complet, Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et Classification Hiérarchique Ascendante (CAH).

5.1.1 Sélection des critères permettant de faire des groupes homogènes de placettes

Le protocole appliqué dans cette étude compte de nombreuses variables. Pour pouvoir organiser les placettes en groupes de caractéristiques homogènes, d'un point de vue de la biodiversité potentielle, il faut sélectionner des variables clés. L'outil statistique adapté dans ce cas est l'AFC. L'inconvénient de notre jeu de données est qu'il comprend à la fois des variables qualitatives et quantitatives non linéaires. L'AFC ne traitant que des données de type binaire, on transforme notre jeu de données en un tableau disjonctif complet avec des valeurs de type présence/absence pour chacune des modalités des variables.

5.1.1.1 Première AFC

On réalise une première AFC avec le jeu de données complet. On considère les 4 axes factoriels avec les inerties respectives les plus fortes de 6,5%, 4,2%, 3,2% et 3,1% (Cf. annexe 11). Pour expliquer 50% de la répartition des placettes, il faudrait prendre en compte 21 axes. Même si ces inerties sont peu élevées, elles restent acceptables.

Sur les 4 premiers axes, 2 axes sont plus cohérents : l'axe 1 et l'axe 4 (Cf. annexe 9). L'axe 1 est orienté selon la phase sylvigénétique du peuplement : les variables ayant le plus de poids sont le sylvo-facies, la phase sylvigénétique et le nombre d'essences présentes. L'axe 4 porte sur les caractéristiques types des vieux peuplements et les variables ayant le plus de poids sont la note microhabitat, le nombre de bois mort au sol, le nombre de bois mort sur pied et le nombre de TGB vivants total.

La répartition des placettes selon ces deux axes a permis de faire ressortir deux groupes très distinctement :

- La « **Phase initiale de Hêtre** » constituée de peuplements de stade sylvigénétique initiale de hêtre pure ou avec du chêne sessile épars

- La « **Phase initiale de Pin** », les peuplements de stade sylvigénétique initiale de pins (Cf annexe 10).

Ces deux groupes se démarquent des autres placettes à la fois par leur phase sylvigénétique initiale et par leur altitude. Les peuplements de pin sont tous dans le subalpin inférieur, entre 1850 et 2150m. Et les peuplements de hêtre sont dans le montagnard inférieur entre 1100 et 1250m.

Les axes de cette première AFC n'expliquent qu'une très faible part de la répartition des placettes. De plus, la plupart des placettes non classées sont regroupées. Afin d'affiner le classement, on enlève du jeu de données :

- les placettes des groupes « Phase initiale de Hêtre » et « Phase initiale de Pin » qui ont des caractéristiques très différentes des autres placettes
- 5 placettes, sans caractéristique commune entre elles, isolées par rapport aux autres et qui limitent l'amélioration du classement
- les variables complexifiant le traitement statistique sans apporter d'informations supplémentaires (Problème de pente, problème de talweg, difficulté de câblage,...)

5.1.1.2 Deuxième AFC :

On procède de la même manière que pour la première AFC avec le nouveau jeu de données. Sur les 4 axes, deux paraissent cohérents : l'axe 1 d'une inertie de 2,7% et l'axe 2 d'une inertie de 2,3% (Cf. annexe 11). Le premier considère les variables liées à l'exploitation : présence ou non de traces terrain d'exploitation, l'intensité de cette exploitation et le stade de saproxylation des souches présentes. Le deuxième axe prend en compte des caractéristiques type des vieilles forêts : le nombre de stade différent de saproxylation pour le bois mort debout et les notes de microhabitats (Cf. annexe 12). On distingue plus ou moins nettement 2 grands groupes : (Cf. annexe 13)

- Les placettes sans trace d'exploitation sub-divisées en 2 sous-groupes:
 - « **Sans exploitation "plus"** » : placettes avec des notes de microhabitats élevées (de 14 à 27/32) et beaucoup de bois mort debout (plus de 30 tiges/ha).
 - « **Sans exploitation "moins"** » : les autres placettes.
- Les placettes qui, malgré des traces d'exploitation, ont des notes microhabitat élevées allant de 16 à 25 sur 32, un nombre de très gros bois supérieur à 30 tiges/ha, et 4 à 5 stades de saproxylation différents pour le bois mort debout et au sol. Ce groupe sera appelé par la suite « **Très haute naturalité** ».

Cette seconde AFC a une faible inertie et explique une très faible part de la répartition des placettes, part encore plus faible qu'avec l'AFC 1 : 2,7% pour la meilleure variable. Supprimer à nouveau des points et des variables n'a rien apporté au jeu de données. L'AFC n'étant plus assez efficace pour classer les placettes restantes, il est inutile de continuer avec cette méthode.

Les 2 AFC consécutives ont conduit à faire 5 groupes. Cette méthode a fait ressortir les placettes qui se démarquaient le plus des autres en fonction de critères bien précis. Néanmoins ça n'a permis de classer qu'un peu plus d'un tiers des placettes (54/154 placettes). Il reste tout un ensemble de placettes pour lesquelles l'AFC ne permet pas de faire de rapprochement cohérent.

5.1.1.3 Classification manuelle

Les 100 placettes restantes (les 95 non classées par les 2 AFC plus les 5 mises de côté après l'AFC 1) vont être regroupées en fonction de critères sélectionnés « manuellement ». La typologie a pour objectif global de différencier les placettes avec une haute naturalité des autres. On va donc donner davantage d'importance aux indicateurs de naturalité dans la classification manuelle. Ces critères sont : les notes de microhabitats, le nombre de TGB vivants, le nombre de bois mort debout et au sol.

Les valeurs seuils permettant de classer les placettes en haute ou basse naturalité sont établies en fonction du panel de valeur réellement rencontrées pour chaque critère. Pour les notes microhabitats, elles vont de 4 à 27 pour une note maximale théorique de 32. La valeur médiane de l'ensemble des placettes est de 14. On prendra cette valeur comme valeur seuil. Avec le même raisonnement, la valeur seuil pour le nombre de TGB vivants, de bois mort debout et au sol sera de 20 tiges.

On classe ensuite les placettes en 6 groupes :

- « **Haute naturalité** » : placettes qui, pour chacun des 4 critères, ont des valeurs supérieures aux valeurs seuil.
- « **Naturalités les plus faibles** » : placettes qui, pour chacun des critères, ont des valeurs inférieures aux valeurs seuil.
- « **Nombreux bois morts debout et au sol** » : placettes avec des valeurs supérieures aux valeurs seuils à la fois pour le bois mort au sol et pour le bois mort debout, qu'importe la quantité de TGB vivants et la note microhabitat.
- « **Nombreux bois morts au sol** » : placettes avec, comme seul critère de différenciation, une valeur de bois mort au sol supérieure à la valeur seuil.
- « **Potentiel à venir** » : placettes avec, comme seul critère de différenciation, un nombre de TGB vivants supérieur à la valeur seuil.
- « **Autres** » : toutes les placettes n'entrant dans aucune des catégories précédentes.

Les caractéristiques principales de chacun des groupes établis dans cette partie sont présentées dans le tableau 5.

| Groupes Typologiques | | | Nb de placettes | Microhabitats | | Bois mort | | | | Bois vivant | | Traces d'exploitation |
|----------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|---------------|---------------|--|--|---|----------------|-----------------------|
| | | | | Nombre de MH | Note MH | Nombre de BMD | Nombre de BMS | Nombre de stade de saproxylation pour le BMD | Nombre de stade de saproxylation pour le BMS | Nombre de bois de $\varnothing > 70$ cm | Nombre de TTGB | |
| Exploitées | Phase sylvigénét. initiale | Pineraie | 13/154 | 4 | 9 (4 à 20) | 24 | 28 | 1 à 3 | 1 à 4 | 20 | 0 à 10 | tt |
| | | Hetraie | 8/154 | 10 | 21 (18 à 24) | 14 | 10 | 0 à 4 | 1 à 4 | 25 | 1 à 11 | aucun |
| | Autres phases sylvigénétiques | Naturalité plus faible | 16/154 | 5 | 11 (7 à 13) | 13 | 14 | 1 à 4 | 2 à 5 | 18 | 0 à 3 | tt |
| | | Autres | 12/154 | 8 | 18 (14 à 23) | 16 | 14 | 1 à 3 | 2 à 5 | 19 | 0 à 4 | tt |
| | | Potentiel à venir | 16/154 | 8 | 17 (9 à 24) | 17 | 15 | 2 à 4 | 3 à 4 | 39 | 0 à 11 | tt |
| | | Beaucoup de BMS | 22/154 | 8 | 17 (11 à 27) | 13 | 31 | 2 à 4 | 2 à 5 | 20 | 0 à 18 | tt |
| | | Beaucoup BMS et BMD | 8/154 | 7 | 13 (7 à 22) | 28 | 36 | 2 à 4 | 3 à 5 | 21 | 0 à 5 | tt |
| | | Haute naturalité | 27/154 | 9 | 19 (14 à 25) | 24 | 38 | 2 à 4 | 3 à 5 | 38 | 0 à 11 | tt |
| | | Très haute naturalité | 14/154 | 10 | 20 (16 à 23) | 22 | 31 | 3 à 5 | 4 à 5 | 38 | 0 à 22 | tt |
| Non exploitées | Plus | 15/154 | 9 | 19 (14 à 25) | 21 | 30 | 2 à 5 | 3 à 5 | 29 | 1 à 10 | aucune | |
| | Autres | 10/154 | 7 | 14 (7 à 21) | 19 | 31 | 1 à 4 | 3 à 5 | 15 | 0 à 6 | aucune | |

Tableau 5. — Caractéristiques des groupes typologiques des placettes. Les critères de différenciation des placettes sont surlignés en rouge. Les caractères en gras sont des caractéristiques importantes mais pas déterminantes des groupes.

5.1.2 Description des groupes de placettes

Avec les deux AFC et la classification manuelle, on a obtenu 11 groupes. Ces groupes ont été majoritairement constitués en fonction de critères caractéristiques des vieilles forêts et non en fonction de critères anthropiques directs : présence d'exploitation, intensité de l'exploitation,... On aurait pu s'attendre à avoir une influence de l'activité humaine sur la typologie. Elle n'a eu un rôle déterminant que dans très peu de cas (groupes « Sans exploitation »). La plupart des placettes ont eu une exploitation passée. De fait, on ne peut pas les départager en fonction de facteurs anthropiques directs. Néanmoins, beaucoup des facteurs déterminants de cette typologie sont ou peuvent être indirectement liés à l'activité anthropique : nombre de microhabitats, nombre de TTGB, quantité de bois mort...

D'un point de vue de la naturalité, leur richesse actuelle et leur potentiel à venir en biodiversité éventuelle n'est pas la même. Certains groupes sont plus intéressants que d'autres et sont à protéger en priorité (Fig. 9). On associe les groupes ayant un intérêt plus ou moins équivalent pour la biodiversité. Ces catégories permettront par la suite de proposer des statuts de

protection et des consignes de gestion cohérents pour l'ensemble des groupes typologiques associés.

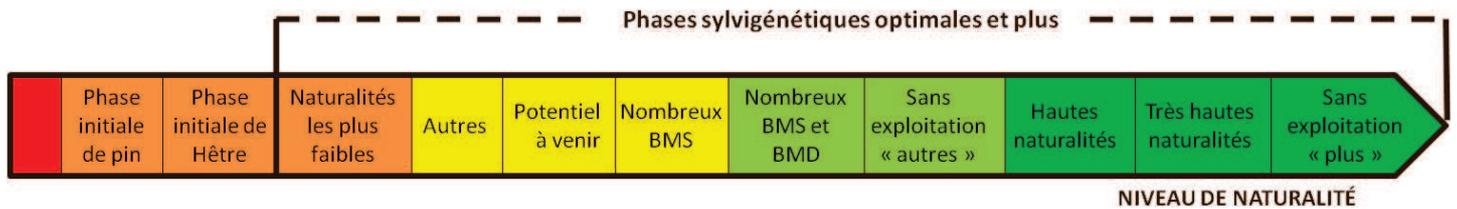


Figure 9. — Niveau de naturalité des groupes typologiques des placettes.

5.1.2.1 Groupes typologiques présentant les plus hautes naturalités

Il s'agit des zones possédant d'ores et déjà les caractéristiques permettant d'accueillir une grande biodiversité et qui ont un volume minimum de TGB vivants permettant le renouvellement ou l'accroissement des supports de biodiversité. Cette dénomination concerne les groupes : « Très haute naturalité », « Haute naturalité », « Sans exploitation "plus" ».

Ces groupes comptent respectivement 14, 27 et 15 placettes réparties sur 23 sites. Ils ont en commun des notes microhabitat élevées allant de 16 à 25 (Note maximale de 32), de nombreux TGB vivants, bois morts au sol et debout, supérieur à 25 tiges/ha. On ne trouve peu/pas de trace d'exploitation sur ces placettes. Quand il y a présence de souches, elles sont peu nombreuses et très anciennes, signe que l'activité anthropique a disparu depuis longtemps sur ces sites. Des peuplements étudiés, ces zones sont celles qui devraient accueillir le maximum de biodiversité.

5.1.2.2 Groupes typologiques avec une naturalité importante

Les groupes concernés par cette catégorie sont : « Sans exploitation "moins" » et « Nombreux bois morts debout et au sol ».

Concernant le groupe « Sans exploitation moins », constitué de 10 placettes réparties sur 6 sites, il a été différencié du groupe « Sans exploitation plus » du au nombre moins important de caractéristiques présentes favorables à la biodiversité. Ces placettes avaient en moyenne moins de diversité de microhabitat, moins de TGB vivants et des stades de saproxylation du bois mort moins avancés que celles ayant les naturalités les plus hautes. On aurait pu s'attendre à ce que toutes les zones non exploitées comportent toutes les caractéristiques des sites à haute naturalité. Néanmoins, sur des milieux extrêmes comme des arrêtes rocheuses, des sols extrêmement instables ou des pentes fortes (> 120%), la fertilité de la station est faible. Il devient difficile voir impossible pour un arbre de se développer et atteindre des gros diamètres. Ces placettes n'ont pas toutes les caractéristiques des vieilles forêts mais en possèdent cependant plusieurs attributs avec tout le potentiel d'accueil en biodiversité que cela implique.

Les 8 placettes, réparties sur 7 sites, concernées par le groupe «Nombreux bois morts debout et au sol » ne comportent pas autant de caractéristiques favorables à la diversité spécifique que les

placettes avec les naturalités les plus hautes. Néanmoins de par la grande quantité de bois mort, aussi bien debout qu'au sol, et la diversité de stade de saproxylation que contiennent ces placettes, ce groupe possède une naturalité importante.

5.1.2.3 Les groupes typologiques ayant des naturalités assez importantes

Les groupes concernés par cette catégorie sont : « Nombreux bois morts au sol », « Potentiel à venir » et « Autres ».

Les 22 placettes « Nombreux bois morts au sol » ont été séparées du groupe « Nombreux bois morts au sol et debout » parce qu'elles ont peu de TGB vivants, une plus faible diversité en microhabitats et du bois mort en majorité au sol. La quantité de bois mort au sol reste importante ce qui est un atout supplémentaire comparé aux groupes typologiques ayant les naturalités les moins importantes.

Le groupe « Potentiel à venir » comporte 16 placettes situées sur 10 sites. Ces zones n'ont pour l'instant que peu d'intérêt d'un point de vue de la naturalité mais ont du potentiel. Actuellement, il y a très peu de bois mort et de microhabitats. Mais la forte densité de TGB vivants représente un sérieux potentiel d'évolution dans les décennies à venir, car ils vont générer le futur bois mort et seront supports de microhabitats.

Le groupe « Autres » est constitué de 12 placettes réparties sur 11 sites. Il s'agit d'un groupe qui n'a pas de caractéristique particulière permettant de regrouper un assez grand nombre de placettes ensemble. Mais niveau de naturalité présentée par ces placettes est supérieur à celle des groupes avec les naturalités les moins importantes. Dans la suite du projet, il se peut que ce groupe soit éclaté en plusieurs selon un critère unique de sélection comme on l'a fait pour le groupe « Potentiel à venir » ou « Nombreux bois morts au sol ». Le critère unique de sélection pourrait être la quantité de bois mort debout ou une note microhabitat élevée.

5.1.2.4 Groupes typologiques avec les naturalités les moins importantes

Les groupes ayant une faible naturalité sont : « Moindre naturalité », « Phase initiale de Hêtre » et « Phase initiale de Pin ». Il faut relativiser l'expression « faible naturalité » de ces 4 groupes. L'adjectif « faible » n'est dû qu'à la comparaison aux zones VFP à très haute naturalité. Si on replaçait les zones VFP dites à faible naturalité dans un contexte forestier général avec des forêts exploitées, elles feraient partie des sites les plus riches en biodiversité potentielle.

Le groupe « Naturalités les plus faibles » comporte 16 placettes sur 12 sites. Ce groupe comprend les zones de naturalité les plus faibles de toutes les VFP étudiées. Ce groupe a, à la fois, peu de diversité en microhabitats, peu de TGB et peu de bois mort.

Le groupe « Phase initiale de Hêtre » comprend 8 placettes et toutes se trouvent sur un même site constitué en majorité de hêtres têtards. Il s'agit d'une forêt qui a longtemps eu pour vocation l'agropastoralisme. En plus du pâturage, les grosses branches ont régulièrement été coupées. Ces

activités anthropiques ont fortement marqué le peuplement et sont à l'origine des caractéristiques actuelles : une phase sylvigénétique peu avancée, le chêne sessile en témoigne, et généralement peu de bois mort, que ce soit sur pied ou au sol. Ces peuplements de hêtres purs ou majoritaires ont la particularité de présenter rapidement une quantité importante de microhabitats, mais il s'agit presque exclusivement de cavités. Même si ces forêts ne sont pas vieilles, elles sont néanmoins à considérer comme des refuges d'espèces.

Le groupe « Phase initiale de Pin » comprend 13 placettes situées sur 3 sites. Tous ces sites ont un contexte plus ou moins similaire. Ils se trouvent dans le subalpin inférieur avec des peuplements constitués de pin sylvestre, de pin de Bouget ou de pin à crochets. Il s'agit globalement de pineraies de substitution à la sapinière subalpine. L'impact de l'homme, au travers de brûlis et du pastoralisme, a marqué ces peuplements. Ils ont peu de diversité spécifique, peu de microhabitats, peu de bois mort car les arbres sont trop jeunes.

