



Projet FEDER

Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées

Rapport final de la phase II

mai 2015



Ce projet a été financé par l'Union Européenne
L'Europe s'engage avec le Fonds Européen
de Développement Régional



Photographie de couverture (photo JM SAVOIE, EI PURPAN) :

Sapinière à hêtre épars du site d'Auribareille, Forêt Syndicale de la Vallée de Saint-Savin, commune de Cauterets (Hautes-Pyrénées), en aval du Pont d'Espagne, au niveau du Pont du Pas de l'Ours ; sapinière à très forte maturité, sans trace d'exploitation.

Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées

Deuxième phase

Evaluation et cartographie des sites

Propositions d'actions

Rapport final

mai 2015

Etude réalisée par :

Michel BARTOLI

Antoine BRIN, EI PURPAN

Eugénie CATEAU, doct. EI PURPAN

Sylvain DEJEAN, CREN MP

Carole HANNOIRE, CBN PMP

Laurent LARRIEU, IDF, CNPF

Jean-Marie SAVOIE, EI PURPAN

Coralie VICTOIRE, stagiaire EIP

Frédéric BLANC, CREN MP

Hervé BRUSTEL, EI PURPAN

Gilles CORRIOL, CBN PMP

Nicolas GOUIX, CREN MP

Marta INFANTE SANCHEZ, CBN PMP

Yanis MARCILLAUD, stagiaire EIP

Lionel VALLADARES, EI PURPAN

Etude financée par :

- l'Union Européenne (Fonds Européen de Développement Régional – FEDER)
- la République Française
- le Conseil Régional Midi-Pyrénées

Ce document est à citer sous la forme suivante :

SAVOIE J.M. (coordinateur), BARTOLI M., BLANC F., BRIN A., BRUSTEL H., CATEAU E., CORRIOL G., DEJEAN S., GOUIX N., HANNOIRE C., INFANTE SANCHEZ M., LARRIEU L., MARCILLAUD Y., VALLADARES L., VICTOIRE C., 2015. Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées. Deuxième phase. Evaluation et cartographie des sites. Recommandations. Rapport final. Ecole d'Ingénieurs de PURPAN/DREAL Midi-Pyrénées, 125 p.

Ce rapport constitue un compte-rendu des travaux réalisés entre juin 2012 et mars 2015 sur la phase 2 du projet Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées. Pour un rappel du contexte général de l'étude et une présentation détaillée des travaux déjà réalisés, on se reportera au rapport de la phase 1 (Savoie et al., 2011). Le plan reprend l'ordre des opérations telles que décrites dans le document de présentation pour le FEDER.

1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les travaux réalisés sur le projet « Vieilles forêts des Pyrénées de Midi-Pyrénées » portent sur les vieilles forêts au sens strict du terme (forêts anciennes et matures, appelées également forêts subnaturelles ; Cateau et al., 2015) et sur les « forêts anciennes refuges d'espèces » pour lesquelles manque au moins un attribut de maturité (en général la présence de l'ensemble des dryades naturelles attendues). La phase 1 de l'étude (2008 – 2011) a permis de réaliser une cartographie préliminaire des sites abritant potentiellement des forêts anciennes refuges d'espèces et des vieilles forêts, ainsi qu'une évaluation approfondie de la valeur patrimoniale de 10 forêts test, à partir de multiples indicateurs : données stationnelles, données espèces, indicateurs structurels (données dendrologiques, bois mort et dendro micro habitats) et données historiques.

La cartographie initiale met en évidence un premier lot de 375 sites abritant potentiellement près de 9 000 ha de vieilles forêts et de forêts anciennes refuges d'espèces. L'analyse des données recueillies sur les 10 sites test confirme l'importance du niveau de maturation forestière, de la diversité en essences, de la quantité et de la diversité des habitats liés au bois mort et aux arbres sénescents pour la composition des assemblages des taxons saproxyliques ou associés aux vieux arbres. L'évaluation des sites cartographiés sera donc basée sur ces indicateurs. Ces résultats ont permis l'élaboration d'une méthodologie simplifiée, utilisable en routine par de petites équipes (2 experts dont au moins un compétent sur un taxon saproxylique), avec une présence sur chaque site réduite à une journée.

Les objectifs de la deuxième phase de l'étude sont les suivants :

- achever la cartographie des forêts anciennes des Pyrénées de Midi-Pyrénées, à partir des minutes des 6 cartes de l'Etat-major des années 1850 pour lesquelles ce travail n'a pas encore été effectué ;
- réaliser un inventaire et une évaluation de terrain des forêts répertoriées dans la cartographie des sites potentiels de vieille forêt ;
- établir une cartographie précise des sites de vieille forêt recensés ;
- élaborer une typologie des placettes et des sites inventoriés ; en établir une liste hiérarchisée ;
- dans le cadre des lois Grenelle II et de la mise en place d'une Trame Verte et Bleue, en cohérence avec d'autres politiques régionales telles que la SCAP et le SRCE, proposer, à l'échelle de la partie centrale de la chaîne pyrénéenne, une liste de sites de forêts anciennes et matures, spécifiquement prises en compte et intégrées dans un réseau cohérent, essentiel au suivi et à la gestion de la biodiversité forestière.

2. METHODOLOGIE

2.1. CARTOGRAPHIE DES FORETS ANCIENNES

En France, historiens des forêts et forestiers s'accordent pour considérer qu'une forêt est ancienne si elle existe depuis au moins le minimum forestier du milieu du XIX^{ème} siècle (Cinotti, 1996 ; Dupouey et al., 2002 ; Dupouey, 2013 ; Cateau et al., 2015). Les documents disponibles pour étayer cet état sont la carte de Cassini (levées entre 1756 et 1789) et les minutes des cartes d'Etat-major (levées de 1820 à 1860). La carte de Cassini ne permettant pas un géo référencement précis, ce sont les minutes de la carte d'Etat-major qui sont aujourd'hui utilisées en routine pour qualifier une forêt d'ancienne ou de récente.

Une grande partie des minutes des cartes de l'Etat-major des années 1850 couvrant la partie centrale de la chaîne pyrénéenne avait déjà été digitalisée et géo référencée avant le démarrage du projet « Vieilles forêts des Pyrénées ». Six cartes n'avaient cependant pas fait l'objet de ce type de traitement. Elles ont donc été digitalisées et géo référencées selon les préconisations du manuel méthodologique de l'INRA Nancy (Favre et al., 2012) et appliquées sur les autres cartes déjà disponibles. La carte des forêts anciennes des Pyrénées centrales permettra de savoir si les sites de vieille forêt répertoriés correspondent bien à des forêts déjà présentes au milieu du XIX^{ème} siècle.

2.2. CARTOGRAPHIE DES SITES

2.2.1. CONSTITUTION DE LA BASE CARTOGRAPHIQUE

La localisation des sites susceptibles d'abriter des vieilles forêts et des forêts anciennes refuge d'espèces est basée sur le recueil de très nombreuses informations de diverses origines :

- anciens aménagements forestiers depuis, s'ils existent, le XVII^{ème} siècle,
- données de terrain recueillies par des gestionnaires forestiers, des experts scientifiques de diverses disciplines (botanistes, mycologues, bryologues, lichénologistes, entomologistes, ...) et par des naturalistes amateurs.

L'acquisition initiale des données de terrain a pu se faire dans le cadre d'études et d'expertises pour le compte de diverses structures : Parc National des Pyrénées, Réserves Naturelles Nationales et Régionales, DREAL (notamment dans le cadre des inventaires menés lors de la création de sites NATURA 2000 et de la campagne de modernisation des ZNIEFF), Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Office National des Forêts, ... et lors de prospections informelles.

Les informations relatives à chaque site ont été saisies dans une base de données. La validation des sites est ensuite assurée dans un premier temps par l'examen des photographies aériennes. Le maintien en tant que site de vieille forêt est assujéti à plusieurs contraintes :

- présence des essences de maturation (dryades naturelles), en particulier le sapin à l'étage montagnard,
- présence de bois mort, notamment le bois mort debout, en général bien visible sur les photographies aériennes récentes lorsqu'il est assez abondant et que les branches mortes sont encore en place,
- hétérogénéité de la répartition spatiale des arbres : dans les peuplements récemment exploités, les arbres sont relativement mis à distance,
- homogénéité du « grain » : dans les peuplements non exploités, les arbres constituant le couvert supérieur du peuplement sont en général tous de grande taille, avec moins souvent de jeunes arbres intercalés visibles,
- teinte spécifique, notamment en infra rouge, caractéristique des peuplements matures voir déperissant,
- absence de pistes de débardage et de traces d'exploitation.

Les peuplements ayant en commun l'ensemble des caractéristiques listées ci-dessus sont portés en catégorie « à évaluer ». Ceux ne présentant que certaines de ces caractéristiques sont notés « à vérifier » et ceux ne présentant aucune de ces caractéristiques sont mentionnés comme « supprimé ». Les contours des peuplements des deux premières catégories sont reportés sur fond topographique IGN Scan 25 dans un SIG, de la façon la plus précise possible à partir des photographies aériennes. Les zones situées entre ces peuplement ne respectant pas les critères de vieille forêt et de surface unitaire supérieure à 0,5 ha sont exclues : couloirs d'avalanche, boisés ou non boisés, éboulis et barres rocheuses non boisés ou couverts de boisements pionniers à base de bouleau, sorbier, ..., peuplements des dryades naturelles manifestement non matures, ...

Chaque peuplement ainsi délimité constitue un polygone de vieille forêt ou de forêt ancienne refuge d'espèces. Ces polygones peuvent être distants les uns des autres de quelques dizaines de mètres, par exemple séparés par un simple couloir d'avalanche, ou éloignés de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres. Leur surface peut aller de moins de 1 ha à plusieurs centaines d'ha en continu. Pour faciliter leur évaluation, ces polygones ont été regroupés en sites.

La littérature scientifique n'apportant aucune information sur la surface minimale ou l'éloignement des peuplements constitutifs d'un site, nous avons adopté une définition « à dire d'expert ». Un site a été défini comme un polygone strictement continu ou comme un ensemble de polygones distants les uns des autres de 200 m au plus, appartenant à une même unité morpho paysagère (homogénéité relative de l'exposition, du bioclimat, de la forme du relief, ...). Après description des sites sur le terrain, un critère supplémentaire est ajouté : l'homogénéité de l'utilisation passée, en particulier de l'exploitation forestière et pastorale. On considère qu'un site défini par cet ensemble de polygones constitue une unité fonctionnelle de base, au sein de laquelle les taxons présents se répartissent de façon relativement homogène.

2.2.2. PHASE DE TERRAIN

Les sites cartographiés contenant potentiellement des vieilles forêts et des forêts ancienne refuge d'espèces (sites « à évaluer » et sites « à vérifier ») sont ensuite parcourus le plus complètement possible en vue de leur description. Pour entrer dans les catégories « vieille forêt » et « forêt ancienne refuge d'espèces », il a été convenu qu'un peuplement devait remplir les critères suivants (les Gros Bois ont un diamètre à 1,30 m supérieur à 40 cm, les Très Gros Bois un diamètre supérieur à 70 cm et les Très Très Gros Bois un diamètre supérieur à 100 cm) :

- présenter au moins 10 TGB ou TTGB par hectare,
- présenter au moins 10 bois morts dans la catégorie des GB, des TGB ou des TTGB par hectare,
- ne pas présenter d'indices d'exploitation « récente », tels que des souches aux stades 1, 2 ou 3 de saproxylation (voir § 2.2.2.2.17.).

Au cours de cette phase de terrain, deux cas de figure se présentent :

- malgré le classement du site en catégorie « à évaluer » ou « à vérifier », aucun des peuplements qui le constituent ne remplit les critères énumérés ci-dessus. Le site est alors rejeté et placé dans la catégorie « supprimé » ;
- le site, classé en catégorie « à évaluer » ou « à vérifier », comporte bien des peuplements répondant aux critères retenus, mais certains polygones ou certaines parties de polygones ne les remplissent pas. Le site est alors maintenu en catégorie « à évaluer », mais les secteurs ne répondant pas aux critères sont rognés sur la cartographie, à l'aide des observations réalisées sur le terrain et des photographies aériennes.

Des photographies sont réalisées depuis l'extérieur des peuplements et à l'intérieur de ceux-ci pour attester de leur appartenance aux vieilles forêts.

Si au cours de cette phase de terrain, on traverse ou on observe de loin (par exemple sur le versant opposé à celui parcouru) des peuplements répondant aux critères recherchés et non reportés dans la base de données, ces peuplements sont photographiés (vues générales et de détails). On essaie de préciser sur carte topographique les contours de ces sites en s'appuyant sur des critères diagnostiques comme la présence des espèces de maturation, de gros bois morts debout, d'arbres à houppier tabulaire et présentant des signes de dépérissement, ... On positionne sur la carte les secteurs potentiellement les plus intéressants en vue des futurs inventaires. On caractérise ces sites par quelques commentaires. Une analyse fine au bureau des clichés de terrain et des photographies aériennes permet de valider ou non les impressions de terrain. Dans le premier cas, ces sites sont inclus à la catégorie « à évaluer » ou « à vérifier » et font l'objet d'une cartographie précise à partir des photographies aériennes et des images de terrain. Sinon, ils sont reportés en catégorie « supprimé ».

2.3. EVALUATION DES SITES

2.3.1. CHOIX DE L'EMPLACEMENT DES PLACETTES D'EVALUATION

L'emplacement des placettes d'évaluation des sites est choisi sur **photographie aérienne** selon les critères suivants :

- **présence de bois mort debout bien visible,**
- **houppiers de grande taille,**
- **localisation dans un patch de surface largement supérieur à 1 ha,**
- **accessibilité assurée (absence de barre rocheuse ou de ravin infranchissables).**

Les coordonnées des placettes sont notées afin d'y accéder au moyen d'un GPS.

Le **nombre de placettes d'évaluation par site** dépend de leur surface :

- surface du site inférieure à 25 ha : 2 placettes,
- surface comprise entre 25 et 50 ha : 3 placettes,
- surface comprise entre 50 et 75 ha : 4 placettes,
- surface comprise entre 75 et 100 ha : 5 placettes,

et ainsi de suite en ajoutant 1 placette par tranche supplémentaire de 25 ha.

2.3.2. PHASE DE TERRAIN



2.1. OBSERVATIONS SUR LE SITE

Les déplacements effectués entre l'entrée dans un site et les différentes placettes d'évaluation sont mis à profit pour réaliser les observations et notations suivantes (Figure 1) :

- la présence dans le site de **milieux rocheux** : falaises ou barres rocheuses, éboulis, lapiaz,
- l'existence de parties soumises à des **perturbations naturelles** : chablis ou volis, avalanche ou autre perturbation naturelle permettant le cas échéant d'expliquer des phénomènes de mortalité, ...
- les **phases sylvigénétiques** représentées sur le site, terminale, de déclin ou de régénération, en se référant à la Figure 2,
- les points GPS relevés en limite du site : on ne cherche pas à délimiter sur le terrain l'enveloppe du site, mais on note, au fur et à mesure du cheminement, tous les points qui faciliteront le tracé de l'enveloppe du site à l'aide des photographies aériennes et des clichés pris sur le terrain depuis le versant opposé au site,
- les **espèces d'intérêt patrimonial observées** sur le site, selon les compétences taxonomiques des membres de l'équipe d'évaluation,
- les **espèces d'intérêt patrimonial susceptibles d'être observées** sur le site, en fonction des caractéristiques mises en évidence,
- des **commentaires généraux** sur le site : caractéristiques morpho paysagères, sylvofaciès observés, éléments particuliers concernant la gestion passée, éléments remarquables, ...
- la **propriété du site** est renseignée au bureau à partir des informations fournies par l'IGN,
- la **surface du site** est obtenue à partir de la cartographie sur SIG,

- le **statut** dont peut bénéficier le site pour sa préservation : Zone Cœur de Parc National, Réserve Naturelle Nationale, Réserve Naturelle Régionale, Réserve Biologique Intégrale, Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, Zone d'adhésion de Parc National, Site Natura 2000, Réserve Biologique Dirigée, Parc Naturel Régional, ZNIEFF ou ZICO, Forêt classée, Grand site, Site classé, Site inscrit, ... ;
- les observations réalisées sur les éventuels peuplements de vieille forêt visibles depuis le site prospecté (voir ci-dessus § 2.1.2.).

Toutes ces informations sont ensuite reportées dans la base de données des sites.

2.3.2.2. EVALUATION DES PLACETTES

A l'aide du GPS, on rejoint la placette repérée sur photographie aérienne. Si l'emplacement prévu ne répond pas à toutes les attentes (accès difficile, peuplement incomplet, ...) on recherche un secteur plus favorable à proximité. 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 aux critères ci-dessus. Une fois le centre de la placette choisi, on renseigne la fiche à l'aide des informations suivantes.

2.3.2.2.1. Des commentaires généraux sur la placette

On décrit, par exemple, le milieu environnant la placette, sa situation topographique, l'homogénéité des conditions stationnelles, l'homogénéité du peuplement, la présence d'éléments particuliers (naturels ou artificiels), ... On évalue la présence de contraintes particulières susceptibles de justifier un choix de seuils de diamètre différents des seuils habituels pour les classes GB, TGB et TTGB : présence d'arêtes ou de ressauts rocheux très peu fertiles, sur la totalité ou une partie de la placette, présence d'éboulis secs, de situation topographique de haut de versant très rocheux en proximité de crête, ...

2.3.2.2.2. La localisation de la placette

On repère les coordonnées du centre de la placette au GPS, on les note sur la fiche ainsi que le numéro du point GPS. Ces coordonnées sont directement chargées dans le SIG.

2.3.2.2.3. La surface de la placette

Dans le cas normal, les placettes d'évaluation sont circulaires et ont une surface de 1 ha (placettes de 57 m de rayon). Lorsque des contraintes particulières (présence de barre rocheuse ou de ravin infranchissable, forme des polygones du site, ...) ne permettent pas la réalisation d'une placette circulaire, on choisit une forme et une taille de placette la mieux adaptée possible et de surface la plus proche possible de 1 ha. On repère au GPS les coordonnées de tous les angles de la placette afin de calculer sa surface réelle au bureau à l'aide du SIG.

2.3.2.2.4. L'altitude, l'exposition et la pente

Elles sont évaluées à l'aide du GPS, de la boussole et d'un clinomètre. Ces données permettent le rattachement de la placette à un étage bioclimatique (Figure 3), confirmé par une observation de la végétation.

2.3.2.2.5. La nature de la roche-mère

On rattache la roche en place à un type classique comme granite (et assimilés : granodiorite, pegmatite, gabbro, ...), gneiss, micaschiste, schiste, grès, calcschiste et calcarénite, calcaire (et assimilés : marbre, ...), moraine (en essayant d'évaluer la nature du matériau mère). Dans le cas d'un mélange de roches-mères, on note les principales par ordre d'importance.

Figure 1. Fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant des vieilles forêts

Département	Commune	Date/...../20.....	Rédacteurs
Nom du site			Surface du site* ha
Propriété du site* : Domaniale ☐ Communale ... relevant du RF ☐ ... ne relevant pas du RF ☐ Syndicale ☐ Privée ☐			
Exposition globale du site : NW à NE - SE à SW - W – E – commentaire :			
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 terminale ☐ de déclin ☐ de régénération ☐			

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 :

.....

.....

.....

.....

Figure 1. (fin) : Fiche descriptive des sites pyrénéens de Midi-Pyrénées abritant des vieilles forêts

PLACETTE	N° :	Altitude : m	Exposition :																																																																
N° de point GPS*		Coordonnées : référentiel : ; X : ; Y :																																																																	
Bioclimat Collinéen moyen ☐ sup. ☐ Montagnard inférieur ☐ moyen ☐ sup. ☐ Subalpin inférieur ☐ sup. ☐																																																																			
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"> <tr><td>T</td><td>S</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A</td><td>S</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></tr> <tr><td>F</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></tr> <tr><td>H</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></tr> </table>		T	S							S								A	S							A	F							F								A	H							H								M							
T	S																																																																		
S																																																																			
A	S																																																																		
A	F																																																																		
F																																																																			
A	H																																																																		
H																																																																			
M																																																																			
Recouvrement global de la strate arborescente (> 7 m) : %		Note IBP Stratification																																																																	
Str. arborescente haute (>20 m) > 10% ☐ basse (7-20 m) > 10% ☐		C. - M. - sAi sAs																																																																	
Strate arbustive (< 7m) > 10% ☐ Strate herbacée > 10% ☐																																																																			
Parties occupées par les milieux ouverts * : % - Note IBP																																																																			
ARBRES	Espèces de maturation présentes et sylvo-faciès :																																																																		
	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) ☐ de pied, à fond dur (H < 0,50 m, Ø > 10 cm) ☐																																																																		
	Plages de bois sans écorce, non carié (stade de saproxylation 1 ou 2), de surface > 600 cm ² (format A4) ☐																																																																		
	Cavités à terreau / bois carié (Ø > 10 cm) de tronc (H > 0,50 m) ☐ de pied (H < 0,50 m) ☐																																																																		
	Dendrotelmes (Ø > 10 cm) à fond dur ☐ à fond carié ☐																																																																		
	Fentes et écorces décollées sur tronc à plus de 1 m du sol (1 cm < largeur < 5 cm ; profondeur > 5 cm) ☐																																																																		
	Sporophores de polypores (volume > un œuf) sur bois vivant ☐ sur bois mort debout ☐ au sol ☐																																																																		
	Coulées de sève actives (L > 10 cm) ☐ Charpentière ou cime récemment brisée (Ø > 20 cm) ☐																																																																		
	Bois mort dans le houppier (> 20% du volume vivant) ou grosse branche morte (Ø > 10 cm ; L > 1 m) ☐																																																																		
	Lianes (> 1/3 du tronc) ou gui (> 1/3 du houppier) ☐ Accumulation de débris ligneux et/ou de litière ☐																																																																		
Diversité des stades		du bois mort debout : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐																																																																	
de saproxylation*		du bois mort au sol : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐																																																																	
D Y N A M I Q U E	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 ☐ optimale ☐ terminale ☐ de déclin ☐ de régénération ☐ jardinée ☐																																																																		
	Ancienneté de l'état boisé : carte d'Etat-major oui ☐ non ☐ proche ☐ Note IBP ancienneté																																																																		
USAGES PASSES	Agro-pastoral ☐ - Traces terrain ☐ - Archives ☐ - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période																																																																		
	Pastoral ☐ - Traces terrain ☐ - Archives ☐ - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période																																																																		
	Charbonnage ☐ - Traces terrain ☐ - Archives ☐ - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période																																																																		
	Exploitation ☐ - Traces terrain ☐ - Archives ☐ - Intensité fff . ff . f - Date de fin/Période																																																																		
		Stades de saproxylation des souches* : 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐																																																																	
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																																																																		

Figure 2. Principales caractéristiques et durée moyenne des phases du cycle sylvigénétique en hêtraie – sapinière (Larrieu et al., 2012 ; Gonin, 1988 ; Bastien et Gauberville, 2011, modifié)

La durée totale du cycle est d'environ 300 à 350 ans ; G = surface terrière des arbres vivants
D = densité totale des arbres de diamètre supérieur à 12,5 cm

dessins réalisés par l'IRSTEA Grenoble d'après Gonin, 1988

Phase	Illustration	Durée moyenne (années)	Principales caractéristiques
Régénération		60 à 125	Faible recouvrement du couvert ; un grand nombre de bois morts dans les catégories PB, GB, TGB et TTGB ; désintégration du peuplement avec un grand nombre de bois morts debout dans les catégories BM, GB, TGB et TTGB ; régénération abondante ; grand nombre de perches à la fin de la phase ; faible G ($< 20 \text{ m}^2$) ; $D < 300 \text{ arbres.ha}^{-1}$
Initiale		50 à 70	Peuplement fermé ; forte densité ($500 \text{ à } 1000 \text{ arbres.ha}^{-1}$) ; un grand nombre de perches ; peuplement régularisé avec dominance des PB en début de phase et $\text{BM} > \text{PB}$ en fin de phase
Optimale		50 à 80	Peuplement fermé ; D d'environ $500 \text{ arbres.ha}^{-1}$; forte dispersion des diamètres mais dominance des BM ; quelques perches ; quelques chandelles, surtout dans les catégories PB et BM
Terminale		50 à 80	Peuplement fermé ; D moyenne = $300 \text{ à } 400 \text{ arbres.ha}^{-1}$; forte dispersion des diamètres mais dominance des GB, TGB et TTGB ; chandelles éparses dans les catégories TGB et TTGB mais pas de désintégration massive du peuplement par groupe d'arbres ; pas de régénération ; forte G (jusqu'à $125 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$)
Déclin		10 à 20	Faible recouvrement du couvert ; groupes de chandelles dans les catégories GB, TGB et TTGB ; quelques régénérations et perches en fin de phase, mais moins nombreuses qu'en phase de régénération ; catégorie de diamètre dominante = BM

Figure 3. Répartition des étages bioclimatiques selon l'altitude et l'exposition dans les Pyrénées centrales (d'après Gruber, 1980 ; Savoie, 1995).

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	0	0	0	0	0	0	0
COLLINEEN INFÉRIEUR							
270	285	300	335	370	350	330	300
COLLINEEN MOYEN							
530	565	600	665	730	695	660	595
COLLINEEN SUPÉRIEUR							
800	850	900	1000	1100	1050	1000	900
MONTAGNARD INFÉRIEUR							
1070	1120	1170	1270	1370	1320	1270	1170
MONTAGNARD MOYEN							
1330	1380	1430	1530	1630	1580	1530	1430
MONTAGNARD SUPÉRIEUR							
1600	1650	1700	1800	1900	1850	1800	1700
SUBALPIN INFÉRIEUR							
1900	1950	2000	2100	2200	2150	2100	2000
SUBALPIN SUPÉRIEUR							
2200	2250	2300	2400	2500	2450	2400	2300
N	NE	E	SE	S	SW	W	NW

2.3.2.2.6. Le type de station

Afin d'évaluer le niveau de fertilité de la placette, selon la nature de la roche, le pH du sol en A et les principales espèces de plantes présentes, on positionne le milieu dans les gradients d'alimentation minérale et de disponibilité de l'eau de l'écogramme (Figure 4).

Figure 4. Ecogramme permettant de positionner les placettes dans le gradient de disponibilité des éléments minéraux (en abscisse) et de disponibilité de l'eau (en ordonnée)

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

2.3.2.2.7. Le rattachement de la végétation à un type d'habitat

L'étage bioclimatique, le type de station et la végétation observée sur la placette permettent un rattachement à un type d'habitat de la typologie européenne *Paleartic Classification* et, éventuellement, à un type d'habitat d'intérêt communautaire. Dans la mesure du possible, on essaie de rattacher l'habitat à une des associations déjà décrite dans la région dans des forêts de même type que les vieilles forêts (chênaies-hêtraies, hêtraies, hêtraies-sapinières, sapinières, pineraies sylvestres et pineraies à crochets) :

- étage collinéen :

- . *Pulmonario affinis* - *Fagetum sylvaticae* Comps & al. 1980 : hêtraie-chênaie sessiliflore sud-atlantique neutrophile à calcicole, mésophile à hygrocline,
- . *Hyperico androsaemi* - *Fagetum sylvaticae* Comps & al. 1980 : hêtraie-chênaie sessiliflore sud-atlantique acidiline, mésophile à hygrocline,
- . *Blechno spicantis* - *Quercetum roboris* Tüxen & Oberdorfer 1958 : hêtraie-chênaie sessiliflore sud-atlantique acidiphile, mésophile à hygrocline,

- étage collinéen à montagnard :

- . *Buxo sempervirentis* - *Fagetum sylvaticae* Braun-Blanquet et Susplugas 1937 inval. : hêtraie-chênaie ou hêtraie calcicole à calcaricole mésoxérophile,

- étage montagnard :

- . hêtraie et hêtraie-sapinière sèche calcicole de versant nord à Seslérie bleue des Pyrénées (ex. *Seslerio* – *Fagetum pyrenaicum* Vanden Berghen 1968 nom. inval.),
- . *Helleboro viridis* - *Fagetum sylvaticae* O. de Bolos & Torres 1967 : hêtraie-sapinière pyrénéo-cantabrique calcicole mésophile,
- . *Scillo lilio-hyacinthi* - *Fagetum sylvaticae* (Braun-Blanquet 1952) O. de Bolos 1957 : hêtraie-sapinière pyrénéo-cantabrique neutrophile hygrocline,
- . *Luzulo sylvaticae* - *Fagetum sylvaticae* Cusset 1964 : hêtraie-sapinière pyrénéo-cantabrique acidiline mésophile,
- . *Lysimachio nemori* - *Fagetum sylvaticae* Gruber 1978 : hêtraie-sapinière pyrénéo-cantabrique acidiline hygrocline,
- . *Ilici aquifolii* - *Fagetum sylvaticae* Braun-Blanquet 1967 : hêtraie-sapinière atlantique acidiphile du montagnard inférieur à moyen,
- . *Goodyero repentis* – *Abietetum albae* (O. Bolos 1957) Rivas-Mart. 1968: hêtraie-sapinière pyrénéo-cantabrique hyperacidiphile mésophile,
- . *Luzulo niveae* - *Fagetum sylvaticae* (Susplugas 1942) Braun-Blanquet 1952 : hêtraie-sapinière méditerranéo-atlantique acidiphile mésophile du montagnard inférieur à moyen,
- . *Huperzio selagi* - *Abietetum albae* : hêtraie-sapinière hyperacidiphile, froide, mésophile, à lycopodes,
- . *Sphagno* - *Abietetum albae* : hêtraie - sapinière hyperacidiphile à sphaignes,

- étage subalpin inférieur :

- . *Rhododendro ferruginei* - *Abietetum albae* Br. Bl. 1948 : sapinière subalpine pyrénéenne,

- étage subalpin inférieur à subalpin supérieur :

- . *Polygalo calcarae* - *Pinetum sylvestris* (Vigo 1974) Rivas-Martinez 1983 : pineraie sylvestre pyrénéenne calcicole xérophile,
- . *Veronico officinalis* - *Pinetum sylvestris* Rivas-Martinez 1968 : pineraie sylvestre pyrénéenne acidiphile xérophile,

- étage subalpin supérieur :

- . *Arctostaphylo uvae-ursi* - *Pinetum uncinatae* Rivas-Martinez 1968 : pineraie à crochets pyrénéenne acidiphile xérophile,
- . *Rhododendro ferruginei* - *Pinetum uncinatae* Rivas-Martinez 1968 : pineraie à crochets pyrénéenne acidiphile mésophile, de versant froid

2.3.2.2.8. Le recouvrement des strates

On évalue la stratification du couvert à l'aide de deux indicateurs :

- . **le recouvrement global de la strate arborescente** : on évalue le recouvrement global de tous les arbres dont la hauteur atteint au moins 7m ;
- . **la stratification du couvert** : on évalue la présence des strates arborescentes haute (hauteur supérieure à 20 m) et basse (hauteur comprise entre 7 et 20 m), de la strate arbustive (hauteur inférieure à 7 m) et de la strate herbacée. La présence d'une strate est attestée par un encombrement supérieur à 10%. Les arbres et les arbustes sont comptabilisés dans toutes les strates occupées par leurs branches vertes.

2.3.2.2.9. Les parties occupées par les milieux ouverts

On note, au fur et à mesure de la progression sur la placette, la surface individuelle de chacun des polygones de milieu ouvert observés, puis on calcule le pourcentage réel de recouvrement. Un milieu ouvert est une trouée entre les couronnes des arbres, dépourvue d'arbustes et occupée par une strate herbacée composée d'espèces de plantes à fleurs susceptibles de fournir du pollen ou du nectar.

2.3.2.2.10. Le recouvrement et la diversité des milieux rocheux

On note la présence, à l'intérieur ou en bordure du peuplement noté, de barres rocheuses ombragées ou non ombragées par le peuplement, d'éboulis stable ou instable, de blocs isolés, de dalles rocheuses, de lapiaz, ... On note, au fur et à mesure de la progression sur la placette, la surface individuelle de chacun des polygones de milieu rocheux observés, puis on calcule le pourcentage réel de recouvrement.

2.3.2.2.11. La diversité des milieux aquatiques

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

2.3.2.2.12. Les espèces de maturation présentes sur la placette et le sylvo-faciès

Les espèces de maturation (dryades naturelles) caractérisent les phases sylvigénétiques optimale, terminale et de déclin. En l'absence d'intervention humaine forte (exploitation forestière intensive, incendie, ...) et de perturbation naturelle importante (éboulement, avalanche, ...) leur présence et leur abondance dépendent du bioclimat et, parfois, des conditions stationnelles (Figure 5) :

- . le chêne sessile et le hêtre à l'étage collinéen inférieur,
- . le hêtre à l'étage collinéen moyen et supérieur,

Figure 5. Clé de détermination des 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	Hêtre
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		
S U B A L P I N			Pas de contrainte à l'installation du sapin	Hêtre, Sapin pectiné
		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

- . le hêtre et le sapin à l'étage montagnard
- . le sapin à l'étage subalpin inférieur,
- . le pin à crochets à l'étage subalpin supérieur,
- . les tilleuls à grandes et à petites feuilles, les érables plane et sycomore, l'orme de montagne, le frêne commun, l'alisier blanc, en cas de blocage stationnel de la sylvigénèse (sur éboulis, colluvions mobiles, lapiaz, ...),
- . le pin sylvestre aux étages montagnard supérieur et subalpin inférieur, sur station sèche en climat d'abri peu pluvieux et froid.

On note les espèces de cette liste présentes sur la placette, en fonction de l'étage bioclimatique et des conditions stationnelles de la placette. On note ensuite les espèces attendues et le rapport entre espèces présentes et espèces attendues.

Le **sylvofaciès** est désigné à l'aide des espèces d'arbres dominants ou co-dominants sur la placette : hêtraie-chênaie sessiliflore, hêtraie, hêtraie à sapin disséminé, hêtraie-sapinière, sapinière-hêtraie, sapinière à hêtre disséminé, sapinière, sapinière à pin sylvestre ou à pin à crochets disséminé, sapinière-pineraie sylvestre ou pineraie à crochets, pineraie sylvestre, pineraie à crochets.

2.3.2.2.13. Les autres espèces d'arbres présentes sur la placette

Les espèces d'arbres observées sur la placette qui ne peuvent pas être considérées comme des dryades dans l'étage bioclimatique ou dans les conditions stationnelles de la placette sont notées séparément. Ce sont d'une part les dryades non attendues sur la placette (par exemple le chêne sessile à l'étage montagnard en hêtraie-sapinière ou le pin à crochets à l'étage montagnard supérieur dans un faciès de sapinière) et, d'autre part, les arbres pionniers, post-pionniers et nomades comme *Betula pendula* et *B. pubescens*, *Sorbus aucuparia* et *S. aria*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia platyphyllos* et *T. cordata*, *Acer pseudoplatanus* et *A. platanoides*, sauf dans les situations de blocage stationnel.

Les arbustes comme le houx, le noisetier, ..., n'atteignant en général pas 10 cm de diamètre, ne sont pas pris en compte.

2.3.2.2.14. La diversité des dendro micro habitats

On relève leur présence (et seulement leur présence) exclusivement sur les arbres vivants, à l'exception des carpophores de champignons qui sont aussi notés sur bois mort, debout et au sol. Seize types de dendro micro habitats sont recherchés (Figure 6).

2.3.2.2.15. Les seuils des catégories de diamètre des arbres

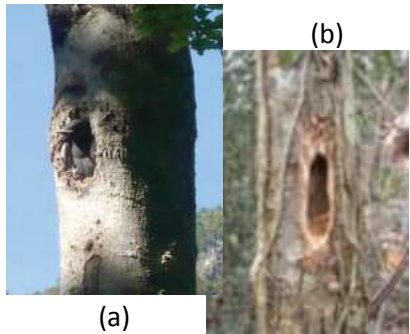
Pour les étages collinéen, montagnard et subalpin inférieur, dans le cas d'une fertilité stationnelle normale, on utilise les seuils de diamètre suivants :

- . Très Très Gros Bois (TTGB) : $\varnothing \geq 100$ cm
- . Très Gros Bois (TGB) : $70 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 100$ cm
- . Gros Bois (GB) : $40 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 70$ cm

Pour l'étage subalpin supérieur et les essences n'atteignant jamais de grandes dimensions (sorbiers, bouleaux, ...), on retient les valeurs suivantes :

- . TTGB : $\varnothing \geq 70$ cm
- . TGB : $30 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 70$ cm
- . GB : $30 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 40$ cm

Figure 6. Dendro micro habitats recherchées et leurs caractéristiques (Emberger, Larrieu, Gonin, 2012)

Types de dendro micro habitats	Comment les reconnaître ?	Quelques précisions ...	Groupes d'espèces associés et exemples
1. Cavités vides de tronc, creusées par les pics  (a) (b)	Le diamètre de leur orifice est supérieur à 3 cm. Elles sont localisées à plus de 50 cm de hauteur. Il peut s'agir de : - 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)	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).	Oiseaux cavicoles : pics, mésanges, chouettes, gobemouches Noctules Martre des pins Loir gris Guêpes
2. Cavités vides de pied, à fond dur 	Le diamètre de leur ouverture est supérieur à 10 cm. 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).	On les observe plus fréquemment chez les arbres à contreforts (Sapin pectiné, chênes) et dans les fortes pentes.	Rouge-gorge familier Campagnol roussâtre Chat sauvage Crapaud commun
3. Plage de bois sans écorce, non carié 	Il s'agit d'une surface de bois à nu, non protégée par l'écorce, peu altérée (stade de saproxylation 1 ou 2) et de surface supérieure à 600 cm² (= taille d'une feuille au format A4).	Elle est souvent liée à une blessure (chute d'arbre ou de bloc, dégât d'engin forestier).	Coléoptères Champignons saproxyliques

Types de dendro micro habitats	Comment les reconnaître ?	Quelques précisions ...	Groupes d'espèces associés et exemples
4. Cavités naturelles évolutives de tronc à terreau  Premières phases (a)  Dernières phases (b)	Le diamètre de leur ouverture est supérieur à 10 cm. Elles sont localisées à plus de 50 cm de hauteur. 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 dendro micro habitat peut prendre principalement 2 formes différentes: - 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.	Elles sont issues des plages de bois sans écorce qui sont en processus de saproxylation. Ce dendro 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.	. coléoptères cétoines, diptères et autres arthropodes souvent très spécialisés . champignons saproxyliques . aux phases d'évolution avancées (cavités), certains habitants des cavités vides
5. Cavités naturelles évolutives de pied à terreau  Premières phases (a)  Dernières phases (b)	Elles ont les mêmes caractéristiques que les cavités naturelles de tronc mais s'en distinguent du fait de leur contact avec le sol.	Idem que ci-dessus. Dans les cavités naturelles évolutives de pied, le terreau est parfois mélangé avec de l'humus, créant un habitat spécifique.	Idem que ci-dessus + Insectes du milieu spécifique du mélange terreau – humus (le coléoptère Taupin violacé par ex.) + Batraciens
6. Fentes et écorces décollées 	Ce type regroupe : - des fentes dans le bois, - des cavités vides avec une ouverture étroite, - des écorces décollées formant un abri. Leur largeur est comprise entre 1 et 5 cm et leur profondeur supérieure à 5 cm.	Les chiroptères n'utilisent que des fentes suffisamment larges (> 1 cm) et profondes (> 5 cm) et situées à plus de 1 m du sol.	Barbastelle d'Europe, Pipistrelles, Grimpereaux, Punaises Aradides, Araignées arboricoles

Types de dendro micro habitats	Comment les reconnaître ?	Quelques précisions ...	Groupes d'espèces associés et exemples
Cavités remplies d'eau : dendrotelmes ... 7. ... à fond dur (a)  8. ... à fond carié (b) 	Ce sont des cavités dans le bois, remplies d'eau au moins à une période de l'année. Le diamètre de l'ouverture est supérieur à 10 cm. Lorsque la cavité est profonde et l'eau difficilement visible, des traces d'écoulements le long de l'écorce peuvent en indiquer la présence. En l'absence d'eau, le dendrotelme se distingue de la cavité naturelle évolutive par la présence de matière organique en état de décomposition avancé, souvent humide et d'un brun très sombre.	On peut distinguer des dendrotelmes à fond dur (fond constitué d'écorce ; cas des fourches) (a) ou à fond carié (fond constitué de bois en saproxylation ; cas des blessures, souches, ...) (b) Le diamètre, la qualité du fond et la hauteur dans l'arbre sont déterminants pour la faune hébergée.	Seulement une quinzaine d'espèces vivent dans les dendrotelmes en Europe, dont 7 sont totalement inféodées à ce microhabitat. Essentiellement des diptères (quelques syrphes, surtout <i>Myatropa florea</i>, des moustiques) et un coléoptère (<i>Pryonocyphon serricornis</i>)
9. Coulée de sève active 	En période de végétation : écoulement mousseux souvent jaunâtre. En hiver : traces d'écoulement évidentes, souvent noirâtres. Odeur souvent forte (goudron chez le Sapin pectiné), mais pas désagréable. Longueur de l'écoulement supérieur à 10 cm.	Attention à ne pas confondre avec les coulées de résine chez les conifères et les coulées de gomme du Merisier car ce ne sont pas des milieux de vie.	Diptères syrphidés (larves) Coléoptères cétoines (adultes)
10. Charpentièrre ou cime récemment brisée 	Grosse branche ou cime récemment brisée, de diamètre supérieur à 20 cm et de longueur totale supérieure à 1m, dont le bois est encore peu altéré (stade de saproxylation 1 ou 2).	Les dimensions doivent être suffisantes pour que l'habitat soit pérenne et le volume de bois mort conséquent. Ce dendro micro habitat est composite : il comporte des fentes et du bois dur apparent.	Espèces de fentes et de bois sans écorce non carié

Types de dendro micro habitats	Comment les reconnaître ?	Quelques précisions ...	Groupes d'espèces associés et exemples
11. Bois mort dans le houppier 	Ensemble des branches mortes présentes dans le houppier. Le volume de bois mort doit être supérieur à 20% du volume des branches vivantes, <i>ou alors</i> le diamètre de la grosse branche morte doit être supérieur à 20 cm et sa longueur supérieure à 1 m.	Le bois mort présent dans le houppier constitue un habitat différent du bois mort au sol ou sur pied. Parfois, on y trouve également des cavités vides de pics dont la diversité d'espèces associées vient s'ajouter.	Coléoptères spécifiques des houppiers Diptères syrphidés Champignons saproxyliques
12. Lianes ou gui 	Ce dendro micro habitat est constitué : - soit par des boules de gui occupant au moins 1/3 du houppier, - soit par du lierre, de la clématite, du chèvrefeuille ou d'autres lianes utilisant les arbres comme support et dont la couverture occupe au moins 1/3 de la surface du tronc	Elles constituent à la fois un gîte et une source de nourriture, en particulier le lierre qui fleurit à l'automne et dont les fruits sont disponibles à la fin de l'hiver, période où les végétaux offrent peu de ressources alimentaires.	Lépidoptères (phalènes) Merle noir, Troglodyte mignon
13. Amas de débris ligneux ou de litière 	Accumulation locale importante de matière organique issue de débris ligneux, d'écorces et de litière, parfois sur plusieurs dizaines de centimètre d'épaisseur.	On les retrouve notamment à la base de grosses chandelles en état de décomposition avancé, dans des situations stationnelles et topographiques particulières (les lapiaz par ex.), au niveau d'anciennes fourmilières, etc.	Lepiotacées, Geastracées, Pluteacées, Limacella, Entoloma.

Types de dendro micro habitats	Comment les reconnaître ?	Quelques précisions ...	Groupes d'espèces associés et exemples
Champignons polypores (s. l.) 14. sur bois vivant  15. sur bois mort debout  16. sur bois mort au sol 	On s'intéresse ici aux sporophores des polypores (s.l.) qui prennent la forme d'un plateau volumineux proéminent. Leur volume doit être supérieur à celui d'un œuf.	Ils sont révélateurs de pourritures du bois parfois très avancées. Les sporophores volumineux d'autres champignons (à lamelles, à aiguillons) peuvent également accueillir une biodiversité importante.	Coléoptères Diptères Lépidoptères nocturnes

Pour les stations très peu fertiles des étages inférieurs (arêtes et dalles rocheuses à sol très superficiel, lapiaz ou éboulis très peu colmatés, ...) et les très fortes pentes pour lesquelles la stabilité des très gros arbres est fortement compromise, on adapte les seuils de diamètre entre ces deux ensembles de valeurs en fonction de l'intensité de la contrainte de fertilité perçue sur le terrain, par paliers décroissants de 5 cm de diamètre. Par exemple, pour une contrainte jugée moyenne, comme dans le cas d'une arête à sol superficiel en versant nord à l'étage montagnard moyen, on adopte les seuils suivants :

. TTGB : $\varnothing \geq 90$ cm . TGB : $60 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 90$ cm . GB : $40 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 60$ cm

Si la contrainte est jugée plus importante, comme dans le cas d'un lapiaz très peu colmaté en exposition sud à l'étage montagnard, on peut opter pour les seuils suivants :

. TTGB : $\varnothing \geq 80$ cm . TGB : $50 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 80$ cm . GB : $35 \text{ cm} \leq \varnothing \leq 50$ cm

2.3.2.2.16. Le nombre de TGB et TTGB vivants

On décompte séparément tous les arbres qui répondent aux critères de diamètre choisis pour la placette (voir § 2.3.2.2.14.), présents dans un rayon de 57 m.

2.3.2.2.17. L'essence et le diamètre à 1,30 m du plus gros arbre vivant

Au cours de l'inventaire du peuplement, on note au fur et à mesure le diamètre et l'essence du plus gros arbre observé. Si les arbres morts sont plus gros que les vivants, on mesure aussi le diamètre 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).

2.3.2.2.18. Le nombre de GB, TGB et TTGB morts sur pied

On prend en compte globalement tous les bois morts d'au moins 1 m de hauteur qui répondent aux critères de diamètre choisis pour la placette (voir § 2.3.2.2.14.), même ceux qui résultent de l'exploitation passée du peuplement.

2.3.2.2.19. Le nombre de GB, TGB et TTGB morts au sol

On prend en compte globalement tous les bois morts d'au moins 1 m de longueur qui répondent aux critères de diamètre choisis pour la placette (voir § 2.3.2.2.14.), même ceux qui résultent de l'exploitation passée du peuplement. On mesure leur diamètre à 0,5 m du gros bout. Si des tronçons de bois mort plus ou moins alignés au sol appartiennent manifestement au même arbre, on ne compte qu'un seul individu et on ne prend en compte que le segment du plus gros bout.

2.3.2.2.20. La diversité des stades de saproxylation du bois mort

Pour le bois mort des classes GB, TGB et TTGB, debout et au sol, on note les stades de saproxylation observés selon l'échelle du Tableau 1. On caractérise chaque pièce de bois mort par le stade de saproxylation le plus représenté.

2.3.2.2.21. La phase sylvigénétique

On note la phase la plus représentée sur la placette en se référant à la Figure 2 § 2.3.2.2.2.

2.3.2.2.22. L'ancienneté de l'état boisé

D'une façon générale, les vieilles forêts sont aussi des forêts anciennes, déjà présentes lors du minimum forestier du milieu du XIX^{ème} siècle, puisque le stade sylvigénétique terminal, qui est une de leur caractéristique majeure, ne peut être atteint qu'en au moins 250 à 300 ans sans perturbation majeure. Cette caractéristique peut être vérifiée *a posteriori* à partir des minutes de la carte d'Etat-major des années 1850 digitalisées et géo référencées.

Tableau 1. Caractérisation des stades de saproxylation du bois mort (Larrieu et al., 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	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

Aux altitudes où se situent en règle générale les vieilles forêts, cette source ne se révèle cependant pas toujours très fiable. Sur le terrain, surtout à basse altitude, le premier indicateur d'un déboisement, même très ancien, suivi d'un retour à l'état boisé, est la présence d'espèces végétales nitrophiles liées à une mise en culture ou à un pâturage intensif. L'ancienneté de l'état boisé peut aussi être appréciée à partir de la répartition des arbres dans les catégories de diamètre. Dans les vieilles forêts n'ayant jamais subi de déboisement, ou alors éventuellement très anciennement, pratiquement toutes les catégories de diamètre sont représentées, depuis les semis jusqu'aux TTGB.

Dans celles qui sont issues d'une **reconquête** ancienne, il y a 300 à 400 ans, de pâturages antérieurement gagnés sur des forêts, surtout aux altitudes élevées, les arbres pionniers, en général des sapins, forment un peuplement lâche, ayant aujourd'hui atteint la phase terminale ou de déclin, surtout constitué de TGB et TTGB, accompagnés de nombreux arbres morts. Le peuplement intercalaire est constitué des régénérations de ces arbres semenciers pionniers ; il est dominé par les PB et les BM. Les vieilles forêts de **conquête** peu ancienne, débutée il y a environ 300 à 500 ans, soit à la partie supérieure de l'étage subalpin, soit sur éboulis actifs, couloirs d'avalanche, milieux rocheux, ..., se distinguent du type précédent par une répartition assez homogène des catégories de diamètre et par la présence d'arbres et arbustes pionniers comme les bouleaux, les sorbiers, ...

2.3.2.2.3. Les usages passés

Les peuplements forestiers inventoriés ont pu faire l'objet de 3 types principaux d'usage :

- l'**usage agro-pastoral** : les forêts anciennes refuge d'espèces telles que les forêts de têtards ont fait l'objet par le passé d'une intense utilisation pour le bois, le pâturage intensif (bovins, porcs, ...) et le prélèvement de litière ;

- l'**usage pastoral** : de nombreux versants forestiers peu pentus d'altitude, en exposition chaude (sylvofaciès de pineraie sylvestre ou à crochets), ont fait par le passé l'objet d'une utilisation pour le pâturage plutôt de type extensif. Ces espaces ne sont plus que sporadiquement parcourus par les troupeaux aujourd'hui. Dans l'étage montagnard, des peuplements situés en limite inférieure ou au milieu des pâturages sont encore largement utilisés pour un pâturage plus ou moins intensif. Une utilisation pastorale ancienne de l'espace peut aussi être mise en évidence par l'observation d'une répartition hétérogène des catégories de diamètre du peuplement vivant (voir § 2.2.2.2.21.) ;
- même s'ils ne constituent pas à proprement parler un usage, **les incendies** liées aux activités pastorales, jusqu'au début du XX^{ème} siècle, ont joué un grand rôle dans la dégradation et l'ouverture des forêts, voir l'élimination de massifs forestiers entiers. Des feux accidentels plus récents et de moindre ampleur spatiale ont affecté çà et là les peuplements boisés, causant des blessures aux arbres et des mortalités ;
- l'**exploitation forestière** : l'intensité de l'exploitation est évaluée par la densité des souches, mais sans comptage précis, selon une échelle à 4 niveaux : faible, faible à moyenne, moyenne, forte. Pour avoir une idée de la période d'exploitation, on note aussi le stade moyen de saproxylation des souches selon l'échelle utilisée pour le bois mort. Par le passé, l'exploitation était parfois effectuée en hiver et la coupe était réalisée en hauteur (Bartoli, com. pers., 2015) ; une exploitation sans souche, donc. Si l'arbre ne mourait pas, il générait souvent de nombreuses ramifications verticales, en chandelier.

2.3.2.2.24. Les freins à l'exploitation

On tente d'évaluer au mieux les contraintes, notamment naturelles, qui peuvent limiter l'exploitabilité du peuplement, aussi bien par route et piste de débardage que par câble : barre ou ressaut rocheux, ravin profond difficilement franchissable, couloir d'avalanche actif, chaos de blocs, éboulis instable, instabilité du terrain, très forte pente, conformation particulière du relief, ... Il faut remarquer que ce sont là des contraintes **actuelles**. Dans le passé, seules les pentes extrêmement fortes et les secteurs isolés par des ravins profonds ou des barres rocheuses n'étaient pas parcourus par des coupes. Les couloirs d'avalanche étaient utilisés pour lancer les troncs, en particulier en période d'enneigement (Bartoli, com. pers., 2015).

2.3.2.2.25. Les notes des indicateurs de l'IBP

Afin de pouvoir comparer les notes IBP des placettes inventoriées dans les sites de vieilles forêts et celles obtenues pour d'autres types de peuplements, on détermine les notes pour les 10 indicateurs de l'IBP.

Facteurs dépendants de la gestion forestière :

- **richesse des essences forestières autochtones**, en ajoutant le nombre de genres d'espèces de maturation et de genres des autres espèces d'arbres répertoriées sur la placette,
- **structure verticale de la végétation**, en comptant le nombre de strate à recouvrement supérieur à 10%,
- **bois mort sur pied de grosse circonférence**, à partir du nombre de GB, TGB et TTGB morts sur pied,
- **bois mort au sol de grosse circonférence**, à partir du nombre de GB, TGB et TTGB morts au sol,
- **très gros bois vivants**, à partir du nombre de TGB et de TTGB,
- **arbres vivants porteurs de dendro micro habitats**, à partir de la diversité des dendro micro habitats recensés sur la placette,
- **milieux ouverts**, à partir du pourcentage de milieux ouverts évalué sur la placette.

Facteurs indépendants de la gestion forestière :

- **ancienneté de la forêt**, à partir de l'évaluation de l'ancienneté de l'état boisé sur la placette,
- **milieux aquatiques**, à partir de l'observation de la diversité des milieux aquatiques,
- **milieux rocheux**, à partir de l'évaluation du recouvrement et de la diversité des milieux rocheux sur la placette.

A partir de ces évaluations, on calcule les notes IBP « gestion », IBP « contexte » et IBP « globale ».

2.3.2.2.26. Protocole VFP 1

La plus grande partie des placettes a été évaluée à l'aide du protocole décrit ci-dessus (protocole **VFP 2**). Lors de la phase 1 de l'étude « vieilles forêts », 9 sites inventoriés ont été évalués à l'aide d'un protocole légèrement différent. Il est réalisé sur des placettes circulaires, sous la forme de tours d'horizon (visée à angle constant, de rapport 1/50) à l'aide d'un relascope de Bitterlich (appareil auto-correcteur de pente). La surface inventoriée était donc variable. Tous les arbres vivants inclus dans le tour d'horizon sont identifiés à l'espèce et mesurés à 1,30 m de hauteur sur écorce, au cm arrondi, sans grosseur de précomptage. Puis leurs troncs et les principales ramifications sont examinés pour noter les dendro micro habitats présents sur leurs parties visibles.

Tous les bois morts sont identifiés au minimum au genre et dans la plupart des cas à l'espèce et mesurés en longueur au mètre arrondi jusqu'au fin bout de circonférence égale à 60 cm. La circonférence de chaque pièce est mesurée au milieu pour les bois morts au sol et les bois mort debout de moins de 4 m de hauteur et à 1,30 m pour les bois morts debout de plus de 4 m. Le **stade de saproxylation** est évalué pour toutes les pièces de bois morts, selon l'échelle présentée ci-dessus (Tableau 1, § 2.3.2.2.20.). Dans le cas des bois morts qui possèdent une hétérogénéité de stade de saproxylation, le stade noté est celui qui présente le volume maximum.

Pour décrire les peuplements, les classes de diamètre utilisées sont les mêmes que pour le protocole de la phase 2.

Les dendro micro habitats sont dénombrés en distinguant les types suivants :

- les **cavités**, en séparant les cavités « vides » et les cavités « à terreau », les cavités de pied et les cavités de tronc, 3 tailles de diamètre de l'orifice : 3 à 5 cm, 6 à 20 cm et plus de 20 cm ;
- les **fentes** et écorces décollées situées à plus d'1 m du sol ;
- les **dendrotelmes** en distinguant ceux de pied et ceux de tronc ;
- les **carpophores** de champignons saproxyliques coriaces ou charnus ;
- les zones de **bois sans écorce** d'une taille minimale de 600 cm² ;
- les **coulées de sève** actives, en distinguant 3 tailles de longueur : 10 à 20 cm, 20 à 100 cm et plus de 100 cm ;
- les arbres debout porteurs de plantes **épiphytes**, si elles recouvrent plus d'1/3 de la surface du tronc de l'arbre ;
- les arbres vivants présentant du **bois mort dans le houppier** : les individus pris en compte comportent plus de 20 % du houppier mort.

Le nombre d'arbres ou de pièces de bois mort à l'hectare est calculé en attribuant à chaque item observé dans le tour d'horizon relascopique le coefficient NC, en relation avec sa circonférence C :

$$NC = \pi 108 [\text{ArcTan}(1/50)/C]^2$$

Les volumes des souches, des chandelles de moins de 4 m de hauteur et des bois morts au sol sont calculés en considérant toutes les pièces comme des cylindres. Le volume des arbres debout est estimé en utilisant les tarifs Schaeffer.

Les autres données (altitude, exposition, pente, diversité et recouvrement des milieux rocheux, recouvrement des milieux ouverts, stratification du couvert, positionnement dans l'écogramme, habitat, présence et stade de saproxylation des souches, diversité des milieux aquatiques) sont recueillies sur les placettes de caractérisation de la végétation.

Au total, 52 placettes de relevé dendrométrique (peuplement vivant et bois mort) et des dendro micro habitats ont été réalisés sur l'ensemble des 9 sites étudiés de vieille forêt et de forêt ancienne refuge d'espèces de la phase 1.

2.4. TRAITEMENT DES DONNEES

Toutes les informations relatives aux sites et aux placettes sont saisies dans une base de données globale sur les vieilles forêts et les forêts anciennes refuge d'espèces.

2.4.1. DONNEES COMPLEMENTAIRES SUR LES DENDRO MICRO HABITATS

Pour compléter les données relevées sur la présence des 16 types de dendro micro habitats de référence, on attribue à chaque dendro micro habitat, à dire d'expert :

- . une note selon son potentiel d'accueil en biodiversité, focalisée sur les coléoptères saproxyliques (Brustel, com. pers., 2013), de 1 pour ceux ayant la plus faible capacité d'accueil, à 3 pour ceux ayant la plus importante (Tableau 2). Attention à la valeur limitée de cette note, valable pour un seul taxon, à l'échelle de chaque dendro micro habitat pris individuellement, alors que Bouget et al. (2013) et Bouget et al. (2014) ont montré que c'est la densité des arbres vivants porteurs de cavités (agrégats de tous les types de cavités) et de champignons saproxyliques qui sont les éléments clés pour les coléoptères saproxyliques à l'échelle du peuplement ;

Tableau 2. Note attribuée à chaque type de dendro micro habitat selon son potentiel d'accueil en biodiversité (de la note 1 pour ceux ayant la plus faible capacité d'accueil, à 3 pour ceux ayant la plus importante)

Note attribuée	1	2	3
Type de dendro micro habitat	Dentrotelme (à fond dur ou à fond carrié) Fente et écorce décollée Coulée de sève active Liane ou gui	Plage de bois sans écorce Sporophore de polypore (sur bois vivant ou mort, debout ou au sol) Bois mort dans le houppier Accumulation de débris ligneux ou de litière	Cavité vide (de tronc ou de pied) Cavité à terreau (de tronc ou de pied) Charpentièrre ou cime récemment brisée

- . deux notes visant à renseigner le gestionnaire sur l'impact de sa gestion, et plus particulièrement d'un martelage de l'arbre porteur sur la communauté des dendro micro habitats du peuplement (et, indirectement, sur la biodiversité associée). La première dépend du gradient d'occurrence moyenne de chaque dendro micro habitats dans les peuplements subnaturels (Larrieu et al., 2012 ; Larrieu et al., 2014a et b) (Tableau 3). La seconde est fonction de la vitesse de (re)création d'un dendro micro habitat en cas de disparition, de la note 1 pour ceux qui « réapparaissent » le plus rapidement (par exemple les cavités vides de tronc liées à l'activité annuelle des picidés pour nidifier), à 4 pour les dendro micro habitats liés à des événements rares à forte stochasticité (Tableau 4).

Tableau 3. Note attribuée à chaque type de dendro micro habitat selon un gradient d'occurrence moyenne dans les peuplements subnaturels
(de la note 1 pour les plus fréquents à 3 pour les plus rares).

Note attribuée	1	2	3
Type de dendro micro habitat	Cavité vide de pied Cavité à terreau (de pied ou de tronc) Sporophore de polypore sur bois mort, debout ou au sol Charpentièrre ou cime récemment brisée Bois mort dans le houppier Liane ou gui	Cavité vide de tronc Plage de bois sans écorce Dentrotelme (à fond dur ou à fond carrié)	Fente et écorce décollée Sporophore de polypore sur bois vivant Coulée de sève active Accumulation de débris ligneux ou de litière

Tableau 4. Note attribuée à chaque type de dendro micro habitat selon la vitesse de (re)création
(de la note 1 pour ceux qui « réapparaissent » le plus rapidement, à 4 pour ceux liés à des événements rares)

Note attribuée	1	2	3	4
Type de dendro micro habitat	Cavité vide de tronc	Cavité à terreau (de pied ou de tronc) Liane ou gui	Plage de bois sans écorce Coulée de sève active Accumulation de débris ligneux ou de litière	Cavité vide de pied Dentrotelme (à fond dur ou à fond carrié) Fente et écorce décollée Sporophore de polypore sur bois vivant Charpentièrre ou cime récemment brisée Bois mort dans le houppier

Pour le potentiel d'accueil en biodiversité (Tableau 2), la note maximale possible est de 32 $[(5 \times 1) + (6 \times 2) + (5 \times 3)]$. Pour la première note du gradient d'occurrence dans les peuplements subnaturels (Tableau 3), le maximum possible est également de 32 : $(6 \times 1) + (4 \times 2) + (6 \times 3)$. Pour la note de la vitesse de (re)création des dendro micro habitats (Tableau 4), le maximum possible est de 52 : $(1 \times 1) + (3 \times 2) + (3 \times 3) + (9 \times 4)$. La note globale selon l'impact de la gestion, ramenée sur 32 comme la note du potentiel d'accueil, est calculée par la formule : $[(\text{note du potentiel d'occurrence } 1) + (\text{note du potentiel d'occurrence } 2 \times 0,6153)] / 2$. On calcule aussi une note moyenne pour ces 2 variables.

2.4.2. TRAITEMENTS STATISTIQUES

Seules les données relatives aux placettes ont fait l'objet d'analyses statistiques. L'objectif est de hiérarchiser les placettes d'inventaire et de les regrouper en ensembles homogènes selon les caractéristiques des peuplements inventoriés.

On a d'abord cherché à mettre en évidence des corrélations entre les variables. Pour cette première analyse, seules les variables quantitatives suivantes, non corrélées de façon automatique, ont été retenues :

- nombre de TGB et nombre de TTGB,
- nombre de bois morts debout et nombre de bois morts au sol,
- nombre de types de dendro micro habitats,
- nombre de stades de saproxylation du bois mort debout et nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol.

On traite séparément les placettes réalisées dans les grands types de sylvofaciès observés dans les sites d'étude :

- hêtraies-sapinières, sapinières-hêtraies et sapinières (montagnardes et subalpines),
- pineraies sylvestres et pineraies à crochets, montagnardes et subalpines.

Les placettes effectuées dans des hêtraies-chênaies collinéennes et des hêtraies montagnardes, trop peu nombreuses, n'ont pas fait l'objet de traitement statistique.

On a ensuite cherché à comparer les IBP des placettes réalisées dans les vieilles forêts et les forêts refuge d'espèces des Pyrénées de Midi-Pyrénées avec ceux de placettes effectuées dans des forêts exploitées en contexte montagnard ou submontagnard.

Afin de trier les placettes en vue d'en réaliser une typologie, on a effectué une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), en se basant sur les mêmes variables que pour établir les corrélations. Là encore, les placettes de sapinière et celles de pineraie ont été analysées de façon indépendante et celles de hêtraie ou de chênaie-hêtraie ont été triées manuellement. La CAH rassemble les placettes ayant le plus de caractéristiques communes en groupes plus ou moins homogènes. Quelques critères qualitatifs jugés déterminants (intensité de l'exploitation forestière ancienne, du pâturage, ...) ne peuvent cependant pas être pris en compte dans l'analyse. Il est donc nécessaire de réaliser un reclassement manuel d'une partie des placettes en fonction de ces indicateurs. Cela permet d'aboutir à des groupes de placettes les plus homogènes possibles par leurs caractéristiques, et séparés des autres par des discontinuités les plus tranchées possibles.

Une fois ces groupes constitués, on les caractérise le mieux possible en évitant les chevauchements entre les bornes des classes des indicateurs diagnostiques de chaque groupe. A chaque groupe, on attribue ensuite une dénomination qui traduit au mieux les valeurs de ces critères. En se basant sur les bornes des indicateurs diagnostiques séparant les types de placettes, on construit ensuite une clé de détermination permettant de rattacher de façon simple une placette d'inventaire à un type.