5.2 Clé de détermination pour la typologie des placettes

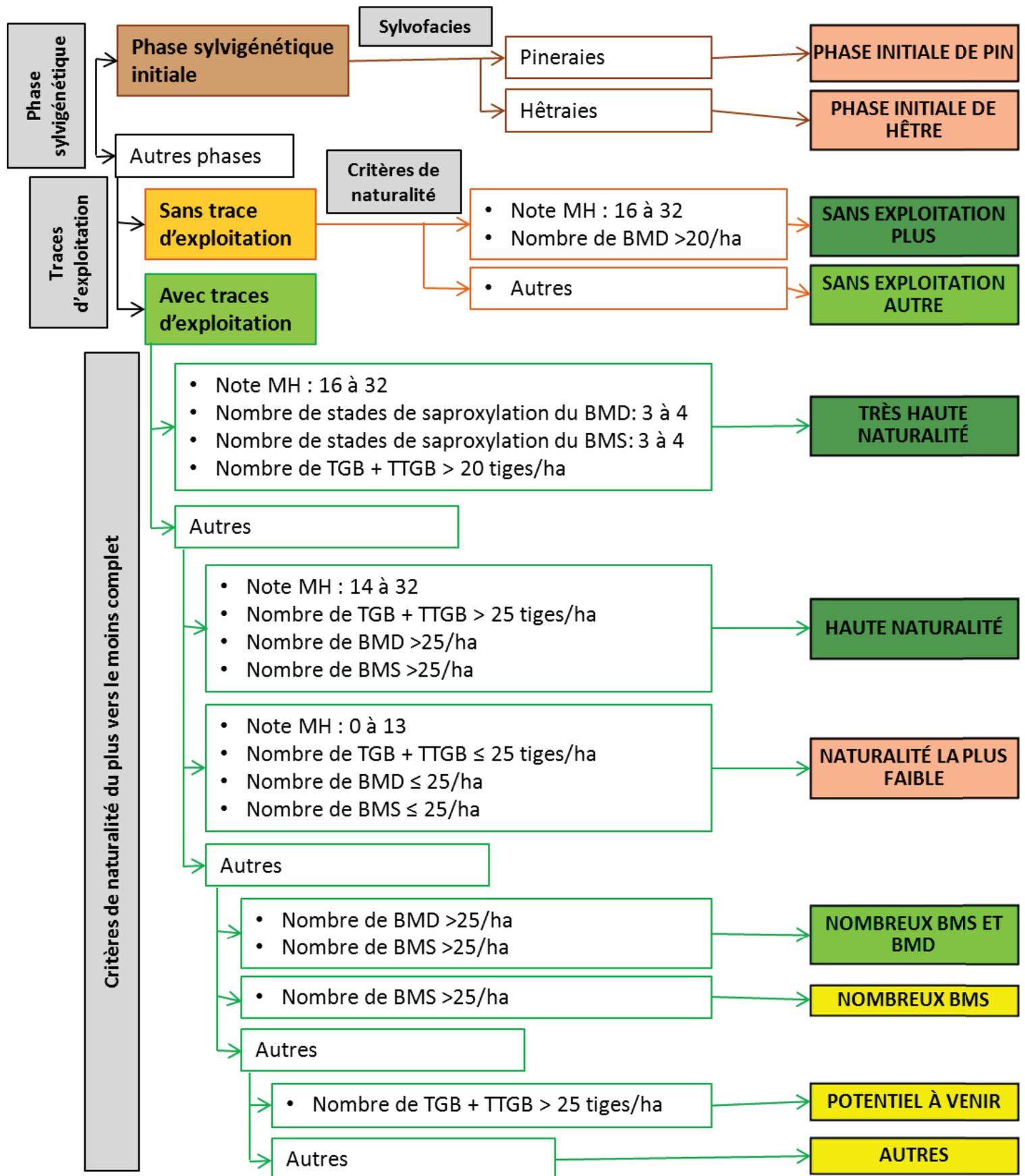


Figure 10. — Clé de détermination permettant la classification des placettes. Pour classer une placette dans un groupe, il faut qu'elle réponde obligatoirement à tous les critères indiqués. Le code couleur utilisé pour les noms des groupes typologiques des placettes est celui appliqué à la typologie des sites

5.3 Typologie des sites

La typologie des sites est directement liée aux niveaux de naturalité des groupes typologiques des placettes. La qualité d'un site équivaut à la qualité de sa meilleure placette (Brustel, comm. Pers., 2013). On répartit les sites dans 4 catégories (Fig. 11 et annexes 13 et 14):

- ⦿ Les **sites à très haute naturalité** présentant une ou plusieurs placettes avec les naturalités les plus importantes.
- ⦿ Les **sites à haute naturalité** présentant une ou plusieurs placette(s) avec des naturalités importantes.
- ⦿ Les **sites à assez haute naturalité** présentant une ou plusieurs placette(s) avec des naturalités assez importantes.
- ⦿ Les **sites avec les naturalités les plus faibles** présentant une ou plusieurs placette(s) avec les naturalités les moins importantes.

Fin août 2013, sur les 43 sites évalués, plus de 60% font partie des sites à très haute naturalité (Tableau 6).

| | Hautes-Pyrénées | Haute-Garonne | Ariège | Total |
|---|-----------------|---------------|------------|---------------------|
| Sites à très hautes naturalités | 507 ha (7) | 1852 ha (18) | 120 ha (2) | 2479 ha (27) |
| Sites à hautes naturalités | 0 | 111 ha (1) | 67 ha (1) | 178 ha (2) |
| Sites à assez hautes naturalités | 34 ha (3) | 191 ha (3) | 0 | 225 ha (6) |
| Sites avec les naturalités les plus faibles | 246 ha (5) | 28 ha (1) | 0 | 274 ha (6) |

Tableau 6. — Bilan sur le niveau de naturalité des sites évalués fin août 2013.

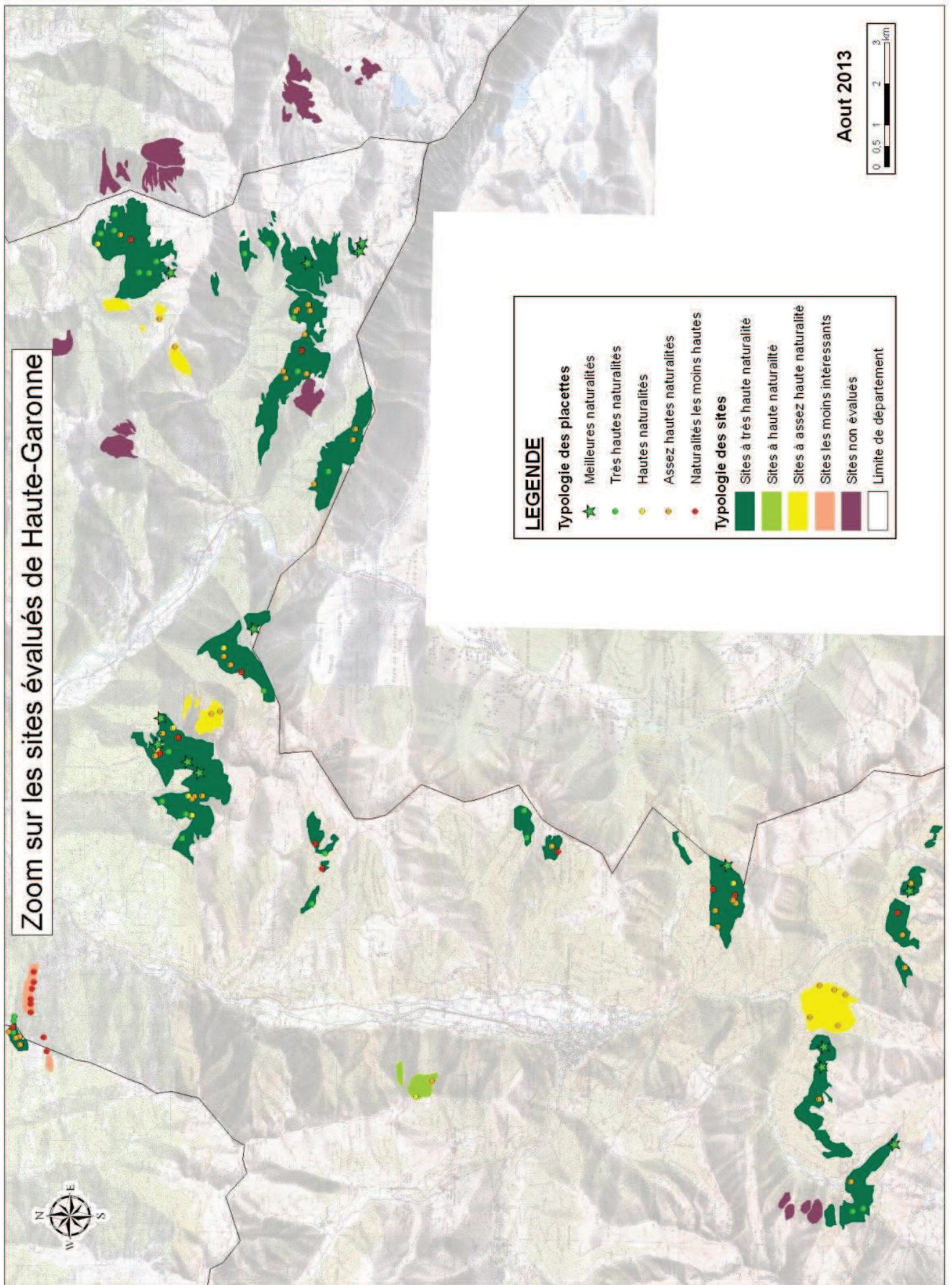


Figure 11. — Carte de la typologie des sites issue de l'analyse des données terrain

5.4 Propositions de gestion des sites VFP et de leur matrice intercalaire

5.4.1 Proposition de gestion pour les VFP

Après analyse des résultats, les sites ne présentent pas tous le même niveau de naturalité. La priorité doit être mise sur la protection des sites avec les naturalités les plus élevées, soit les sites à très haute et haute naturalités. Ces degrés importants de naturalité sont le résultat de peuplement ayant évolué dans une dynamique naturelle. L'objectif est, au minimum, de maintenir le niveau de naturalité actuelle, voire de l'augmenter. Pour cela, il faut trouver des outils juridiques protégeant ces habitats de toute intervention : mise en place de Réserve Biologiques Intégrales (RBI) ou d'îlots de sénescence.

Les RBI concernent les forêts relevant du régime forestier et gérées par l'ONF. Elles sont consacrées à la libre évolution d'habitats forestiers et à la conservation de la biodiversité particulière associée à ces milieux. Elles sont des observatoires et des conservatoires de l'évolution spontanée des forêts. L'objectif serait de constituer un réseau représentatif de la diversité des habitats forestiers présents en France

Les peuplements visés par les RBI sont essentiellement des peuplements :

- subnaturels
- composés d'essences indigènes
- issus de régénération naturelle
- à l'état de futaie
- inexploités depuis au moins 50 ans et donc plus ou moins riches en bois mort

La richesse en certaines espèces remarquables est un atout supplémentaire pour des peuplements répondant aux critères des RBI. La politique de création de RBI est avant tout qualitative même si elle prend en compte une règle de surface unitaire des réserves : en règle générale une RBI doit avoir une surface minimale de 50 ha en plaine et 100 ha en montagne.

Actuellement, très peu de RBI ont été mises en place dans les Pyrénées en comparaison aux Alpes. Un certain nombre de projets de RBI sont en cours d'instruction. Les peuplements de VFP avec des hautes naturalités présentent les caractéristiques recherchées pour mettre en place une RBI. La taille des sites est la seule condition non validée par toutes les VFP. Les surfaces de VFP annoncées dans l'étude ne prennent en compte que les peuplements avec les caractéristiques des VFP. Pour répondre au critère des 100 ha de surface minimale, on pourrait envisager de décaler les limites des sites, de telle manière à ce que le peuplement de VFP soit la zone cœur de la RBI. Pour les sites présentant des surfaces trop limitées, on peut envisager de créer des îlots de sénescence.

Les îlots de sénescence sont un deuxième moyen de préserver les peuplements à haute naturalité. Ils correspondent à un espace forestier non exploité. L'intégralité du cycle sylvigénétique est conservée. De fait, les bois morts au sol et debout sont laissés sur place. La surface minimale conseillée pour un îlot de sénescence est de 0,5ha ce qui ne représente pas une contrainte pour les peuplements de VFP.

Idéalement tous les sites pourraient être proposés en RBI ou en îlots de sénescence, mais il faut s'intéresser en priorité aux sites à haute naturalité. Les autres, en attente d'être intégrés à un réseau

de protection adapté, font partie de la matrice intercalaire visant à protéger et relier les peuplements de VFP entre elles (Fig. 10).

Tous les sites avec des degrés de naturalité élevés et une surface supérieure ou égale à 95 ha ont été proposés en RBI. Sur les 12 RBI suggérées, 3 sont situées en Hautes-Pyrénées et les autres en Haute-Garonne. Les surfaces varient de 95 à 378ha.

Parmi ces sites, certains possèdent déjà des statuts de protection mais ils ne correspondent pas au type de gestion qu'on souhaite appliquer sur les sites VFP. « Val de Jéret » est un site qui fait partie du Parc National des Pyrénées (PNP). La charte du PNP n'interdit pas les interventions dans cette zone. C'est pourquoi on le propose en RBI malgré le statut PNP.

| | Nombre | Surface |
|----------------------------|--------------|----------------|
| RBI | 12 | 2135 ha |
| Ilots de sénescence | 12 | 524 ha |
| | Total | 2659 ha |

Tableau 7. — Bilan des propositions de gestion pour les sites à haute et très haute naturalité.

Les sites avec des degrés de naturalité élevés mais une surface inférieure à 95ha sont proposés en îlots de sénescence. Sur les 12 îlots suggérés, 3 se trouvent en Ariège, 4 en Hautes-Pyrénées et 5 en Haute-Garonne avec des surfaces variant de 20 à 74ha. Certains de ces îlots ont un rôle de « pas japonais » et relient deux sites VFP entre eux, proposé en RBI ou non. Dans d'autres cas, ils sont simplement des peuplements isolés à haute naturalité (Fig. 12 et annexe 16 et 17).

Les annexes 18 et 19 listent respectivement les sites et leurs caractéristiques à proposer pour la mise en place de RBI et d'îlots de sénescence.

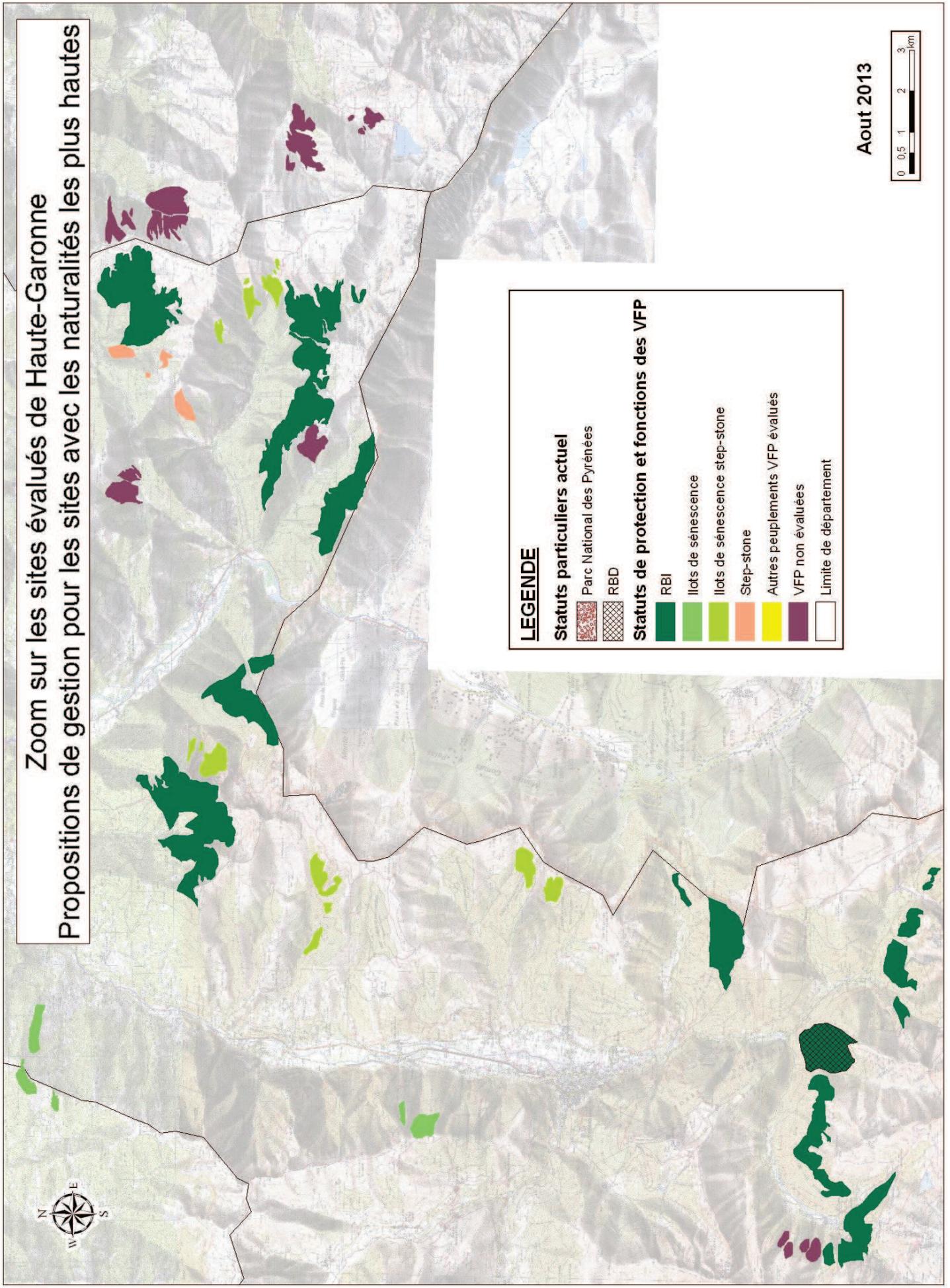


Figure 12. — Propositions de gestion pour les sites évalués de Haute-Garonne.

5.4.2 Proposition de gestion pour la matrice intercalaire

La sensibilité vis-à-vis du degré de fragmentation de l'habitat dépend de la stratégie de vie de chaque espèce (mobilité, distance de dispersion et démographie). Les taxons saproxyliques présents dans les forêts anciennes ont généralement des capacités de dispersion faible. Pour ces espèces, l'absence de connexion entre les habitats, dans le rayon de déplacement possible de l'individu, peut être une menace à son maintien et son développement (Vallauri *et al.*, 2010).

Outre les « Hot-spot » de naturalité à protéger, il faut donc prendre en compte la matrice intercalaire. Elle doit présenter un nombre minimal de caractéristiques assurant une continuité pour la circulation et le maintien de la biodiversité. Cette matrice intercalaire correspond aux peuplements voisins des VFP dans un périmètre minimum de 2km, capacité de dispersion maximale des taxons saproxyliques présents en VFP (Brustel, comm. Pers., 2013 ; Vallauri *et al.*, 2010). Il est nécessaire que la matrice intercalaire possède un minimum de caractéristiques similaires à celles des VFP. Pour cela, on conseille de :

- Traiter en irrégulier les peuplements de telle manière à
 - Travailler par bouquet pour conserver une mosaïque de structure horizontale (Viry *et al.*, 2012)
 - Avoir une conduite étalée du renouvellement
 - Eviter les coupes rases
 - Maintenir un capital élevé de GB et TGB (Spies et Franklin, 1996 ; Viry *et al.*, 2012)
- Maintenir impérativement les essences dryades telles que le sapin et le hêtre
- Constituer un stock permanent
 - D'arbres « habitat »/ha, arbres à conserver pour la biodiversité, parmi les GB et TGB accomplissant la totalité du cycle sylvigénétique
 - De bois morts debout de diamètre supérieur à 35 cm
 - De bois morts au sol de diamètre supérieur à 35 cm
- Limiter le nombre et la fréquence des interventions de telle manière à perturber le moins possible la biodiversité présente

Les stocks permanents à constituer ne sont pas chiffrés par manque d'étude sur le sujet. En gestion courante à l'ONF recommande 1 arbre mort et 2 arbres « habitat »/ha. Même si ces quantités sont très faibles par rapport ce qui serait nécessaire et qu'elles ne reposent sur aucun fait scientifique, elles ont l'avantage d'être appliquées sur le terrain. Il est important de laisser un maximum de GB et TGB vivants, de BMS et BMD pour ne pas créer de rupture entre la matrice et les VFP. Pour maintenir et développer des peuplements à haute naturalité, la gestion optimale est encore de ne pas intervenir.

6. Discussion

Le bilan de la phase terrain à la fin août montre que 21% des sites ont été évalués. Le début tardif de la saison favorable au terrain ainsi que les intempéries régulières ont limité l'avancement de la phase terrain. Néanmoins le nombre de sites évalués cette année est de 23. Les sorties terrain vont se poursuivre jusqu'aux premières chutes de neige. De nouveaux sites seront donc évalués dans les semaines à venir. Les résultats et la typologie vont sans doute évoluer.