Pour la typologie des sites, en l'absence de toute indication dans la bibliographie, le principe retenu consiste à rattacher un site à un type correspondant à celui de sa « meilleure » placette d'évaluation. Ce principe a été adopté pour le rattachement des polygones à un type. En l'absence de placette d'évaluation, certains sites ont été rattachés à un type à dire d'expert, en fonction des observations réalisées depuis les sites de proximité et des informations fournies par des naturalistes, des personnels ONF, des gardes-moniteurs du PNP, ...

Chênaie-hêtraie à assez forte maturité (site de Pinsois, commune de Lilhac)



Hêtraie à assez forte maturité, constituée de têtards, site du Col d'Artigaux (FC de Melles)



3. RESULTATS

3.1. EVALUATION DES SITES, TYPOLOGIE DES PLACETTES

3.1.1. DONNEES GENERALES

Sur les 207 sites de vieilles forêts et de forêts anciennes refuge d'espèces recensés, 144 ont fait l'objet d'une évaluation directe par au moins une placette d'inventaire. Ces placettes ont été réalisées dans 204 polygones différents. Il faut aussi noter que certains sites évalués regroupent plusieurs sites de la cartographie initiale :

- Val de Jéret et Hourmigas (haute vallée de Cauterets) résulte de la fusion de 2 sites ;
- Vallée de Lutour (haute vallée de Cauterets) provient du regroupement de 4 sites (Arriou Tort et Crabidère, Pourtau de Limouras, Boutrès, Tier Falise et Tailhante) ;
- Bois de Suberlenc et du Lys Rouge (vallée du Lys, en amont de Bagnères-de-Luchon) regroupe 2 sites ;
- Lits de Guerri (vallée de la Pique, en amont de Bagnères-de-Luchon) fusionne Bounéou et Lits de Torte ;
- Bois de Sajust (vallée de la Pique, en amont de Bagnères-de-Luchon) regroupe 3 sites : Malaplatte, Bois de Bédourède, Bois de Sajust ;
- Saumède (vallée de Melles) résulte de la fusion de 4 sites : Bois de l'Ombre, Peyre Picade, Sestagnes et Melloux, Coume de Bouquemont ;
- Coume du Ger et Les Antènes (haute vallée du Ger) résulte de la fusion de 2 sites ;
- Les Pics et Coume d'Oueillet (Forêt Domaniale de Saint-Lary) regroupe 2 sites.

En suivant la cartographie initiale, ce seraient donc 157 sites qui auraient été effectivement évalués.

Les sites évalués représentent une surface de 6 500 ha. Pour les 63 sites non évalués, qui totalisent seulement 460 ha, 3 cas de figure se sont présentés :

- soit le site était inaccessible ou alors dans des conditions de sécurité jugées trop limitantes (présence de barres rocheuses ou de ravin infranchissables) : 34 sites,
- soit le site était constitué de polygones de trop petite taille ou de forme trop exiguë pour permettre une évaluation sur une placette d'une taille proche de l'hectare : 29 sites.

Les sites non évalués par placette ont cependant été photographiés, dans la mesure du possible depuis le versant opposé, sinon depuis le fond de la vallée, afin d'y attester de la présence de peuplement de vieille forêt.

L'évaluation des sites a été effectuée par 356 placettes, 304 avec le protocole développé suite à la phase 1 de l'étude, auxquelles s'ajoutent les 52 effectuées sur 9 des 10 sites support de la phase 1.

La répartition des placettes est très inégalitaire selon les départements, mais, globalement, elle reste proportionnelle à la surface de vieille forêt de chaque territoire, environ 5 pour 100 ha (Figure 7). Il en est de même pour la répartition des placettes selon les régions forestières (Figure 8), mais là encore, elle reste globalement proportionnelle à la surface de vieille forêt dans chaque région, entre 5 et 6 pour 100 ha. La répartition des placettes selon la propriété reste également très inégalitaire (Figure 9), les placettes réalisées dans les forêts bénéficiant du régime forestier, et particulièrement les forêts communales, étant très majoritaires. Mais là aussi, cette répartition reste globalement proportionnelle à la surface de vieille forêt dans chaque type de propriété, environ 5 pour 100 ha, sauf pour les forêts hors régime forestier pour lesquels peu de sites sont concernés.

Figure 7. Répartition des placettes selon les départements.

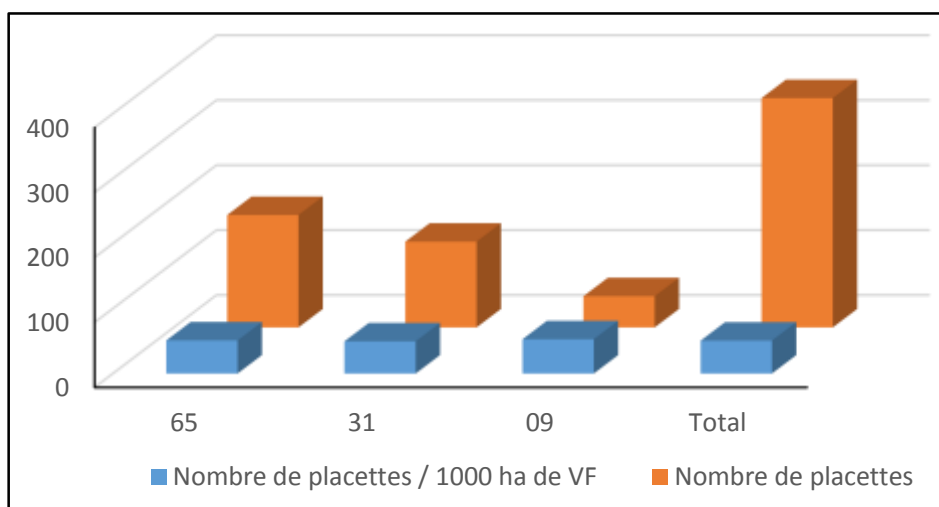
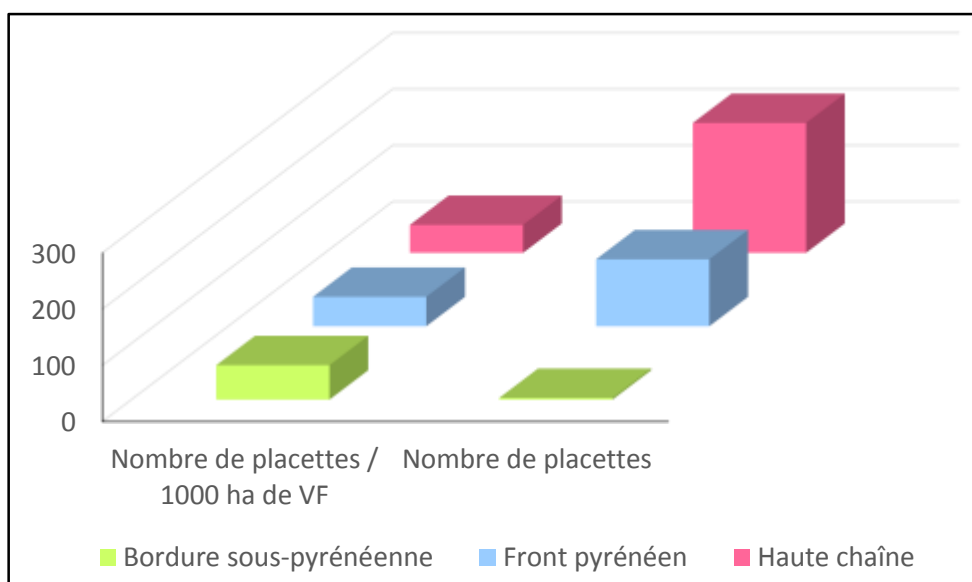


Figure 8. Répartition des placettes selon les régions forestières.



Pour ce qui concerne la répartition des placettes selon les vallées, on note également une forte inégalité (Figure 10), mais, là aussi, cette répartition reste globalement proportionnelle à la surface de vieille forêt dans chaque vallée, entre 4 et 6 pour 100 ha.

Globalement, sur l'ensemble des 205 sites recensés, l'effort d'évaluation est de 5,1 placettes pour 100 ha de vieille forêt, ce qui est tout à fait conforme aux exigences du protocole (voir § 2.3.1.). Il est de 5,4 placettes pour 100 ha pour les 144 sites évalués. Le nombre de placette par site évalué varie de 1 pour 2 ha à 1 pour 60 ha (Figure 11), principalement en fonction des difficultés d'accès aux différentes parties des sites. On peut voir que plus de 80% des sites évalués ont un effort d'échantillonnage d'au moins 1 placette pour 25 ha (soit 4 placettes pour 100 ha) de vieille forêt à évaluer.

Figure 9. Répartition des placettes d'inventaire selon la propriété forestière.

(D = Forêt Domaniale ; C : Forêt Communale ; S : Forêt Syndicale ; P = Forêt privée
RF = Forêt au régime forestier ; HRF = Forêt hors régime forestier)

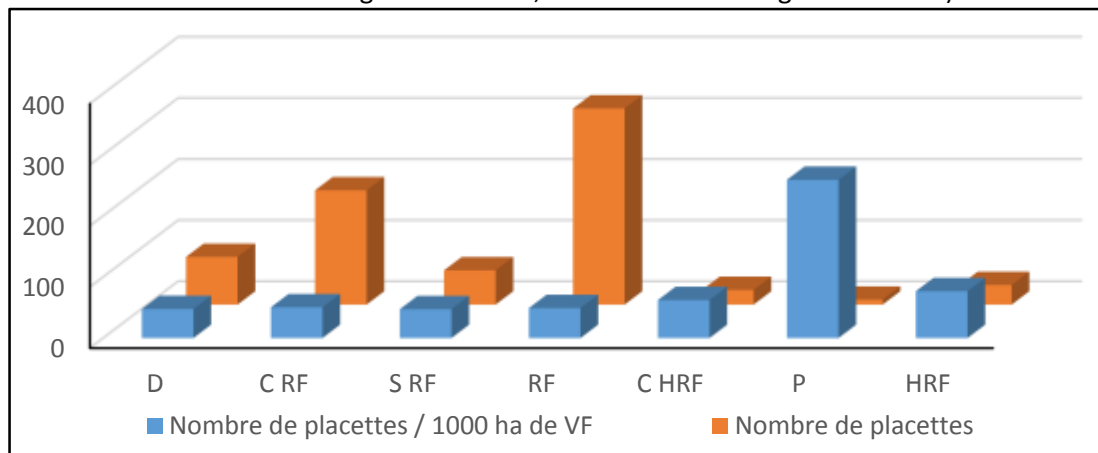
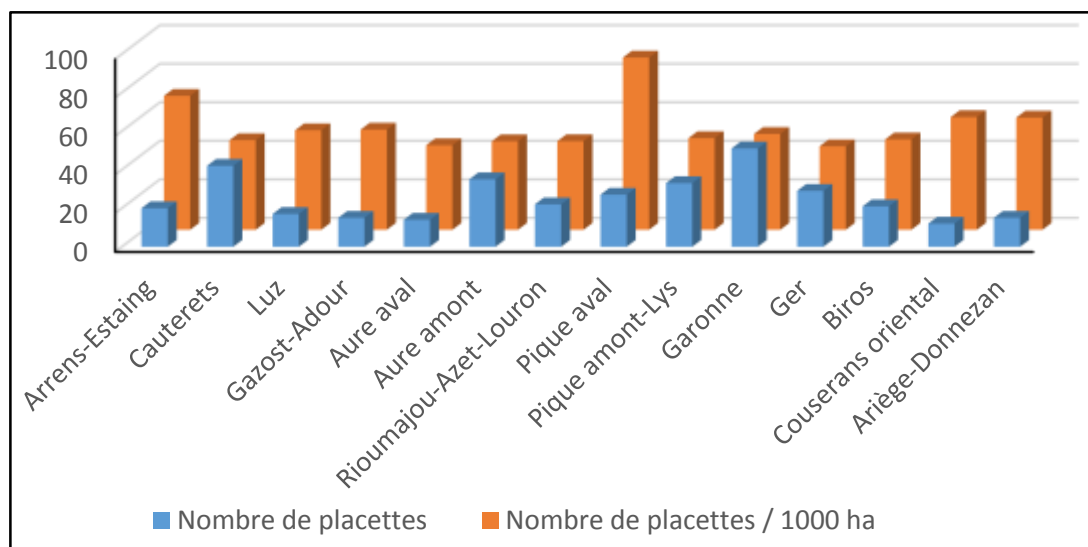
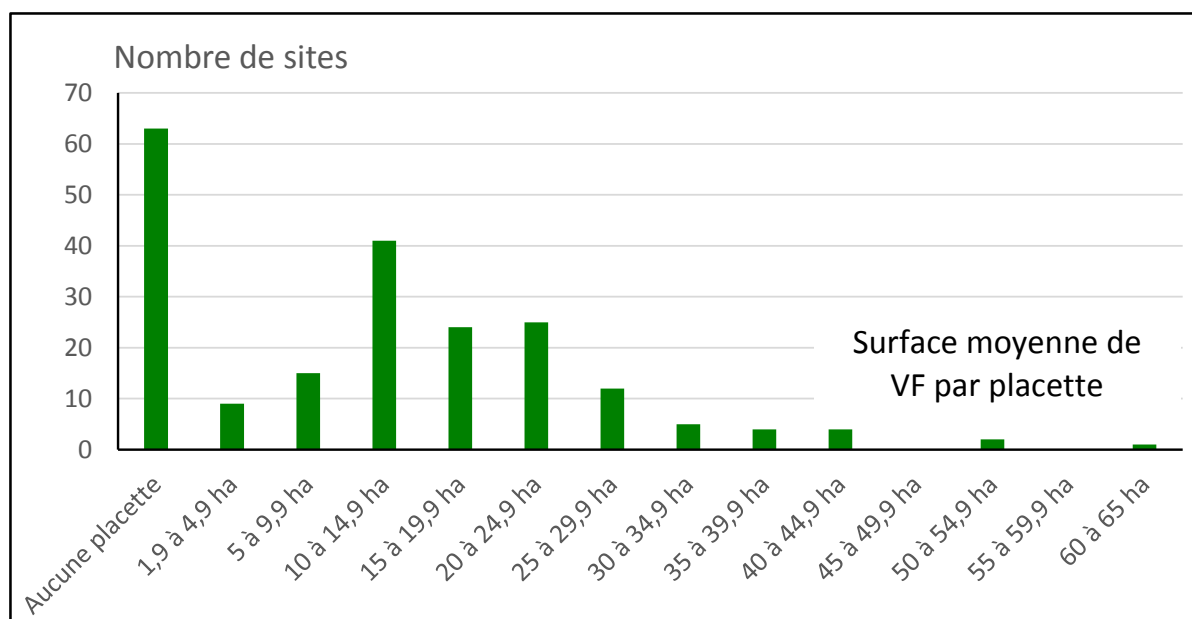


Figure 10. Répartition des placettes selon les vallées



**Figure 11. Nombre de sites selon l'intensité d'échantillonnage
(en hectares par placette d'évaluation).**



3.1.2. TYPOLOGIE DES PLACETTES

3.1.2.1. CORRELATIONS ENTRE INDICATEURS

CAS DES SAPINIÈRES

La Figure 12 met en évidence qu'il existe peu de corrélations nettes entre les indicateurs et que ce sont surtout des tendances qui se dessinent.

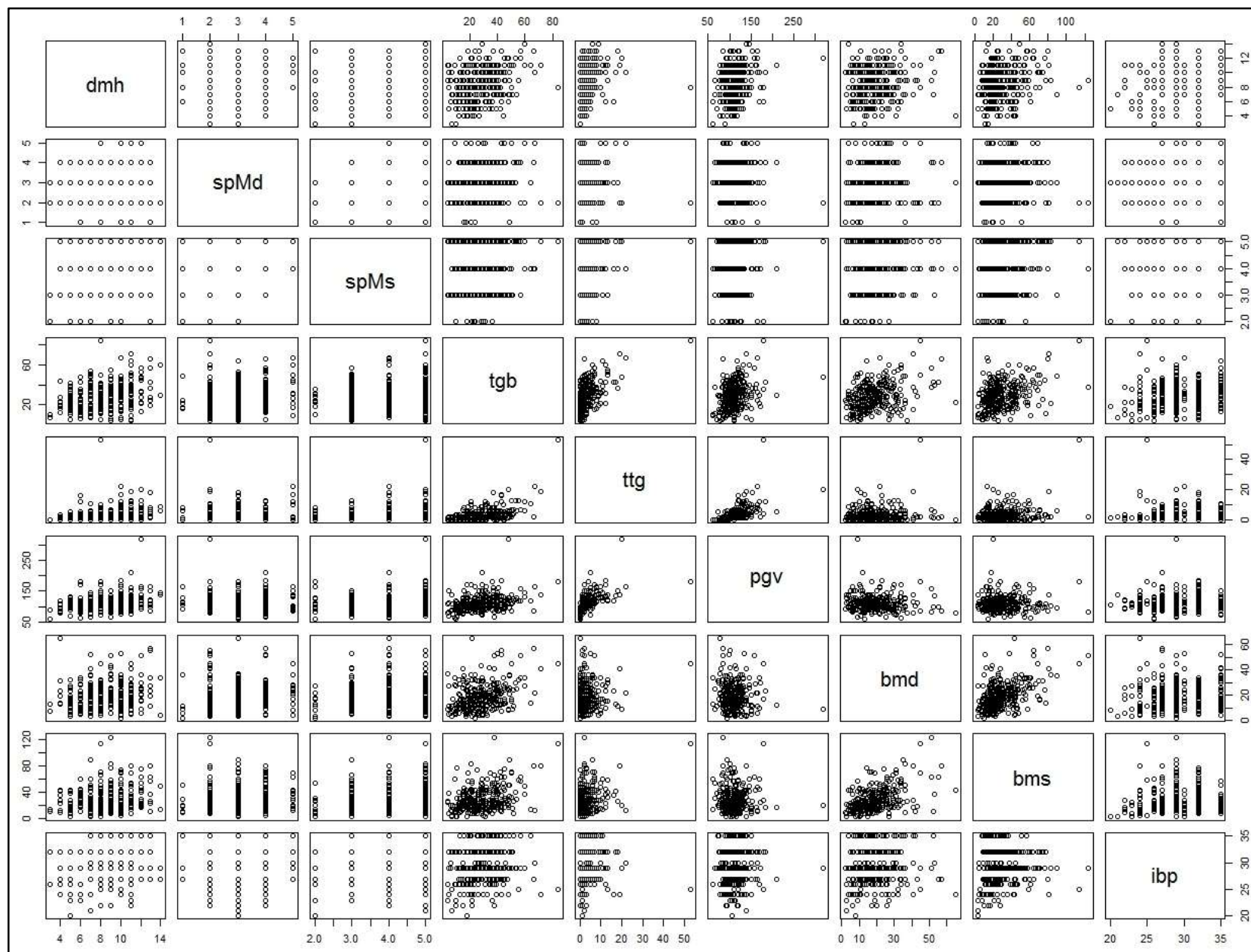
Pour ce qui concerne la diversité des dendro micro habitats, on note une tendance à une augmentation avec l'accroissement des valeurs des indicateurs directs de maturité du peuplement : nombre de TGB et de TTGB, diamètre du plus gros vivant, nombre de bois morts debout et nombre de bois morts au sol. Logiquement, il n'y a aucune corrélation entre le nombre de stade de saproxylation du bois mort et le nombre de dendro micro habitats puisque ces derniers ne sont relevés que sur les arbres vivants.

On note aussi une tendance à l'augmentation du nombre de TTGB et du diamètre du plus gros vivant avec l'accroissement du nombre de TGB. Il en va de même pour les bois morts debout et les bois morts au sol dont le nombre a tendance à augmenter de manière comparable et parallèlement au nombre de TGB. Ces six indicateurs directs de maturité du peuplement semblent donc assez étroitement liés entre eux.

Il ne semble par contre y avoir aucune corrélation entre le nombre de bois morts, le nombre de TTGB et le diamètre du plus gros vivant. De la même façon, aucune tendance nette ne se dégage entre le nombre de stades de saproxylation du bois mort debout et le nombre de bois morts. La tendance est un peu plus nette entre le nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol et le nombre de bois morts. Il semble donc qu'un grand nombre de stades de décomposition du bois mort puisse être représenté même avec un nombre assez réduit de bois morts.

Pour ce qui est de la note IBP Gestion, l'analyse ne met en évidence aucune corrélation avec les indicateurs de maturité. Il ne faut cependant y voir qu'un effet de saturation des notes pour ces facteurs (note 5 systématique pour le nombre de TGB, le nombre de bois morts debout et de bois morts au sol, le nombre de dendro micro habitats) : les différences de note IBP Gestion dépendent en fait essentiellement du nombre de genres d'essences autochtones et du pourcentage de milieux ouverts.

Figure 12. Corrélations entre les indicateurs de maturité des placettes d'évaluation en sapinière



Légende :

- . **dmh** : nombre de types de dendro micro habitats
- . **spMd** : nombre de stades de saproxylation du bois mort debout
- . **spMs** : nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol
- . **tgb** : nombre de TGB / ha
- . **ttg** : nombre de TTGB / ha
- . **pgv** : diamètre du plus gros arbre vivant
- . **bmd** : nombre de bois morts debout / ha
- . **bms** : nombre de bois morts au sol / ha
- . **ibp** : note IBP gestion

Cette analyse des corrélations entre les indicateurs de maturité du peuplement montre également que l'individualisation de groupes de placettes séparés par des discontinuités précises sera délicate à réaliser et que des reclassements manuels seront sans doute nécessaires.

CAS DES PINERAIES

Les remarques effectuées dans le cas des sapinières peuvent être globalement reprises pour le cas des pineraies (Figure 13). Les tendances restent cependant dans l'ensemble moins nettes du fait d'un plus petit nombre de placettes d'évaluation (40 contre 300) et d'une dispersion souvent plus importante des données.

Par rapport aux sapinières, on peut cependant noter une tendance un peu plus nette à l'accroissement du nombre de bois morts avec le nombre de TTGB et le diamètre du plus gros vivant, même si la dispersion des données reste tout de même forte.

3.1.2.2. CONSTITUTION DES TYPES ET DESCRIPTION DES GROUPES DE PLACETTES

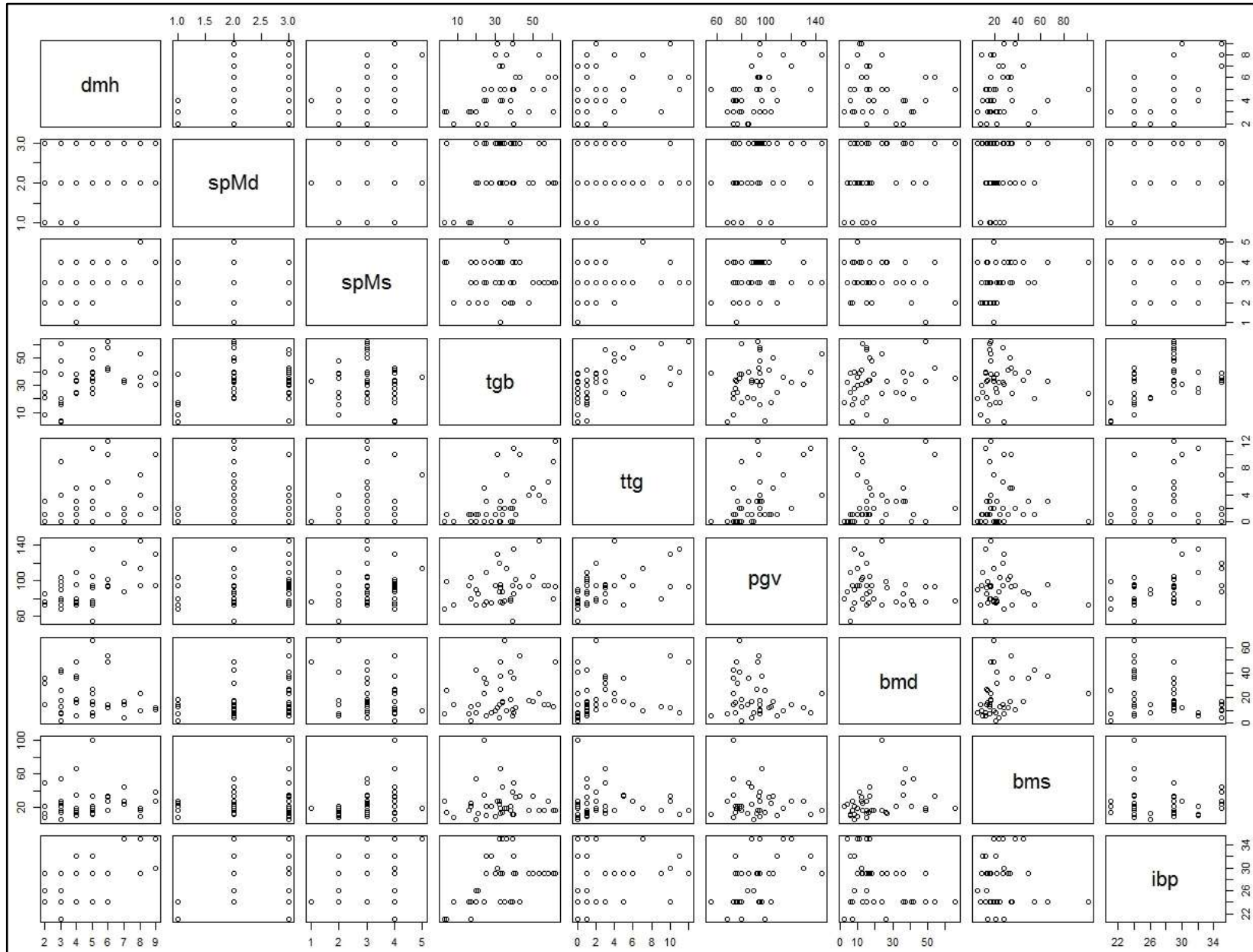
Deux CAH ont été menées : une sur les placettes de sapinière et une sur les placettes de pineraies, sylvestre et à crochets regroupées. Seules les variables numériques ont été utilisées.

CAS DES SAPINIERES

Les 301 placettes de sapinières ont été triées en 5 groupes. Les box-plots (Figure 14) montrent que les groupes de placettes ne sont pas discriminés par la note IBP Gestion et par le nombre de stades de saproxylation du bois mort. Les six autres indicateurs semblent se montrer plus pertinents. Les box-plots font apparaître les éléments suivants :

- les 45 placettes du groupe 3 montrent de très nombreux attributs de forêt ancienne et mature : beaucoup de TGB et de TTGB avec un plus gros arbre vivant de 1,30 m de diamètre en moyenne, grande diversité en dendro micro habitats (en moyenne 10 sur 16 possibles), très nombreux bois morts, debout comme au sol. Ce groupe se classe 1° sur 4 indicateurs et 2° sur les 2 autres ;
- à l'inverse, les 107 placettes du groupe 1 se caractérisent par des attributs minimum de maturité en tant que vieilles forêts : peu de TGB et de TTGB avec un plus gros arbre vivant à moins de 100 cm de diamètre, assez faible diversité en dendro micro habitats (en moyenne 7 sur 16 possibles). Ce groupe se classe en dernière position pour tous les indicateurs ;
- les placettes des groupes 2, 4 et 5 présentent des caractéristiques intermédiaires :
 - . les 39 placettes du groupe 5 montrent un grand nombre de bois morts (1° position pour ces 2 indicateurs), mais possèdent peu de TTGB et un plus gros arbre vivant de diamètre modeste, inférieur à 100 cm. Le nombre de TGB et la diversité en dendro micro habitats restent importants ;
 - . à l'opposé, les 53 placettes du groupe 2 et les 57 du groupe 4 sont nettement moins bien pourvues en bois mort (dernière ou avant-dernière position pour ces 2 indicateurs). Cela est compensé dans le groupe 2 par un plus gros arbre vivant de forte dimension, un nombre assez important de TTGB et de TGB et par une bonne diversité en dendro micro habitats. Pour le groupe 4, ce sont le grand nombre de TGB (1° position) et le nombre assez important de TTGB, ainsi que la bonne diversité en dendro micro habitats qui viennent compenser en partie le faible nombre de bois morts.

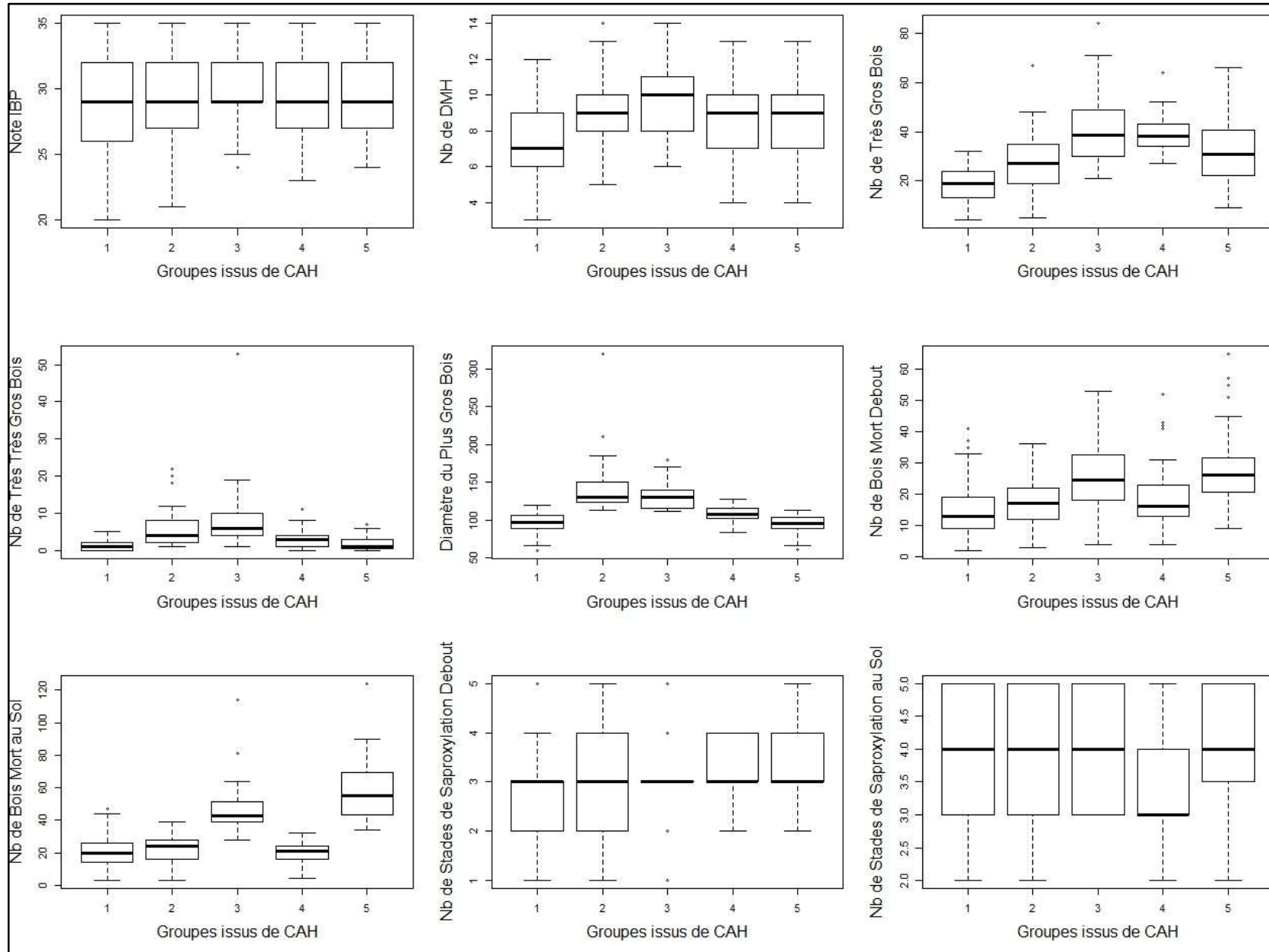
Figure 13. Corrélations entre les indicateurs de maturité des placettes d'évaluation en pineraie



Légende :

- . **dmh** : nombre de types de dendro micro habitats
- . **spMd** : nombre de stades de saproxylation du bois mort debout
- . **spMs** : nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol
- . **tgb** : nombre de TGB / ha
- . **ttg** : nombre de TTGB / ha
- . **pgv** : diamètre du plus gros arbre vivant
- . **bmd** : nombre de bois morts debout / ha
- . **bms** : nombre de bois morts au sol / ha
- . **ibp** : note IBP gestion

Figure 14. Comparaison des groupes de placettes issus de la CAH (cas des sapinières)



Légende :

- . **ibp** : note IBP gestion
- . **dmh** : nombre de types de dendro micro habitats
- . **tgb** : nombre de TGB / ha
- . **ttg** : nombre de TTGB / ha
- . **pgv** : diamètre du plus gros arbre vivant
- . **bmd** : nombre de bois morts debout / ha
- . **bms** : nombre de bois morts au sol / ha
- . **spMd** : nombre de stades de saproxylation du bois mort debout
- . **spMs** : nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol

Une analyse manuelle détaillée des 5 groupes de placettes issus de la CAH montre que des reclassements sont nécessaires pour tenir compte de critères qualitatifs non pris en compte dans l'analyse statistique et ayant un impact non négligeable sur les caractéristiques dendrométriques des peuplements : niveau de fertilité de la station, pente et stabilité du substrat, ... jouant sur les diamètres maximum atteignables et le maintien en place des arbres jusqu'à un âge très avancé. Ce reclassement manuel a conduit à ne conserver que 4 types de placettes dans la typologie finale (Tableau 5).