6.1 Amélioration du protocole

Le centre de placette est marqué au GPS ainsi que l'évaluation du rayon de 57m. En milieu forestier, la précision du GPS varie de 5 à 12m entraînant une erreur moyenne de $\pm 0,150$ ha sur 1ha. Cette imprécision de $\pm 15\%$ de la surface théorique peut être la source de biais sur la quantité relevée de TGB, de TTGB, de BMS, de BMD. Etant donné les conditions difficiles de terrain, il est difficile d'envisager la mesure des 57m au topofil.

La localisation des placettes n'est pas déterminée de façon systématique mais laissée au choix de l'opérateur, notamment à cause des contraintes terrain. Ce choix d'échantillonnage aurait pu créer un biais. Mais la typologie des sites est basée sur la règle : la qualité d'un site équivaut à la qualité de sa meilleure placette. De fait, choisir le meilleur emplacement possible pour réaliser une placette est un bon point dans cette étude. La règle concernant la naturalité des sites permet d'avoir une typologie des sites adaptée à la grande majorité des cas. Dans certains cas particuliers, le niveau de naturalité réel est différent de celui annoncé dans les résultats de l'étude. Lorsque les sites VF ont de grandes surfaces et des contraintes de milieux variées, ils peuvent être extrêmement hétérogènes. Les quelques placettes réalisées ne sont pas représentatives du site. De fait, le niveau de naturalité réel du site peut être sous évalué dans l'étude.

Sur le site Lits de Guerri (31), les ressauts rocheux, les larges talwegs et les pentes fortes ont limité l'évaluation du site à une zone restreinte. Cette zone accessible étant moins prometteuse que le reste du site, il a été sous-évalué. Par conséquent son classement typologique n'est pas représentatif de la réalité.

6.1.1 Comment évaluer correctement l'hétérogénéité d'un site ?

La stratégie adoptée dans l'étude a été de subdiviser les sites afin d'obtenir des zones de prospection de plus petite surface, plus ou moins égales, pour avoir un nombre de placettes suffisant, représentatif et réparti de façon assez homogène.

Dans un contexte idéal, pour prendre en compte l'hétérogénéité d'un peuplement, il faudrait mettre en place un maillage fin de placettes. Dans cette étude, on aurait pu envisager de faire 2 placettes de 0,5ha au lieu d'une de 1ha. Le fait d'avoir des placettes de plus petite surface induit un temps de réalisation par placette plus court et une exigence moins élevée quant au choix de l'emplacement de la placette. Ces deux facteurs combinés permettent d'en réaliser plus par jour. Néanmoins, cette solution n'est pas envisageable pour le projet VFP. Le terrain VF présente deux contraintes majeures : un terrain difficile et, étant donné la surface importante de la zone d'étude, un temps de prospection limité accordé par site. A savoir que le temps de déplacement entre deux

placettes est généralement bien supérieur au temps de réalisation d'une placette qui est d'environ une heure.

6.1.2 Comment distinguer ce qui est de la VF de ce qui n'en est pas?

Etant donné l'absence de plan d'échantillonnage systématique, c'est à l'opérateur de juger s'il est bon ou pas de réaliser une placette. Après discussions avec les partenaires du projet, dans de nombreux sites, il n'est pas évident de savoir si l'on est dans un peuplement de VF ou non. Dans le protocole établi, il n'y a aucun repère permettant de savoir à partir de quand on applique la fiche terrain.

On pourrait envisager de mettre des conditions obligatoires auxquelles le peuplement doit répondre pour remplir une fiche terrain VFP et/ou des critères discriminants pour, au contraire, écarter les peuplements non VF. Exemples de critères discriminants : peuplements avec des traces d'exploitation de stades de saproxylation 1 ou 2, peuplement de phase sylvigénétique initiale ou optimale présentant moins de 10 TGB/ha, etc. Par manque de temps, ceci n'a pas encore été mis au point.

6.1.3 Quelles améliorations peuvent-être apportées au protocole ?

6.1.3.1 La mesure du volume de bois vivant et de bois mort debout comme au sol

Comme on l'a évoqué au début de l'étude, une des caractéristiques majeure des peuplements de VF est d'avoir un volume important de bois vivant et mort. Dans le protocole VFP, ces paramètres ont été évalués en nombre de tiges supérieur à un diamètre fixé. Ni le diamètre par tige, ni la longueur ne sont relevés. On ne peut donc pas approcher le volume de bois vivant ou mort sur pied, ni le volume de bois mort au sol. Outre le fait d'avoir une information moins précise dans l'étude, ce manque limite les comparaisons avec des études déjà effectuées sur ce type de peuplements (Christensen *et al.*, 2005 ; Gilg, 2004 ; Rossi *et al.*, 2013 ; Spies *et al.*, 2006).

Pour remédier à ce manque, il faudrait rajouter différentes mesures pour évaluer la surface terrière et le volume grâce à des tarifs de cubage.

- Pour le bois vivant sur pied :
 - Noter la classe de diamètre de chaque TGB et TTGB sur pied.
 - Mesurer la hauteur dominante d'un arbre par essence de maturation présente.
- Pour le bois mort sur pied et au sol :
 - Noter la classe de diamètre par bois sur pied et au sol.
 - La hauteur ou la longueur de chaque bois mort.

Pour simplifier cette prise de données, on peut utiliser un tableau comme cela a été fait dans l'étude des forêts anciennes de Méditerranée et des montagnes limitrophes (Rossi *et al.*, 2013) (Cf. annexes 20 et 21)

Avec ces mesures complémentaires, on gagne en précision mais on augmente de temps de réalisation d'une placette.

6.1.3.2 Données non utilisées pour la typologie des placettes et des sites

Dans l'état actuel de la phase terrain, certaines données ne se sont pas révélées utiles pour la typologie des placettes et des sites : les milieux rocheux, les milieux aquatiques, l'habitat...

Est-ce qu'il est vraiment utile de relever ces données ? Etant donné qu'on a relevé un peu moins d'un quart des placettes prévues, il se peut que, par la suite, d'autres paramètres se révèlent discriminant pour la typologie des placettes. Dans le cas contraire, ils pourraient être enlevés du protocole, sauf pour ceux permettant une comparaison avec l'IBP.

6.2 Une typologie à compléter

L'étude des sites en cours et les critères sélectionnés pour la typologie des sites font qu'on obtient essentiellement des sites à très haute naturalité. Trois éléments sont à prendre en compte dans ce résultat:

- L'état d'avancement de l'étude.
Les seuils pour les valeurs discriminantes ont été sélectionnés de telle manière à avoir un nombre significatif de placettes dans chaque groupe typologique. La phase terrain est loin d'être complète. Un peu moins de 25% des placettes prévues ont été réalisées, soit 21% des sites prospectés. De plus, la grande majorité des sites évalués se trouvent en Haute-Garonne. Avec les placettes à venir, les seuils pourraient être affinés entraînant des changements dans les deux typologies. Pour toutes ces raisons, les résultats actuels de la typologie des sites ne sont pas définitifs et représentatifs de la zone d'étude.
- L'aspect historique des sites évalués.
Etant donné l'avancement plus poussé sur le territoire de Haute-Garonne, les résultats sont directement liés à ce département et à son histoire passée. Dans la suite de l'étude, il se pourrait qu'on ait davantage de site avec des naturalités moins importantes.
- Une méthode de pré-sélection des sites adaptée.
La phase I avait pour objectif de recenser les sites connus pour avoir des caractéristiques VF, d'après les dires d'experts et de gestionnaires, ou montrant certaines caractéristiques, avec les photographies aériennes et les infrarouges couleurs. La majorité des sites pré-repérés étaient effectivement des VFP.

6.3 Comparaison avec des projets aux thématiques similaires

6.3.1 Le projet « Forêts anciennes de Méditerranée et des montagnes limitrophes »

Cette étude s'est déroulée de 2010 à 2013. Elle a eu pour objectif la mise en place d'une méthode adaptée à l'analyse de la naturalité des forêts de l'écorégion Méditerranée. La méthode multicritère mise au point a permis de mettre en avant les caractéristiques des hauts lieux de naturalité de Méditerranée.

La méthode du projet VFP et celle du projet forêt anciennes de Méditerranée ont en commun un grand nombre de paramètres. Comme on peut le voir dans le tableau 8, pour une même méthode de notation et pour des peuplements comparables, on obtient des notes proches voir similaires.

Ces deux méthodes aboutissent à des conclusions très proches quant aux caractéristiques des hauts lieux de naturalité : taux d'indigénat du couvert à 100%, une grande diversité de microhabitats, structure verticale composée d'au moins 3 strates, une dynamique dominée par les dryades,...

| | Forêts anciennes de Méditerranée | | | | Vieilles forêts pyrénéennes | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---|-------------------|---|-------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| | Sapinière | | Hetraie-sapinière | | Très haut degré de naturalité | | Haut degré de Naturalité | | Assez haut degré de naturalité | | Degrés les plus faibles de naturalité | |
| | moy | ± | moy | ± | moy | ± | moy | ± | moy | ± | moy | ± |
| IBP Gestion | 28 | 6 | 29 | 4 | 30 | 2 | 26 | 4 | 29 | 3 | 23 | 4 |
| IBP Contexte | 10 | 3 | 9 | 1 | 10 | 2 | 8 | 2 | 8 | 2 | 8 | 3 |
| IBP global | 38 | 3 | 39 | 1 | 39 | 3 | 35 | 4 | 37 | 4 | 32 | 6 |
| Diversité | 7 | 3 | 8 | 2 | 7 | | 7 | | 7 | | 5 | |
| Microhabitats | 5 | 2 | 5 | 1 | 8 | | 6 | | 8 | | 6 | |
| Indigénat | 10 | 1 | 10 | 0 | 10 | | 10 | | 10 | | 10 | |
| Maturité | 6 | 2 | 6 | 1 | 8 | | 8 | | 7 | | 5 | |
| Dynamique | 8 | 2 | 8 | 2 | 10 | | 10 | | 10 | | 5 | |
| Ancienneté | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | | 10 | | 10 | | 10 | |

Tableau 8. — Comparaison des notes IBP et de la méthode multicritères pour les sapinières, pures ou en mélange avec du hêtre, des forêts anciennes de la région Méditerranéenne et des VFP.

6.3.2 Le réseau de Forêt Rhônalpines en Evolution Naturelle (FRENE)

Le projet VFP est dans une logique de protection patrimoniale. L'objectif est de protéger les peuplements qui possèdent d'ores et déjà une richesse en biodiversité. Alors que le réseau FRENE est dans une logique d'évolution. Les peuplements protégés ne possèdent pas nécessairement de potentiel d'accueil au départ.

Ce réseau consiste à laisser vieillir, sans interventions sylvicoles autres que la mise en sécurité des peuplements, certaines forêts sur le territoire de Rhône-Alpes. Le but est de créer un réseau pour conserver une trame de vieux bois et pour renforcer la biodiversité. Pour répondre à ses objectifs, le réseau suit parallèlement deux démarches :

- La recherche de propriétaires volontaires vis-à-vis de la démarche, indépendamment de la nature de leur forêt
- La mise à disposition d'outils pour identifier les forêts à haute valeur écologique (Libis, 2012). Pour ces dernières forêts seulement, il est proposé au propriétaire d'intégrer le réseau.

Le réseau FRENE a adopté une stratégie différente à celle du projet VFP. La méthode employée par le FRENE a l'avantage d'intégrer dès le départ les propriétaires et gestionnaires. Un peuplement n'est évalué qu'avec l'accord du propriétaire, ce qui facilite l'intégration du site au réseau. Le réseau ainsi obtenu n'assure ni un niveau de naturalité élevé, ni une richesse spécifique importante.

Le projet VFP a un objectif différent qui est de mettre en avant les peuplements à haute naturalité indépendamment du type de propriété et de la volonté du propriétaire. La stratégie adoptée par le GEFVP est plus en adéquation avec l'aspect écologique qu'avec la gestion.

6.4 Après le projet VFP

L'objectif du projet VFP est de proposer une liste de sites complète à intégrer dans des réseaux de suivi et de gestion de la biodiversité cohérents, et de proposer des consignes de gestion pour la matrice intercalaire. La mise en place des propositions ne rentre pas dans le cadre du projet. Pour que les suggestions aboutissent, il va être nécessaire d'intégrer les propriétaires et les gestionnaires. Sans doute aurait-il été plus judicieux de leur présenter le projet VFP au début, lors de sa mise en place. Si les propriétaires et gestionnaires avaient été informés et avaient pu participés aux différentes étapes du projet VFP, la mise en place des propositions auraient sans doute été mieux comprises et acceptées ; propositions d'autant plus difficiles à faire accepter, que certaines suggestions représentent des pertes financières sur la production de bois. L'objectif du projet étant de faire une évaluation la plus complète possible des peuplements de VFP, le GEVFP a préféré ne pas les faire intervenir dans le processus de réflexion.

Conclusion

Depuis le début du projet « Vieilles forêts pyrénéennes », plus de 100 nouveaux sites ont été ajoutés à la cartographie potentielle des VFP. Leur surface potentielle est passée de 6200 à 9500ha. Avec le protocole d'évaluation des sites VFP établi lors de la phase I, 41 sites ont été évalués à la fin août 2013, soit 27% de la surface potentiellement pointée comme étant de la vieille forêt.

Le traitement et l'analyse des données de la phase terrain a permis de sélectionner des critères permettant de différencier les placettes, aboutissant à deux typologies : celle des placettes et celle des sites. La typologie des placettes comprend 11 groupes et se base sur des paramètres caractéristiques des VF : la phase sylvigénétique, l'absence de trace d'exploitation, le nombre de très gros bois, de très très gros bois, de bois morts au sol, de bois morts debout, de microhabitats et les différents stades de saproxylation présents. La typologie des sites découle de celle des placettes. Les sites ont été séparés en 5 groupes selon un gradient de naturalité.

Cette étude a permis de mettre en évidence 28 sites avec des degrés de naturalité élevés. Afin de préserver le potentiel d'accueil de ces sites, 12 RBI et 12 îlots, de sénescence de surfaces totales respectives de 2135ha et 524ha, sont proposés. Le maintien de la biodiversité ne se limite pas à protéger les « hot-spot » de naturalité. La matrice intercalaire doit être gérée de façon à éviter toute rupture entre deux zones d'intérêt écologique. Les propositions de gestion pour cette matrice émise dans l'étude se limitent à la périphérie proche des sites VFP. Malgré les propositions de gestion émises dans l'étude, certains sites restent isolés. C'est pourquoi, il faut continuer la réflexion pour la mise en place de corridors dans le cadre de la trame verte et bleue.

Le projet VFP ne porte que sur les Pyrénées de la région Midi-Pyrénées. Dans un premier temps, on pourrait envisager d'étendre ce type d'étude à l'ensemble des Pyrénées françaises, des Pyrénées Atlantiques aux Pyrénées Orientales. Dans un second temps, une collaboration avec l'Espagne pourrait permettre d'évaluer les vieux peuplements de la partie Pyrénées Centrales.

Depuis quelques temps déjà, la thématique de la naturalité suscite un intérêt poussé auprès des acteurs de la forêt. Etant donné l'étendue et le peu de données actuelles sur le sujet, la naturalité va rester au cœur des études et des débats scientifiques pendant quelques temps encore.

BIBLIOGRAPHIE

- Angers V.A., Messier C., Beudet M., Leduc A., 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. *Forest Ecology and Management* 217, p. 275-293.
- Ansley J-A. S., Battles J.J., 1998. Forest composition, structure, and change in old-growth mixed conifer forest in the northern Sierra Nevada. *Torrey Botanical Society* 125(4), p. 297-308.
- Barthod C., 1997. La protection des forêts dans la politique forestière française. Cas particulier des réserves intégrales. Communication orale, Colloque Nauralité et forêt d'Europe, Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- Bastien Y., Gauberville C., Allegrini C., Becquey J., Brun J.J., Colinot A., Doussot R., Dumé G., Gauquelin X., Jabiol B., Lebourgeois F., Mathey B., Mortier F., Rosoux R., Sevrin E., 2011. Vocabulaire forestier. Ecologie, gestion et conservation des espaces boisés. Agroparistec, CNPF, IDF, ONF, 554p.
- Bauhus J., Puettmann K., Messier C., 2009. Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management* 258, p. 525–537.
- Blondel, J. (2005). Bois mort et à cavités: leur rôle pour l'avifaune cavicole. In Bois mort et à cavité, une clé pour les forêts vivantes. Tec&Doc., Paris, p. 405.
- Bobiec A., Gutowski J.M., Laudenslayer W.F., Pawlaczyk P., Zub K. 2005. The afterlife of a tree. WWF Poland, Bialystok, Poland, 252 p
- Brustel H., Valladares L., Van Meer R., 2004. Contribution à la connaissance de coléoptères saproxyliques remarquables des Pyrénées et des régions voisines. *Bulletin de la Société Entomologique de France* 109 (4), p. 413-424.
- Burrascano S., Keeton W., Sabatini F., Blasi C., 2013. Commonality and variability in the structural attributes of moist temperate old-growth forests: A global review. *Forest Ecology and Management* 291, p. 458-479.
- Burrascano S., Lombardi F., Marchetti M., 2008. Old-growth forest structure and deadwood: are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy. *Plant Biosystems* 142, p. 313–323.
- Cateau E., Larrieu L., Savoie J.M., Vallauri D & Brustel H, in prep. Ancienneté et maturité: deux qualités complémentaires mais différentes de l'écosystème forestier
- Cinotti B., 1996. Evolution des surfaces boisées en France : proposition de reconstitution depuis le début du XIXe siècle. *Revue Forestière Française XLVIII (N° 6)*, p. 547-562.
- D'Amatol A.W., Orwig D.A., Foster D.R., 2006. New Estimates of Massachusetts Old-growth Forests: Useful Data for Regional Conservation and Forest Reserve Planning. *Northeastern Naturalist*, Vol. 13, No. 4, p. 495-506.
- Emberger C., Larrieu L., Gonin P., 2013. Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentiel (IBP). Document technique. Paris : Institut pour le développement forestier, 56 p.
- Franklin J.F., Spies T.A., Van Pelt R., Carey A. B., Thornburgh D.A., Berge D.R., Lindenmayer D.B., Harmon M.E., Keeton W.S., Shawh D.C., Bible K., Cheni J., 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management* 155, p. 399-423.
- Franklin J.F., Van Pelt R., 2004. Spatial aspects of structural complexity in old-growth forests. *Journal of Forestry* 102, p. 22–28.
- Gilg O., 2004. Forêts à caractère naturel, caractéristiques, conservation et suivi, L'atelier technique des espaces naturels, p. 96.
- Greslier N., Renaud J., Chauvin C., 1995. Les forêts subnaturelles de l'arc Alpin Français : réflexion méthodologique pour un recensement et une typologie des principales forêts alpines peu transformées par l'homme. *Revue Forestière Française*, XLII, p. 241-254.

- Hayward G., 1991. Using population biology to define old-growth forests. *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 19, No. 1, p. 111-116.
- Hilbert J., Wiensczyk A., 2007. Old-growth definitions and management: a literature review. *BC Journal of Ecosystems and Management*, Vol. 8, Num. 1, p. 15-31.
- IFN, 2006. La forêt française, GRECI I Pyénées. Résultats de la champagne 2006-2010. 53p.
- Jönsson M.T.; Fraver S., Jonsson B.G., 2009. Forest history and the development of old-growth characteristics in fragmented boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 20, p. 91-106.
- Keeton W.S., Chernyavskyy M., Gratzner G., Main-Knorn M., Shpylchak M., Bihun Y., 2010. Structural characteristics and aboveground biomass of old-growth spruce-fir stands in the eastern Carpathian mountains, Ukraine. *Plant Biosystems* 144: 148-159.
- Larrieu L., Cabanettes A., 2012. Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech-fir forests. *For. Res.* 42, p. 1433-1445.
- Larrieu L., Cabanettes A., Delarue A., 2012. Impact of sylviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in Montane Beech-Fir forests of the Pyrenees. *European journal of research*, Vol. 131 (3), p. 773-786 (doi: 10.1007/s10342-011-0551-z).
- Larrieu L., Gonin P., 2008. L'indice de biodiversité potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française*, LX, p. 727-748.
- Larrieu L., Brustel H., Cabanette A., Corriol G., Delarue A., Harel M., Loireau J.N., Sarthou J.P., 2009. Impact de l'anthropisation ancienne sur la biodiversité d'un habitat de hêtraie - sapinière de montagne. *Revue Forestière Française* LXI (4-2009), p. 351-368.
- Libis E., 2011. Inventaire et caractérisation des forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise. Mémoire de fin d'étude, Agroparistech, 122 p.
- Lindenmayer D.B., Cunningham R.B., Donnelly C.F., Franklin J.F., 2000. Structural features of old-growth Australian montane ash forests. *Forest Ecology and Management* 134, p. 189-204.
- Michel A.K., Winter S., 2009. Tree microhabitat structures as indicators of biodiversity in Douglas-fir forests of different stand ages and management histories in the Pacific Northwest, USA. *Forest Ecology and Management* 257, p. 1453-1464.
- Mosseler A., Lynds J.A., Major J.E., 2003. Old-growth forests of the Acadian Forest Region. *Environ. Rev.* (11): p. 47-77.
- Nilsson S.G., Niklasson M., Hedin J., Aronsson G., Gutowski J.M., Linder P., Ljungberg H., Mikusinski G., Ranius T., 2002. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management* 161, p. 189-204.
- Piovesan G., Di Filippo A., Alessandrini A., Biondi F., Schirone B., 2005. Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science* 16, p. 13-28.
- Rameau J-C., Mortier F., 1993. Propositions pour la caractérisation des peuplements forestiers selon des critères historiques et de dynamique forestière. Document de travail, 1993 (Document interne).
- Rossi M., Bardin P., Cateau E., Vallauri D., 2013. Forêts anciennes de Méditerranée et montagnes limitrophes. Références pour la naturalité régionale. WWF France, Marseille, 144 p.
- Savoie J.M., Bartoli M., Brin A., Brustel H., Celle J., Corriol G., Coste C., Hannoire M., Harrel M., Larrieu L., Sarthou V., Valladares L., 2011. Forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées. Rapport d'Etude de projet FEDER 2008-2011. Ecole d'Ingénieurs de PURPAN/DREAL Midi-Pyrénées, 320 p.
- Siitonen J., 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49, p. 11-41.
- Schnitzler-Lenoble A., 2002. Ecologie des forêts naturelles d'Europe. Biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires. Tec&Doc, 271 pages.
- Spies T.A., Franklin J.F., 1991. The structure of natural young, mature, and oldgrowth

- Douglas-fir forests in Oregon and Washington. *Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-Fir Forests* 285, p. 91–109.
- Spies T.A., Franklin J.F., 1996. The diversity and maintenance of old-growth forests. In: Szaro, R.C., Johnson D.W. (Eds.), *Biodiversity in Managed Landscapes: Theory and Practice*. Oxford, New York, p. 296–314.
- Spies T.A., 2004. Ecological concepts and diversity of old-growth forests. *Journal of Forestry* 102, p. 14–20.
- Spies T.A., Hemstrom M.A., Youngblood A., Hummel S., 2006. Conserving Old-Growth Forest Diversity in Disturbance-Prone Landscapes. *Conservation Biology*, Vol. 20, No. 2, p. 351-362.
- Tierney G.L., Faber-Langendoen D.F., Mitchell B.R., Shriver W.G., Gibbs J.P., 2009. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(6), p. 308-316.
- Vallauri D., André J., Blondel J., 2002. Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées. Rapport scientifique du WWF.
- Vallauri D., André J., Génot J-C., De Palma J-P., Eynard-Machet R., 2010. Biodiversité, naturalité, humanité. Pour inspirer la gestion des forêts. Lavoisier, 461p.
- Vallauri D., Grel A., Granier E., Dupouey J-L., 2012. Les forêts de Cassini, Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles. Rapport WWF.
- Viry B., Helderlé C., Asaël S., Boitte J-Y., Chrétien L., Cluzeau C., Gomez M-C., Guillon M., Hurstel A., Jacomet E., Kimmel C., Lacombe E., Laybourne A., Michel C., Mougeot O., Muller M., Nageleisen L-M., Poirot J., Preiss F., Sardin T., Siefert N., Wisselmann R., Zahnd E., 2012. Des forêts pour le grand Tétrás. Guide de sylviculture.
- Winter S., Moller G.C., 2008. Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. *Forest Ecology and Management* 255, p. 1251–1261.

Liste des contacts

Contacts qui ont participé à la réflexion tout au long du stage.

| CONTACT | ORGANISME | ADRESSE | TELEPHONE | COURRIEL |
|-------------------|-------------------------|--|----------------------------------|--|
| Antoine Brin | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 29 85 | antoine.brin@purpan.fr |
| Hervé Brustel | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 30 31 | herve.brustel@purpan.fr |
| Eugénie Cateau | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 30 49 | eugenie.cateau@purpan.fr |
| Eric Lacombe | Agroparistech ENGREF | 14 rue Girardet CS 14216 54042 Nancy | 03 83 39 68 70 06 16 30 67 10 | eric.lacombe@agroparistech.fr |
| Jean-Marie Savoie | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 30 61 | jm.savoie@purpan.fr |
| Lionel Valladares | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 30 01 | lionel.valladares@purpan.fr |

Contacts qui sont intervenus ponctuellement dans l'étude.

| CONTACT | ORGANISME | ADRESSE | TELEPHONE | COURRIEL |
|-----------------------|--------------------|---|----------------|--|
| Frédéric Blanc | CREN | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 81 60 81 98 | frederic.blanc@espaces-naturels.fr |
| Véronique Cheret | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 30 82 | veronique.cheret@purpan.fr |
| Olivier Courtin | Expert indépendant | 4, place de la croix La Caulié 81100 CASTRES | 05 63 72 26 44 | olivier.courtin355@orange.fr |
| Marc Deconchat | INRA Toulouse | 24 Chemin de Bordé Rouge 31326 Castanet Tolosan Cedex | 05 61 28 54 92 | Marc.Deconchat@toulouse.inra.fr |
| Sylvain Dejean | CREN | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 02 79 94 | sylvain.dejean@espaces-naturels.fr |
| Jean-Philippe Denux | INP-EIP | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 61 15 30 01 | jp.denux@purpan.fr |
| Nicolas Drapier | ONF | 5 rue Girardet 54042 Nancy cedex France | 03 83 17 74 28 | nicolas.drapier@onf.fr |
| Marc Enjalbal | CREN | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 81 60 81 90 | marc.enjalbal@espaces-naturels.fr |
| Nicolas Gouix | CREN | 75, voie du Toec, BP 57611 31076 Toulouse cedex 3 | 05 81 60 81 90 | nicolas.gouix@espaces-naturels.fr |
| Carole Hannoire | CBNPMP | Vallon de Salut BP 70315 65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex | | carole.hannoire@cbnmp.fr |
| Marta Infante-Sanchez | CBNPMP | Vallon de Salut BP 70315 65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex | | marta.infante-sanchez@cbnmp.fr |
| Laurent Larrieu | CNPF IDF | CNPF-IDF, 7 chemin de la Lacade 31320 Auzeville- Tolosane | | laurent.larrieu@toulouse.inra.fr |
| Daniel Vallauri | WWF | 6 rue des Fabres 13001 Marseille | 04 96 11 69 40 | dvallauri@wwf.fr |

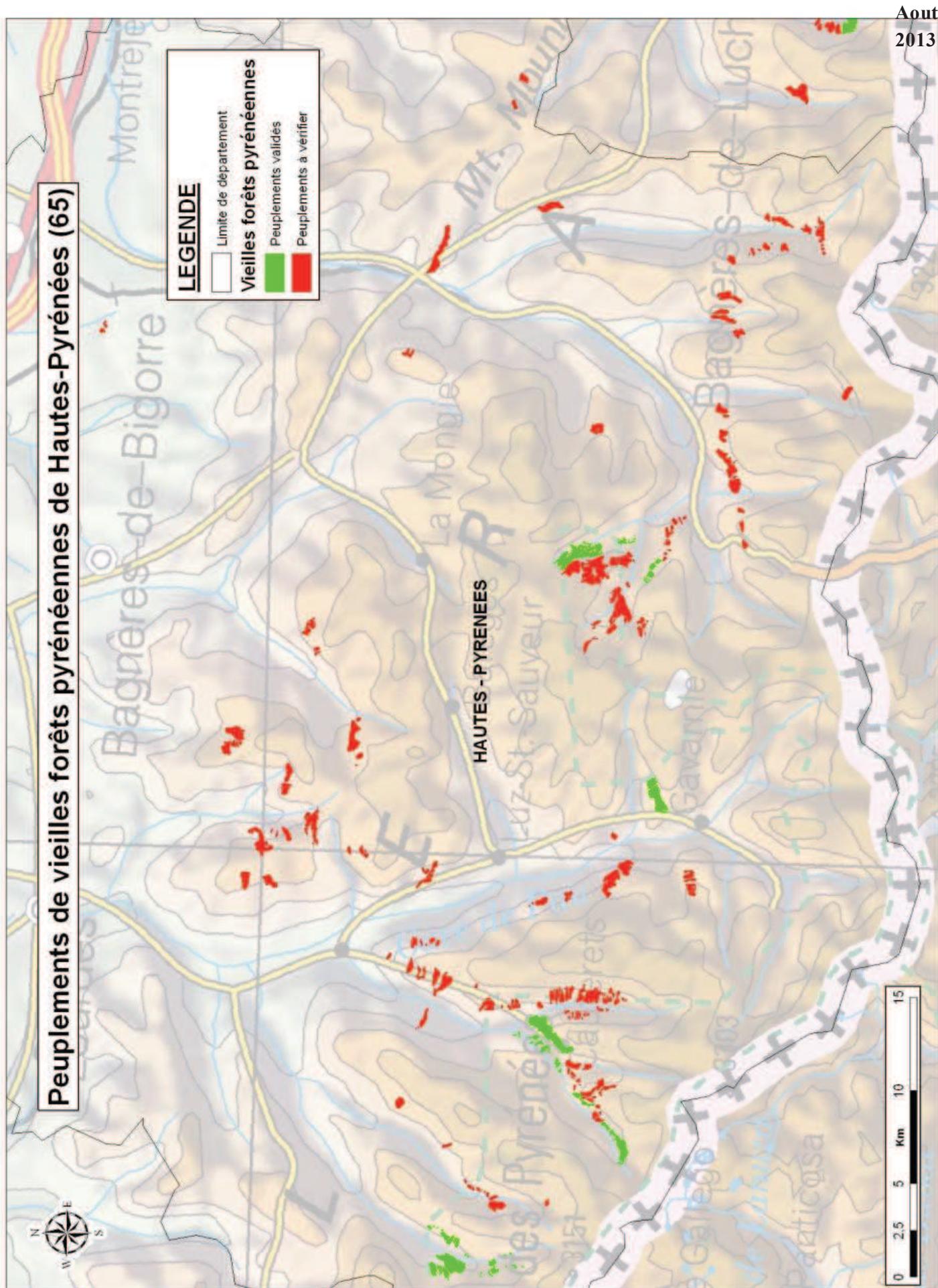
Table des annexes

| | |
|--|-----|
| <u>Annexe 1</u> : Caractéristiques des sites sélectionnés pour l'étude approfondie de la phase I du projet VFP..... | 55 |
| <u>Annexe 2</u> : Carte des Peuplements de VFP de Hautes-Pyrénées..... | 56 |
| <u>Annexe 3</u> : Carte des Peuplements de VFP en Haute-Garonne..... | 57 |
| <u>Annexe 4</u> : Carte des Peuplements de VFP en Ariège..... | 58 |
| <u>Annexe 5</u> : Fiche de terrain VFP..... | 589 |
| <u>Annexe 6</u> : Instructions pour renseigner la fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des VF..... | 61 |
| <u>Annexe 7</u> : Grille de notation des facteurs permettant de calculer l'IBP des peuplements (Larrieu et Gonin, 2009) | 68 |
| <u>Annexe 8</u> : Interprétation de la note IBP (Larrieu et Gonin, 2009)..... | 70 |
| <u>Annexe 9</u> : Contribution des facteurs de l'AFC 1..... | 71 |
| <u>Annexe 10</u> : Répartition des relevés sur le plan factoriel pour la première AFC. | 72 |
| <u>Annexe 11</u> : Pourcentages respectifs d'inertie de l'AFC 1 et de l'AFC 2. | 73 |
| <u>Annexe 12</u> : Contribution des facteurs de l'AFC 2. | 74 |
| <u>Annexe 13</u> : Répartition des relevés sur le plan factoriel pour la deuxième AFC. | 75 |
| <u>Annexe 14</u> : Carte du classement des sites de Hautes-Pyrénées | 76 |
| <u>Annexe 15</u> : Carte du classement des sites d'Ariège..... | 77 |
| <u>Annexe 16</u> : Propositions de gestion pour les sites évalués de Hautes-Pyrénées. | 78 |
| <u>Annexe 17</u> : Propositions de gestion pour les sites évalués d'Ariège. | 79 |
| <u>Annexe 18</u> : Liste des sites à proposer en RBI..... | 80 |
| <u>Annexe 19</u> : Liste des sites à proposer en îlots de sénescence. Les sites à très haute naturalité apparaissent en vert foncé alors que les hautes naturalités sont en vert clair. | 81 |
| <u>Annexe 20</u> : Tarif de cubage simplifié pour l'estimation rapide du volume de bois mort de résineux (Rossi <i>et al.</i> , 2013)..... | 82 |
| <u>Annexe 21</u> : Tarif de cubage simplifié pour l'estimation rapide du volume de bois mort de feuillus (Rossi <i>et al.</i> , 2013). | 83 |

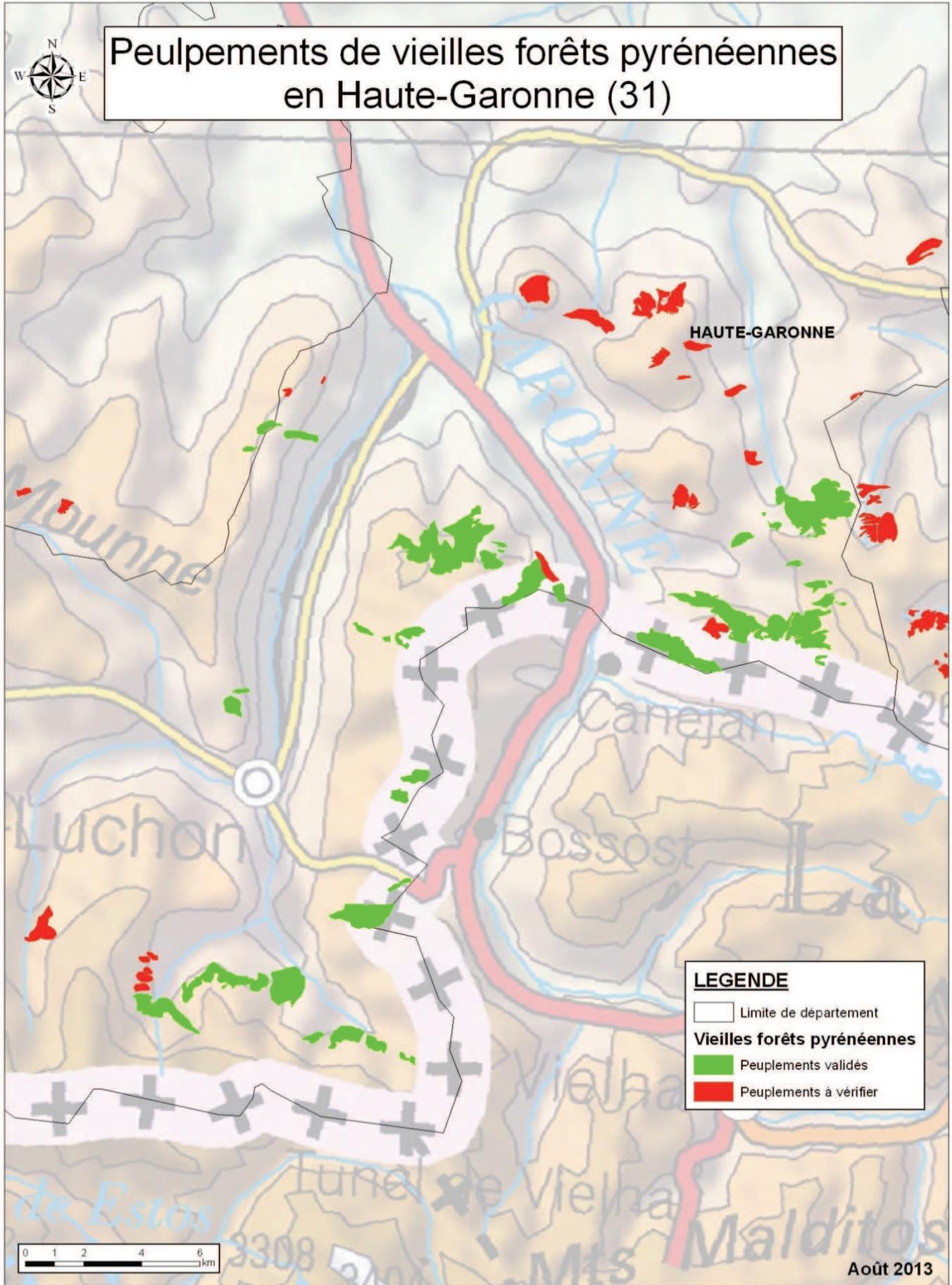
Annexe 1: Caractéristiques des sites sélectionnés pour l'étude approfondie de la phase I du projet VFP.

| Type d'habitat | Essences | Nom du site | Commune | Propriétaire | Surface (ha) |
|-----------------|------------------------|--------------|--------------------------|--|--------------|
| Forêts refuge | Hêtraie | Réouère | Binos (31) | Commune de Binos | 45 |
| | Pineraie - (Sapinière) | Oule | Aragnouet (65) | Commune d'Aragnouet | 111 |
| | Pineraie | Bastanet | Vielle-Aure (65) | Commune de Vielle-Aure | 256 |
| Vieilles forêts | Hêtraie | Génie Longue | Saint-Pé-de-Bigorre (65) | Etat et commune de Saint-Pé-de-Bigorre | 176 |
| | Sapinière - (Hêtraie) | Burat | Marignac (31) | Etat et commune de Marignac | 325 |
| | | Auribareille | Cauterets (65) | Syndicat de la vallée de Saint-Savin | 200 |
| | | Oudérou | Esbareich (65) | Propriétaire privé | 21 |
| | | Barrada | Gèdre (65) | Syndicat de la vallée Barèges | 68 |
| | Sapinière | Bois Neuf | Saint-Mamet (31) | Etat | 93 |
| | | Bugatet | Aragnouet (65) | Commune d'Aragnouet | 53 |