Le **type 1** rassemble 28 placettes du groupe 2 de la CAH et 44 placettes du groupe 3. Il présente les valeurs les plus fortes sur tous les attributs de maturité. Les 79 placettes de ce groupe se caractérisent par :

- un très grand nombre de TGB : 30 à 70 / ha en général avec un maximum à 84,
- un grand nombre de TTGB : 4 à 20 / ha en général avec un maximum à 53,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général supérieur à 110 cm, avec un record à 180 cm,
- de 10 à 40 BMD / ha en général, avec un maximum à 53,
- de 10 à 70 BMS / ha en général, avec un maximum à 114,
- en général un total de 30 à 90 bois morts / ha, avec un record à 160,
- une grande diversité en dendro micro habitats, de 7 à 14 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 15 et 29,
- de 3 à 5 stades de décomposition du bois mort, debout comme au sol, soit 5 à 10 types en combinant les deux types de bois mort.

Ce type sera dénommé « **sapinière à très forte maturité** ».

Ce groupe rassemble 48 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 32 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent des premières que par une plus grande diversité en dendro micro habitats (en moyenne 10 types contre 9). Néanmoins, ces placettes seront rangées dans 2 groupes distincts :

- le type « **sapinière à très forte maturité, sans trace d'exploitation** »
- le type « **sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée** ».

Le **type 2** rassemble 44 placettes du groupe 4 de la CAH et 19 placettes du groupe 5. Il présente encore de fortes valeurs sur tous les attributs de maturité, mais en retrait par rapport à celles du type précédent. Les 80 placettes de ce groupe se caractérisent par :

- un très grand nombre de TGB : 30 à 50 / ha en général avec un maximum à 84,
- un nombre réduit de TTGB : 0 à 4 / ha en général,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 90 et 130 cm,
- de 10 à 50 BMD / ha en général, avec un maximum à 57,
- de 10 à 70 BMS / ha en général, avec un maximum à 124,
- en général un total de 30 à 90 bois morts / ha, avec un record à 175,
- une grande diversité en dendro micro habitats, de 7 à 13 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 15 et 26,
- de 2 à 4 stades de décomposition du bois mort debout et de 3 à 5 stades de décomposition du bois mort au sol, soit 5 à 9 types en combinant les deux types de bois mort.

Tableau 5. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation an sapinière (les valeurs sont des moyennes).

Types de placettes	Nb de placettes (sur 300)	Bois vivant			Bois mort					Micro habitats	
		Nombre de bois de $\varnothing > 70$ cm	Nombre de TTGB	Diamètre maxi	Nombre de BMD	Nombre de BMS	Nb total de BM	Nb de stades saprox. BMD	Nb de stades saprox. BMS	Nombre de DMH	Note DMH
Très forte maturité, <i>sans trace d'exploitation</i>	30	39,4	7,8	133	21,1	37,7	58,9	3,0	4,3	10,2	21,5
Très forte maturité, <i>avec traces d'exploitation</i>	48	38,9	8,5	132	21,7	35,3	57,0	3,2	3,9	9,3	19,3
Forte maturité, <i>sans trace d'exploitation</i>	21	37,4	1,7	101	23,2	40,4	63,6	3,5	3,8	9,2	19,1
Forte maturité, <i>avec traces d'exploitation</i>	59	37,8	2,6	108	20,8	28,5	49,3	3,0	3,7	8,5	17,8
Assez forte maturité, <i>sans trace d'exploitation</i>	23	19,0	1,7	108	22,0	31,1	53,1	3,0	4,3	8,4	17,6
Assez forte maturité, <i>avec traces d'exploitation</i>	56	22,3	1,4	106	13,0	19,5	32,5	2,8	3,7	7,4	15,5
Assez forte maturité, <i>avec traces d'exploitation, à bois mort abondant</i>	23	21,7	1,0	98	25,3	42,6	67,9	3,3	4,4	7,7	16,0
Maturité la plus faible, <i>sans trace d'exploitation</i>	16	11,6	1,3	100	13,0	21,6	34,6	2,9	4,0	8,2	17,0
Maturité la plus faible, <i>avec traces d'exploitation</i>	24	11,8	0,1	87	14,4	17,1	31,5	2,8	3,7	7,3	15,4

Une petite partie des placettes de ce type montre des caractéristiques assez différentes qui permettent de les distinguer de celles du type précédent et de les rattacher à ce second type : présence d'encre 4 à 8 TTGB / ha, soit de diamètre modeste (en général moins de 100 cm), soit accompagnés d'assez peu de BM ou de TGB (20 à 30 environ).

Ce type sera dénommé « **sapinière à forte maturité** ».

Ce groupe rassemble 59 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 21 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent des premières que par un plus grand nombre de bois morts (en moyenne 64 contre 49). Néanmoins, ces placettes seront rangées dans 2 groupes distincts :

- le type « **sapinière à forte maturité, sans trace d'exploitation** »
- le type « **sapinière à forte maturité, anciennement exploitée** ».

Le **type 3** rassemble 67 placettes du groupe 1 de la CAH et 13 placettes du groupe 5. En moyenne, les 101 placettes de ce type présentent une nette érosion des valeurs sur les principaux attributs de maturité par rapport aux types précédents : 22 TGB / ha contre 38, 44 bois morts contre 55 et 8 dendro micro habitats contre 10. Dans cet ensemble, un groupe de 34 placettes se distingue par un nombre très important de bois morts et par les caractéristiques suivantes :

- un nombre assez important de TGB : 15 à 30 / ha en général,
- un nombre réduit de TTGB : 0 à 3 / ha,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 80 et 120 cm,
- de 10 à 40 BMD / ha, de 20 à 70 BMS / ha, soit un total de 50 à 120 bois morts / ha en général,
- une diversité en dendro micro habitats assez faible à forte, de 4 à 12 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 9 et 25,
- de 2 à 5 stades de décomposition du bois mort debout et de 3 à 5 stades de décomposition du bois mort au sol, soit 6 à 9 types en combinant les deux types de bois mort.

Les 67 autres placettes de cet ensemble montrent un nombre beaucoup moins important de bois morts et les caractéristiques suivantes :

- un nombre assez important de TGB : 15 à 30 / ha en général,
- un nombre réduit de TTGB : 0 à 3 / ha,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 90 et 130 cm,
- de 5 à 30 BMD / ha, de 5 à 40 BMS / ha, soit un total de 15 à 50 bois morts / ha en général,
- une diversité en dendro micro habitats assez bonne à forte, de 5 à 12 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 10 et 23,
- de 2 à 4 stades de décomposition du bois mort debout et de 2 à 5 stades de décomposition du bois mort au sol, soit 4 à 9 types en combinant les deux types de bois mort.

Le type 3 rassemble 79 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 22 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent des premières que par un nombre un peu plus important de TTGB (2 contre 1), de bois morts (en moyenne 51 contre 43) et une diversité en micro habitats un peu plus forte (8 types contre 7). Néanmoins, ces placettes seront rangées dans 2 groupes distincts. Le type 3 sera éclaté en 3 types de même niveau de maturité :

- le type « **sapinière à assez forte maturité, sans trace d'exploitation** »,
- le type « **sapinière à assez forte maturité, à bois mort abondant, anciennement exploitée** »,
- le type « **sapinière à assez forte maturité, anciennement exploitée** ».

Le **type 4** réunit 37 placettes du groupe 1 de la CAH. Les 42 placettes de ce type montrent une forte érosion des valeurs sur les principaux attributs de maturité par rapport aux types précédents :

- un nombre assez faible de TGB : 5 à 20 / ha en général,
- l'absence de TTGB,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 60 et 100 cm,
- de 5 à 35 BMD / ha, de 10 à 40 BMS / ha, soit un total de 15 à 60 bois morts / ha en général,
- une diversité en dendro micro habitats assez faible à bonne, de 3 à 10 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 6 et 22,
- de 2 à 3 stades de décomposition du bois mort debout et de 3 à 5 stades de décomposition du bois mort au sol, soit 5 à 8 types en combinant les deux types de bois mort.

Une dizaine de placettes se distinguent des autres de ce type par la présence de 1 à 3 TTGB, mais ils sont accompagnés par seulement 5 à 25 individus dans les TGB, les BMD et les BMS (soit 15 à 35 bois morts au total).

Le type 4 rassemble 24 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 18 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent des premières que par la présence fréquente d'au moins un TTGB, par un diamètre du plus gros arbre vivant plus important (100 cm contre 87), par un plus grand nombre de bois morts (38 contre 31) et par une diversité en micro habitats un peu plus forte (8 types contre 7). Néanmoins, ces placettes seront rangées dans 2 groupes distincts :

- le type « **sapinière à maturité la plus faible, sans trace d'exploitation** »,
- le type « **sapinière à maturité la plus faible, anciennement exploitée** ».

On aurait pu s'attendre à ce que toutes les zones non exploitées présentent une forte maturité. En fait, sur des milieux extrêmes comme des arêtes rocheuses, des sols extrêmement instables ou très superficiels (éboulis peu colmatés, lapiaz, dalles rocheuses), des très fortes pentes (> 100%), se développer et atteindre de gros diamètres peut vite devenir difficile voire impossible. Ces placettes n'ont pas toutes les caractéristiques des vieilles forêts (les plus gros arbres n'y atteignent par exemple jamais des diamètres « normaux » pour des TGB et des TTGB) mais en possèdent cependant plusieurs attributs avec tout le potentiel d'accueil en biodiversité que cela implique.

Attention, la dénomination « **sapinière à maturité la plus faible** » ne doit pas porter à confusion. Elle ne concerne pas des boisements à faible maturité ; ce sont les placettes d'évaluation présentant **la plus faible maturité parmi celles réalisées dans les peuplements de vieille sapinière des Pyrénées centrales**. Comparées à des placettes effectuées dans des forêts de production exploitées de façon habituelle, elles ressortiraient comme des placettes à maturité beaucoup plus importante.

La clé de détermination (Figure 15) permet de rattacher une placette d'évaluation réalisée sur une surface de vieille sapinière de 1 ha selon le protocole VFP2 à un des 9 types décrits dans les paragraphes ci-dessus.

Quelques placettes ont été pâturées par le passé ou le sont encore aujourd'hui, parfois de façon très intensive. Cela pouvant avoir une incidence importante sur le potentiel d'accueil taxonomique ou sur la pérennité des peuplements, la caractéristique « **anciennement pâturée** » ou « **actuellement pâturée** » a été ajoutée à la dénomination du type.

Figure 15. CLE DE DETERMINATION DES TYPES DE PLACETTES DE SAPINIERE

- 0** Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
- . au moins 4 TTGB, 30 TGB et 30 bois morts (BM) / ha, Ø du plus gros vivant > 110 cm
 - . au moins 4 TTGB, de 20 à 30 TGB et au moins 50 BM / ha, Ø du plus gros vivant > 110 cm **1**
- 0** Aucune des propositions précédente vérifiée **2**
- 1** Absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à très forte maturité, sans trace d'exploitation**
- 1** Présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée**
- 2** Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
- . moins de 4 TTGB, au moins 30 TGB et au moins 30 BM / ha
 - . au moins 4 TTGB, au moins 30 TGB et moins de 30 BM / ha
 - . au moins de 4 TTGB, moins de 30 TGB et au moins 30 BM / ha **3**
- 2** Aucune des propositions précédente vérifiée **4**
- 3** Absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à forte maturité, sans trace d'exploitation**
- 3** Présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à forte maturité, anciennement exploitée**
- 4** Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
- . au plus 3 TTGB, 15 à 30 TGB et au moins 30 BM / ha
 - . au moins 4 TTGB, moins de 15 TGB et au moins 70 BM / ha **5**
- 4** Aucune des propositions précédente vérifiée **6**
- 5** Absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à assez forte maturité, sans trace d'exploitation**
- 5** Présence de souche ou de trace d'exploitation, même très ancienne ; moins de 50 BM / ha
..... **sapinière à assez forte maturité, anciennement exploitée**
- 5** Présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne ; au moins 50 BM / ha
..... **sapinière à forte maturité, anciennement exploitée, à nombreux bois morts**
- 6** Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
- . absence de TTGB, de 15 à 20 TGB et au plus 30 BM / ha
 - . absence de TTGB, au plus 15 TGB et de 30 à 50 BM / ha
 - . au plus 3 TTGB, au plus 15 TGB et moins de 30 BM / ha
 - ... et absence de souche et de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à maturité la plus faible, sans trace d'exploitation**
 - ... et présence de souches ou de trace d'exploitation, même très ancienne
..... **sapinière à maturité la plus faible, anciennement exploitée**

CAS DES PINERAIES

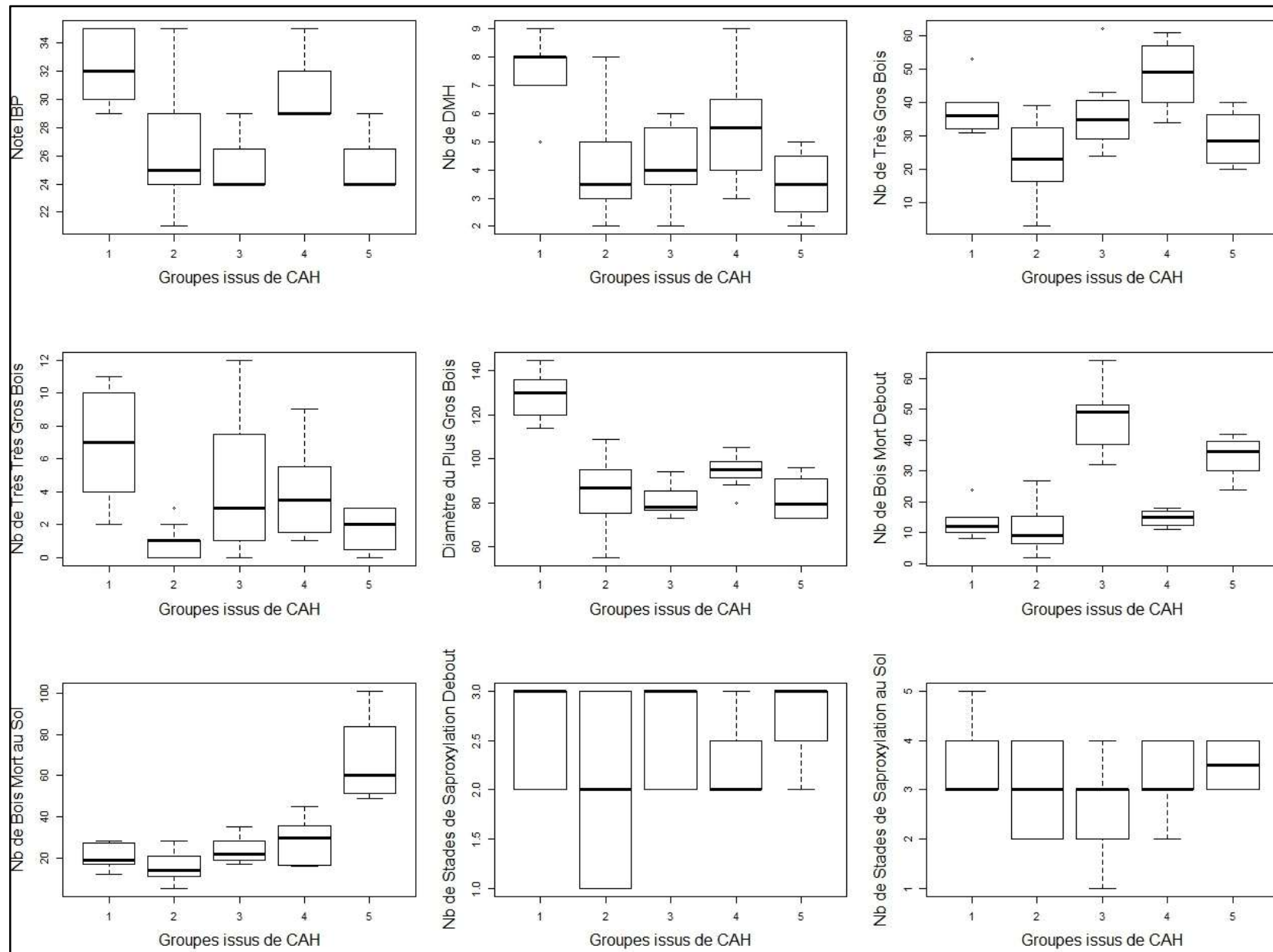
Les 40 placettes de pineraies ont été triées en 5 groupes. Comme pour les sapinières, les box-plots (Figure 16) montrent que les groupes de placettes ne sont pas discriminés par la note IBP Gestion et par le nombre de stades de saproxylation du bois mort. Les six autres indicateurs semblent se montrer plus pertinents. Les box-plots font apparaître les éléments suivants :

- les 5 placettes du groupe 1 montrent de très nombreux attributs de forêt ancienne et mûre : beaucoup de TGB et de TTGB avec un plus gros arbre vivant de 1,30 m de diamètre en moyenne, grande diversité en dendro micro habitats (surtout pour du pin : en moyenne 8 sur 16 possibles). Le nombre de bois morts, debout comme au sol, reste par contre modeste. Ce groupe se classe 1° sur 3 indicateurs et 2° sur un autre indicateur ;
- à l'inverse, les 16 placettes du groupe 2 se caractérisent par des attributs minimum de maturité en tant que vieilles forêts : peu de TGB et de TTGB avec un plus gros arbre vivant à moins de 90 cm de diamètre, assez faible diversité en dendro micro habitats (en moyenne 3 sur 16 possibles). Ce groupe se classe en dernière position pour tous les indicateurs sauf 1 ;
- les placettes des groupes 3, 4 et 5 présentent des caractéristiques intermédiaires :
 - . les 8 placettes du groupe 4 montrent un grand nombre de TGB (1° position pour cet indicateur) et des quantités assez importantes de TTGB et de BMS, un plus gros arbre vivant de diamètre assez important pour du pin (95 cm) et une bonne diversité en dendro micro habitats, mais possèdent peu de BMD ;
 - . les 4 placettes du groupe 5 sont bien pourvues en bois mort (1° et 2° position pour ces 2 indicateurs), mais cela est contrebalancé par de faibles valeurs pour les 4 autres indicateurs (en dernière ou avant-dernière position).
 - . les 7 placettes du groupe 3 présentent un grand nombre de BMD (1° position) et un nombre assez important de TGB (2° position), mais restent modérément pourvues en BMS, en TTGB et en diversité des dendro micro habitats.

Une comparaison des données d'inventaire en sapinière et en pineraie (Tableau 6) met en évidence les éléments suivants :

- des moyennes globalement identiques entre sapinière et pineraie pour le nombre de TGB et de TTGB, le nombre de bois morts, debout et au sol, le nombre total de bois morts,
- un nombre de stade de saproxylation du bois mort un peu plus important en sapinière qu'en pineraie,
- un diamètre du plus gros arbre vivant nettement plus fort en sapinière qu'en pineraie,
- une diversité des dendro micro habitats beaucoup plus importante en sapinière qu'en pineraie, presque du simple au double, la note moyenne passant de 10 à 18. Cette différence est liée à la particularité du bois des pins d'être peu altérable, en raison de leur dureté par rapport à celui du sapin et à leur forte teneur en résine. Cela est particulièrement bien illustré par l'observation suivante : les pins sur lesquels des copeaux de bois ont été prélevés des troncs il y a plus de 100 ans pour fabriquer des torches ne présentent que rarement des cavités cariées, un bourrelet de cicatrisation se refermant progressivement sur le bois sans écorce resté dur.

Figure 16. Comparaison des groupes de placettes issus de la CAH (cas des pineraies)



Légende :

- . **dmh** : nombre de types de dendro micro habitats
- . **spMd** : nombre de stades de saproxylation du bois mort debout
- . **spMs** : nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol
- . **tgb** : nombre de TGB / ha
- . **ttg** : nombre de TTGB / ha
- . **pgv** : diamètre du plus gros arbre vivant
- . **bmd** : nombre de bois morts debout / ha
- . **bms** : nombre de bois morts au sol / ha
- . **ibp** : note IBP gestion

Tableau 6. Comparaison des caractéristiques des placettes d'évaluation de sapinière et de pineraie (les valeurs sont des moyennes).

Sylvofaciès	Nombre de placettes	Bois vivant			Bois mort					Micro habitats	
		Nombre de bois de $\phi > 70$ cm	Nombre de TTGB	Diamètre maxi	Nombre de BMD	Nombre de BMS	Nb total de BM	Nb de stades saprox. BMD	Nb de stades saprox. BMS	Nombre de DMH	Note DMH
Sapinières	100	29,1	3,3	111	19,2	29,7	48,9	3,0	3,9	8,5	17,7
Pineraies	40	33,0	2,9	92	21,1	25,4	46,4	2,3	3,1	4,7	9,7

Comme pour les placettes de sapinière, une analyse manuelle détaillée des 5 groupes de placettes issus de la CAH montre que des reclassements sont nécessaires pour tenir compte de critères qualitatifs non pris en compte dans l'analyse statistique et ayant un impact non négligeable sur les caractéristiques dendrométriques des peuplements. En raison du nombre réduit de placettes pour caractériser finement les groupes, seuls 3 types ont été retenus dans la typologie finale (Tableau 7).

Tableau 7. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation en pineraie (les valeurs sont des moyennes)

Types de placettes	Nb de placettes (sur 40)	Bois vivant			Bois mort					Micro habitats	
		Nombre de bois de $\phi > 70$ cm	Nombre de TTGB	Diamètre maxi	Nombre de BMD	Nombre de BMS	Nb total de BM	Nb de stades saprox. BMD	Nb de stades saprox. BMS	Nombre de DMH	Note DMH
Forte à très forte maturité	15	44,5	6,3	102	24,7	26,6	51,3	2,5	3,3	5,3	10,9
Assez forte maturité	12	32,8	1,3	85	28,7	34,2	62,8	2,4	3,0	4,9	10,1
Maturité la plus faible	13	20,0	0,5	86	9,8	15,8	25,6	1,9	3,0	3,9	7,9

Le **type 1** rassemble 4 placettes du groupe 1 de la CAH et 5 placettes du groupe 4. Il présente les valeurs les plus fortes sur tous les attributs de maturité. Les 15 placettes de ce groupe se caractérisent par :

- un très grand nombre de TGB : 30 à 60 / ha en général avec un maximum à 62,
- un grand nombre de TTGB : 3 à 12 / ha en général,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 90 et 140 cm, avec un record à 145 cm,
- de 10 à 50 BMD / ha en général,
- de 15 à 50 BMS / ha en général, avec un maximum à 66,
- en général un total de 30 à 80 bois morts / ha, avec un record à 103,
- une assez forte diversité en dendro micro habitats, de 3 à 8 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 7 et 16,
- de 2 à 3 stades de décomposition du bois mort debout et de 3 à 4 pour le bois mort au sol, soit 5 à 7 types en combinant les deux types de bois mort.

Ce type sera dénommé « **pineraie à forte ou très forte maturité** ».

Ce groupe rassemble 7 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 8 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent des premières que par un plus grand nombre de bois morts (58 contre 42) et une plus grande diversité en dendro micro habitats (en moyenne 6 types contre 5). Malgré la difficulté à les caractériser finement, elles seront rangées dans deux groupes distincts :

- le type « **pineraie à forte ou très forte maturité, sans trace d'exploitation** »,
- le type « **pineraie à forte ou très forte maturité, anciennement exploitée** ».

Le **type 2** rassemble 9 placettes issues des groupes 3, 4 et 5 de la CAH. Il présente encore de fortes valeurs sur tous les attributs de maturité, mais en retrait par rapport à celles du type précédent. Les 12 placettes de ce groupe se caractérisent par :

- un assez grand nombre de TGB : 25 à 40 / ha en général,
- un nombre réduit de TTGB : 0 à 2 / ha en général,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 75 et 100 cm,
- de 10 à 50 BMD / ha en général,
- de 20 à 50 BMS / ha en général,
- en général un total de 40 à 90 bois morts / ha, avec un record à 125,
- une assez bonne diversité en dendro micro habitats, de 3 à 7 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 6 et 15,
- de 1 à 3 stades de décomposition du bois mort debout et de 2 à 4 stades de décomposition du bois mort au sol, soit 3 à 7 types en combinant les deux types de bois mort.

Ce type sera dénommé « **pineraie à assez forte maturité** ».

Ce groupe rassemble 5 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 7 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent des premières que par un plus grand nombre de bois morts (74 contre 47). Malgré la difficulté à les caractériser finement, elles seront rangées dans deux groupes distincts :

- le type « **pineraie à assez forte maturité, sans trace d'exploitation** »,
- le type « **pineraie à assez forte maturité, anciennement exploitée** ».

Le **type 3** réunit 13 placettes du groupe 2 de la CAH. Les 13 placettes de ce type montrent une forte érosion des valeurs sur les principaux attributs de maturité par rapport aux types précédents :

- un nombre assez faible de TGB : 10 à 30 / ha en général,
- l'absence de TTGB ou 1 au plus,
- un diamètre du plus gros arbre vivant en général compris entre 70 et 100 cm,
- de 5 à 15 BMD / ha, de 10 à 25 BMS / ha, soit un total de 15 à 30 bois morts / ha en général,
- une diversité en dendro micro habitats assez faible à assez bonne, de 2 à 7 types en général, conduisant à une note moyenne comprise entre 4 et 14,
- de 1 à 3 stades de décomposition du bois mort debout et de 2 à 4 stades de décomposition du bois mort au sol, soit 3 à 7 types en combinant les deux types de bois mort.

Ce type sera dénommé « **pineraie à maturité la plus faible** ».

Le type 3 rassemble 7 placettes ayant fait l'objet d'une exploitation forestière dans le passé et 6 placettes ne présentant aucune trace d'exploitation. Ces dernières ne se distinguent vraiment des premières par les valeurs d'aucun indicateur. Malgré la difficulté à les caractériser finement, elles seront rangées dans deux groupes distincts :

- le type « **pineraie à maturité la plus faible, sans trace d'exploitation** »,
- le type « **pineraie à maturité la plus faible, anciennement exploitée** ».

Attention, comme pour les sapinières, la dénomination « **pineraie à maturité la plus faible** » ne doit pas porter à confusion. Elles ne concernent pas de boisements à faible maturité ; ce sont les placettes d'évaluation présentant **la plus faible maturité parmi celles réalisées dans les peuplements de vieille pineraie des Pyrénées centrales**. Comparées à des placettes effectuées dans des forêts de production exploitées de façon habituelle, elles ressortiraient comme des placettes à maturité beaucoup plus importante.

La clé de détermination (Figure 17) permet de rattacher une placette d'évaluation réalisée sur une surface de vieille pineraie de 1 ha selon le protocole VFP2 à un des 3 types décrits dans les paragraphes ci-dessus.

Quelques placettes ont été pâturées par le passé ou le sont encore aujourd'hui, parfois de façon très intensive. Cela pouvant avoir une incidence importante sur le potentiel d'accueil taxonomique ou sur la pérennité des peuplements, la caractéristique « **anciennement pâturée** » ou « **actuellement pâturée** » complète la dénomination du type.

Figure 17. CLE DE DETERMINATION DES TYPES DE PLACETTES DE PINERAIE	
0	Au moins une des propositions suivantes vérifiée :
	. au moins 3 TTGB, 30 TGB et 30 bois morts (BM) / ha
	. au moins 5 TTGB, 20 TGB et 50 BM / ha
	. au moins 7 TTGB, 40 TGB et 20 BM / ha pineraie à forte ou très forte maturité
0	Aucune des propositions précédente vérifiée 1
1	Au plus 2 TTGB, au moins 25 TGB et au moins 30 BM / ha
	 pineraie à assez forte maturité
1	Au plus 1 TTGB, 30 TGB et 30 BM / ha pineraie à maturité la plus faible

CAS DES HETRAIES

Compte tenu du faible nombre de placettes d'évaluation effectuées en hêtraies (10 seulement), il n'a pas été réalisé d'analyse statistique. Il apparaît cependant très nettement que 2 groupes de placettes peuvent être distinguées (Tableau 8) :

- les 7 placettes présentant des quantités notables de bois mort, caractérisées par un grand nombre de TGB (20 à 50 en général), 3 à 11 TTGB, un diamètre du plus gros arbre vivant compris entre 120 et 150 cm, un nombre assez faible à fort de bois morts (5 à 60 BMD, 5 à 25 BMS et 15 à 80 bois morts au total), une bonne diversité en dendro micro habitats (8 à 11 types pour une note moyenne de 15 à 20), 1 à 2 stades de décomposition du BMD et 2 à 4 pour le BMS (soit 4 à 7 types en combinant les deux types de bois mort) ;

- les 3 placettes ne possédant que de faibles quantités de bois mort et ne présentant que peu de caractéristiques de vieille forêt : un assez grand nombre de TGB (20 à 30) dont 1 à 6 TTGB et un plus gros arbre vivant de diamètre compris entre 120 et 140 cm, une bonne diversité en dendro micro habitats (9 à 11 types pour une note moyenne de 18 à 21), mais peu de bois mort (de 0 à 1 BMD et de 2 à 8 BMS, soit 2 à 10 bois morts au total) et donc un nombre réduit de stades de décomposition pour le BMD (0 ou 1) et pour le BMS (1 à 3), soit 2 à 4 types en combinant les deux types de bois mort.

**Tableau 8. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation en hêtraie
(les valeurs sont des moyennes)**

Types de placettes	Nb de placettes	Bois vivant			Bois mort					Micro habitats	
		Nombre de bois de $\phi > 70$ cm	Nombre de TTGB	Diamètre maxi	Nombre de BMD	Nombre de BMS	Nb total de BM	Nb de stades saprox. BMD	Nb de stades saprox. BMS	Nombre de DMH	Note DMH
Assez forte maturité	7	29,9	7,1	129	18,1	15,3	33,4	2,4	3,0	10,3	20,8
Maturité la plus faible	3	24,0	4,0	132	0,3	4,7	5,0	0,7	2,0	10,0	19,5

Toutes les placettes de hêtraie ont été effectuées dans des boisements sans trace d'exploitation, mais anciennement pâturés et cela est mentionné dans la dénomination du type. Elles ont été réalisées dans des peuplements n'ayant pas atteint le stade terminal de la succession écologique, le sapin n'y étant représenté au plus que par quelques arbustes alors que, à l'étage montagnard inférieur dans lequel se situent ces forêts, le sapin constitue une des deux dryades naturelles et devrait être largement présent en strate arborescente. Ces placettes ne peuvent donc pas être qualifiées de « *à forte ou très forte maturité* ». Celles du premier groupe seront dénommées « **hêtraie à assez forte maturité** » et celles du second groupe « **hêtraie à maturité la plus faible** ». Si la plus grande partie des placettes d'évaluation a été réalisée dans des peuplements de têtards et quelques-unes dans des hêtraies pastorales fortement vieilles, elles se répartissent indifféremment entre les deux types. Les peuplements de hêtre traités en têtards ont la particularité de générer rapidement une quantité importante de dendro micro habitats, 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, grâce à leur forte capacité d'accueil taxonomique, mais pour un nombre limité d'espèces.

CAS DES CHÊNAIES-HÊTRAIES

Seules 4 placettes d'évaluation ont pu être réalisées dans des chênaies-hêtraies. Parmi elles, deux concernent vraiment des vieilles forêts, les deux autres provenant de peuplements au stade sylvigénétique plus optimal que terminal. Les deux groupes se distinguent nettement sur tous les indicateurs de maturité (Tableau 9), en particulier le nombre de TGB et de TTGB, le diamètre du plus gros arbre vivant et le nombre de bois morts, debout, au sol et total, le nombre de stades de saproxilation du bois mort. Les autres indicateurs sont moins affectés. Les placettes de ce groupe sont rattachées au type « **chênaie-hêtraie à assez forte maturité** » pour celles présentant de notables quantités de bois mort et au type « **chênaie-hêtraie à maturité la plus faible** » pour celles en comportant peu.

Les placettes ont toutes été effectuées dans des peuplements anciennement exploités et, pour certains, anciennement pâturés et cela est reporté dans la dénomination du type.

**Tableau 9. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation en chênaie-hêtraie
(les valeurs sont des moyennes)**

Types de placettes	Nb de placettes	Bois vivant			Bois mort					Micro habitats	
		Nombre de bois de Ø>70 cm	Nombre de TTGB	Diamètre maxi	Nombre de BMD	Nombre de BMS	Nb total de BM	Nb de stades saprox. BMD	Nb de stades saprox. BMS	Nombre de DMH	Note DMH
Assez forte maturité	1	28,5	4,0	107	6,5	17,5	24,0	2,0	3,5	9,0	17,8
Maturité la plus faible	2	17,0	0,5	93	1,0	4,5	5,5	1,0	1,5	8,5	16,5

3.1.2.3. POTENTIEL D'ACCUEIL SELON LE TYPE DE PLACETTE

D'une façon générale, le potentiel d'accueil taxonomique augmente avec l'accroissement des valeurs des indicateurs de maturité : nombre de TGB et de TTGB, nombre de bois mort et diversité (debout ou au sol), diversité des stades de saproxilation du bois mort, diversité des dendro micro habitats. Certains types de placette sont donc plus intéressants que d'autres et sont à préserver en priorité. Ces catégories permettront par la suite de proposer des consignes de gestion cohérentes pour l'ensemble des groupes typologiques associés. Pour ce qui est de leur potentiel d'accueil de biodiversité taxonomique, le classement des types de placettes en sapinière pourrait être le suivant :

- sapinière à très forte maturité, sans trace d'exploitation,
- sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée,
- sapinière à forte maturité, sans trace d'exploitation,
- sapinière à forte maturité, anciennement exploitée,
- sapinière à assez forte maturité, sans trace d'exploitation,
- sapinière à assez forte maturité, anciennement exploitée, à bois mort abondant,
- sapinière à assez forte maturité, anciennement exploitée,
- sapinière à maturité la plus faible, sans trace d'exploitation,
- sapinière à maturité la plus faible, anciennement exploitée.

Pour les pineraies, le classement des types de placettes proposé est le suivant :

- pineraie à forte ou très forte maturité, sans trace d'exploitation,
- pineraie à forte ou très forte maturité, anciennement exploitée,
- pineraie à assez forte maturité, sans trace d'exploitation,
- pineraie à assez forte maturité, anciennement exploitée,
- pineraie à maturité la plus faible, sans trace d'exploitation,
- pineraie à maturité la plus faible, anciennement exploitée.

Pour les hêtraies, le classement suivant est proposé :

- hêtraie à assez forte maturité, anciennement exploitée,
- hêtraie à maturité la plus faible, anciennement exploitée.

Pour les chênaies-hêtraies, le classement serait le suivant :

- chênaies-hêtraies à assez forte maturité, anciennement exploitée,
- chênaies-hêtraies à maturité la plus faible, anciennement exploitée.

Attention à ne pas faire de hiérarchisation entre les sylvofaciès : certaines espèces (champignons ou coléoptères saproxyliques par exemple) sont parfois inféodées à une essence ou un groupe d'essence plus ou moins spécifique (feuillue ou résineuse, pin ou sapin, ...), ou un contexte bioclimatique particulier, Les pineraies subalpines, même si elles ne présentent pas toujours des valeurs optimales pour les indicateurs de maturité, peuvent accueillir une biodiversité taxonomique rare et originale (espèces boréo-alpines inféodées au pin par exemple). Dans les sapinières, la présence de hêtre ou d'autres essences feuillues permet d'augmenter les capacités d'accueil de taxons liés aux feuillus, même si cela ne transparaît pas dans la typologie proposée ici.

3.1.3. COMPARAISON DES IBP EN FORET EXPLOITEE ET EN VIEILLE FORET

On a comparé les valeurs des IBP Gestion, les seules sur lesquelles le forestier a pris, de peuplements en phase normale d'exploitation forestière et des placettes de vieille forêt réalisées dans les Pyrénées de Midi-Pyrénées. Pour améliorer la qualité de la comparaison, on n'a retenu que des peuplements exploités en contexte montagnard ou submontagnard, et des sylvofaciès comparables à ceux des vieilles forêts (chênaies-hêtraies et hêtraies, hêtraies-sapinières, pineraies). Les résultats sont présentés dans le Tableau 10.

Tableau 10. Comparaison des minimums (m), premiers quartiles (1° Q), médianes (méd), troisièmes quartiles (3° Q) et maximum (M) des IBP Gestion de peuplements exploités et de vieilles forêts.

Sylvofaciès	Peuplements exploités						Vieilles forêts					
	Nbre	IBP Gestion					Nbre	IBP Gestion				
		m	1°Q	méd	3°Q	M		m	1°Q	méd	3°Q	M
chênaie-hêtraie hêtraie	178	2	19	23	26	35	14	17	22	23	27	32
hêtraie-sapinière	101	11	24	29	32	35	302	20	27	29	32	35
pineraie	40	2	6	8	14	29	40	21	24	29	29	35

En chênaie-hêtraie, hêtraie et hêtraie-sapinière, les médianes, troisième quartile et maximums de l'IBP Gestion des vieilles forêts sont sensiblement identiques à ceux de peuplements exploités. Les valeurs des minimums et du premier quartile mettent en évidence une plus grande dispersion de l'IBP gestion dans les peuplements exploités que dans les vieilles forêts. Ces faibles écarts paraissent étonnants. Il faut cependant souligner que tous les peuplements de vieille forêt inventoriés n'ont pas atteint de forts niveaux de maturité, d'où des IBP Gestion parfois inférieurs à 25. Il faut surtout y voir un effet de saturation des notes de chaque facteur de l'IBP dans les vieilles forêts : note 5 systématique pour le nombre de TGB, le nombre de bois morts debout et de bois morts au sol, le nombre de dendro micro habitats et la stratification du couvert (5 x 5 = 25). Les différences de note IBP Gestion dépendent en fait essentiellement du nombre de genres d'essences autochtones et du pourcentage de milieux ouverts. En forêt exploitée de montagne, les seuils pour obtenir une note 5 sur de nombreux facteurs sont relativement aisés à dépasser. La note IBP Gestion reflète en fait très mal l'écart considérable de nombre de TGB et TTGB, de volume et de diversité de stades de décomposition du bois mort, de nombre et de diversité des dendro micro habitats entre un peuplement exploité et une forêt en libre évolution depuis plusieurs dizaines d'années.

Pour ce qui est des pineraies, la comparaison n'a qu'une valeur limitée car il s'agit d'un côté de peuplements exploités et, vraisemblablement, artificiels, de l'autre de forêts non exploitées et spontanées.

3.1.4. TYPOLOGIE DES SITES

La typologie des sites est directement liée aux niveaux de maturité des groupes de placettes. Il est convenu que la « qualité » d'un site équivaut à celle de sa meilleure placette (Brustel, comm. pers., 2013). Les sites sont rattachés à un type de placette décrit précédemment. Pour les sites n'ayant pas fait l'objet d'une évaluation par placette d'inventaire, un rattachement à un type a parfois été effectué « à dire d'expert », de la façon la plus précise possible en fonction du niveau de connaissance du site.

3.1.4.1. TYPOLOGIE DES SITES DE SAPINIERE

Sur les **169 sites de vieille sapinière**, totalisant près de 6000 ha, plus de 70% de la surface est bien ou très bien connue (Tableau 11), par le parcours pour gagner les placettes d'évaluation et les données issues des inventaires, et parfois par le parcours des sites sans réalisation de placette d'évaluation.

Tableau 11. Répartition des surfaces de vieille sapinière selon leur niveau de connaissance.

Niveau de connaissance	Très bon	Bon	Moyen	Faible	Très faible
% de la surface	34	39	21	4	1

Sur ces 169 sites, 132 (totalisant 5 688 ha) ont été rattachés à un type, soit à partir d'une évaluation par une ou plusieurs placettes, soit à dire d'expert (Tableau 12). Plus de la moitié de la surface est rattachée à un type « à très forte maturité » (Figure 18) et 45% à un type « sans trace d'exploitation ». Près de 70% de la surface rattachée à un type « sans trace d'exploitation » est rangé dans le type « à très forte maturité » alors que la surface rattachée à un type « anciennement exploité » se répartit assez équitablement entre le type « à très forte maturité » et le type « à forte maturité » (environ 40% chacun). Cela met en évidence que le niveau de maturité des peuplements de vieille sapinière est globalement fort à très fort avec une proportion importante de sites ne présentant aucune trace d'exploitation.

Tableau 12. Répartition des sites et des surfaces de vieille sapinière selon leur forme d'évaluation.

	Sites évalués	Sites rattachés à dire d'expert	Sites non évalués	Total
Nombre	121	11	37	169
Surface	5 574	114	275	5 963

3.1.4.2. TYPOLOGIE DES SITES DE PINERAIE

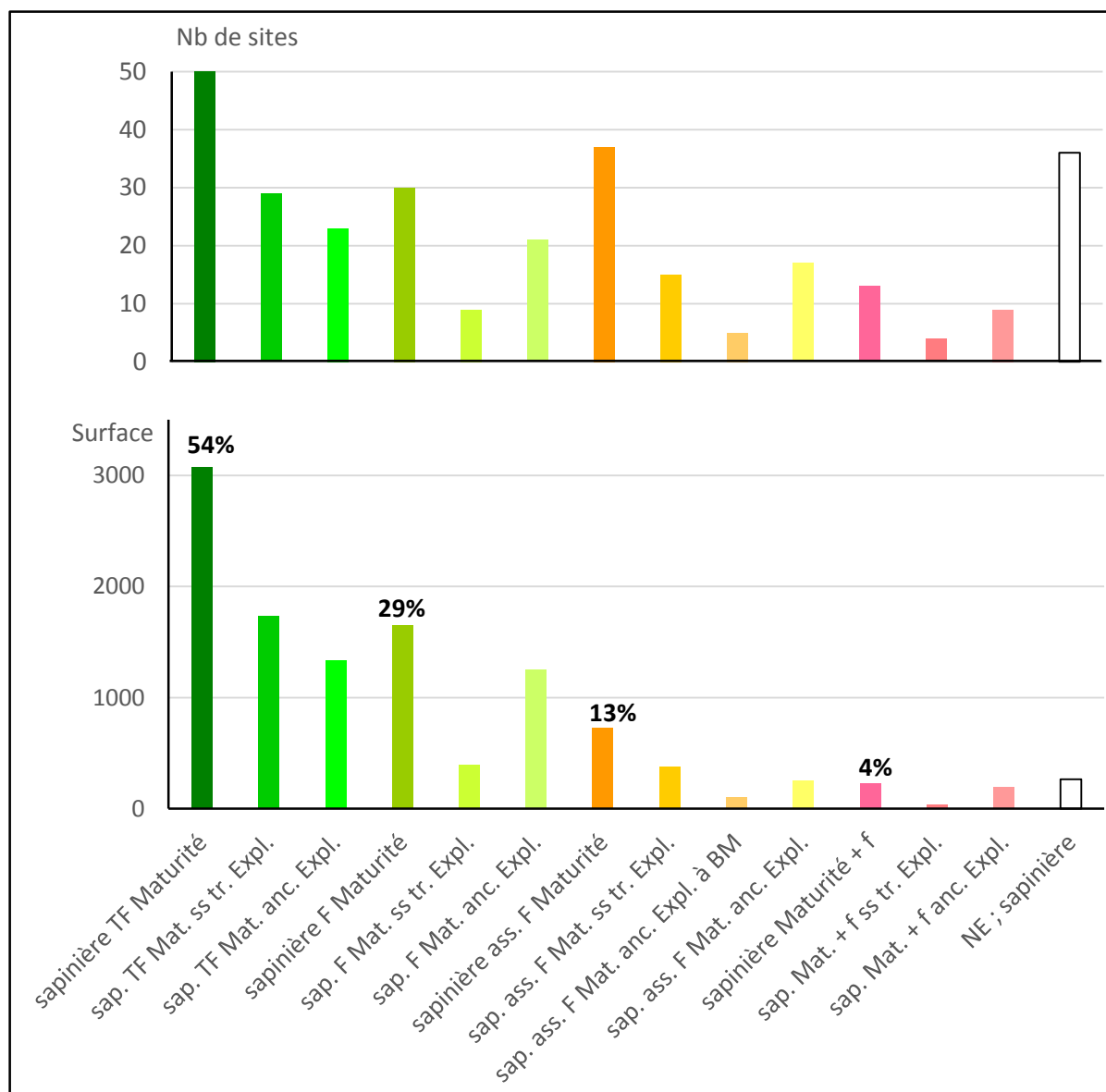
Les **30 sites de vieille pineraie** totalisent 887 ha et 75% de leur surface est bien ou très bien connue (Tableau 13), par le parcours pour gagner les placettes d'évaluation et les données issues des inventaires, et parfois par le parcours des sites sans réalisation de placette d'évaluation.

Tableau 13. Répartition des surfaces de vieille pineraie selon leur niveau de connaissance.

Niveau de connaissance	Très bon	Bon	Moyen	Faible	Très faible
% de la surface	60	15	22	4	

Figure 18. Répartition des sites et des surfaces de vieille sapinière selon leur type.

TF : très forte ; F : forte ; ass. F : assez forte ; + f : la plus faible
Ss tr. Expl. : sans trace d'exploitation ; anc. Expl. : anciennement exploité ; NE : non évalué



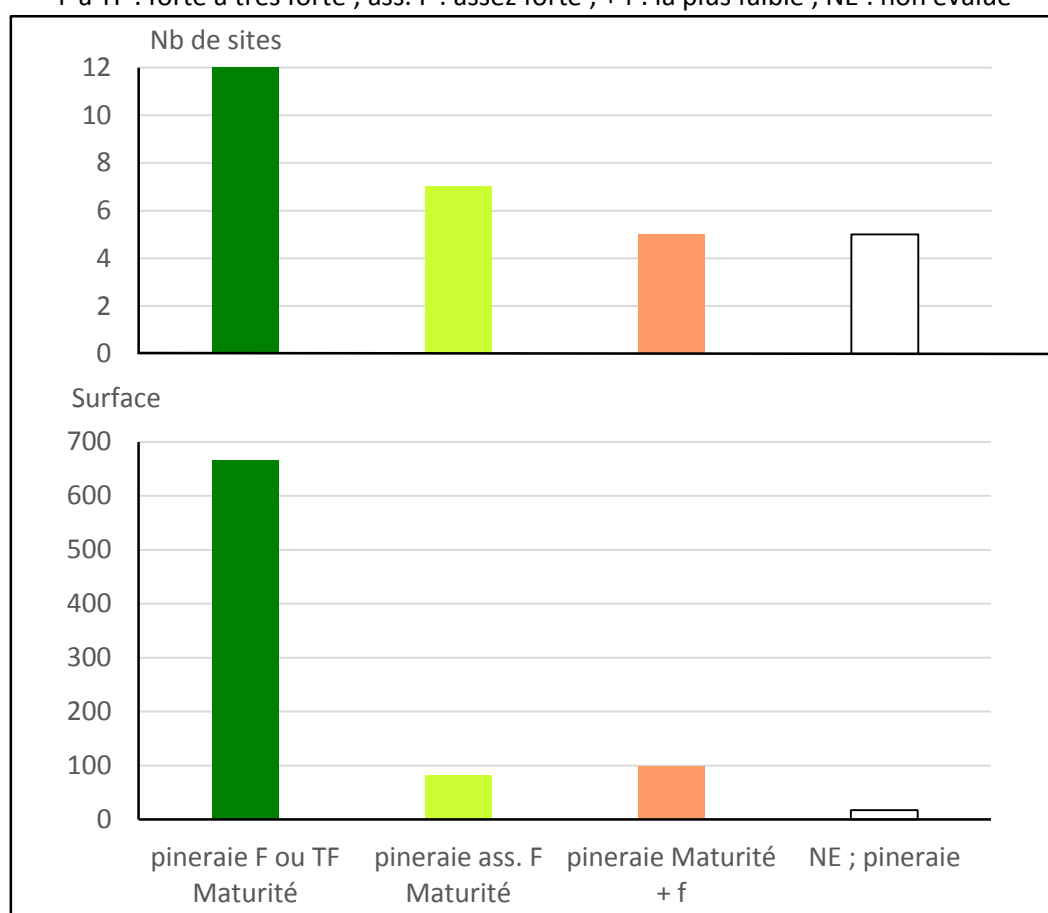
Sur ces 30 sites, 24 (totalisant près de 850 ha) ont été rattachés à un type, soit à partir d'une évaluation par une ou plusieurs placettes, soit à dire d'expert (Tableau 14). Plus des trois quarts de la surface de vieille pineraie sont rattachés à un type « à forte ou très forte maturité » (Figure 19) et près de 60% à un type « sans trace d'exploitation ». Près de 90% de la surface rattachée à un type « sans trace d'exploitation » est rangé dans le type « à forte ou très forte maturité » alors que la surface rattachée à un type « anciennement exploité » se répartit à près de 70% dans le type « à forte ou très forte maturité ». Comme pour les sapinières, cela met en évidence que le niveau de maturité des peuplements de vieille pineraie est globalement fort à très fort avec une proportion importante de sites ne présentant aucune trace d'exploitation.

Tableau 14. Répartition des sites et des surfaces de vieille pineraie selon leur forme d'évaluation.

	Sites évalués	Sites rattachés à dire d'expert	Sites non évalués	Total
Nombre	17	7	6	30
Surface	803	46	38	887

Figure 19. Répartition des sites et des surfaces de vieille pineraie selon leur type.

F à TF : forte à très forte ; ass. F : assez forte ; + f : la plus faible ; NE : non évalué



3.1.4.3. TYPOLOGIE DES SITES DE HETRAIE ET DE CHENAIE-HETRAIE

Les 5 sites de hêtraie (128 ha) et les 3 sites de chênaie-hêtraie (48 ha) ont été rattachés à un type. La quasi-totalité de la surface de hêtraie (122 ha) est rattachée au type « à assez forte maturité » alors que pour les chênaies-hêtraies, ce type représente 60% de la surface (30 ha). Même si le niveau de maturité des hêtraies n'est pas optimal (il y manque une dryade naturelle), l'abondance de dendro micro habitats et de bois mort de hêtre leur confère un intérêt certain pour les espèces liées aux feuillus. Les vieilles chênaies-hêtraies collinéennes répertoriées présentent un intérêt majeur car elles représentent les derniers vestiges de forêt de ce type encore présents sur le piémont pyrénéen.

3.2. CARTOGRAPHIE

3.2.1. CARTOGRAPHIE DES PLACETTES

Les coordonnées des placettes d'évaluation sont projetées dans le SIG afin de visualiser leur répartition dans les sites. La table attributaire comporte 101 champs détaillés en annexe 1. La distribution des placettes et le type auxquelles elles se rattachent apparaissent sur les cartes de la Figure 20 (en couleur foncée, les placettes sans trace d'exploitation ; en couleur plus pâle, les placettes anciennement exploitées ; le point dans le figuré signifie « à bois morts abondants »). La carte permet également de visualiser la répartition des peuplements de vieille forêt.

3.2.2. CARTOGRAPHIE DES FORETS

Les vieilles forêts et les forêts anciennes refuge d'espèces des Pyrénées de Midi-Pyrénées couvrent environ 7 026 ha. Cela représente près de 2,1% de la surface forestière totale du territoire étudié. Les vieilles forêts sont cependant très mal distribuées selon les différents niveaux de découpage territorial (régions forestières, département, vallées), les types de propriété, les unités morpho-paysagères (étages bioclimatiques, expositions, altitudes, pentes, ...). Leur répartition et leur rattachement à un type apparaissent sur les cartes de la Figure 21 (pour les figurés, l'absence de liseré noir signale les sites dont la « meilleure » placette est sans trace d'exploitation, avec un liseré noir, les sites dont la « meilleure » placette est anciennement exploitée ; en mauve, les sites non évalués).

3.2.2.1. DISTRIBUTION DANS LES TERRITOIRES (REGIONS FORESTIERES, DEPARTEMENTS ET VALLEES)

La répartition des sites, des surfaces et des pourcentages de la surface forestière est très inégalitaire selon les 3 régions forestières inventoriées (Bordure sous-pyrénéenne, Petites Pyrénées et Plantaurel ; Front pyrénéen, Bordure ariégeoise du Pays de Sault ; Haute chaîne pyrénéenne, Haute chaîne du Couserans, Haute Ariège et Vicdessos, Quérigut ; Figure 22). D'une façon générale, le nombre de sites, la surface et le taux de vieilles forêts augmentent depuis la Bordure sous-pyrénéenne jusqu'à la Haute chaîne. Inférieur à 1‰ sur la Bordure sous-pyrénéenne, le taux de vieilles forêts atteint 1,6% sur le Front et près de 4,1% sur la Haute chaîne pyrénéenne.

Il en va de même pour la répartition selon les départements (Figure 22). Les Hautes-Pyrénées et la Haute-Garonne sont mieux pourvus que l'Ariège, aussi bien en nombre de sites qu'en surface, mais, ramenés aux surfaces forestières départementales, les écarts s'accroissent encore (respectivement 3,5 et 4,1% contre 0,5%), surtout si on compare les régions forestières entre elles (respectivement 1,5 et 4,4% contre 0% pour le Front pyrénéen ; 10,6 et 16,5% contre 1,1% pour la Haute chaîne pyrénéenne).

Les surfaces de vieilles forêts se répartissent très diversement selon les vallées (Figure 23). Les hautes vallées de Cauterets, de la Neste d'Aure, de la Garonne, de la Pique et du Lys, du Ger sont bien pourvues (chacune de 10 à 15% de la surface totale de vieilles forêts). D'autres vallées sont peu concernées, en particulier celles de Luz, de l'Adour, du Couserans oriental, de la Haute Ariège et le Donezan, surtout si on ramène les valeurs à la surface forestière totale de chacun de ces territoires.

En se basant sur le principe que des polygones distants au maximum de 200 m présentent des relations fonctionnelles fortes, on a aussi évalué la distance directe entre ces regroupements de polygones « à 200 m » (Figure 24). Plus de 60% de la surface de vieille forêt se situe à moins de 500 m du site le plus proche. Au-delà d'une distance de 500 m du plus proche voisin, la surface de vieille forêt diminue fortement, mais il faut remarquer que ces sites éloignés les uns des autres présentent une surface moyenne de plus en plus réduite. Leur autonomie de fonctionnement s'en trouve donc d'autant plus compromise.

Figure 20. Répartition des placettes d'évaluation sur l'ouest des Hautes-Pyrénées (fond cartographique IGN 1/200 000°)

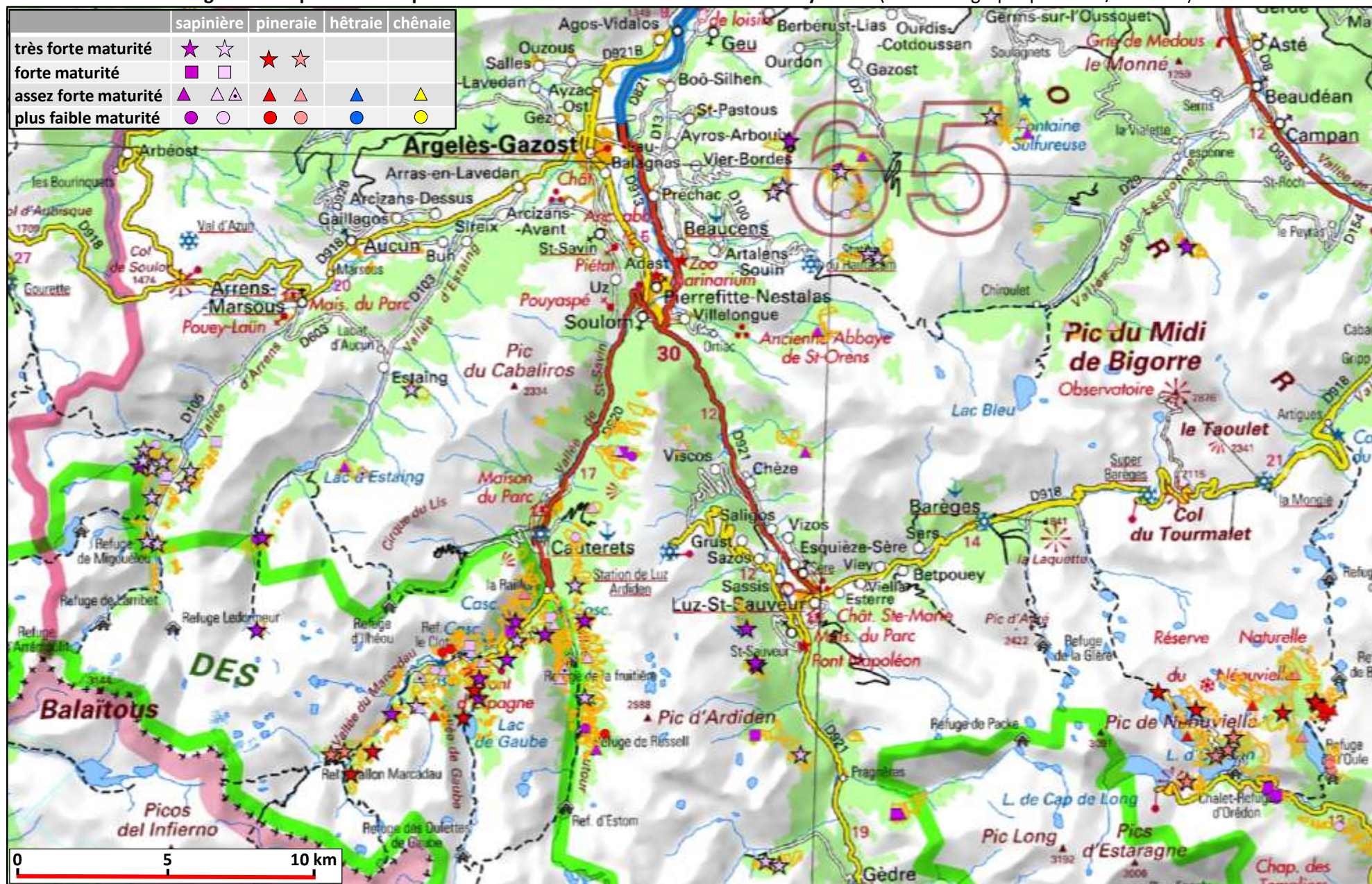


Figure 20 (suite). Répartition des placettes d'évaluation sur l'est des Hautes-Pyrénées

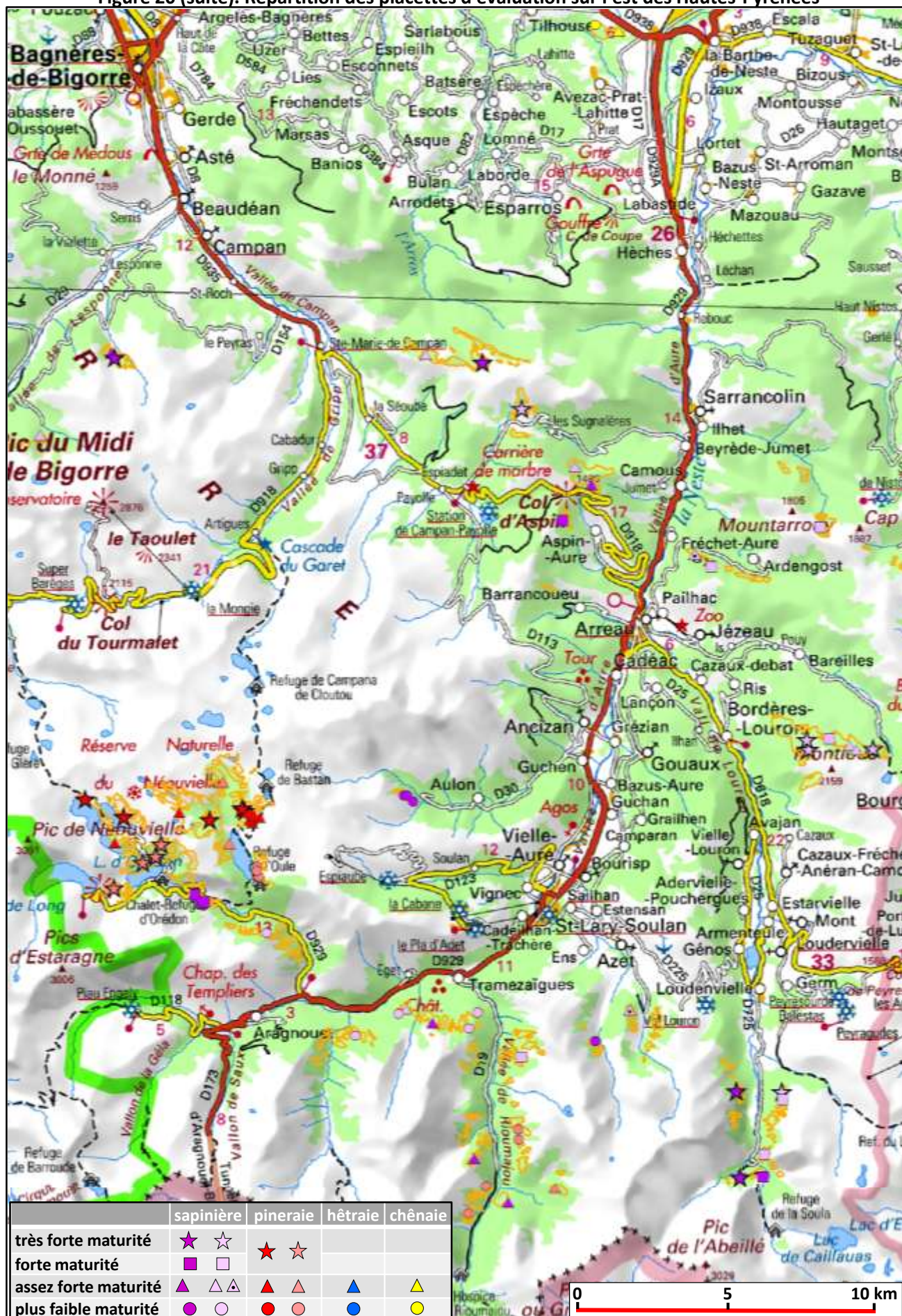


Figure 20 (suite). Répartition des placettes d'évaluation sur la Haute-Garonne et l'ouest de l'Ariège