Annexe 2: Carte des Peuplements de VFP de Hautes-Pyrénées

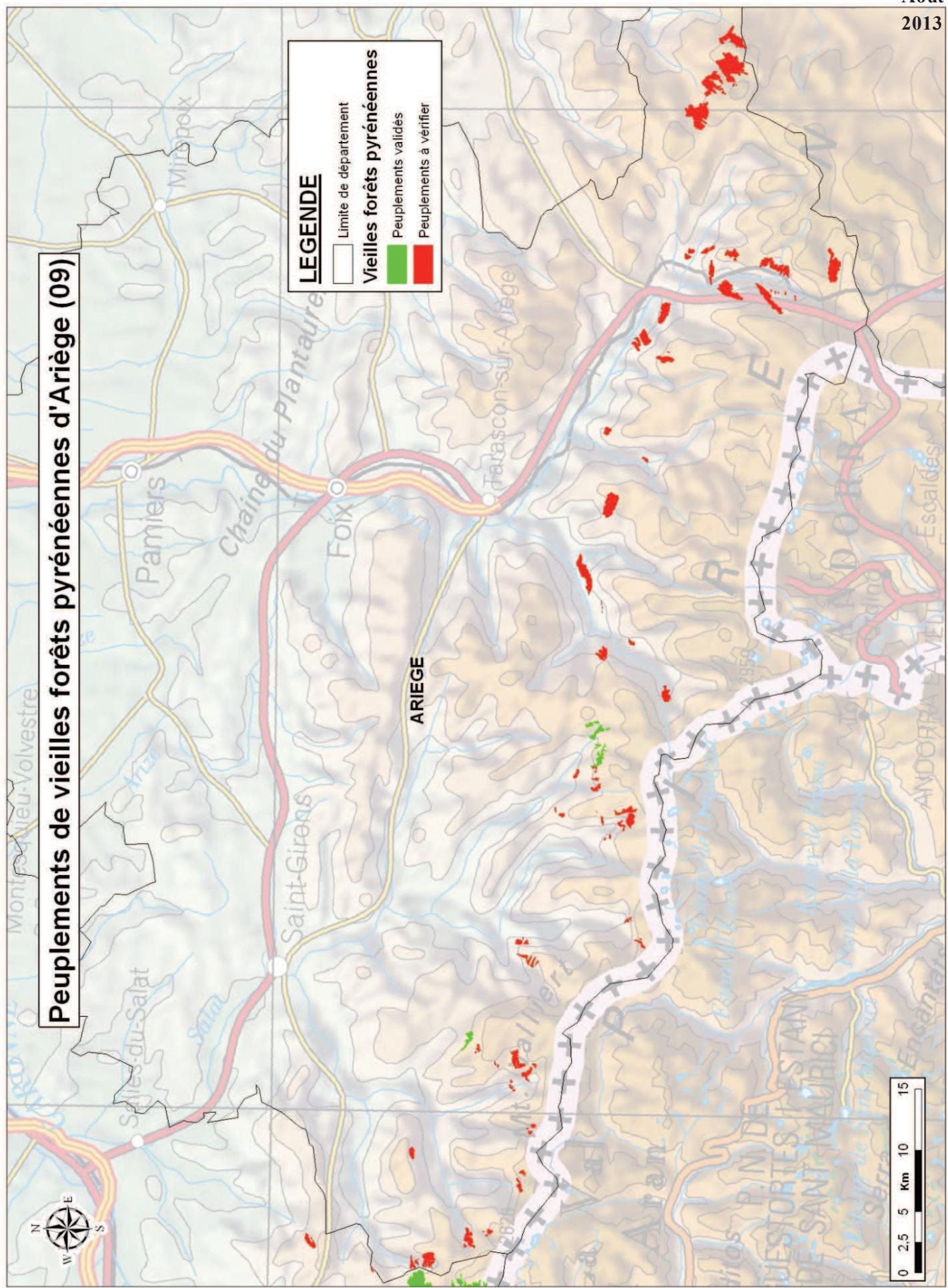


Annexe 3: Carte des Peuplements de VFP en Haute-Garonne



Annexe 4: Carte des Peuplements de VFP en Ariège

AOUT
2013



Annexe 5 : Fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des vieilles forêts

| | | | |
|---|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| Département | Commune | Date/...../20..... | Rédacteurs |
| N° ID_BD* | N° dalle* | Nom du site | Surface du site* ha |
| Propriété du site* : Domaniale <input type="checkbox"/> Communale ... relevant du RF <input type="checkbox"/> ... ne relevant pas du RF <input type="checkbox"/> Syndicale <input type="checkbox"/> Privée <input type="checkbox"/> | | | |
| Exposition globale du site : NW à NE - SE à SW - W - E | | Appareil photo | N° de photos de à |
| <i>Dessiner sur la carte 1/25 000 les contours du site et situer la placette échantillonnée. Joindre l'extrait à la fiche.</i> | | | |
| Parties du site occupées par* : falaises ou barres rocheuses : O / N éboulis : O / N lapiaz : O / N | | | |
| Parties du site soumises à perturbations naturelles* : chablis/volis : O / N - avalanche : O / N - autre : | | | |
| Phases sylvigénétiques* initiale <input type="checkbox"/> optimale <input type="checkbox"/> terminale <input type="checkbox"/> de déclin <input type="checkbox"/> de régénération <input type="checkbox"/> jardinée <input type="checkbox"/> | | | |

Points GPS permettant de tracer l'enveloppe du site *

| N° | Caractéristiques | N° | Caractéristiques |
|----|------------------|----|------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Espèces remarquables observées :

.....

.....

Espèces remarquables potentielles* :

.....

.....

COMMENTAIRES

Sur le site* :

.....

.....

Sur la placette* :

.....

.....

Sur les sites potentiels visibles en proximité* :

.....

.....

.....

.....

ID_BD ; photos n° - ID_BD ; photos n°

ID_BD ; photos n° - ID_BD ; photos n°

Fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des vieilles forêts

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--------------------|--------------------------------------|----|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|----|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PLACETTE | N°* : | Altitude : m | Exposition : | Masque* : ° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° de point GPS* | | Coordonnées* : référentiel : ; X : ; Y : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bioclimat* Collinéen moyen <input type="checkbox"/> sup. <input type="checkbox"/> Montagnard inférieur <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> sup. <input type="checkbox"/> Subalpin inférieur <input type="checkbox"/> sup. <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Surface ha | | Pente* % | | Note IBP Milieux rocheux | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Milieux rocheux* Barre Omb – Barre Non Omb – Eboulis – Bloc – Dalle – Lapiaz – % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roche* : granite – gneiss – micaschiste – schiste – calcaire – autre : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Station* (à positionner dans l'écogramme ci-contre) | | | Code DH* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Habitat* | | Code Pal. Class.* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:5%;">T</td><td style="width:5%;">S</td><td style="width:5%;"></td><td style="width:5%;"></td> </tr> <tr> <td>A</td><td>S</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>A</td><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>A</td><td>H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>M</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>OI</td><td>Mé</td><td>Eu</td><td>Calci</td><td>Calc</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | | | | | T | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A | F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A | H | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | H | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | OI | Mé | Eu | Calci | Calc | | | | | | | | | | | | | |
| T | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | H | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | OI | Mé | Eu | Calci | Calc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recouvrement global de la strate arborescente* (> 7 m) : % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Note IBP Stratification | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Str. arborescente* haute (>20 m) > 10% <input type="checkbox"/> basse (7-20 m) > 10% <input type="checkbox"/> | | C. - M. - sAi* | | sAs* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Strate arbustive (< 7m) > 10% <input type="checkbox"/> Strate herbacée > 10% <input type="checkbox"/> | | Ø | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parties occupées par les milieux ouverts* : % - Note IBP | | seuil (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Gros Bois (GB) | | 40 – 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Très Gros Bois (TGB) | | 70 – 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tr. Tr. Gros Bois (TTGB) | | > 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | > 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ARBRES | Espèces de maturation présentes et sylvofaciès* : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Espèce(s) attendue(s) : – rapport présentes/attendues : % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Autres espèces observées : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Note IBP Essences : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MICRO HABITATS* | Cavités vides de tronc (H > 0,50 m, Ø > 3 cm) <input type="checkbox"/> de pied, à fond dur (H < 0,50 m, Ø > 10 cm) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Plages de bois sans écorce, non carié (stade de saproxylation 1 ou 2), de surface > 600 cm ² (format A4) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cavités à terreau / bois carié (Ø > 10 cm) de tronc (H > 0,50 m) <input type="checkbox"/> de pied (H < 0,50 m) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dendrotelmes (Ø > 10 cm) à fond dur <input type="checkbox"/> à fond carié <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fentes et écorces décollées sur tronc à plus de 1 m du sol (1 cm < largeur < 5 cm ; profondeur > 5 cm) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sporophores de polypores (volume > un œuf) sur bois vivant <input type="checkbox"/> sur bois mort debout <input type="checkbox"/> au sol <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coulées de sève actives (L > 10 cm) <input type="checkbox"/> Charpentière ou cime récemment brisée (Ø > 20 cm) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Bois mort dans le houppier (> 20% du volume vivant) ou grosse branche morte (Ø > 10 cm ; L > 1 m) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lianes (> 1/3 du tronc) ou gui (> 1/3 du houppier) <input type="checkbox"/> Accumulation de débris ligneux et/ou de litière <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Note IBP Micro habitats sur arbres vivants : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diversité des stades . du bois mort debout : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| de saproxylation* . du bois mort au sol : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DYNAMIQUE | Nb TGB vivants Nb TTGB vivants Espèce et Ø du plus gros Note IBP ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nb GB, TGB et TTGB morts sur pied* Espèce et Ø du plus gros Note IBP ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nb GB, TGB et TTGB morts au sol* Espèce et Ø du plus gros Note IBP ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Phase sylvigénétique* initiale <input type="checkbox"/> optimale <input type="checkbox"/> terminale <input type="checkbox"/> de déclin <input type="checkbox"/> de régénération <input type="checkbox"/> jardinée <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancienneté de l'état boisé* : carte d'Etat Major oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> proche <input type="checkbox"/> Note IBP ancienneté | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| USAGES PASSES | Agro-pastoral <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pastoral <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Charbonnage <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exploitation <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stades de saproxylation des souches* : 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MENACES | Freins à l'exploitation : distance à la voirie km - ressaut/falaise - instabilité - pente - lapiaz - talweg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | difficultés de câblage Milieux aquatiques* ruisseau - source - suintement - bourbier Note IBP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROTECTIONS | Statut : Zone Cœur de PN - RNN - RNR - RBI - APPB - Zone d'adhésion PN - Site Natura 2000 - RBD - PNR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ZNIEFF / ZICO - Forêt classée - Grand Site - Aucun statut - Site touristique IBP . gestion contexte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Annexe 6 : Instructions pour renseigner la fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des vieilles forêts

La description des sites se fera selon les règles suivantes :

1. Données générales sur le site

- **N° dalle et N° ID_BD** : reporter le numéro de la dalle et le numéro du site figurant sur la carte de délimitation du site
- **Propriété du site et Surface du site** : ces informations seront renseignées à partir de la cartographie
- **Parties du site occupées par falaises/barres rocheuses, éboulis, lapiaz ; Parties du site soumises à perturbations naturelles chablis/volis, avalanche** : on évaluera au mieux ces caractéristiques au fur et à mesure des déplacements dans le site
- **Phases sylvigénétiques** : on notera toutes les phases représentées sur le site *en se référant à la fiche jointe*, figure 1 p. 2
- **Points GPS permettant de tracer l'enveloppe du site** : on ne cherchera pas à délimiter sur le terrain l'enveloppe du site, mais on notera dans le tableau, au fur et à mesure du cheminement dans le site, tous les points marquant des discontinuités (passage d'une phase sylvigénétique à une autre, d'un sylvofaciès à un autre, ...). Ces points faciliteront le tracé de l'enveloppe du site sur la cartographie.
- **Espèces remarquables potentielles** : si des éléments particulièrement remarquables concernant les micro habitats ou le bois mort sont observés, noter les espèces associées à ces caractéristiques susceptibles d'être présentes
- **Commentaires sur le site** : on notera toutes les informations susceptibles de préciser la qualité du site : homogénéité ou diversité des sylvofaciès, des phases sylvigénétiques, des habitats, ...
- **Commentaires sur la placette** : on pourra préciser, par exemple, la localisation de la placette, sa situation topographique, l'homogénéité des conditions stationnelles, l'homogénéité du peuplement, la présence d'éléments particuliers (naturels ou artificiels), ... Dans le cas de stations à fertilité particulièrement faible, en particulier à l'étage montagnard, avec présence d'arbres de faible diamètre malgré l'absence de coupe depuis de nombreuses décennies, on évaluera les contraintes particulières susceptibles d'expliquer cet état et justifiant le choix de seuils de classes de diamètre différents des seuils habituels (: présence d'arêtes ou de ressauts rocheux sur la totalité ou une partie de la placette, présence d'éboulis secs, haut de versant très rocheux en proximité de crête, ...
- **Commentaires sur les sites potentiels visibles en proximité** : pour toutes les visites de terrain, on prendra soin d'apporter les cartes des sites voisins du site inventorié. Au cours du déplacement dans le site inventorié, on essaiera de préciser les contours des sites voisins en s'appuyant sur les critères diagnostiques comme la présence des espèces de maturation, des phases sylvigénétiques terminales et de déclin, de chandelles de gros arbres, ... On positionnera sur la carte les secteurs potentiellement les plus intéressants en vue des futurs inventaires. On caractérisera ces sites par quelques commentaires (voir ci-dessus) et on réalisera des photos (vues générales et détails).

2. Nombre, localisation et positionnement des placettes

- prospection sur 2-5 placettes selon la surface et la diversité du site (en moyenne 1 placette pour 25 ha) :

| | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| < 25 ha : 2 placettes | 25 - 50 ha : 3 placettes | 50 - 75 ha : 4 placettes | > 75 ha : 5 placettes |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|

- à l'intérieur d'un site, on établira les placettes de relevé **exclusivement dans une zone présentant la phase terminale ou la phase de déclin** de la sylvigénèse (*voir fiche jointe*). L'emplacement de la placette **ne sera pas choisi de façon à obtenir les meilleurs résultats possibles**, mais plus ou moins au hasard à l'intérieur d'une zone répondant au critère ci-dessus.
- une fois la localisation de la placette effectuée, on choisira un arbre comme centre et on le marquera au ruban de chantier avec indication de direction pour départ/fin du tour d'observation.

3. Informations générales à renseigner sur la placette d'observation

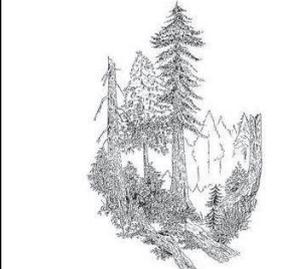
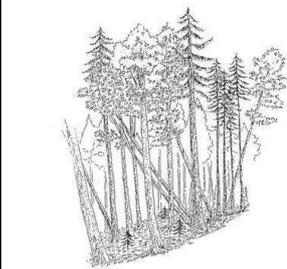
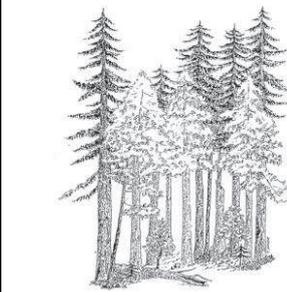
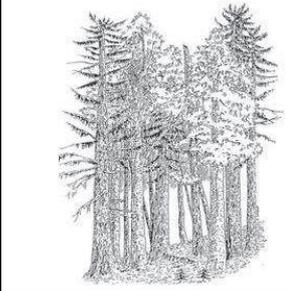
- **N° de placette** : il comportera le numéro d'ID_BD du site + le numéro de la placette dans le site
- **Masque** : si la visibilité le permet, on notera l'angle (en °) du versant avec la crête du versant opposé à la placette
- **N° de point GPS et Coordonnées** : après prise du point GPS de l'arbre repère centre de la placette d'observation, un observateur délimite le **contour extérieur de la placette de 1 ha au GPS en se maintenant à une distance de 57 m de l'arbre référence**. L'autre observateur se positionne à mi-distance. Les 2 observateurs, en se déplaçant à la même vitesse angulaire, renseignent l'ensemble des observations demandées par la fiche.

Figure 1. Principales caractéristiques et durée moyenne des phases du cycle sylvigénétique en hêtraie – sapinière

(L. Larrieu, juin 2012, d'après Gonin, 1988)

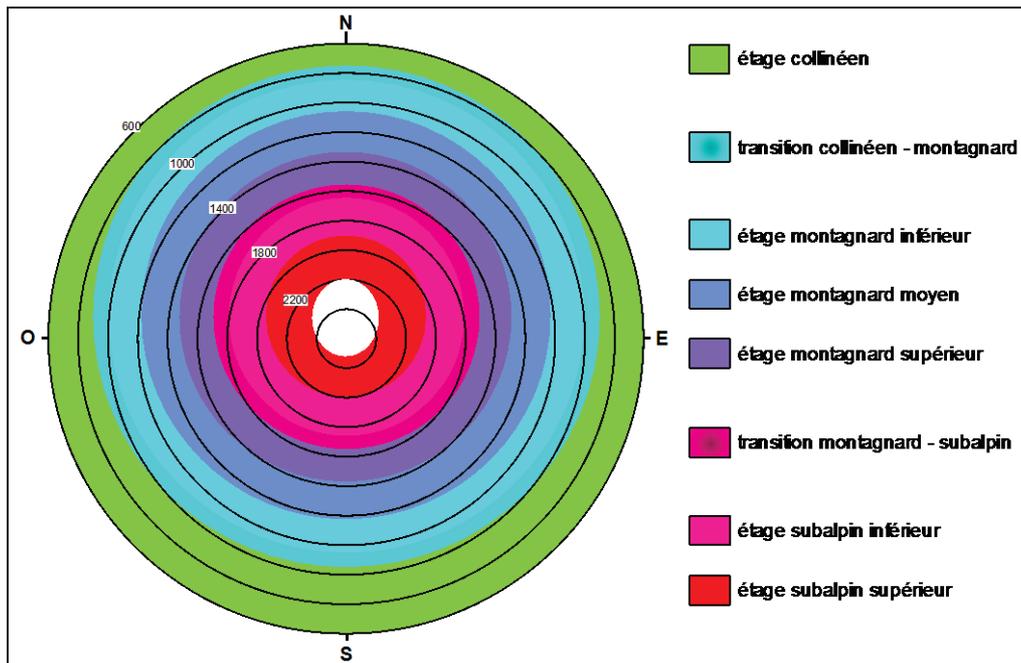
| Diameter categories (cm) | Poles | PB | BM | GB | TGB | LST |
|--------------------------|--------|-------|-------------|-------------|-------------------|--------------|
| broadleaved trees | < 17,5 | 20-25 | 30-35-40-45 | 50-55-60-65 | 70-75-80-85 | 90 and more |
| conifers | < 17,5 | 20-25 | 30-35-40 | 45-50-55-60 | 65-70-75-80-90-95 | 100 and more |

Bastien and Gauberville 2011, modified ; the total duration of the natural cycle is roughly 300 to 350 ans ; G = basal area of live trees
 D = total density of trees with diameter > 12,5 cm ; drawings realized by the Cemagref Grenoble

| Phase | Illustration | Mean duration (years) | Main characteristics |
|--------------|---|-----------------------|---|
| Rejuvenation |  | 60 à 125 | Low stand cover ; a lot of weak trees in categories PB, GB, TGB and LST ; disintegration of the stand with a lot of snags in categories BM, GB, TGB, LST ; abundant regeneration ; a lot of poles at the end of the phase ; low G (<20m ²) ; D < 300 trees·ha ⁻¹ |
| Initial |  | 50 à 70 | Closed stand cover ; high density (500 to 1000 trees·ha ⁻¹) ; a lot of poles ; regularized stand with ascendancy of PB at the beginning of the phase ; at the end, BM > PB ; a lot of poles |
| Optimal |  | 50 à 80 | Closed stand cover ; D roughly 500 trees·ha ⁻¹ ; high dispersion of diameter but BM ascendant ; a few poles ; some snags, mainly in categories PB and BM |
| Terminal |  | 50 à 80 | Closed stand cover ; mean D=300-400 trees·ha ⁻¹ high dispersion of diameter but GB, TGB and LST ascendant ; scattered snags in TGB and LST categories but no massive stand disintegration by tree groups ; no regeneration ; high G (until 125 m ²) |
| Decline |  | 10 à 20 | Low stand cover ; groups of snags in categories GB, TGB and LST ; some regeneration and poles at the end of the phase, less abundant than in rejuvenation phase ; dominant category = BM |
| Irregular |  | - | Stand cover +/- discontinuous ; intermediate characteristics between optimal and terminal phases ; stand disintegration very partial but continuous (snags in all diameter categories) ; G roughly 40 m ² ; regeneration present ; no dominance of diameter category |

- **Bioclimat** : à déterminer à partir du schéma ci-dessous figure 2, p. 3

Figure 2. Limites des étages bioclimatiques dans les Pyrénées centrales



- **Surface** : en cas d'impossibilité d'établir une placette circulaire de 57m de rayon (présence de barres rocheuses, d'un ravin, ...), on choisira une forme et une taille de placette la mieux adaptée possible et de surface la plus proche possible de 1ha. On relèvera les points GPS des angles et, au bureau, on déterminera les dimensions et la surface de la placette (autre solution : relever les longueurs des côtés et des diagonales de la placette pour calculer la surface au bureau).