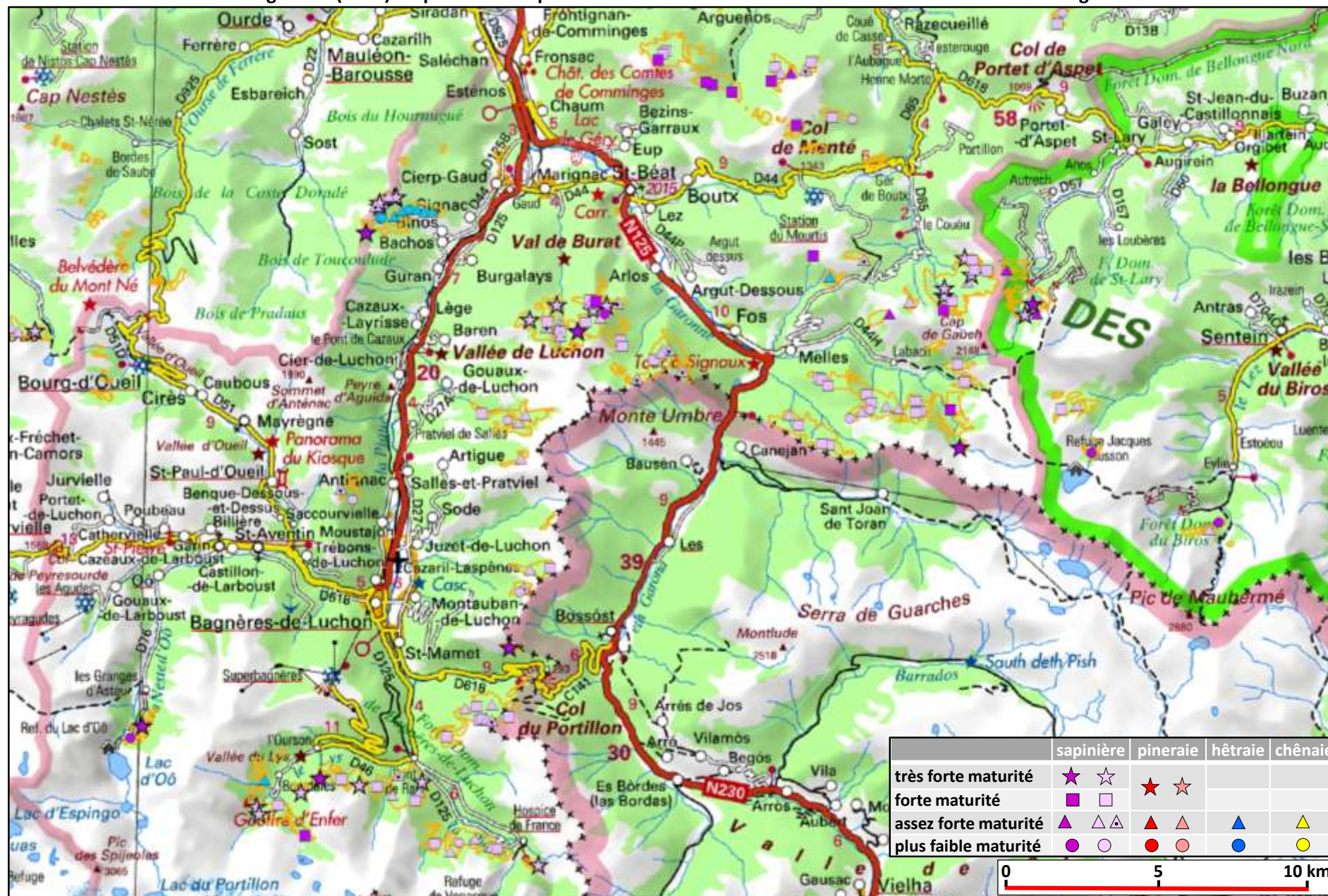


Figure 20 (suite). Répartition des placettes d'évaluation sur le centre de l'Ariège

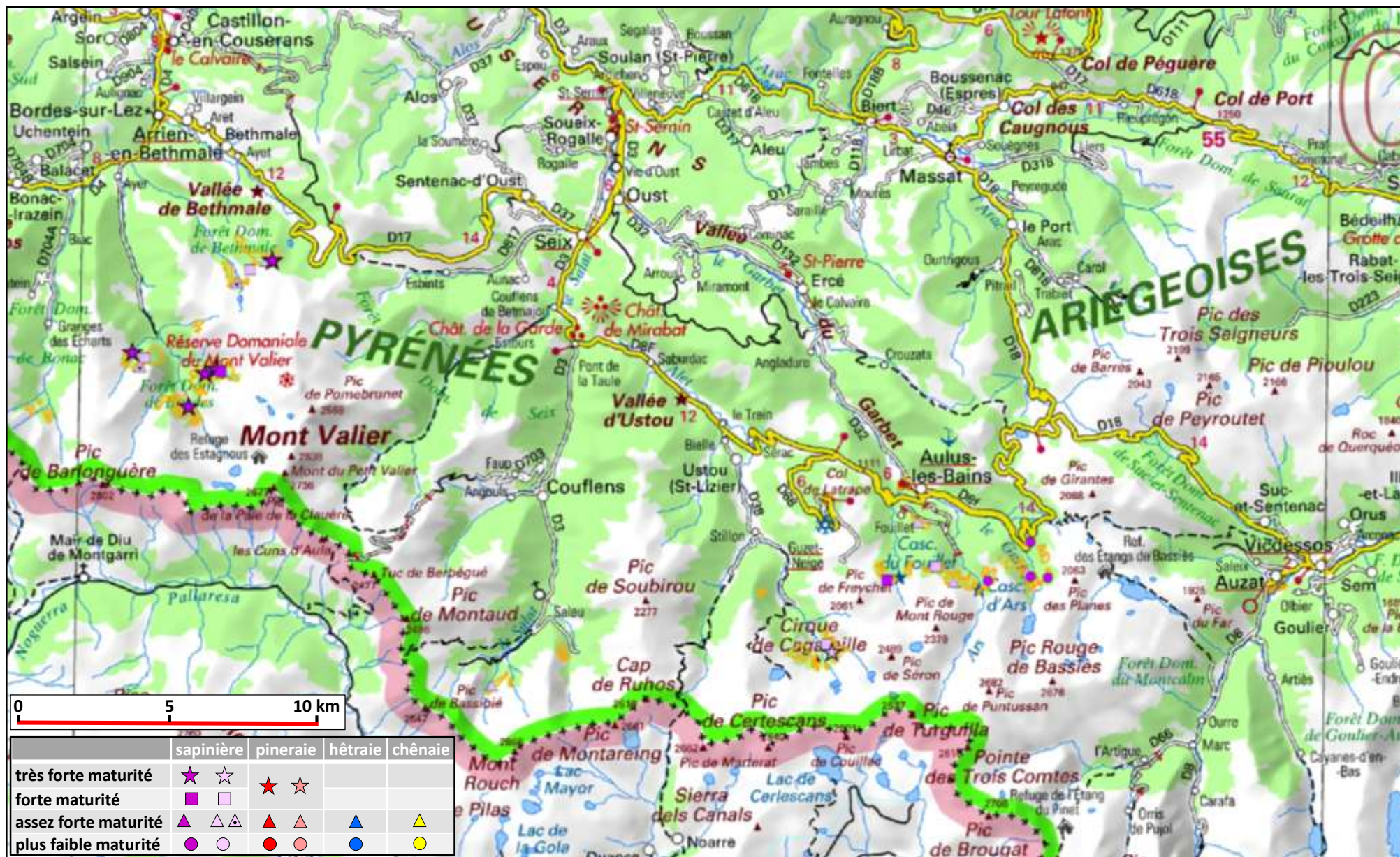


Figure 20 (fin). Répartition des placettes d'évaluation sur l'est de l'Ariège



Figure 21. Répartition des sites de vieille forêt sur l'ouest des Hautes-Pyrénées (fond cartographique IGN 1/200 000°)

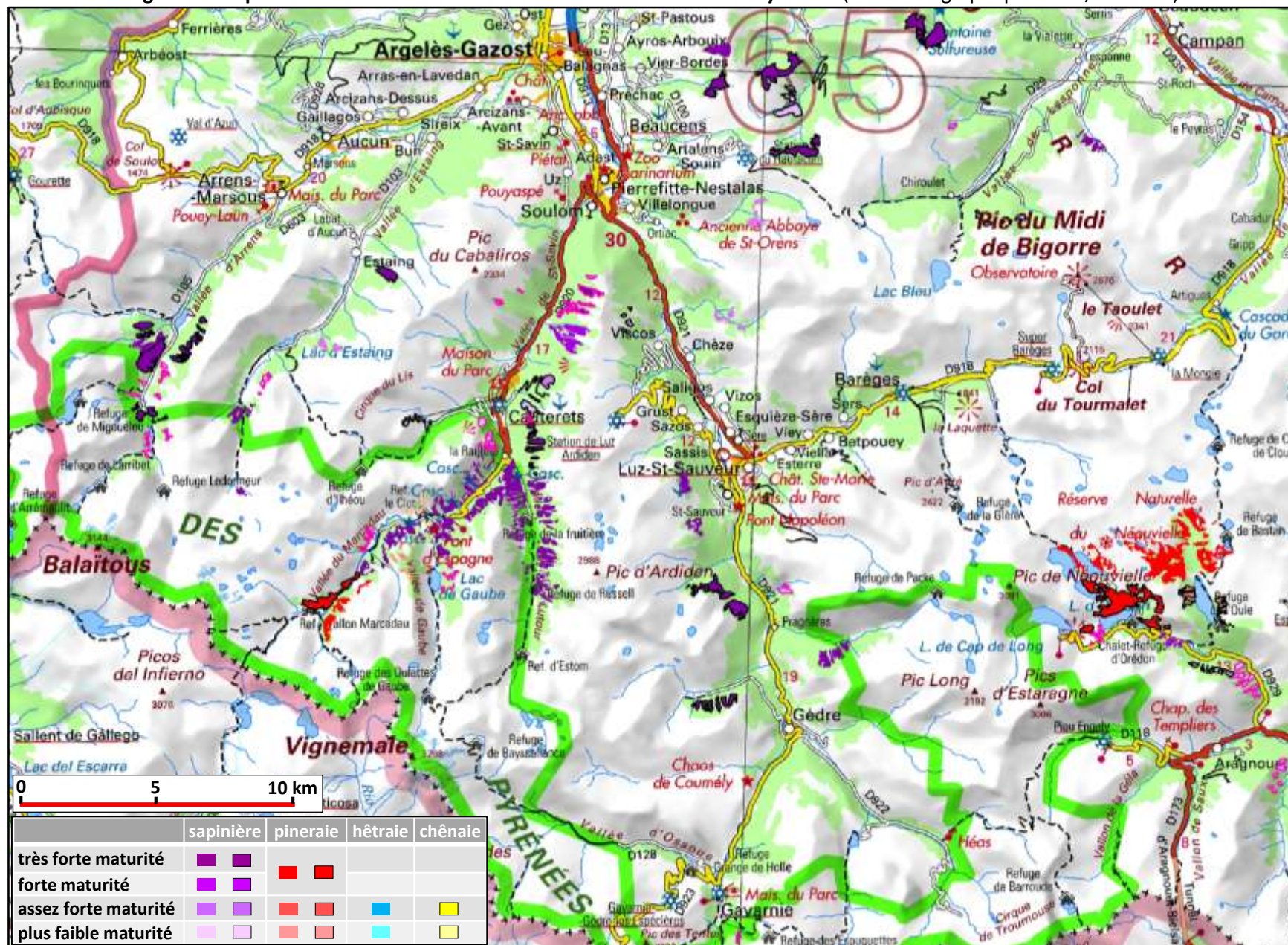


Figure 21 (suite). Répartition des sites de vieille forêt sur l'est des Hautes-Pyrénées

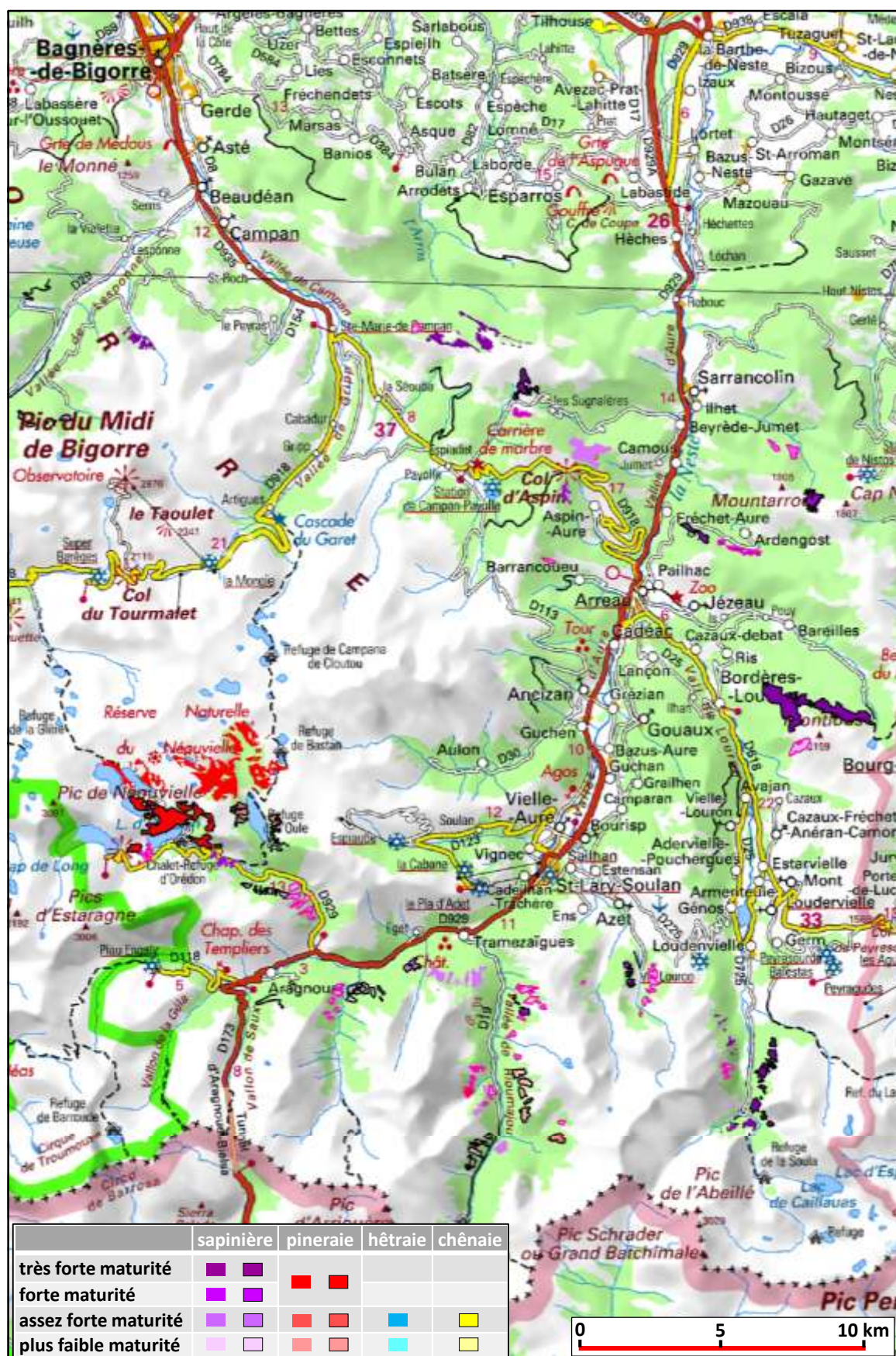


Figure 21 (suite). Répartition des sites de vieille forêt sur la Haute-Garonne et l'ouest de l'Ariège.

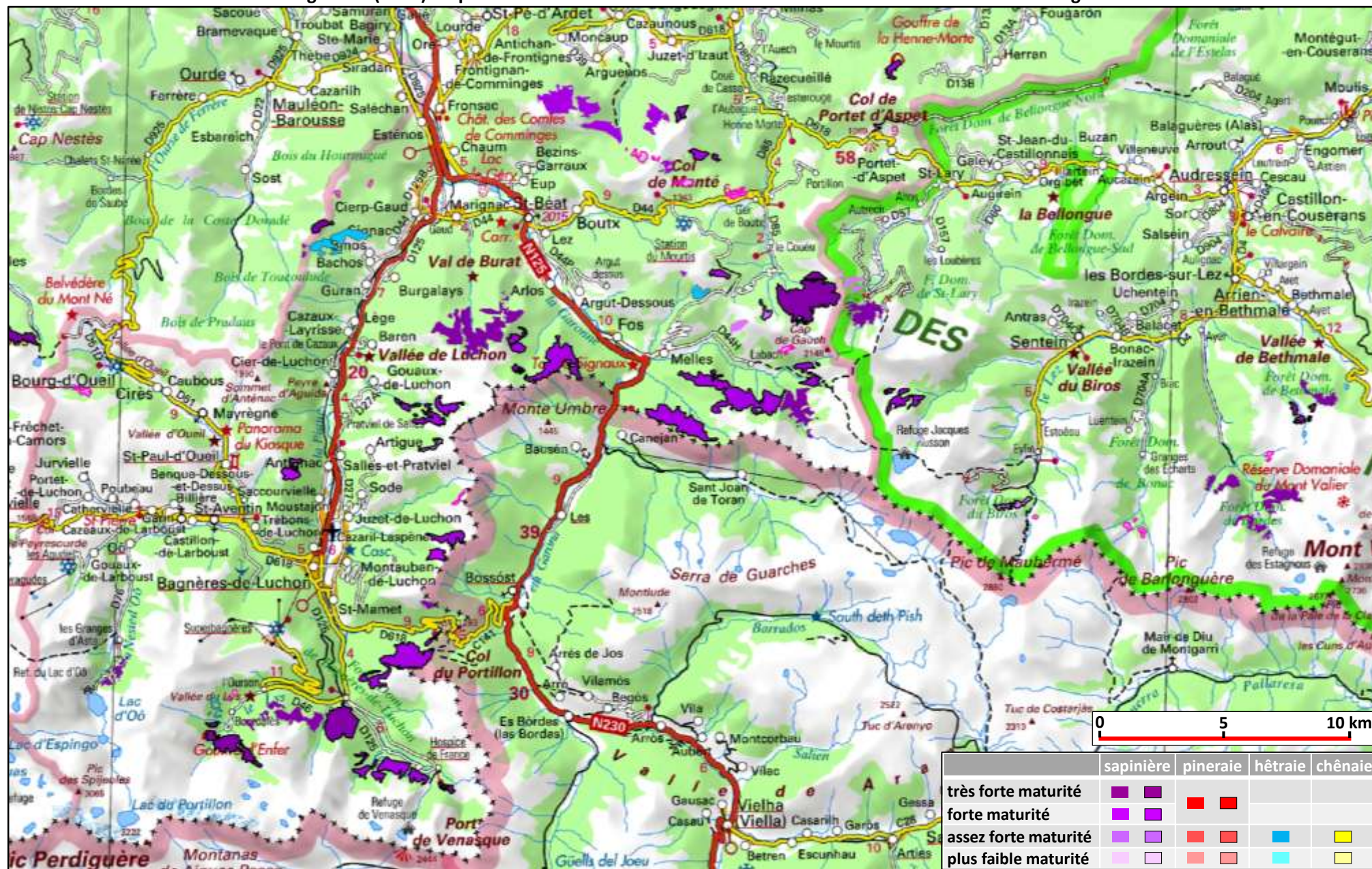


Figure 21 (suite). Répartition des sites de vieille forêt sur l'ouest et le centre de l'Ariège.

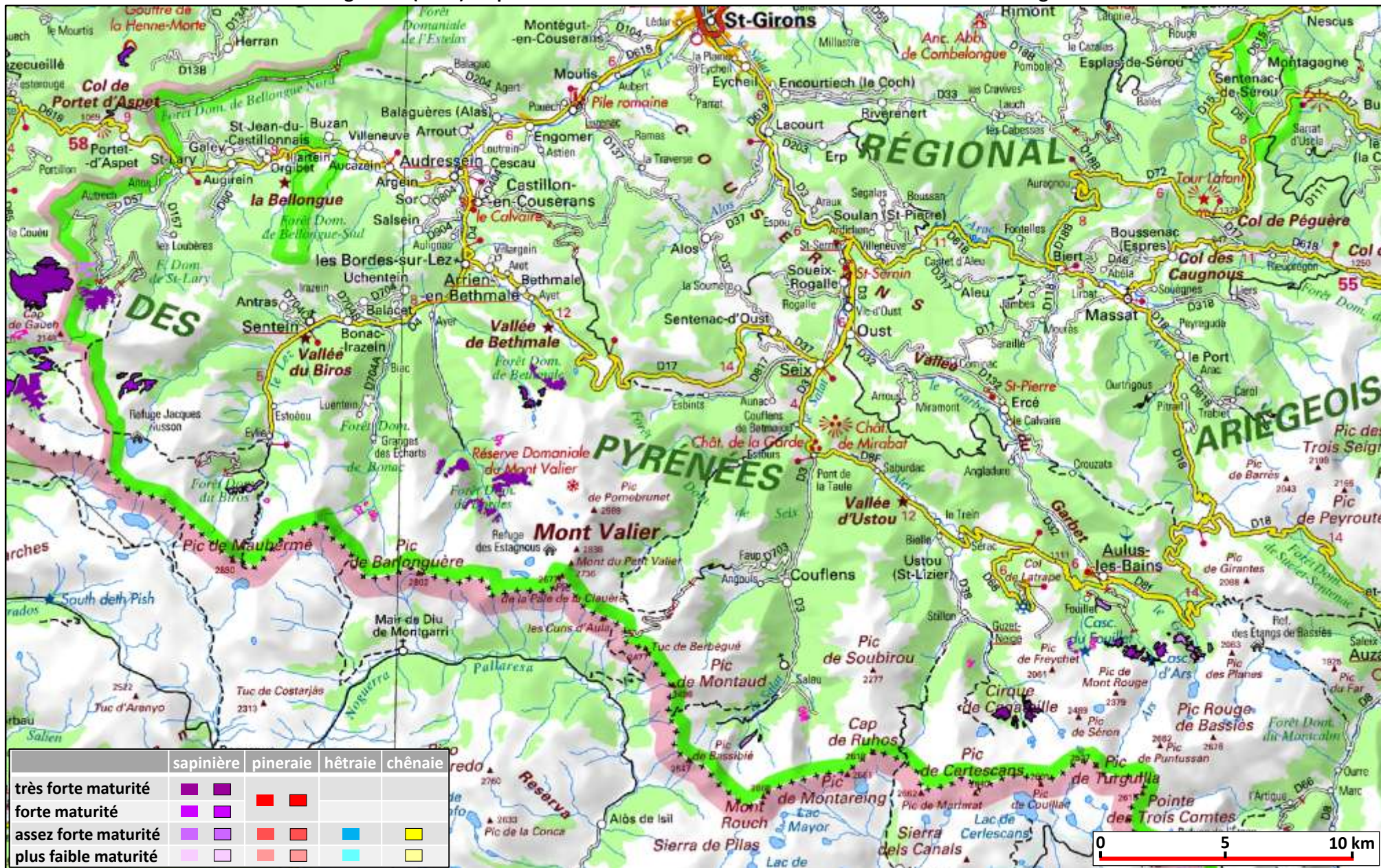


Figure 21 (fin). Répartition des sites de vieille forêt sur l'est de l'Ariège.

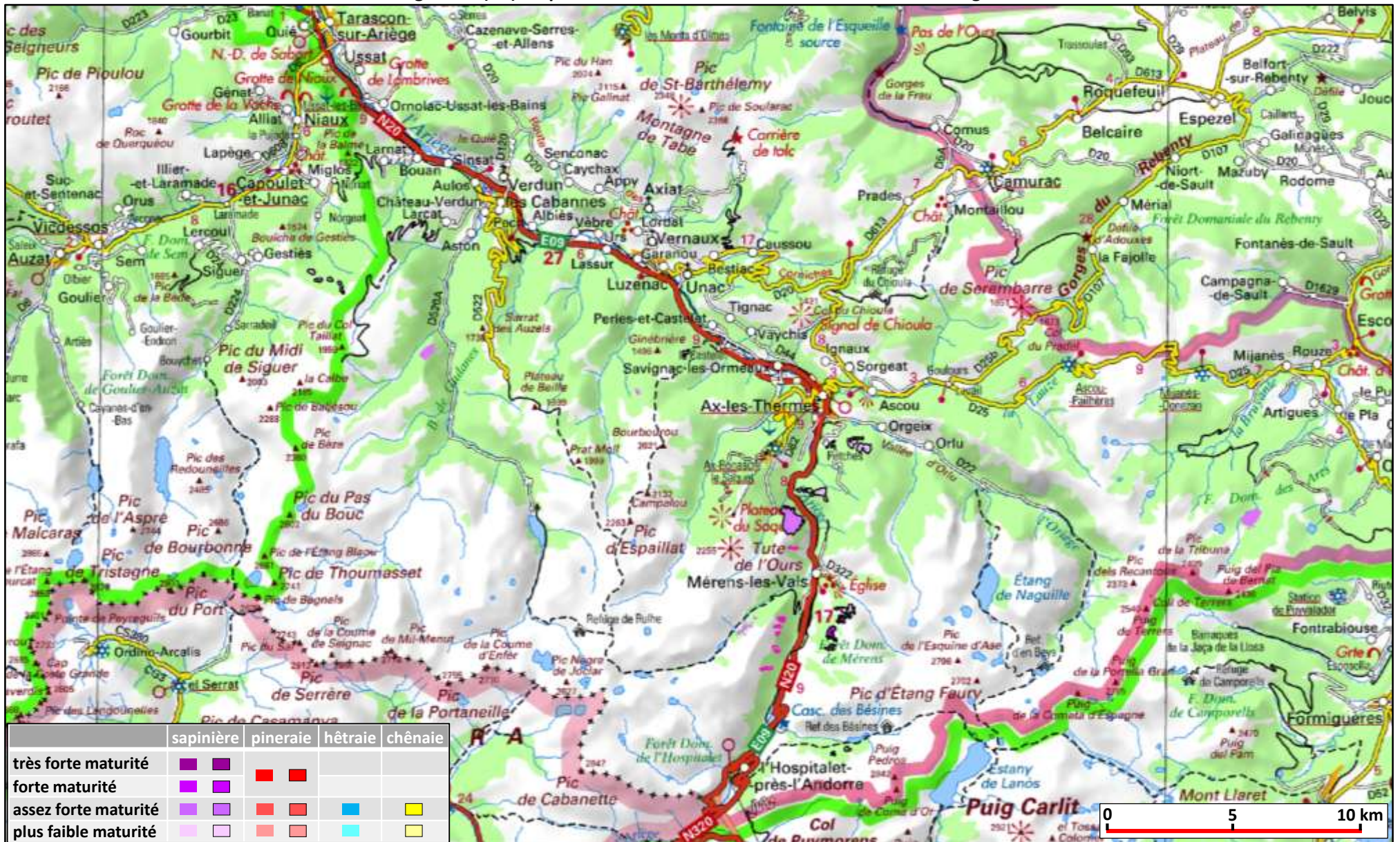


Figure 22. Répartition du nombre de sites de vieille forêt, de leur surface et du pourcentage de la surface forestière selon les régions forestières et les départements.

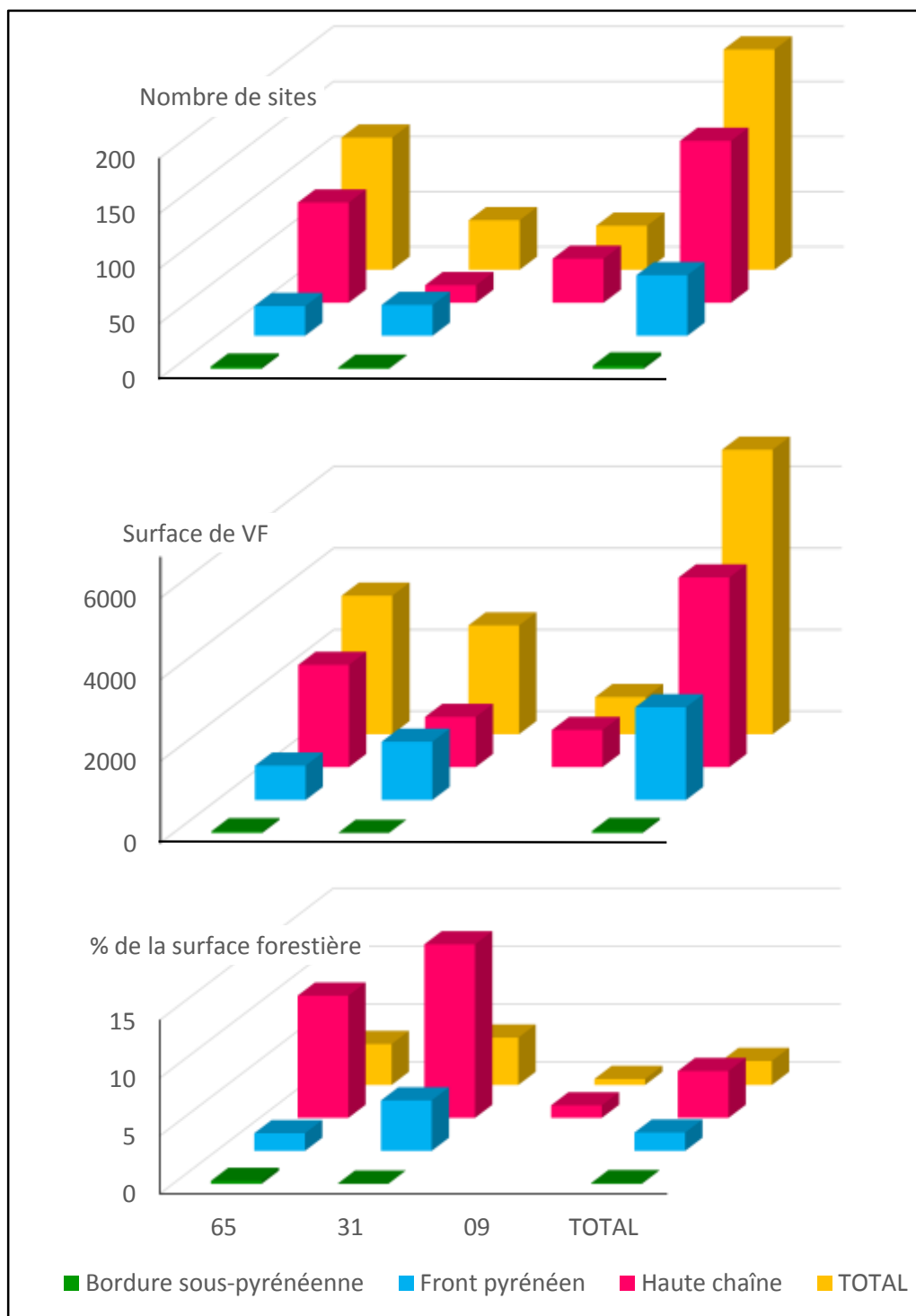
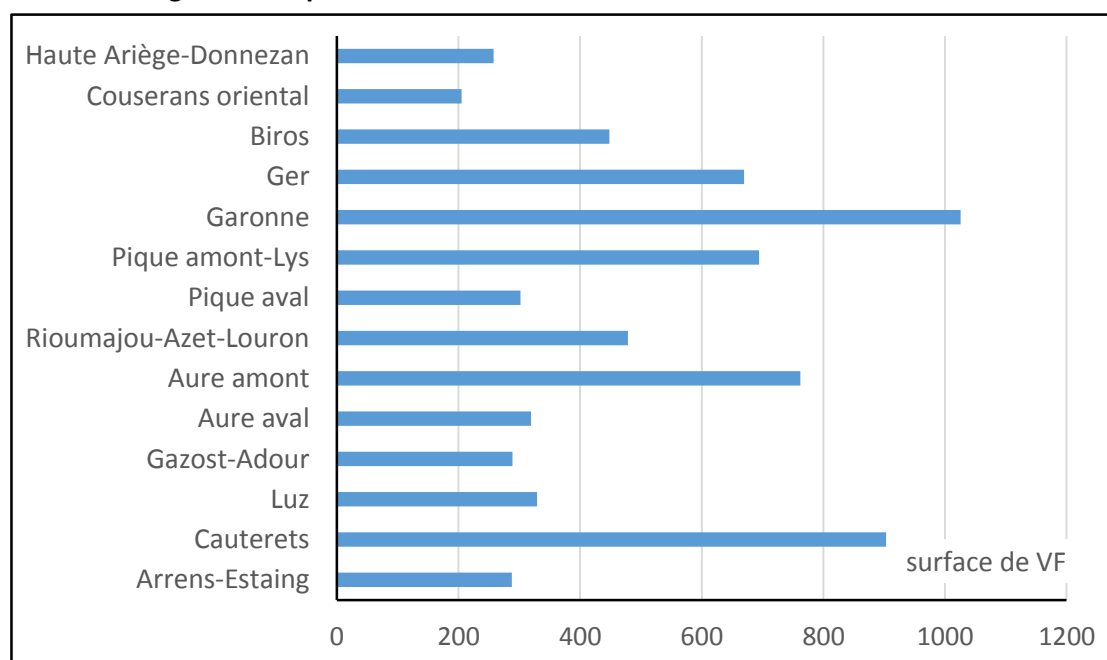


Figure 23. Répartition des surfaces de vieilles forêts selon les vallées.