- **Pente** : à mesurer au clinomètre (en %)

- **Milieux rocheux** : on notera la présence, à l'intérieur ou en bordure du peuplement noté, de **barres** rocheuses **ombragées** par le peuplement, de **barres** rocheuses **non ombragées** par le peuplement, d'**éboulis** stable ou instable, de **blocs**, de **dalles** rocheuses, de **lapiaz**, ... On notera, au fur et à mesure de la prospection sur la placette, la surface individuelle de chacun des patches de milieu rocheux observés, puis on calculera le %

- **Roche** : granite (et assimilés : granodiorite, pegmatite, gabbro, ...), gneiss, micaschiste, schiste, calcaire (et assimilés : marbre, ...)

- **Station** : selon la nature de la roche, le pH du sol en A et les principales espèces de plantes présentes, on positionnera le milieu dans les gradients d'alimentation minérale et de disponibilité de l'eau (voir écogramme, figure 3, p. 3)

Figure 3. Ecogramme

| | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|--|------------|--|-------------------|--|----------|--|
| très sec | | | | | | | | |
| sec | | | | | | | | |
| assez sec | | | | | | | | |
| assez frais | | | | | | | | |
| frais | | | | | | | | |
| assez humide | | | | | | | | |
| humide | | | | | | | | |
| mouillé | | | | | | | | |
| humidité | | | | | | | | |
| richesse chimique | oligotrophe | | mésotrophe | | eutrophe calcique | | calcaire | |

- **Habitat, Pal. Class., DH** : le rattachement à un syntaxon, à un habitat de la classification européenne et, éventuellement, à un habitat de la Directive pourront être effectués *a posteriori*, éventuellement par un spécialiste

4. Recouvrements, stratification et classes de diamètre des arbres

- **Recouvrement global de la strate arborescente** : on évaluera le recouvrement global de tous les arbres dont la hauteur atteint au moins 7m
- **Strates arborescente haute et basse, Strate arbustive** : on évaluera l'encombrement de chaque strate ; attention, un arbre est compté dans toutes les strates occupées par ses branches vertes
- **Parties occupées par les milieux ouverts** : on notera, au fur et à mesure de la prospection sur la placette, la surface individuelle de chacun des patches de milieu ouvert observés, puis on calculera le %
- **Seuils à utiliser pour les classes de diamètre des arbres** :
 - . **C. – M. – sAi** : pour les étages collinéen, montagnard et subalpin inférieur
 - . **sAs** : pour l'étage subalpin supérieur ; inclus aussi les stations peu ou très peu fertiles des étages inférieurs (voir § 8) et les essences n'atteignant jamais de grosses dimensions (sorbiers, bouleau, ...)

5. Arbres

- **Espèces de maturation** : les espèces de maturation caractérisent les phases sylvigénétiques optimales, terminales et de déclin. Ce sont le hêtre à l'étage collinéen moyen et supérieur, le hêtre et le sapin à l'étage montagnard, le sapin à l'étage subalpin inférieur et le pin à crochets à l'étage subalpin supérieur. En cas de blocage stationnel de la sylvigénèse (sur éboulis, colluvions mobiles, lapiaz, ...), on peut avoir les tilleuls à grandes et à petites feuilles, les érables plane et sycomore, l'orme de montagne, le frêne commun. **Voir la clé jointe**, figure 4, p. 5.
- **Sylvofaciès** : il est désigné à l'aide des espèces d'arbres de maturation dominants ou co-dominants : hêtraie-chênaie sessile, hêtraie, hêtraie à sapin disséminé, hêtraie-sapinière, sapinière-hêtraie, sapinière à hêtre disséminé, sapinière, sapinière à pin à crochets disséminé, sapinière-pineraie à crochets, pineraie à crochets à sapin disséminé, pineraie à crochets (à transposer en cas de blocage stationnel avec les essences présentes)

6. Micro habitats

Les micro habitats seront exclusivement notés **sur les arbres vivants**, à l'exception des carpophores qui seront aussi notés sur bois mort, debout et au sol (voir figure 5, p. 6 à 8)

7. Diversité des stades de saproxylation du bois mort

Pour le bois mort des classes GB, TGB et TTGB, debout et au sol, on notera les stades de saproxylation observés selon l'échelle ci-dessous (L. Larrieu, juin 2012) :

| | Quelle dureté du bois ? | Comment se présente l'écorce ? | Autres caractéristiques |
|----------------|---|--|--|
| Stade 1 | Très dur, bois mort dans l'année, peu ou pas altéré | Partout adhérente | Le liber est vivant ou au moins perceptible en enlevant l'écorce |
| Stade 2 | Très dur, bois peu altéré Impossibilité d'enfoncer un couteau de plus de quelques mm, même un Tanazac) | Quasiment partout présente, mais moins adhérente | Le liber n'est plus perceptible |
| Stade 3 | Bois altéré, plus tendre en surface : possibilité d'enfoncer la lame d'un couteau de 1 à quelques cm | Partiellement à globalement tombée (sauf pour certaines essences comme le hêtre où l'écorce reste en place très longtemps) | L'essence est encore reconnaissable et le bout de bois n'a pas perdu de volume |
| Stade 4 | Bois très altéré : possibilité d'enfoncer un couteau jusqu'à la garde, au moins localement | N'est plus présente | Le bois a perdu du volume, mais l'essence est généralement encore reconnaissable |
| Stade 5 | Bois très peu cohérent et dispersable facilement avec le pied. Mélange d'organismes saproxyliques et du sol | N'est plus présente | Seul un examen attentif permet d'identifier l'essence |

Figure 4. Essences de maturation en fonction de l'étage bioclimatique et des caractéristiques stationnelles

| 1 | 2 | 3 | 4 | Essences de maturation |
|--|--|---|---|---|
| C O L L I N E E N | Stations instables (fortes pentes, éboulis, colluvions mobiles) | | | Tilleuls à grandes et à petites feuilles, Frêne commun, Orme de montagne, Erables plane et sycomore |
| | | Etage collinéen moyen, exposition chaude et sol à trop faible réserve en eau pour l'installation du hêtre | | Chêne sessile |
| | Pas ces contraintes stationnelles | | Exposition chaude et étage collinéen moyen | Hêtre, Chêne sessile |
| | | Pas de barrière stationnelle à l'installation du hêtre | | Autres cas |
| M O N T A G N A R D | Stations instables (fortes pentes, éboulis) ou très contraignantes (blocs, lapiaz ...) | [Si peuplement dominé par les essences résineuses, voir la clé subalpine] | | Tilleuls à grandes et à petites feuilles, Frêne commun, Orme de montagne, Erables plane et sycomore |
| | | | Exposition chaude et sol à trop faible réserve en eau pour l'installation du sapin | Pin sylvestre |
| | | Climat continental interne empêchant l'installation du hêtre | | |
| | Absence de ces contraintes stationnelles | | Exposition froide et/ou sol à bonne réserve en eau | Sapin |
| | | | Exposition chaude et sol à trop faible réserve en eau pour l'installation du sapin | Hêtre |
| | | Pas de contrainte climatique pour le hêtre | Pas de contrainte à l'installation du sapin | Hêtre, Sapin pectiné |
| S U B A L P I N | | Exposition chaude et sol à trop faible réserve en eau pour l'installation du sapin | | Pin à crochets |
| | Subalpin inférieur | | | |
| | | Exposition froide et/ou sol à bonne réserve en eau | | Sapin |
| | Subalpin supérieur, au dessus de la limite du sapin | | | Pin à crochets |

8. Dynamique

- Dans le cas de stations très peu fertiles à l'étage montagnard (choix à justifier dans les « **Commentaires sur la placette** »), et en fonction de l'importance des contraintes observées sur le terrain, on notera les seuils des classes de diamètre retenus. On pourra par exemple, selon une échelle de contraintes croissances, utiliser les seuils suivants : 40-60 / 60-90 / > 90 ; 35-55 / 55-85 / > 85 ; 30-50 / 50-80 / > 80 ; ...
- **Nombre de GB, TGB et TTGB morts sur pied** : on prendra en compte toutes les chandelles d'au moins 1 m de hauteur
- **Nombre de GB, TGB et TTGB morts au sol** : on prendra en compte tous les bois d'au moins 1 m de longueur et on mesurera leur diamètre à 0,5 m du gros bout. Si des tronçons de bois mort appartiennent manifestement au même arbre, on ne prendra en compte que le segment du gros bout
- Afin de mieux comprendre la dynamique du peuplement, on notera l'essence et le diamètre du plus gros arbre vivant, du plus gros bois mort debout et du plus gros bois mort au sol (ce dernier mesuré, si possible, à l'équivalent d'une hauteur de 1,30m)
- **Phase sylvigénétique** : on notera la phase la plus représentée sur la placette en se référant à la fiche jointe
- **Ancienneté de l'état boisé** : elle sera évaluée *a posteriori* à partir des minutes de la carte d'Etat Major de 1850 digitalisées et géo référencées par l'INRA

9. Usages passés

- **Agro-pastoral** : utilisation pour le bois, le pâturage intensif (bovins, porcs, ...) et le prélèvement de litière (fréquent en forêt de têtards)
- **Pastoral** : utilisation pour le pâturage plutôt de type extensif
- **Exploitation** : on notera le stade de saproxylation des souches selon l'échelle utilisée pour le bois mort

10. Freins à l'exploitation

On tentera d'évaluer au mieux les contraintes, notamment naturelles (présence de barres rocheuses ou d'un ravin difficiles à franchir, instabilité du terrain, très forte pente, conformation du relief,...) qui peuvent limiter l'exploitabilité du peuplement, aussi bien par route et piste de débardage que par câble

11. Milieux aquatiques

On notera la présence des milieux aquatiques suivants, permanents ou temporaires, à l'intérieur ou en bordure du peuplement évalué : ruisseau ou ruisselet, source, suintement, borbier, ...

| Types de micro habitats | Comment les reconnaître ? | Quelques précisions ... | Groupes d'espèces associés et exemples | Seuils pour l'IBP |
|--|---|---|--|--|
| 1. Cavités vides creusées par les pics | <p>Le diamètre de leur orifice est supérieur à 3 cm. Il peut s'agir de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - trous de nidification formant une loge (ouverture de forme circulaire/ovale régulière) (a), - trous de nutrition profonds de plus de 10 cm, creusés pour capturer des insectes (b) | <p>Les pics sont capables de creuser dans du bois peu altéré. Les parois des cavités sont généralement relativement dures bien qu'à terme leur altération naturelle conduise à la formation de terreau. Un volume de bois est rapidement dégagé, laissant un espace libre parfois important dans le tronc (jusqu'à 3,5 l pour les cavités de Pic noir).</p> | <p>oiseaux cavicoles : pics, mésanges, chouettes, gobemouches</p> <p>noctules</p> <p>Martre des pins</p> <p>Loir gris</p> <p>Guêpes</p> | <p>Diamètre de l'ouverture > 3 cm</p> |
| 2. Cavités vides de pied, à fond dur | <p>Elles sont formées, au moins partiellement, par les racines de l'arbre. Le fond de la cavité est constitué par le sol ou l'écorce non altérée (absence de bois carié).</p> | <p>On les observe plus fréquemment chez les arbres à contreforts (Sapin pectiné, chênes) et dans les fortes pentes.</p> | <p>Rouge-gorge familier</p> <p>Campagnol roussâtre</p> <p>Chat sauvage</p> <p>Crapaud commun</p> | <p>Diamètre de l'ouverture > 10 cm</p> |
| 3. Plage de bois sans écorce, non carié | <p>Il s'agit d'une surface de bois à nu, non protégée par l'écorce, peu altérée (stade de saproxylation 1 ou 2).</p> | <p>Elle est souvent liée à une blessure (chute d'arbre ou de bloc, dégât d'engin forestier).</p> | <p>coléoptères</p> <p>champignons saproxyliques</p> | <p>Surface > 600 cm² (= feuille A4)</p> |
| 4. Les cavités naturelles évolutives de tronc | <p>Il s'agit de bois altéré au niveau du tronc à un stade avancé (stade de saproxylation 3 ou plus) dont la forme évolue au fil du temps. Selon la phase d'évolution, ce micro habitat peut prendre principalement 2 formes différentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - celle d'une plage de bois plus ou moins altérée (a) dans les premières phases. - celle d'une cavité au moins partiellement évidée (b) dans les phases les plus avancées. | <p>Elles sont issues des plages de bois sans écorce qui sont en processus de saproxylation. Ce micro habitat est souvent composite car il juxtapose du bois à différents stades d'altération, du terreau (résidus de bois altéré et restes et déjections d'organismes saproxyliques) et même une partie évidée pour les cavités les plus évoluées.</p> | <ul style="list-style-type: none"> . coléoptères cétoines, diptères et autres arthropodes souvent très spécialisés . champignons saproxyliques . aux phases d'évolution avancées (cavités), certains habitants des cavités vides. | <p>Pour les premières phases, sous forme de plages de bois : surface > 600 cm² (= feuille A4)</p> <p>Pour les phases suivantes, sous forme de cavités : diamètre de l'ouverture > 10 cm</p> |

Annexe 7: Grille de notation des facteurs permettant de calculer l'IBP des neuplements (Larrieu et Gonin, 2009)

| Description des facteurs | | Note | | |
|---|---|------------------------------|------------------|---------------------|
| | | 0 | 2 | 5 |
| Facteurs dépendants de la gestion forestière | | | | |
| | Végétation | | | |
| A | <u>Richesse en essences forestières autochtones</u> • parmi la liste de genres suivante : <i>Abies, Acer, Alnus, Betula, Carpinus, Castanea, Fagus, Fraxinus, Larix, Malus, Picea, Pinus, Populus, Prunus, Pyrus, Quercus "caducifoliés", Quercus "sempervirents", Salix, Sorbus, Taxus, Tilia, Ulmus</i> • quels que soient le stade de développement actuel et l'abondance de ces essences forestières | étages autres que subalpin | | |
| | | 1 ou 2 genres | 3 ou 4 genres | 5 genres et plus |
| | | étage subalpin | | |
| | | 1 genre | 2 genres | 3 genres et plus |
| B | <u>Structure verticale de la végétation</u> • en référence avec la stratification suivante : herbacée (semi-ligneux et ligneux exclus), arbustive (< 7 m) ou dominée, arborescente basse (7 à 20 m) et arborescente haute (> 20 m) ou dominante • 1 arbre est compté dans toutes les strates occupées (branches vertes) • strates recouvrant plus de 10 % de la surface notée • la végétation des trouées n'est pas prise en compte dans ce facteur | 1 ou 2 strates | 3 strates | 4 strates |
| | Microhabitats liés aux arbres | | | |
| C | <u>Bois mort sur pied de "grosse" circonférence</u> • arbres, chandelles ou souches hautes (hauteur > 1,50 m) • cas général : C à 1,30 m > 120 cm (D > 40 cm) • cas des stations peu à très peu fertiles ou de l'étage subalpin ou des essences n'atteignant jamais de très grosses dimensions (<i>Sorbus, Pyrus, Malus...</i>) : C à 1,30 m > 90 cm (D > 30 cm) | quasi absents : < 1 pied/ha | 1 ou 2 pieds/ha | 3 pieds/ha et plus |
| D | <u>Bois mort au sol de "grosse" circonférence</u> • cas général : C à 1,30 m > 120 cm (D > 40 cm) • cas des stations peu à très peu fertiles ou de l'étage subalpin ou des essences n'atteignant jamais de très grosses dimensions (<i>Sorbus, Pyrus, Malus...</i>) : C à 1,3 m > 90 cm (D > 30 cm) • noter 0 si les bois morts plus petits sont absents | quasi absents : < 1 tronc/ha | 1 ou 2 troncs/ha | 3 troncs/ha et plus |
| E | <u>Très gros bois vivants</u> • cas général : C à 1,30 m > 220 cm (D > 70 cm) • cas des stations peu à très peu fertiles ou de l'étage subalpin ou des essences n'atteignant jamais de très grosses dimensions (<i>Sorbus, Pyrus, Malus...</i>) : C à 1,30 m > 140 cm (D > 45 cm) | quasi absents : < 1 pied/ha | 1 à 4 pieds/ha | 5 pieds/ha et plus |

| Description des facteurs | | Note | | |
|---|---|---|--|--|
| | | 0 | 2 | 5 |
| Facteurs dépendants de la gestion forestière | | | | |
| F | <u>Arbres vivants porteurs de microhabitats</u> • nombre d'arbres vivants porteurs d'au moins un microhabitat (quelle que soit sa position sur le tronc) : trous de pic et autres cavités vides, cavités remplies de terreau ou d'eau (dendrotelme), fente ou décollement d'écorce, nécrose importante avec coulée de sève, grande plage de bois sans écorce, sporophore de champignon saproxylique, grosse branche charpentière brisée ou morte, liane (> 1/3 de la surface du tronc) compter TGB à partir du 6 ^e pied/ha (E = 5) si porteur de microhabitats | quasi absents : < 1 pied/ha | 1 à 5 pieds/ha | 6 pieds/ha et plus |
| | Habitats associés | | | |
| G | <u>Milieux ouverts</u> • petite clairière ou trouée, de taille 1 à 1,5 fois la hauteur dominante du peuplement environnant ; lisière avec un milieu ouvert : grande clairière ou trouée, lande, pré, large chemin (dans le peuplement : 2 lisières ; en bordure : 1)... • présence d'une strate herbacée et de plantes à fleurs • permanents (pelouses) ou temporaires • notation : en % de la surface (lisière : 50 m/ha = 1 %), surtout dans le cas de petites surfaces, ou en nombre de zones (500 m de lisière = 1 zone) | étages autres que subalpin | | |
| | | 0 % < 1 zone/10 ha | < 1 % ou > 5 % 1 à 2 ou > 4 zones / 10 ha | 1 à 5 % 3 à 4 zones / 10 ha |
| | | étage subalpin | | |
| | | < 1 % < 3 zones / 10 ha | 1 à 5 % 3 à 4 zones / 10 ha | > 5 % > 4 zones / 10 ha |
| Facteurs liés au contexte (résultant de l'histoire ou des conditions stationnelles, mais pouvant être modifiés par l'activité forestière) | | | | |
| | Continuité de l'écosystème forestier | | | |
| H | <u>Ancienneté de l'état boisé</u> • forêt ancienne : parcelle n'ayant jamais été défrichée • le peuplement n'a généralement pas subi de discontinuité depuis au moins 200 ans, ce qui peut être évalué à partir de la carte de Cassini (http://www.geoportail.fr) ou en utilisant d'autres sources, même plus récentes : cadastre napoléonien, archives, cartes d'état-major | le peuplement fait partie d'une forêt récente | le peuplement jouxte une forêt ancienne | le peuplement fait nettement partie d'une forêt ancienne |
| | Habitats associés | | | |
| I | <u>Habitats aquatiques</u> • types : source, cours d'eau, bras mort, mare, étang, lac, tourbière, marais non boisés ; fossés régulièrement curés exclus • permanent ou temporaire ; à l'intérieur ou en bordure du peuplement noté • chaque type couvrant au moins 100 m ² | absence | homogène : 1 seul type | diversifiée : 2 types et plus |
| J | <u>Milieux rocheux</u> • types : falaise, barre rocheuse, éboulis stable ou instable, gros blocs, dalle et autres affleurements rocheux, grotte • à l'intérieur ou en bordure du peuplement noté • milieux couvrant plus de 1 % de la zone notée | absence | homogène : 1 seul type | diversifiée : 2 types et plus |

Annexe 8: Interprétation de la note IBP (Larrieu et Gonin, 2009)

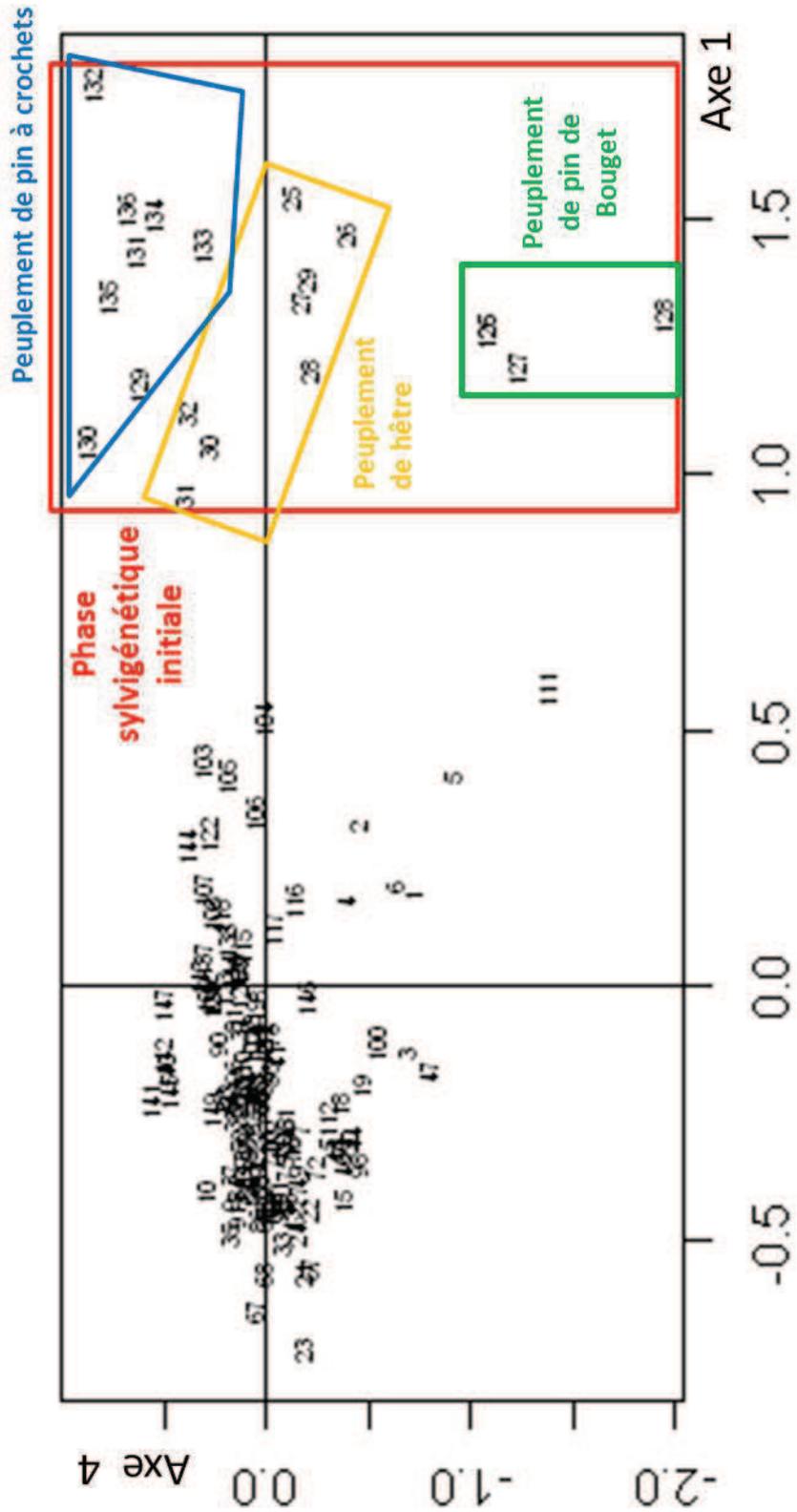
| IBP : critères A à G | | | IBP : critères H à J | | |
|----------------------|------------|-----------------------------------|----------------------|------------|-----------------------------------|
| Note | | Biodiversité liée à la gestion | Note | | Biodiversité liée à la gestion |
| absolue | relative % | | absolue | relative % | |
| 0 à 5 | 0 à 15 | faible | 0 | < 10 | nuls |
| 6 à 12 | 16 à 35 | assez faible | 2 à 9 | 10 à 60 | assez importants |
| 13 à 22 | 36 à 65 | moyenne | | | |
| 23 à 31 | 66 à 90 | assez forte | 10 à 15 | > 60 | importants |
| 32 à 35 | 91 à 100 | forte | | | |

Annexe 9: Contribution des facteurs de l'AFC 1.

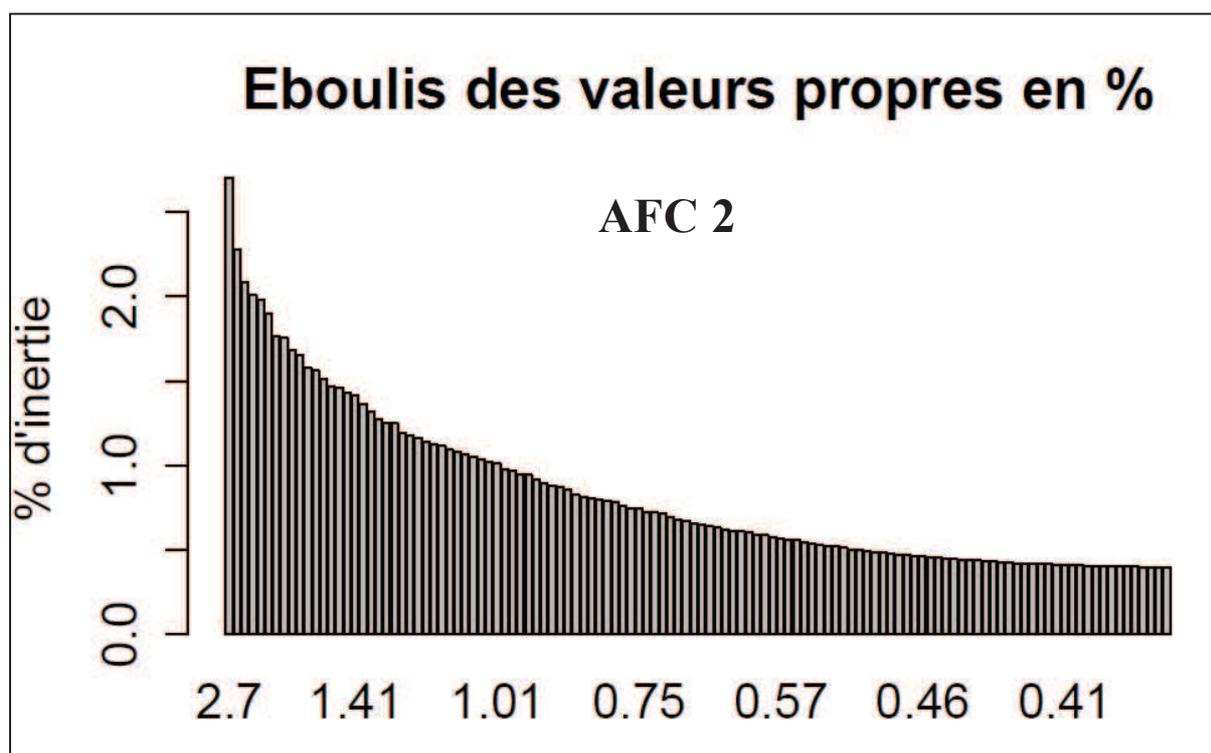
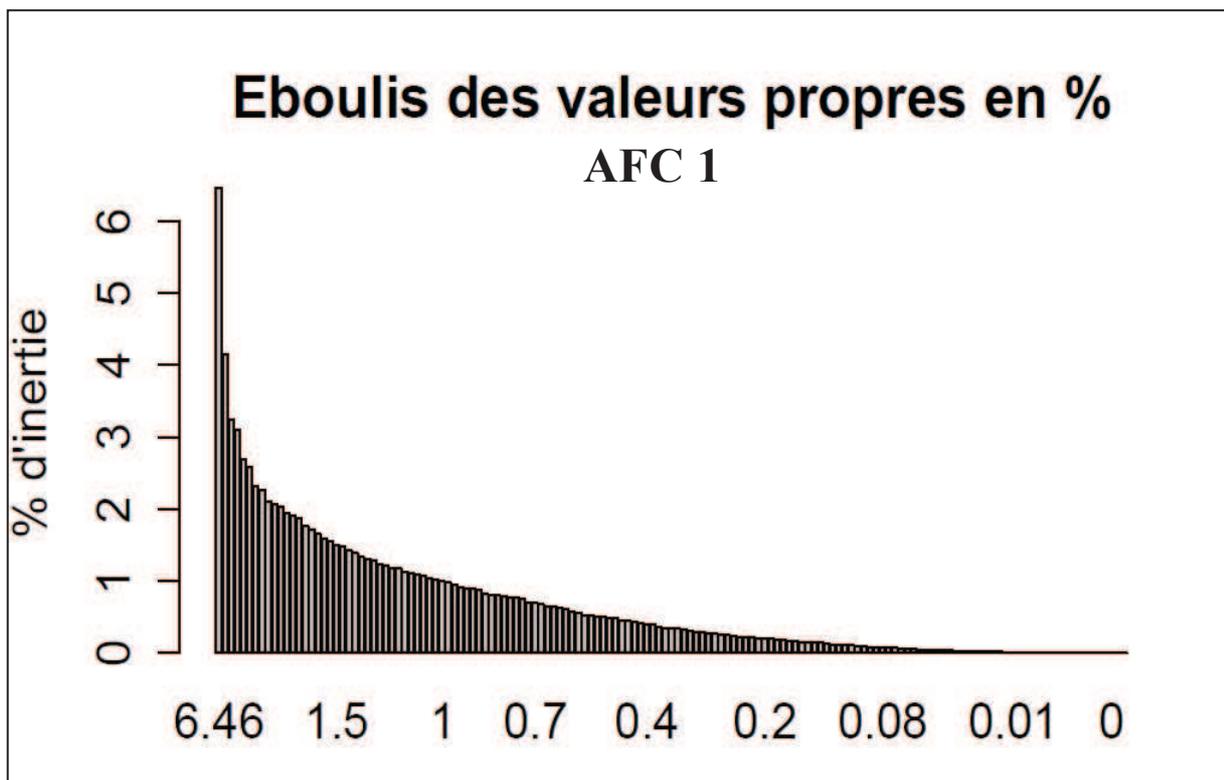
| Axe 1: 6,5% | | Axe 2: 4,2% | | Axe 3: 3,3% | | Axe 4: 3,1% | |
|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|---------------|------------------|
| Variables | Contrib. à l'axe | Variables | Contrib. à l'axe | Variables | Contrib. à l'axe | Variables | Contrib. à l'axe |
| Sylvofacies | 9% | Sylvofac | 13% | Alti | 9% | Sylvofac | 13% |
| Pha_syl | 8% | Habit | 11% | Sylvofac | 8% | Alti | 12% |
| Nb_esp | 7% | Note_mh | 8% | Note_mh | 7% | Note_mh | 10% |
| Alti | 6% | Nb_mh | 7% | Pente | 7% | Nb_bms | 6% |
| Habit | 6% | Nb_stra | 6% | Pb_cab | 7% | Nb_bmd | 6% |
| Roch_mer | 5% | Roch_mer | 6% | Nb_MiRo | 6% | Nb_TGBvi_t | 5% |
| Niv_hyd | 4% | IBP_MO | 6% | Pb_ress_fal | 5% | Expl_inten | 5% |
| Expl_inten | 4% | Alti | 5% | Pb_instab | 5% | Expo | 4% |
| Note_mh | 4% | Pb_dist_voi | 4% | Pb_pen | 5% | Nb_mh | 4% |
| Expl | 4% | Nb_bmd | 4% | Expl_saprox | 5% | Pha_syl | 4% |
| Expl_saprox | 4% | MiRo_pc | 4% | Expo | 4% | Nb_saprox_bmd | 3% |
| Recouv_arb | 4% | Nb_bms | 3% | Expl_inten | 4% | Expl_saprox | 3% |
| Nb_mh | 4% | Recouv_arb | 3% | Expl | 4% | Nb_MiRo | 3% |
| Expo | 3% | Nb_MiRo | 3% | Nb_mh | 2% | Pente | 2% |
| Niv_troph | 3% | Expo | 2% | Habit | 2% | Nb_TTGBvi | 2% |

Annexe 10: Répartition des relevés sur le plan factoriel pour la première AFC.

Répartition des relevés sur le plan factoriel de l'AFC1



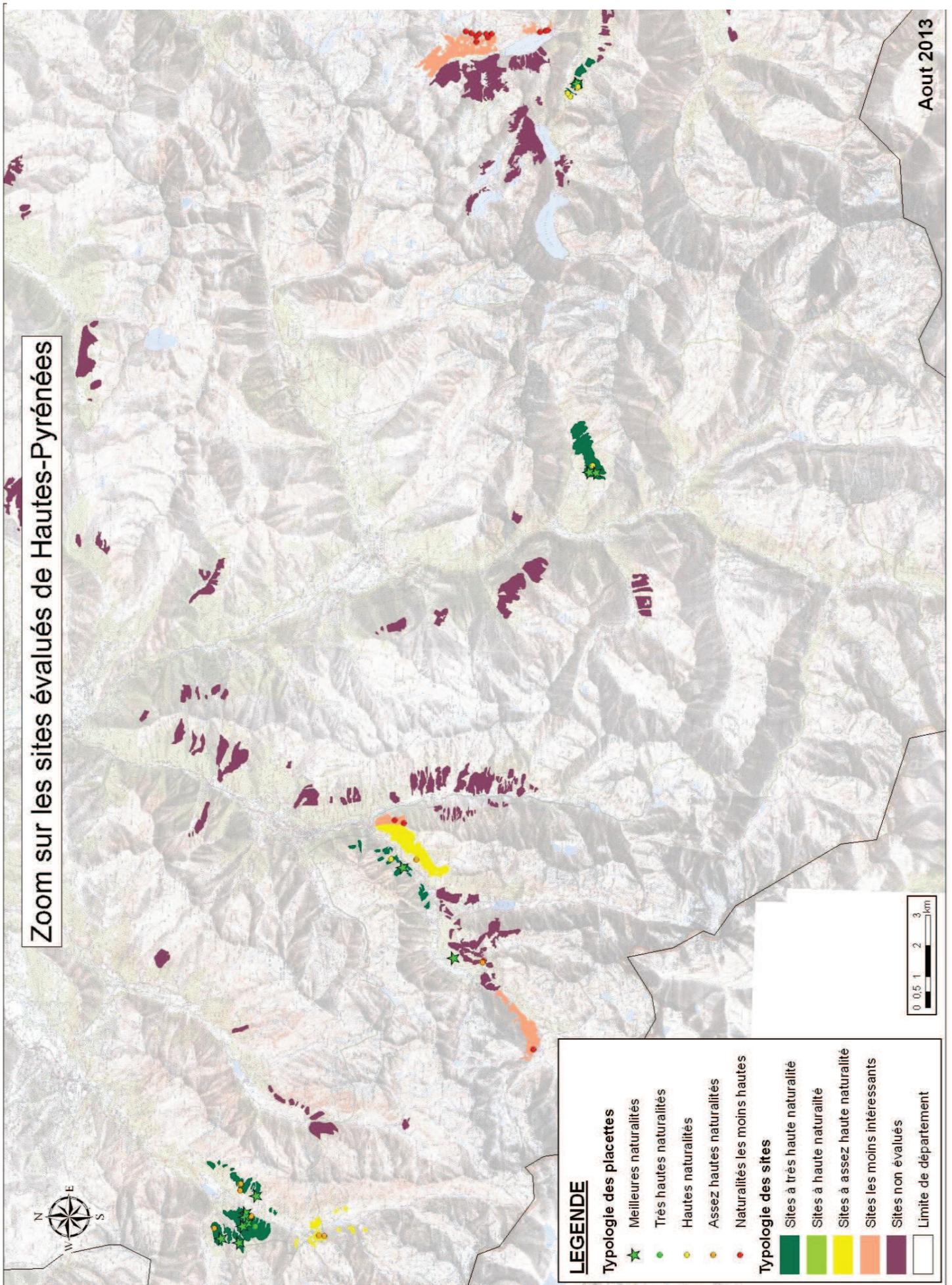
Annexe 11: Pourcentages respectifs d'inertie de l'AFC 1 et de l'AFC 2.



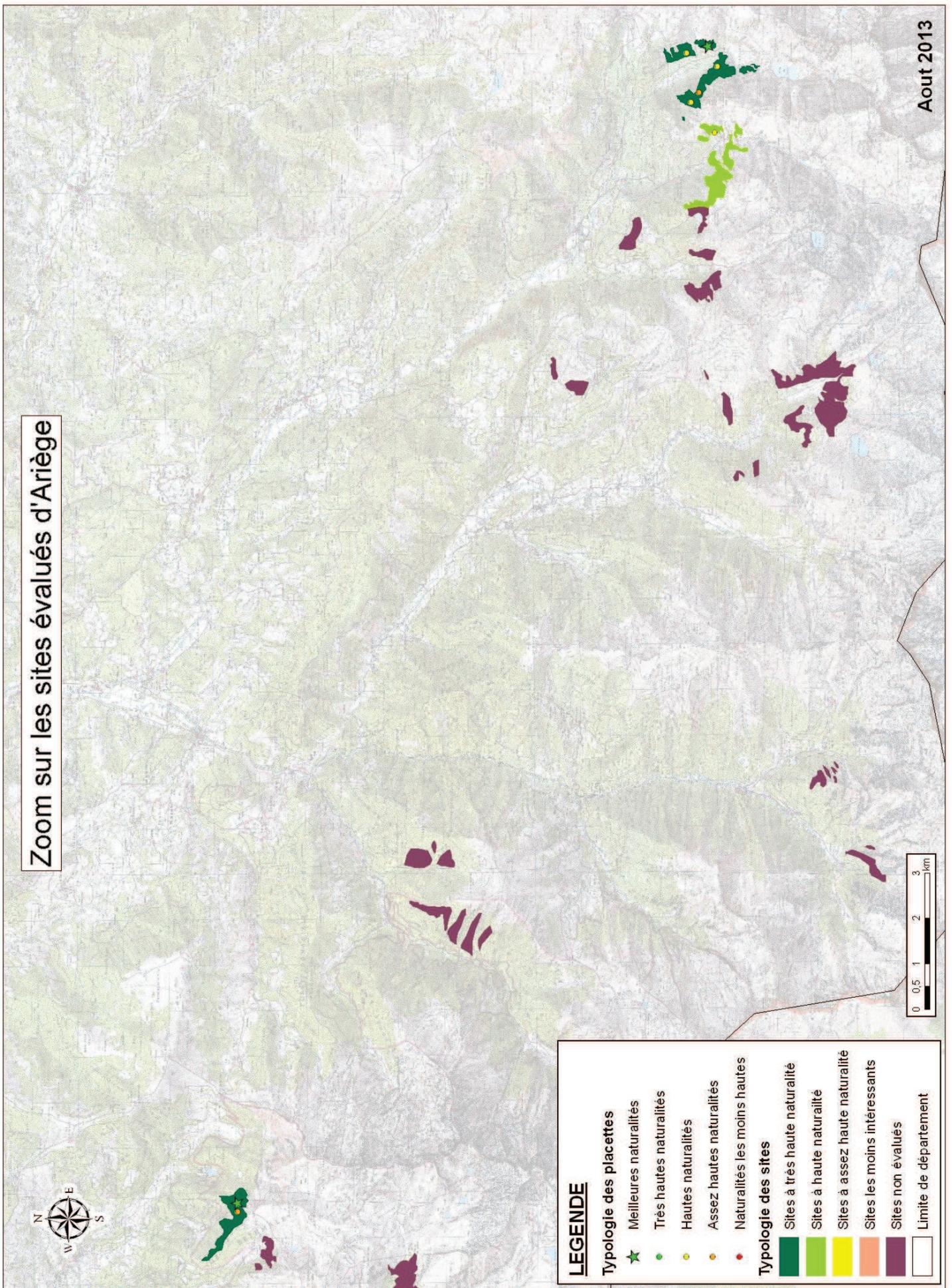
Annexe 12: Contribution des facteurs de l'AFC 2.