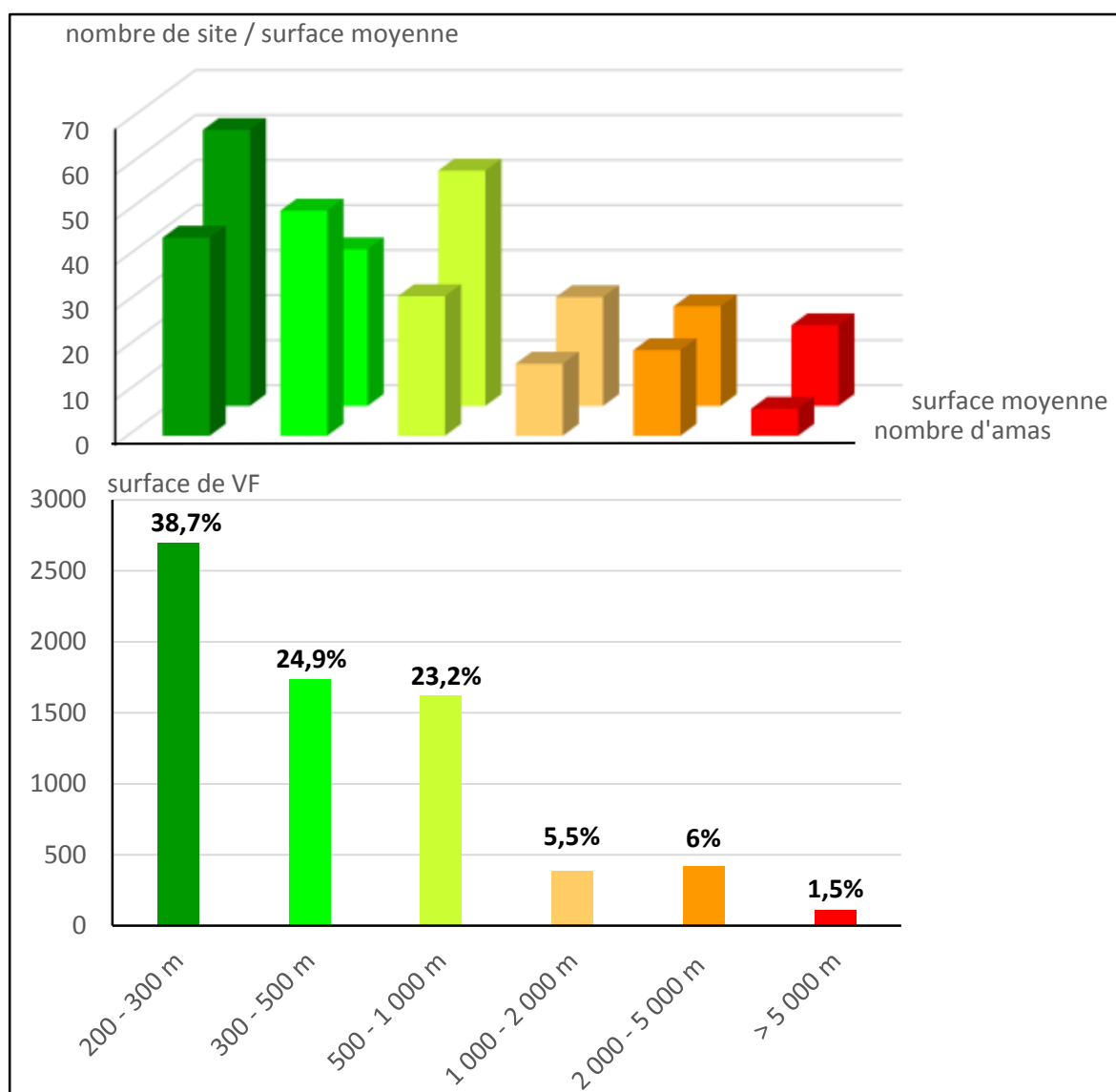
Sapin chandelier du bois d'Agnouède (Commune de Sazos, Forêt syndicale de la Vallée du Barèges)

A 1,30 m de hauteur, l'ensemble des troncs agrégés mesure environ 10 m de circonférence

**Sapinière à très forte maturité, sans trace d'exploitation,
installée sur chaos de gros blocs granitiques**



Figure 24. Nombre de sites, surface et surface moyenne de vieille forêt selon la distance entre les sites.



Sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée (Bois de Mont Caubech, FC de Fos, 31)

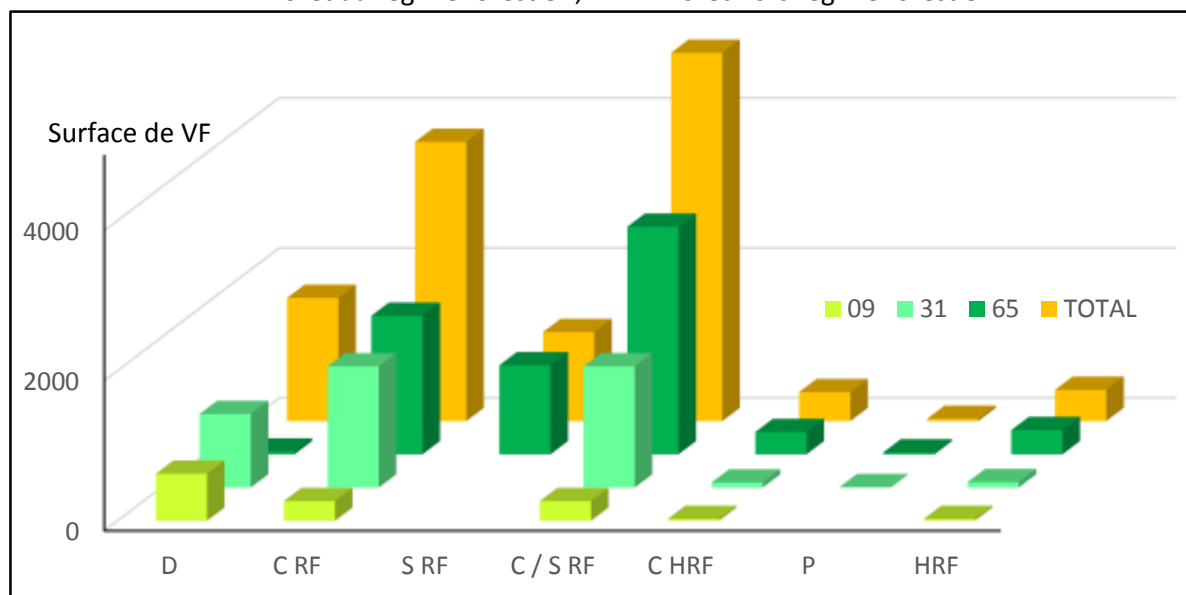


3.2.2.2. DISTRIBUTION SELON LA PROPRIETE

Les vieilles forêts restent très mal réparties selon la propriété (Figure 25). Elles sont très largement présentes dans les forêts bénéficiant du régime forestier (près de 95%), en particulier en forêt communale (70%), même si les sites domaniaux sont assez bien représentés en Haute-Garonne et en Ariège.

Figure 25. Répartition des surfaces de vieilles forêts selon la propriété forestière.

D = Forêt Domaniale ; C : Forêt Communale ; S : Forêt Syndicale ; P = Forêt privée
RF : forêt au régime forestier ; H RF = forêt hors régime forestier



Pineraie à crochets du lac d'Aumar (massif du Néouvielle, FC de Vieille-Aure)

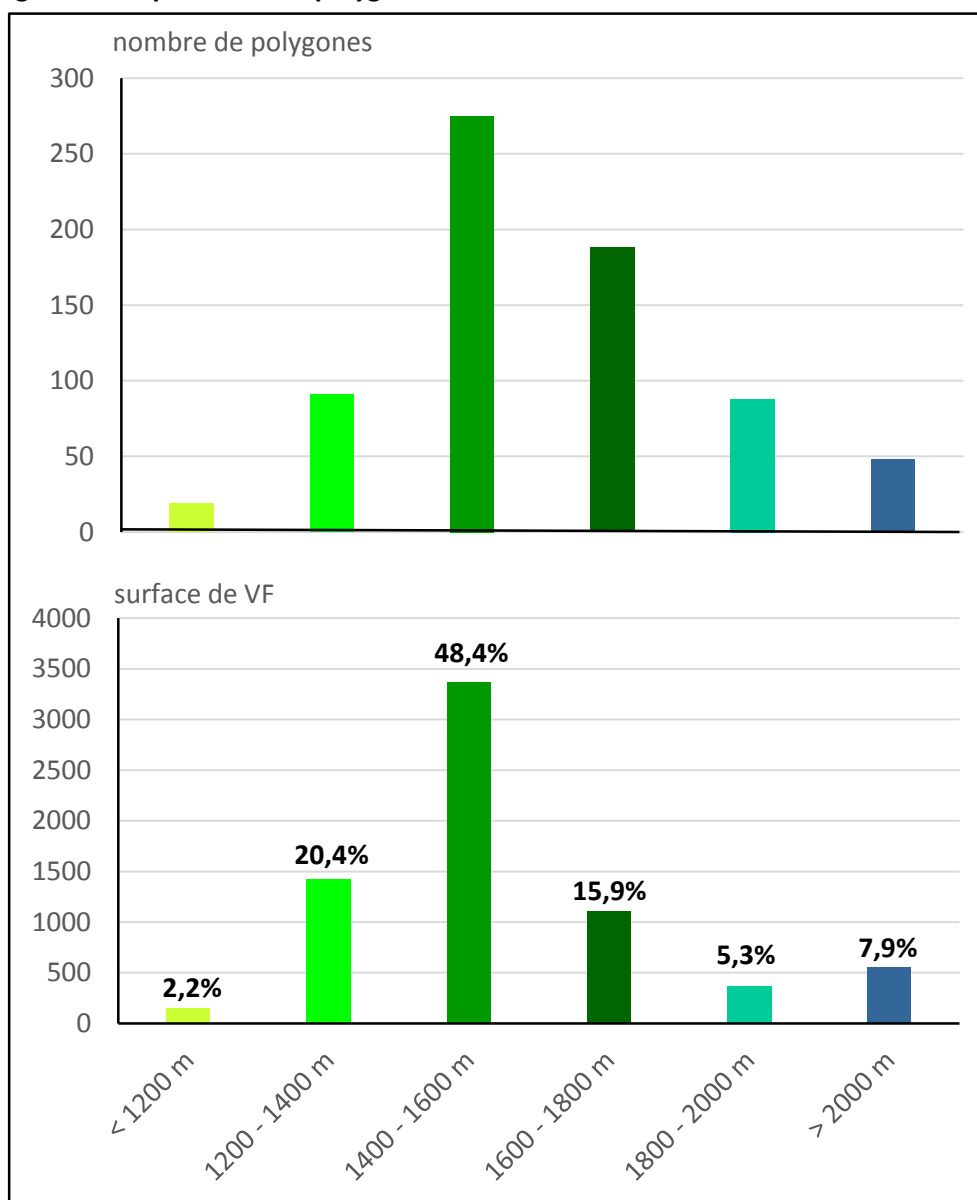
Pineraie à forte ou très forte maturité, sans trace d'exploitation



3.2.2.3. DISTRIBUTION DANS LES PAYSAGES

Les vieilles forêts sont aussi très mal distribuées sur le gradient altitudinal (Figure 26). Près de 40% de la surface se situe entre 1400 et 1600 m d'altitude et près de 85% entre 1200 et 1600 m. Au-delà de 2000 m, la surface est assez importante, mais cela correspond à des boisements lâches de pin sur de vastes surfaces, principalement dans le Néouvielle et la vallée du Marcadau.

Figure 26. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt selon l'altitude.



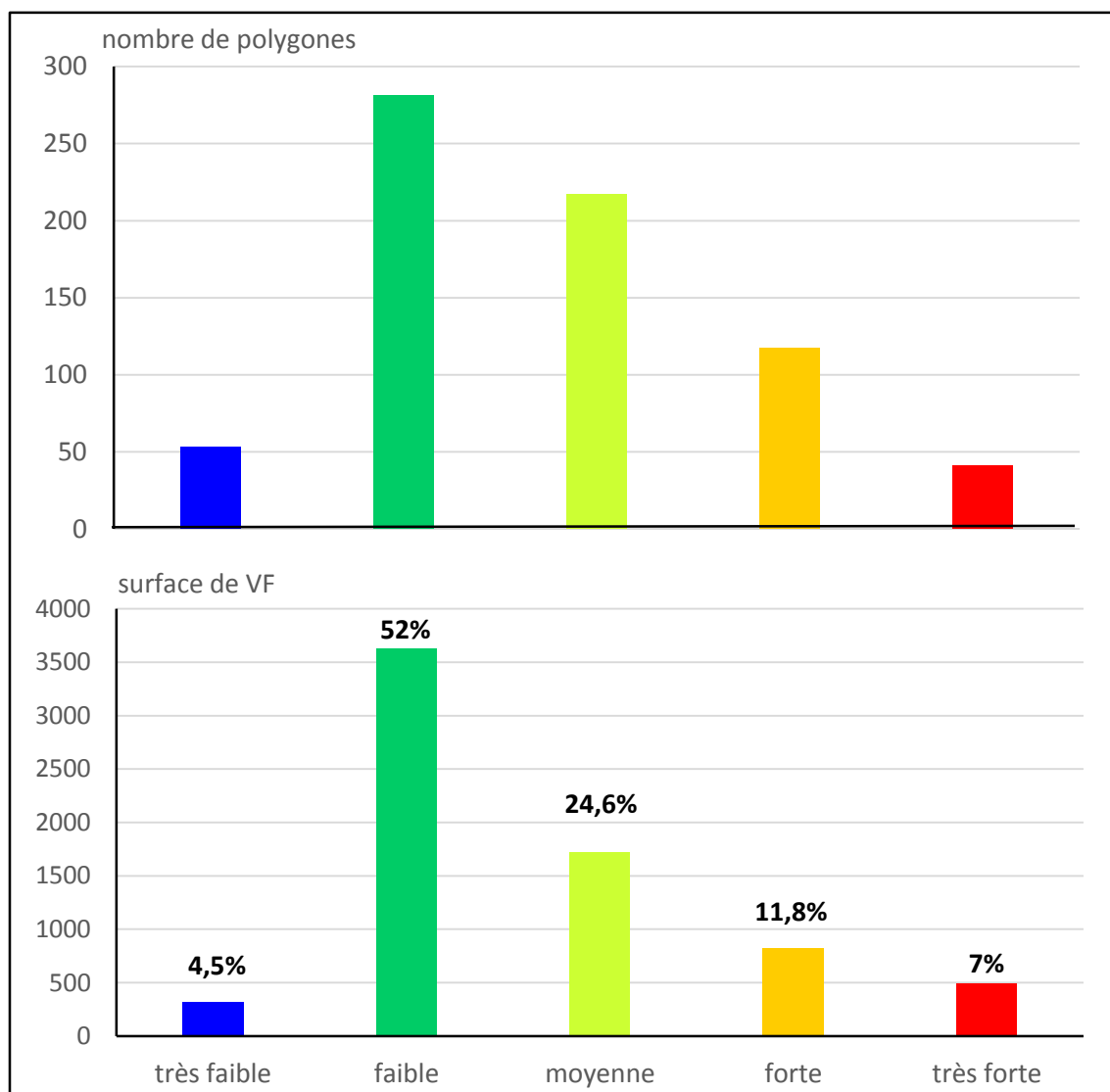
Les vieilles forêts occupent surtout des versants frais (exposition nord-ouest à nord-est), pour plus de 50 % de la surface totale, alors qu'elles sont peu représentées en versant chaud (moins de 10% de la surface). Les expositions est et ouest sont représentées de façon équivalente (environ 20% de la surface pour chacune).

Il en découle des niveaux de radiation solaire moyenne plutôt faibles dans l'ensemble. A une latitude donnée, la radiation solaire tient compte de l'exposition, de la pente du versant et de l'ombre portée de ce versant. La radiation solaire moyenne correspond à la moyenne de l'énergie, en kWh.m⁻².an⁻¹ (1 kWh = 3600 kJ), reçue sur l'ensemble de la surface d'un polygone. Pour plus de lisibilité, le gradient de radiation moyenne obtenu sur l'ensemble des polygones de vieille forêt a été découpé en 5 classes d'égale amplitude :

- radiation solaire très faible : 180 à 295 kWh.m⁻².an⁻¹
- radiation solaire faible : 295 à 400 kWh.m⁻².an⁻¹
- radiation solaire moyenne : 400 à 510 kWh.m⁻².an⁻¹
- radiation solaire forte : 510 à 610 kWh.m⁻².an⁻¹
- radiation solaire très forte : 610 à 720 kWh.m⁻².an⁻¹

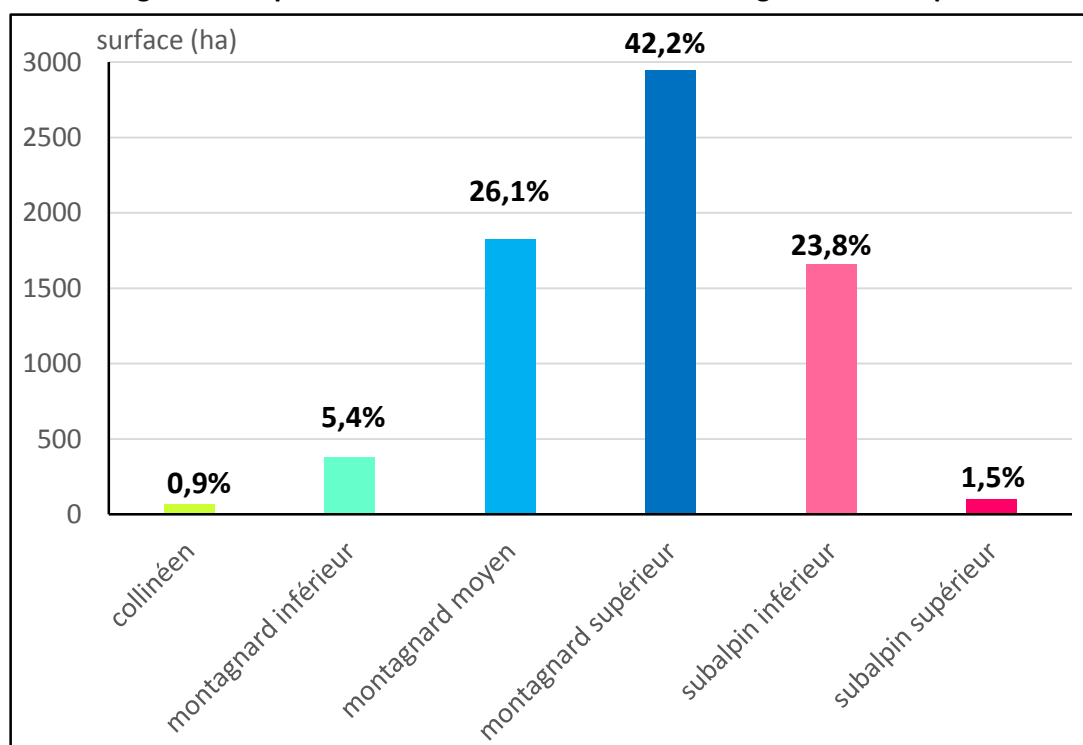
On constate que plus de la moitié de la surface de vieille forêt est classée dans la catégorie « radiation solaire faible » (Figure 27).

Figure 27. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt selon la radiation solaire moyenne



Ces distributions sont confirmées par la répartition selon les étages bioclimatiques (Figure 28). Quasi absentes à l'étage collinéen, les vieilles forêts montrent une surface en augmentation régulière jusqu'à l'étage montagnard supérieur pour voir leur part se réduire ensuite jusqu'au subalpin supérieur. A eux seuls, les étages montagnard moyen, montagnard supérieur et subalpin inférieur totalisent près de 6 500 ha soit plus de 90% de la surface totale de vieilles forêts.

Figure 28. Répartition des vieilles forêts selon les étages bioclimatiques.

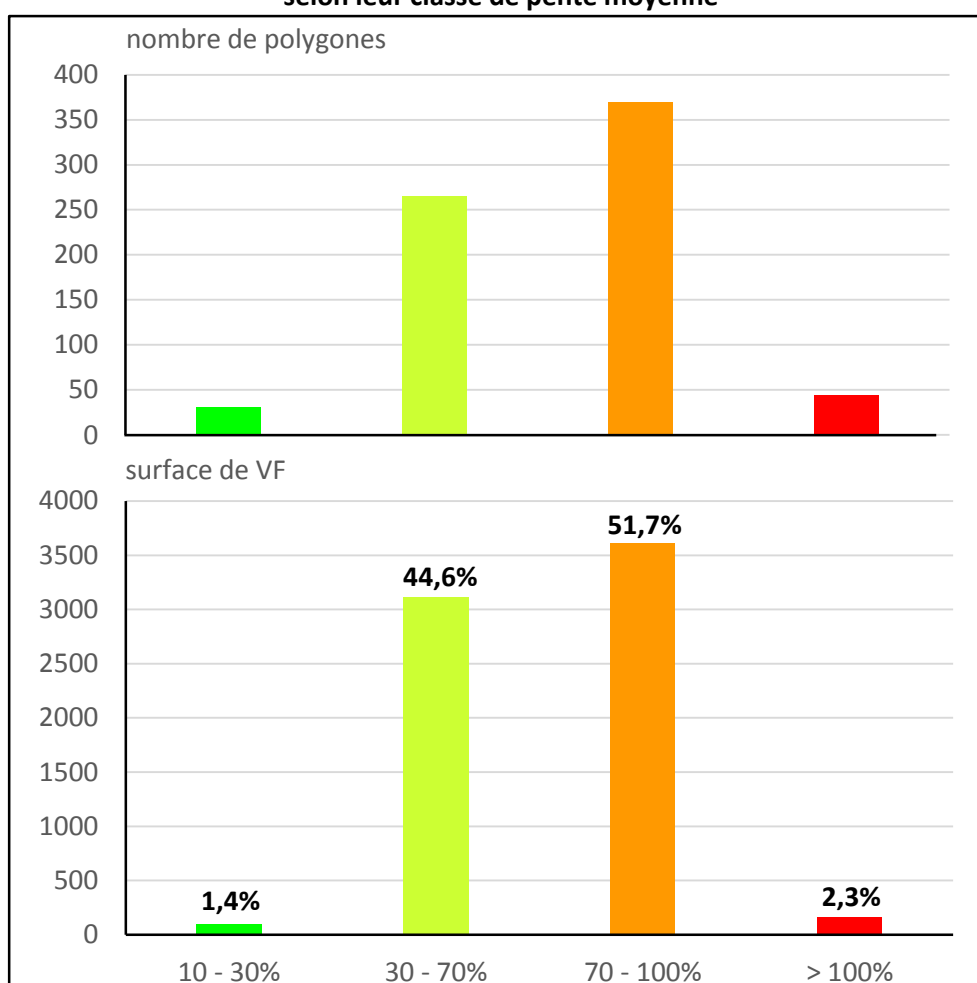


La répartition selon les classes de pente tend à être binaire (Figure 29). Un peu plus de la moitié de la surface des polygones de vieille forêt présente une pente moyenne supérieure à 70%, rendant les conditions d'exploitation délicates. Il faut aussi noter que 85% des sites présentent une pente maximale supérieure à 70% et 50% une pente maximale supérieure à 100%. Les pentes facilement mécanisables (inférieures à 30%) restent marginales.

Sapinière de Pouy Perat (FC de Loudenvielle) : sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée, sur très forte pente (supérieure à 120% dans la partie supérieure de l'image)



Figure 29. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt selon leur classe de pente moyenne



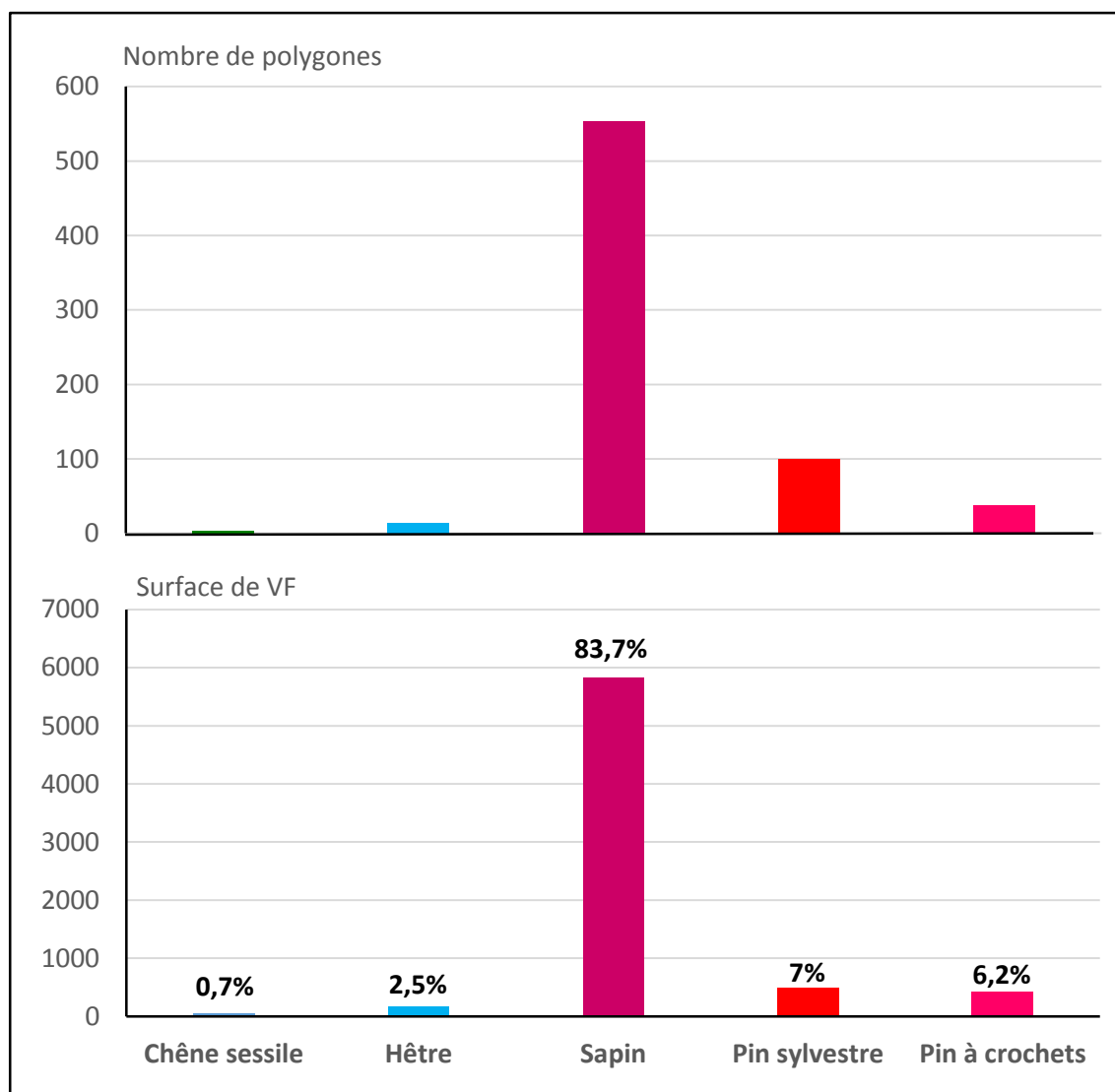
**Bois de Bassioussès (FC de Bordères-Louron)
sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée**



3.2.2.4. DISTRIBUTION SELON L'ESSENCE DOMINANTE

Plus de 80 % des vieilles forêts des Pyrénées de Midi-Pyrénées sont dominées par le sapin pectiné (Figure 30). A l'inverse, les vieilles forêts dominées par le hêtre ou le chêne sessile présentent des surfaces très faibles. Les vieilles forêts dominées par les pins, pin sylvestre et pin à crochets, occupent plus de 900 ha, mais il s'agit le plus souvent de boisements lâches voir très clairs d'altitude, au-delà de 1600 m et jusqu'à 2470 m.

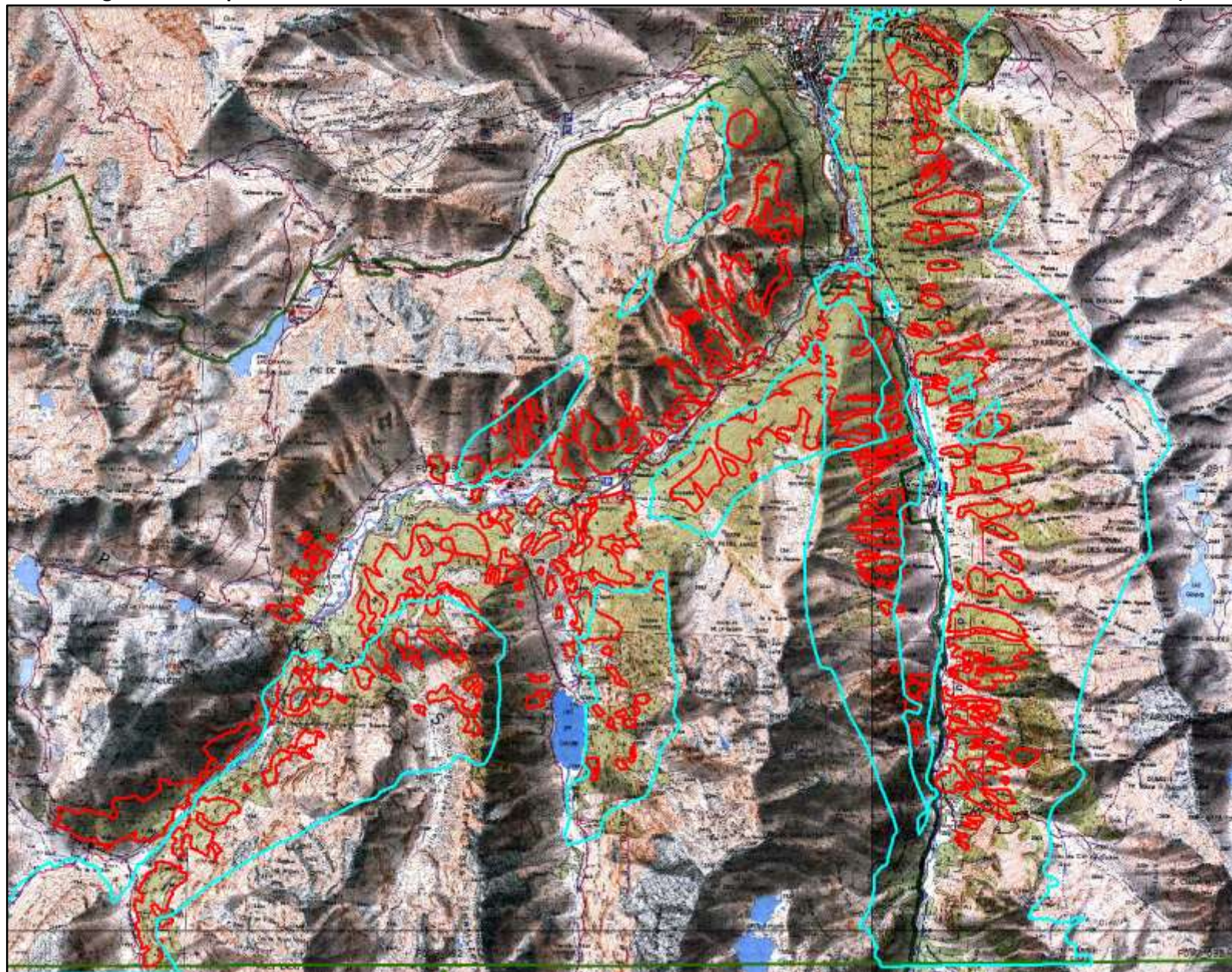
Figure 30. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt selon l'essence dominante.



3.2.2.5. COMPARAISON DE LA CARTE DES VIEILLES FORETS AVEC CELLE DES FORETS ANCIENNES

La comparaison de la carte des vieilles forêts et de celle des forêts anciennes reportées sur les minutes des cartes d'Etat-major des années 1850 fournit des informations parfois confuses. Les interprétations de l'occupation du sol semblent diverger selon les auteurs ou les dates de levées. Le secteur de Pont d'Espagne à Cauterets illustre bien cela (la dalle minute 251NO qui le cartographie est jugée de faible qualité : hachures représentant le relief masquant l'information et couleurs fades rendant difficile l'interprétation lors de la digitalisation, des erreurs de levée ou de report sur carte d'Etat-major très probables ; Figure 31).