| Axe 1: 2,7% | | Axe 2 : 2,3% | | Axe 3 : 2,1% | | Axe 4 : 2,0% | |
|-------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|--------------|------------------|
| Variables | Contrib. à l'axe | Variables | Contrib. à l'axe | Variables | Contrib. à l'axe | Variables | Contrib. à l'axe |
| Alti | 10% | Nb_saprox_bmd | 9% | Expl_saprox | 10% | Nb_mh | 10% |
| Expl_saprox | 9% | Note_mh | 8% | Note_mh | 9% | Note_mh | 10% |
| Expl_inten | 9% | Expl_saprox | 7% | Nb_bmd | 7% | Alti | 8% |
| Expl | 8% | Nb_mh | 7% | Nb_mh | 7% | Habit | 7% |
| Sylvofac | 8% | Roch_mer | 7% | Alti | 6% | Expo | 7% |
| Habit | 7% | Nb_bms | 5% | Nb_saprox_bmd | 6% | Nb_bms | 7% |
| Roch_mer | 7% | Nb_TGBvi_tot | 5% | Expo | 6% | Niv_troph | 6% |
| Niv_troph | 6% | Nb_bmd | 5% | MiRo_pc | 5% | Niv_hyd | 5% |
| Note_mh | 6% | Habit | 5% | Roch_mer | 5% | Expl_inten | 5% |
| MiRo_pc | 5% | Alti | 5% | Recouv_arb | 4% | Nb_MiRo | 4% |
| Nb_bmd | 3% | Expo | 5% | Nb_MiRo | 4% | Expl_saprox | 4% |
| Expo | 2% | Pha_syl | 5% | Niv_hyd | 3% | Expl | 4% |

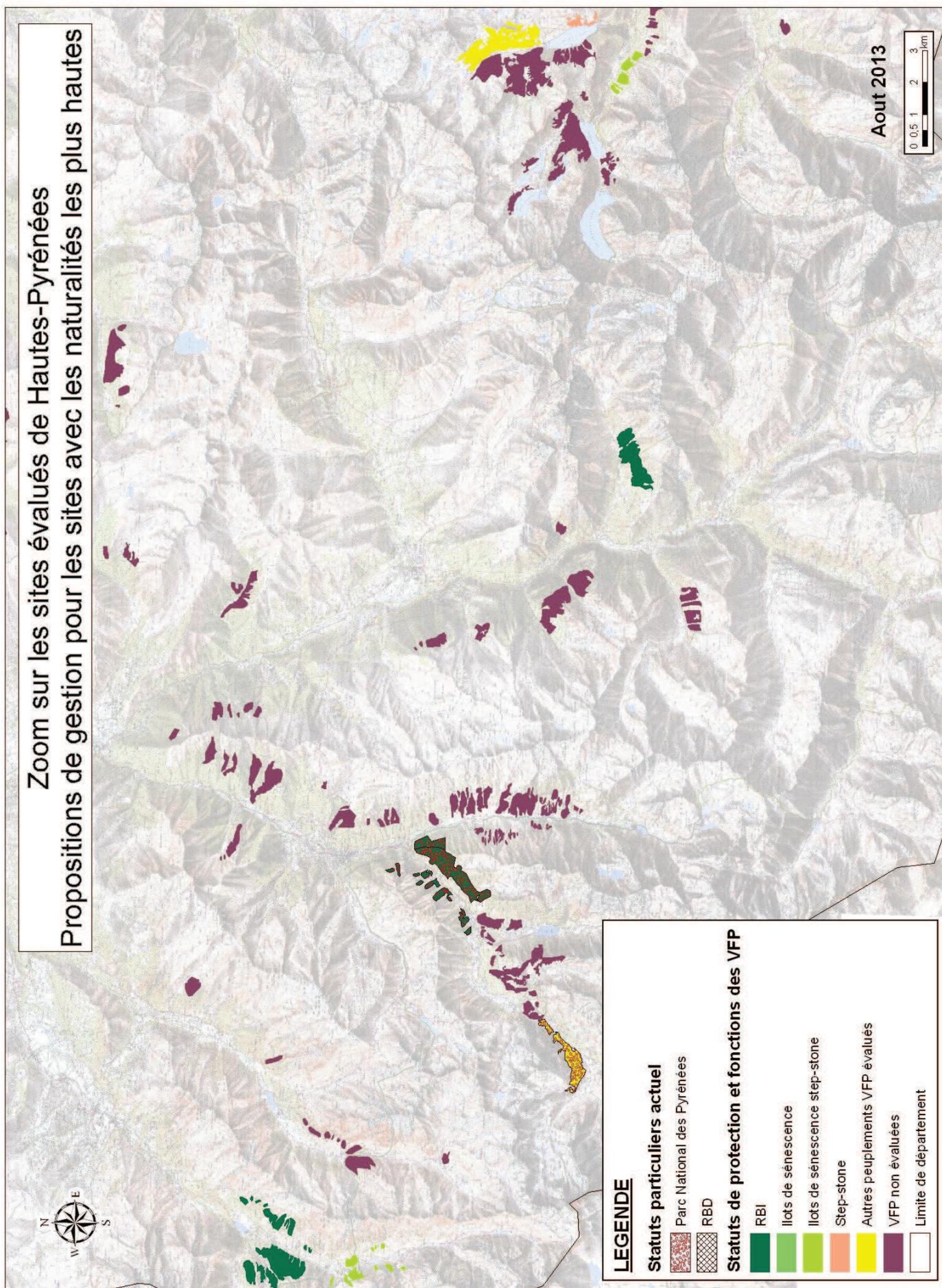
ANNEXE 14: CARTE DU CLASSEMENT DES SITES DE HAUTES-PYRENEES



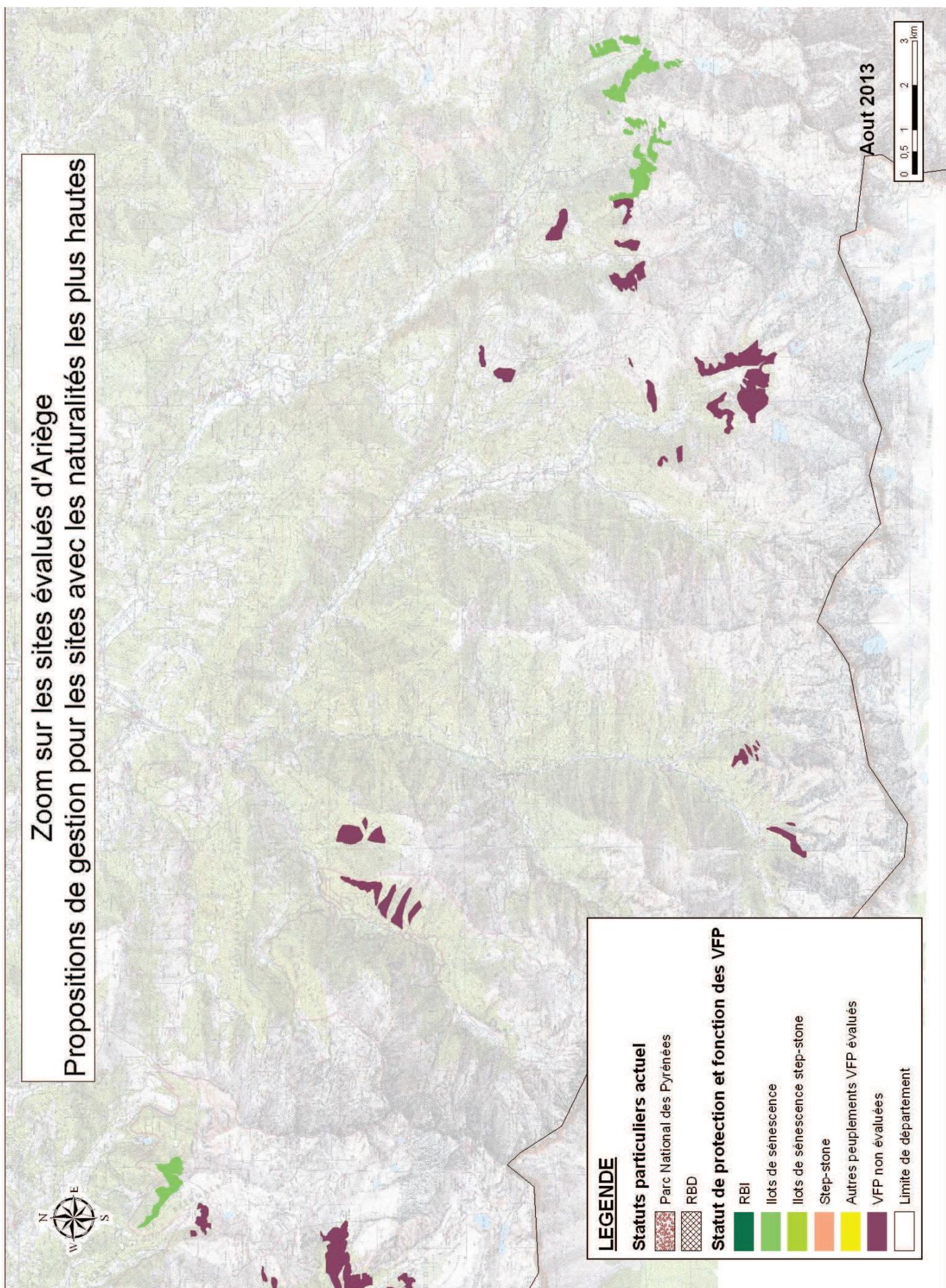
Annexe 15: Carte du classement des sites d'Ariège



Annexe 16: Propositions de gestion pour les sites évalués de Hautes-Pyrénées.



Annexe 17: Propositions de gestion pour les sites évalués d'Ariège.



Annexe 18: Liste des sites à proposer en RBI.

| Dpt | Commune principale du site | Nom du site | Type de propriété | Surface (ha) | Groupe typologique de placette |
|-----|----------------------------|---|-------------------|--------------|---|
| 31 | Melles | Vallée de Melles | Communale au RF | 378 | Sans exploitation "plus" Haute naturalité |
| 31 | Marignac | Burat | Domaniale | 339 | Sans exploitation "plus" Très haute naturalité Haute naturalité Sans exploitation "autre" Nombreux BMS et BMS |
| 31 | Melles | Vallée du Ger | Communale au RF | 261 | Sans exploitation "plus" Haute naturalité Nombreux BMS et BMD |
| 31 | Fos | Bois de Mont Caubech | Communale au RF | 149 | Haute naturalité |
| 31 | Arlos | Crête des Estagnous et Courraux de Saccaube | Communale au RF | 143 | Très haute naturalité Haute naturalité |
| 31 | Saint-Mamet | Bois Neuf | Domaniale | 137 | Très haute naturalité Nombreux BMS et BMD |
| 31 | Castillon de Larboust | Mont du Lys | Communale au RF | 127 | Très haute naturalité |
| 31 | Cazaux-de-Larboust | Bois de Suberlenc et bois du Lys Rouge | Communale au RF | 115 | Sans exploitation "plus" Haute naturalité |
| 31 | Bagnères de Luchon | Bois de Sajust et de la Pique | Domaniale | 105 | Très haute naturalité |
| 65 | Arrens-Marsous | Vallée d'Arrens | | 177 | Sans exploitation "plus" Très haute naturalité Haute naturalité |
| 65 | Cauterets | Val de Jéret | Syndicale au RF | 109 | Haute naturalité |
| 65 | Gèdre | Barrada | Syndicale au RF | 95 | Sans exploitation "plus" Sans exploitation "autre" |

Total 2135

Annexe 19: Liste des sites à proposer en îlots de sénescence. Les sites à très haute naturalité apparaissent en vert foncé alors que les hautes naturalités sont en vert clair.

| Dpt | Commune principale du site | Nom du site | Type de propriété | Surface (ha) | Groupe typologique de placette |
|-----|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|---|
| 09 | Aulus-les-Bains | La Fourcade et Bois des Coumes | Communale au RF | 74 | Sans exploitation "plus" Sans exploitation "autre" |
| 9 | Aulus-les-Bains | Cascade d'Ars | Communale au RF | 67 | Sans exploitation "autre" |
| 31 | Sode | Bois d'Escalère et Coumelonge | Domaniale | 54 | Haute naturalité |
| 31 | Melles | Salières - Peyre Nère et Séridède | Communale au RF | 49 | Haute naturalité |
| 31 | Gouaux de Luchon | Gorges de Gouaux et Mail de l'Aigle | Communale au RF | 48 | Haute naturalité |
| 09 | Bethmale | Forêt de Cadus | Communale au RF | 46 | Sans exploitation "plus" |
| 65 | Cauterets | Auribareille | Syndicale au RF | 45 | Sans exploitation "plus" Sans exploitation "autre" |
| 31 | Antignac | Bois de Ligarde | Communale au RF | 38 | Nombreux BMS et BMD |
| 65 | Aragnouet | Bugatet | Communale au RF | 31 | Sans exploitation "plus" Sans exploitation "autre" |
| 65 | Cauterets | Massif de Gaube | Syndicale au RF | 30 | Très haute naturalité |
| 31 | Melles | Coume claire | Communale au RF | 22 | Sans exploitation "plus" |
| 65 | Esbareich | Oudérou | Privée | 20 | Haute naturalité Nombreux BMS et BMD |

Total 524

Annexe 20: Tarif de cubage simplifié pour l'estimation rapide du volume de bois mort de résineux (Rossi *et al.*, 2013).

| 6/H/L | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | I |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|---|
| 30 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | |
| 35 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1 | |
| 40 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | |
| 45 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | |
| 50 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2 | |
| 55 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.3 | 2.4 | |
| 60 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | |
| 65 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 3 | 3.2 | 3.3 | |
| 70 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.9 | 3.1 | 3.3 | 3.5 | 3.7 | 3.8 | |
| 75 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2 | 2.2 | 3.3 | 3.5 | 3.8 | 4 | 4.2 | 4.4 | |
| 80 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2 | 2.3 | 2.5 | 3.8 | 4 | 4.3 | 4.5 | 4.8 | 5 | |
| 85 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 2 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 4.3 | 4.5 | 4.8 | 5.1 | 5.4 | 5.7 | |
| 90 | 0.3 | 0.6 | 1 | 1.3 | 1.6 | 1.9 | 2.2 | 2.5 | 2.9 | 3.2 | 4.8 | 5.1 | 5.4 | 5.7 | 6 | 6.4 | |
| 95 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 2.1 | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 5.3 | 5.7 | 6 | 6.4 | 6.7 | 7.1 | |
| 100 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 2 | 2.4 | 2.7 | 3.1 | 3.5 | 3.9 | 5.9 | 6.3 | 6.7 | 7.1 | 7.5 | 7.9 | |
| 105 | 0.4 | 0.9 | 1.3 | 1.7 | 2.2 | 2.6 | 3 | 3.5 | 3.9 | 4.3 | 6.5 | 6.9 | 7.4 | 7.8 | 8.2 | 8.7 | |
| 110 | 0.5 | 1 | 1.4 | 1.9 | 2.4 | 2.9 | 3.3 | 3.8 | 4.3 | 4.8 | 7.1 | 7.6 | 8.1 | 8.6 | 9 | 9.5 | |
| 115 | 0.5 | 1 | 1.6 | 2.1 | 2.6 | 3.1 | 3.6 | 4.2 | 4.7 | 5.2 | 7.8 | 8.3 | 8.8 | 9.3 | 9.9 | 10.4 | |
| 120 | 0.6 | 1.1 | 1.7 | 2.3 | 2.8 | 3.4 | 4 | 4.5 | 5.1 | 5.7 | 8.5 | 9 | 9.5 | 10.2 | 10.7 | 11.3 | |
| 125 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 2.5 | 3.1 | 3.7 | 4.3 | 4.9 | 5.5 | 6.1 | 9.2 | 9.8 | 10.4 | 11 | 11.7 | 12.3 | |
| 130 | 0.7 | 1.3 | 2 | 2.7 | 3.3 | 4 | 4.5 | 5.3 | 6 | 6.6 | 10 | 10.6 | 11.3 | 11.9 | 12.6 | 13.3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | I |

Annexe 21: Tarif de cubage simplifié pour l'estimation rapide du volume de bois mort de feuillus (Rossi *et al.*, 2013).

| B/H/L | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | I |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|---|
| 30 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1 | |
| 35 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | |
| 40 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | |
| 45 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 | 1.1 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.2 | |
| 50 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.5 | 2.6 | 2.7 | |
| 55 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 3 | 3.2 | 3.3 | |
| 60 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2 | 3 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4 | |
| 65 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 3.5 | 3.7 | 3.9 | 4.2 | 4.4 | 4.6 | |
| 70 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.9 | 2.2 | 2.4 | 2.7 | 4 | 4.3 | 4.6 | 4.8 | 5.1 | 5.4 | |
| 75 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.9 | 2.2 | 2.5 | 2.8 | 3.1 | 4.6 | 4.9 | 5.3 | 5.6 | 5.9 | 6.2 | |
| 80 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 2.1 | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 5.3 | 5.6 | 6 | 6.3 | 6.7 | 7 | |
| 85 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 2 | 2.4 | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 4 | 6 | 6.4 | 6.8 | 7.1 | 7.5 | 7.9 | |
| 90 | 0.4 | 0.9 | 1.3 | 1.8 | 2.2 | 2.7 | 3.1 | 3.6 | 4 | 4.5 | 6.7 | 7.1 | 7.6 | 8 | 8.5 | 8.9 | |
| 95 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 7.4 | 7.9 | 8.4 | 8.9 | 9.4 | 9.9 | |
| 100 | 0.5 | 1.1 | 1.6 | 2.2 | 2.7 | 3.3 | 3.8 | 4.4 | 4.9 | 5.5 | 8.2 | 8.8 | 9.3 | 9.9 | 10.4 | 11 | |
| 105 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 2.4 | 3 | 3.6 | 4.2 | 4.8 | 5.5 | 6.1 | 9.1 | 9.7 | 10.3 | 10.9 | 11.5 | 12.1 | |
| 110 | 0.7 | 1.3 | 2 | 2.7 | 3.3 | 4 | 4.7 | 5.3 | 6 | 6.7 | 10 | 10.6 | 11.3 | 12 | 12.6 | 13.3 | |
| 115 | 0.7 | 1.5 | 2.2 | 2.9 | 3.6 | 4.4 | 5.1 | 5.8 | 6.5 | 7.3 | 10.9 | 11.6 | 12.4 | 13.1 | 13.8 | 14.5 | |
| 120 | 0.8 | 1.6 | 2.4 | 3.2 | 4 | 4.7 | 5.5 | 6.3 | 7.1 | 7.9 | 11.9 | 12.7 | 13.5 | 14.2 | 15 | 15.8 | |
| 125 | 0.9 | 1.7 | 2.6 | 3.4 | 4.3 | 5.2 | 6 | 6.9 | 7.7 | 8.6 | 12.9 | 13.7 | 14.6 | 15.5 | 16.3 | 17.2 | |
| 130 | 0.9 | 1.9 | 2.8 | 3.7 | 4.6 | 5.6 | 6.5 | 7.4 | 8.4 | 9.3 | 13.9 | 14.9 | 15.8 | 16.7 | 17.7 | 18.6 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | I |