Figure 31. Comparaison des contours des forêts anciennes et de ceux des vieilles forêts. Cas du secteur de Cauterets (Val de Jéret, Gaube, Marcadau)



Légende :

- . en bleu : les polygones de forêts répertoriés sur la carte de l'Etat-Major 251NO de 1850
- . en rouge : les polygones de vieille forêt
- . le fond cartographique correspond au SCAN25 de l'IGN

Le versant est du Val de Jéret (sous la crête Péguère – Auribareille) est estimé non forestier en 1850. Cela n'est pas aberrant puisque ces peuplements étaient décrits par les forestiers de l'époque comme clairs et que, même aujourd'hui, le versant est colonisé par quelques boisements dispersés et clairsemés de pins sylvestres très âgés, même si les parties basses occupées par le sapin sont tout de même assez denses. De la même façon, les versants nord et nord-ouest de la Côte de Gaube et du Massif de Gaube, aujourd'hui largement dominés par des peuplements de vieille forêt, n'étaient pas considérés boisés en 1850, ce qui paraît tout de même difficilement imaginable vu la grande maturité des peuplements actuels. Sans doute les boisements y étaient-ils plus clairs qu'aujourd'hui et parcourus par les troupeaux, mais les arbres devaient être présents et en assez grand nombre.

A l'opposé, les parties hautes des versants de la vallée de Lutour (jusqu'aux crêtes la séparant des vallées de Gaube et de Luz), du versant ouest de la vallée de Gaube et du versant nord-ouest de la vallée du Marcadau, situées au-dessus des peuplements de vieille forêt, étaient considérées boisées en 1850 alors que ces zones sont aujourd'hui à peine colonisées par quelques pins de taille très modeste. Il est possible qu'une partie de ces secteurs aient effectivement été boisée au milieu du XIX^{ème} siècle car ils ont été parcourus à cette époque par de grands incendies : entre 1889 et 1899, 500 ha de forêt y ont été plus ou moins complètement détruits (Bartoli, communication personnelle, 2015). Un autre cas illustrant bien les effets dévastateur du feu est documenté dans cette vallée de Cauterets : un feu pastoral allumé dans un régime de foehn au versant sud du Cabaliros est venu détruire une belle sapinière de versant nord dans le canton supérieur de la FC d'Arcizans-Avant, 5 km plus au nord. Tous les secteurs des hautes vallées considérés comme boisés vers 1850 ne devaient cependant pas l'être vraiment : compte tenu de leur localisation dans des zones très pentues et rocheuses, il est peu probable qu'elles aient subi un déboisement entre 1850 et la fin du XX^{ème} siècle.

L'analyse brute de l'ensemble des cartes met cependant en évidence que 75% des polygones de vieille forêt étaient boisés, au moins en partie, en 1850. Il apparaît également qu'au moins 80% de la surface de vieille forêt étaient avec certitude déjà boisée au milieu du XIX^{ème} siècle.

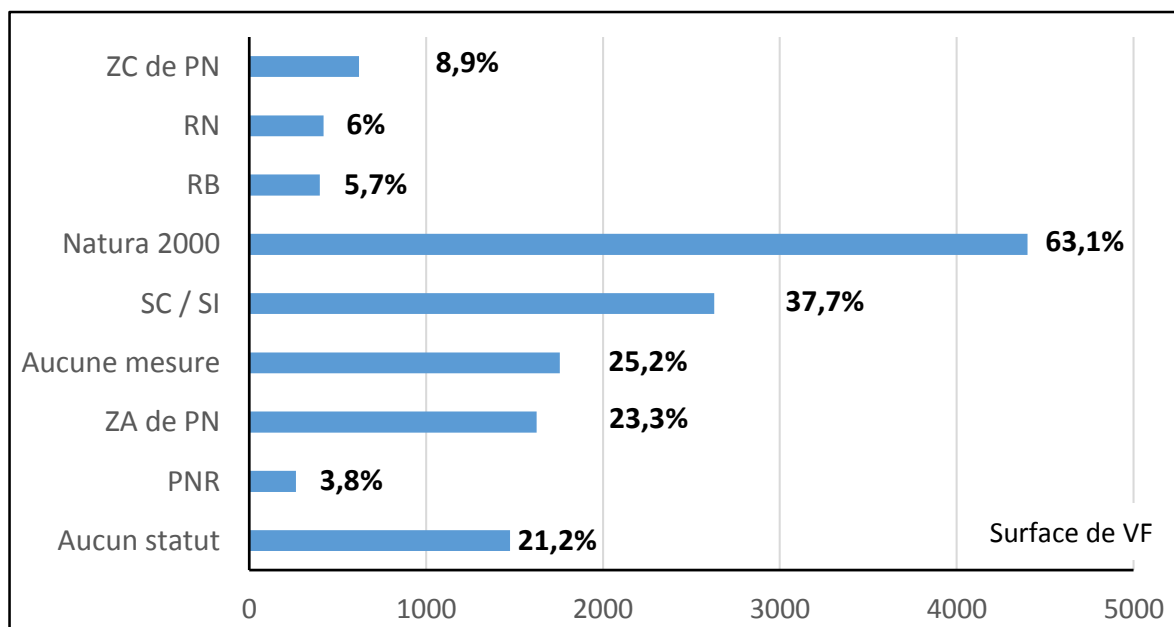
Une analyse critique des cartes des années 1850 tenant compte de toutes les réserves énoncées plus haut met en évidence que, globalement, tous les sites de vieilles forêts étaient déjà boisés à l'époque, ce qui est dans l'ordre des choses. Même les sites paraissant les plus récemment recolonisés par la forêt (comme le Bois du Courbet aux sources de l'Oussouet, le Bois de Gamal à Miglos, en Vicdessos, ou les boisements voisins de la cascade du Fouillet et de l'Etang de Guzet à Aulus-les-Bains) apparaissent boisés sur les cartes anciennes.

3.2.2.6. STATUT DES VIEILLES FORETS SELON LES DIFFERENTS ZONAGES

Près de 75% des vieilles forêts bénéficient d'au moins une mesure en faveur de leur préservation (Figure 32), 64% au titre de la préservation de la nature (Cœur de Parc National, Réserve Naturelle, Réserve Biologique, Site Natura 2000) et 38% au titre du paysage (Site classé, Site inscrit). On peut y ajouter les 173 ha d'un projet de RNR en cours de constitution. A noter qu'il n'existe aucune Réserve Biologique Intégrale dont puisse bénéficier un des sites inventoriés et que le projet en cours d'instruction dans les Hautes-Pyrénées ne couvre pas de site de vieille forêt.

Figure 32. Répartition des vieilles forêts selon leur statut.

PN : Parc National, ZC : zone cœur, ZA : zone d'adhésion
 RN : Réserve Naturelle, Nationale ou Régionale ; RB : Réserve Biologique
 SC : Site classé ; SI : Site inscrit ; PNR : Parc Naturel Régional



3.2.3. LES DIFFERENTES CARTOGRAPHIES REALISEES

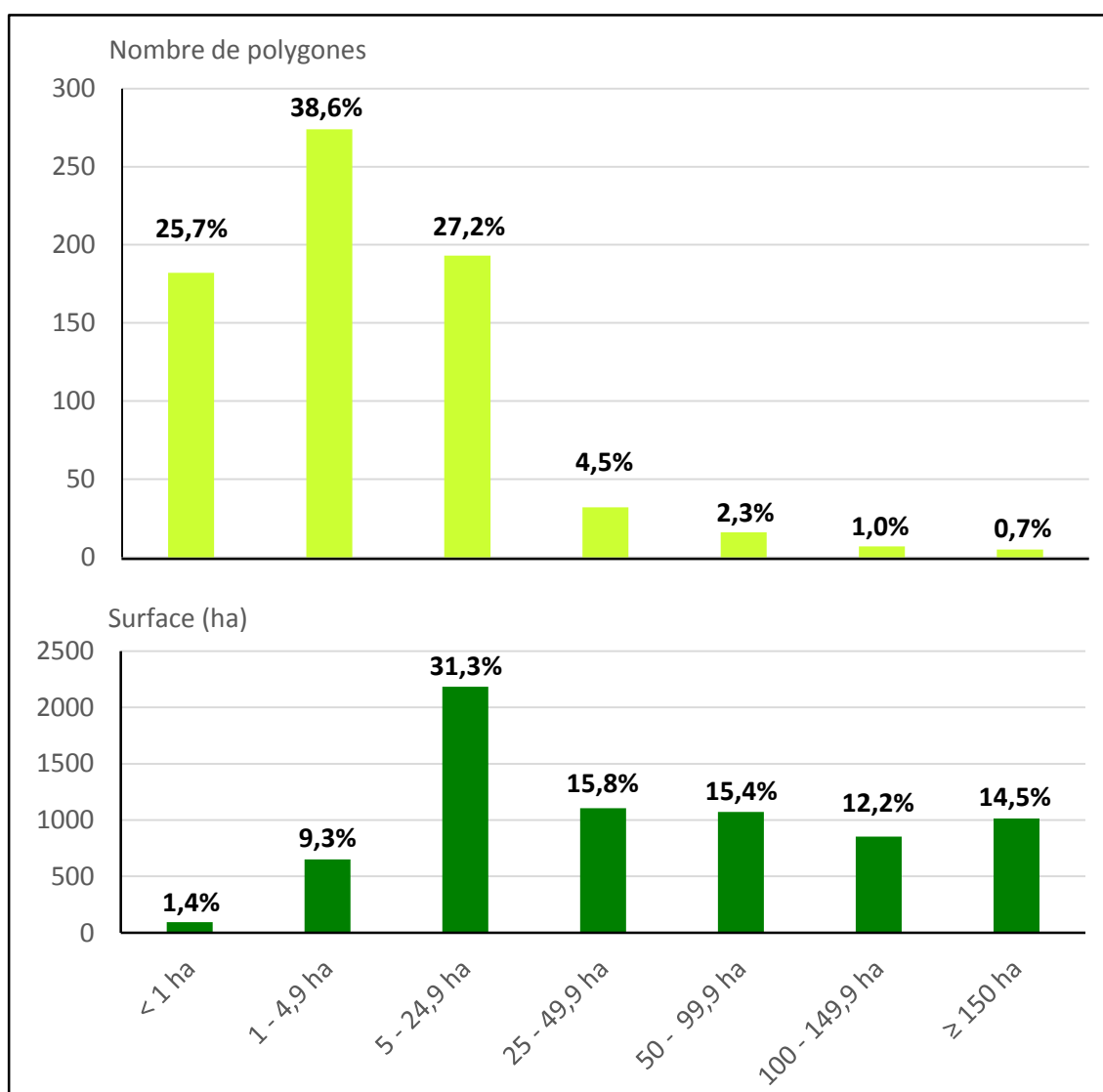
Quatre cartes des vieilles forêts et des forêts anciennes refuge d'espèces ont été établies. Elles correspondent à des niveaux de regroupement de peuplements de plus en plus fort :

- les **polygones**, représentant des surfaces continues de peuplements plus ou moins homogènes, sans trouée ou discontinuité importante ;
- les **sites**, regroupant un ou plusieurs polygones distants au plus de 200 m et homogènes par leurs caractéristiques morpho-paysagère et leur gestion passée. Les sites sont considérés comme les unités fonctionnelles homogènes de base ;
- les « **amas de sites à 200 m** », formés de un ou plusieurs sites distants au plus de 200 m les uns des autres, quels que soient leurs caractéristiques et leur gestion passée. Ces amas pourraient constituer des unités fonctionnelles complexes ;
- les « **amas de sites à 500 m** », regroupant un ou plusieurs « amas à 200 m » distants au plus de 500 m les uns des autres. En considérant les distances qui séparent certains polygones, ces amas ne peuvent pas être considérés comme des unités fonctionnelles pour certains groupes taxonomiques (faune peu mobile du sol et de la litière par exemple), mais pourraient encore l'être pour d'autres taxons (insectes mobiles, champignons, ...).

3.2.3.1. LES POLYGONES

La carte actuelle rassemble 709 polygones de 0,1 à 244 ha individuellement (Figure 33). La surface moyenne des polygones est d'environ 10 ha. Près de 65% des polygones ont une surface inférieure à 5 ha, mais ils ne représentent qu'un peu plus de 10% de la surface totale de vieilles forêts. A l'inverse, moins de 10% des polygones ont une surface supérieure à 25 ha, mais ils totalisent près de 60% de la surface totale.

Figure 33. Répartition du nombre et de la surface des polygones de vieille forêt en fonction de leur classe de taille

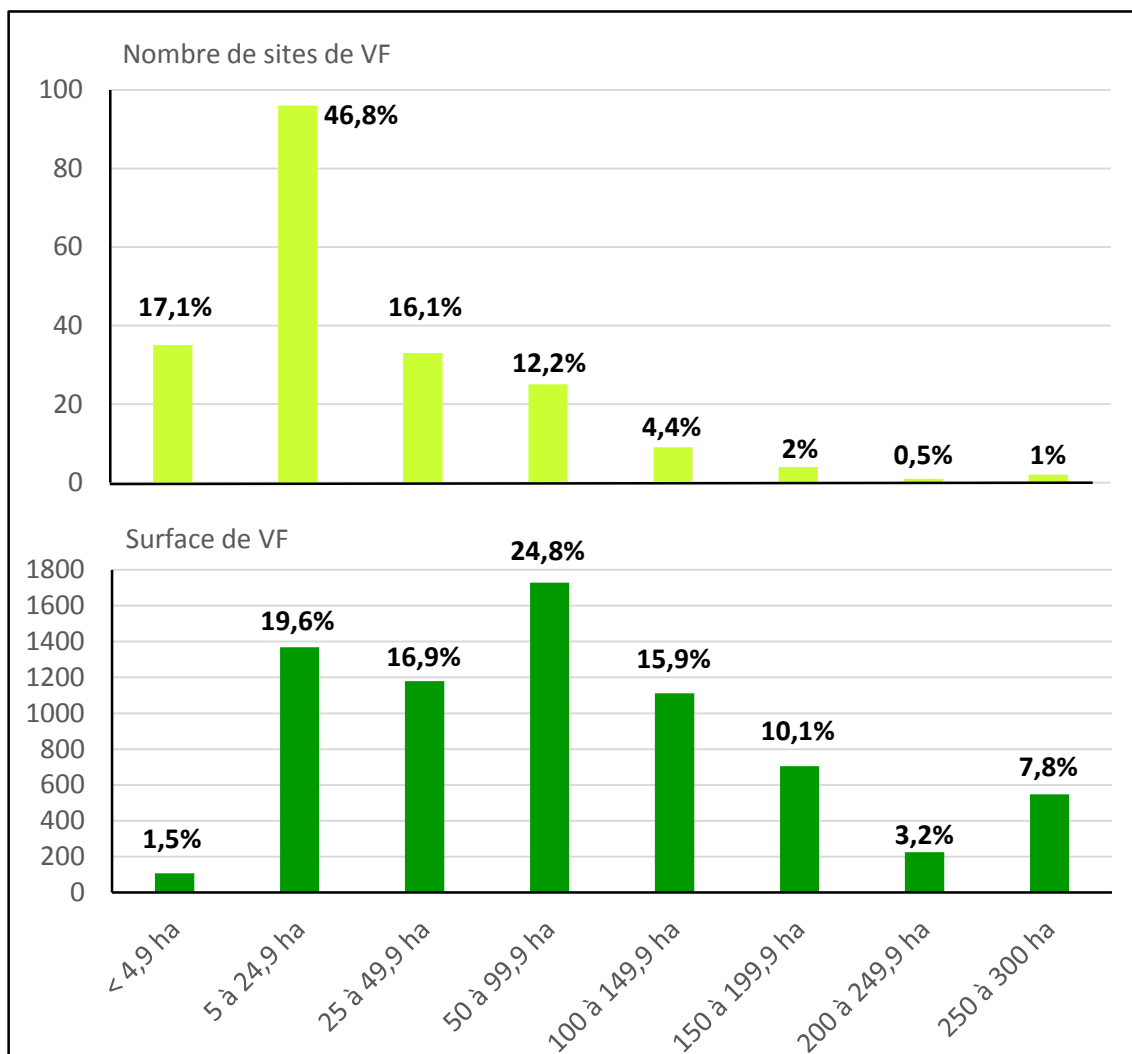


Les 39 champs de la table attributaire de la carte des polygones sont détaillés en annexe 2.

3.2.3.2. LES SITES

On recense 205 sites de surface individuelle variant entre 0,7 et 287 ha (Figure 34). Près de 65% des sites ont une surface inférieure à 25 ha, mais ils ne représentent qu'un peu plus de 20% de la surface totale de vieilles forêts. A l'inverse, moins de 10% des polygones ont une surface supérieure à 100 ha, mais ils totalisent près de 40% de la surface totale.

Figure 34. Répartition du nombre et de la surface des sites de vieille forêt en fonction de leur classe de taille

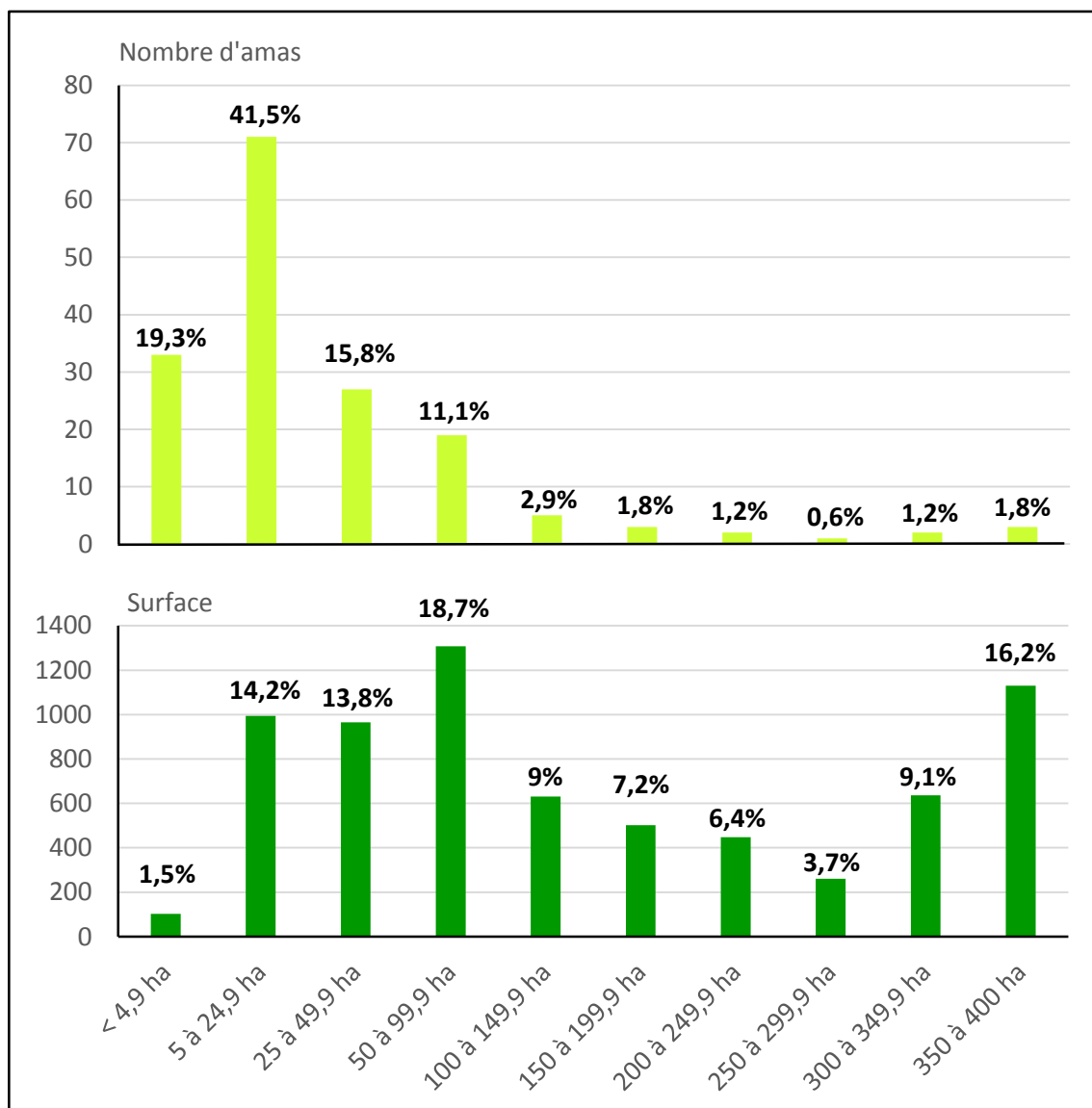


La table attributaire de la carte des sites renseigne les mêmes champs que la table attributaire de la carte des polygones, auxquels s'ajoutent ceux qui sont détaillés en annexe 3.

3.2.3.3. LES AMAS DE SITES A 200 M

Il existe 166 « amas de sites à 200 m » de surface individuelle comprise entre 0,7 et 378 ha (Figure 35). Plus de 60% des amas ont une surface inférieure à 25 ha, mais ils représentent à peine plus de 15% de la surface totale de vieilles forêts. A l'inverse, moins de 10% des amas ont une surface supérieure à 100 ha, mais ils totalisent plus de 50% de la surface totale.

Figure 35. Répartition du nombre et de la surface des « amas à 200 m » de sites de vieille forêt en fonction de leur classe de taille

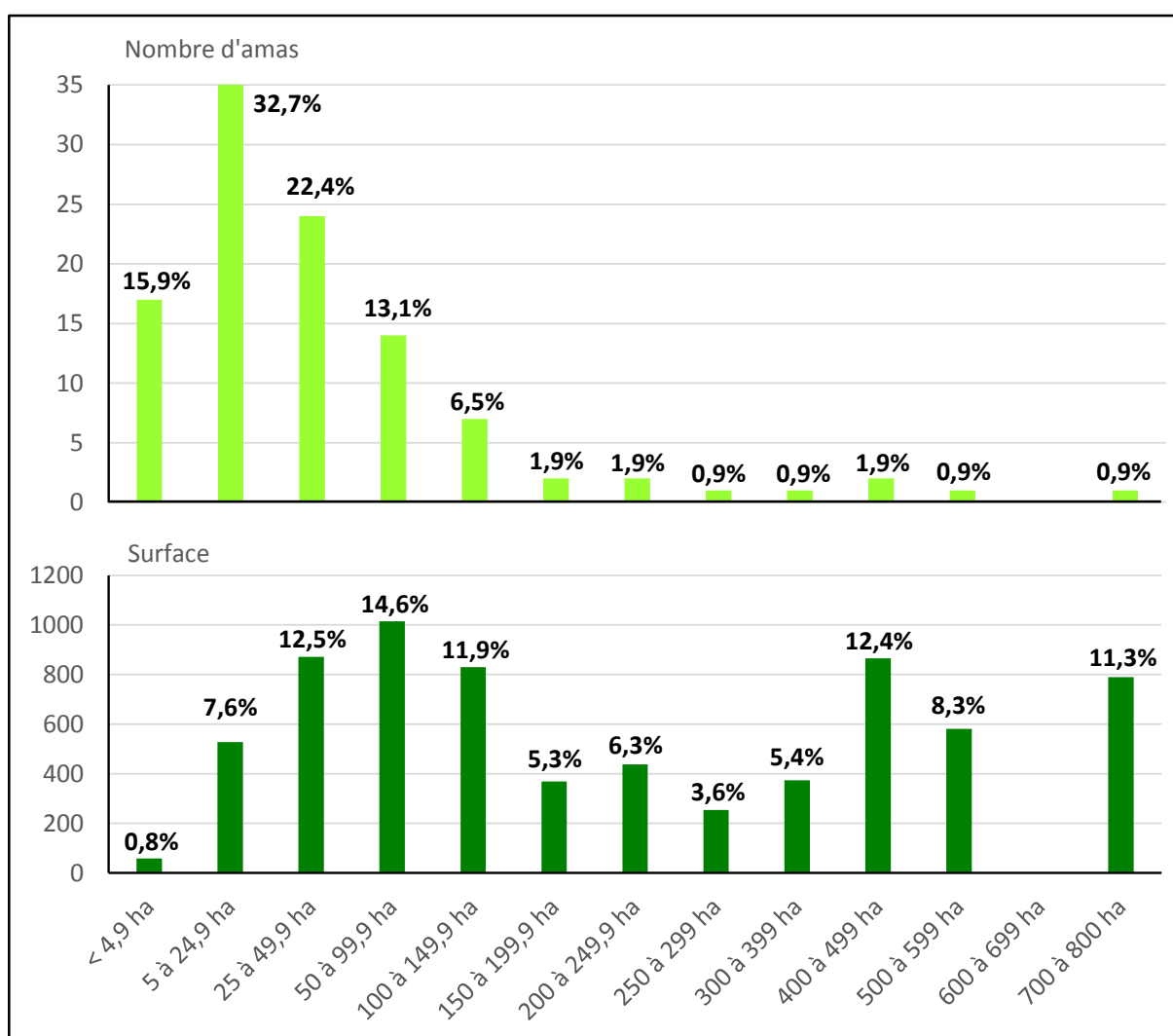


La table attributaire de la carte des « amas à 200 m » renseigne les mêmes champs que la table attributaire de la carte des polygones.

3.2.3.4. LES AMAS DE SITES A 500 M

La carte rassemble 107 « amas de sites à 500 m » totalisant chacun de 1,2 à 790 ha (Figure 36). Plus de 70% des amas ont une surface inférieure à 50 ha, mais ils représentent à peine plus de 20% de la surface totale de vieilles forêts. A l'inverse, moins de 10% des amas ont une surface supérieure à 200 ha, mais ils totalisent près de 50% de la surface totale.

Figure 36. Répartition du nombre et de la surface des « amas à 500 m » de sites de vieille forêt en fonction de leur classe de taille



La table attributaire de la carte des « amas à 500 m » renseigne les mêmes champs que la table attributaire de la carte des polygones.

Sapinière à très forte maturité, anciennement exploitée (Val de Jéret, FS de Saint-Savin, Cauterets)



**Pineraie de pin sylvestre à très forte maturité, sans trace d'exploitation
(Coste Ardoune, Lac de Gaube - FS de Saint-Savin, Cauterets)**



4. SYNTHÈSE, RECOMMANDATIONS ET CONCLUSION

L'ensemble des sites de vieille forêt cartographiés représente un peu plus de 7 000 ha, soit à peine plus de 2% de la surface boisée des Pyrénées de Midi-Pyrénées. Dans le cadre d'une stratégie de conservation à long terme de la biodiversité forestière, il faut veiller à la représentativité des conditions écologiques des peuplements (en couvrant notamment l'ensemble du gradient des conditions écologiques : étages bioclimatiques, stations, types d'habitats forestiers, etc. ; Rodrigues et al., 2004) et à leur répartition sur l'ensemble du territoire, d'ouest en est. Au vu de la distribution actuelle des vieilles forêts dans les Pyrénées de Midi-Pyrénées (Figure 21), la totalité des sites mérite une attention particulière de la part des pouvoirs publics. Afin de conserver les communautés d'organismes à écologie spécifique, il nous paraît primordial de considérer que toutes ces taches de vieille forêt constituent potentiellement des sites majeurs de la trame forestière pyrénéenne (cœurs de biodiversité et éléments de corridor écologique). Elles présentent toutes un enjeu de conservation de la biodiversité représentative des forêts de montagne des Pyrénées centrales, même si la typicité et le niveau d'intégrité des communautés qu'elles hébergent n'ont pas été vérifiés directement pour l'ensemble d'entre-elles. Müller et al (2012), par exemple, montrent bien, pour les coléoptères saproxyliques des hêtraies, à quel point les sites peuvent être complémentaires dans la contribution à la diversité taxonomique totale, à l'échelle de l'aire naturelle du hêtre.

La quantité et la qualité des habitats, tout comme l'arrangement spatial des sites, sont des éléments déterminants pour la persistance des populations (Hodgson et al, 2009 ; Farhig, 2013 ; Hanski, 2015). La position géographique des sites et les distances qui les séparent (voir, Figure 37, les distances en km, lorsqu'elles sont supérieures à 1000 m), souvent de l'ordre de plusieurs km dans les parties inférieures et moyennes des vallées, témoignent du relatif isolement des vieilles forêts, au moins au regard des espèces à faible capacité de dispersion. Cet isolement peut être encore accentué par la présence de barrières potentielles à la dispersion de certains taxons, par exemple une crête élevée ou des espaces non forestiers. Ceci plaide en faveur la prise en compte de tous les sites, y compris les petits sites isolés, pour leur rôle potentiel dans la connectivité entre les vieilles forêts, même s'ils sont théoriquement moins favorables à la conservation des espèces, en raison, entre autres, de leur plus grande vulnérabilité à des extinctions stochastiques.

Compte tenu du manque de connaissances actuelles sur les capacités de dispersion des espèces associées aux vieilles forêts, sur les rôles des espaces intercalaires et sur la relation entre la surface d'un site et sa capacité d'accueil, il est prématuré de proposer un véritable réseau de sites permettant de conserver les espèces caractéristiques des vieilles forêts. Toutes ces incertitudes ne permettent pas en particulier de répondre à des questions fondamentales comme :

- quelle est la surface minimale d'un boisement en libre évolution qui lui assurerait d'exercer toutes ses fonctionnalités, ou au moins l'accueil de tous les groupes taxonomiques liés au bois mort et aux arbres sénescents, à des niveaux de population peu sensibles à des extinctions stochastiques ? On sait néanmoins que la diversité du bois mort est un facteur clé pour la diversité des Coléoptères saproxyliques (voir par exemple Bouget et al. 2014) et que la probabilité d'assurer à long terme la disponibilité en tous types de bois mort n'est très forte qu'au-delà de 2 ha d'un seul tenant. On sait également que la diversité des dendro micro habitats n'est assurée, en hêtraie-sapinière, que par des ensembles de plus de 20 ha de peuplement subnaturels (Larrieu et al., 2014) et que, si peu d'espèces sont exclusives, bon nombre d'espèces sont préférentiellement associées à un type particulier de dendro micro habitat (Larrieu, 2014) ;

- quelle est la distance maximale entre ces boisements qui permettrait de maintenir la connectivité pour l'ensemble des taxons hébergés par les vieilles forêts ?
- quel rôle peut jouer la matrice cultivée intercalaire dans le maintien des populations des taxons liés aux vieilles forêts ? On sait que certaines espèces ont des capacités de dispersion très faibles, de l'ordre de quelques centaines de mètres (Goux, 2011 ; Chiari et al, 2013) et que la mise en connexion nécessite pour elle une amélioration de la qualité de la matrice, par le biais, par exemple, de la mise en place d'îlots de sénescence et de la conservation d'arbres habitats (Vandekerckhove et al., 2013).

Des études ultérieures ciblées sur ces questions permettraient de fournir des éléments de réflexion pour la constitution d'un réseau de conservation pertinent à large échelle. L'UMR DYNAFOR, en collaboration avec des partenaires scientifiques et socioprofessionnels, souhaite investiguer ces questions dans les années à venir pour au moins quelques taxons ciblés du cortège saproxylique (champignons et coléoptères notamment), en explorant les possibilités des données satellitaires pour permettre de couvrir efficacement une large zone géographique.

L'analyse cartographique des vieilles forêts (Figure 21) fait néanmoins ressortir deux grands types de distribution des sites dans le paysage, qui suscitent deux axes de réflexion :

- des secteurs à forte densité de sites de surface unitaire souvent assez importante, en général localisés dans les parties supérieures des vallées, formant ainsi de grands ensembles qui balaient un fort gradient altitudinal (exemples des hautes vallées d'Arrens, de Cauterets, de la Pique et du Lys, de la Garonne, du Ger, du Ribérot, ...). Ces ensembles pourraient constituer des cœurs de biodiversité de la sous-trame forestière. Cela nécessite de confirmer cette hypothèse par des travaux complémentaires qui permettraient notamment de préciser le seuil de surface minimum pour considérer un site comme suffisamment grand pour « bien fonctionner » ;
- des secteurs abritant seulement quelques sites, souvent de faible surface unitaire, dispersés le long des parties inférieures et moyennes des vallées (exemples des vallées d'Estaing, de Luz, d'Aure en aval de Saint-Lary-Soulan, de la Pique en aval de Bagnères-de-Luchon, ...). Les distances observées entre sites les plus proches, souvent plusieurs kilomètres à vol d'oiseaux, incitent à penser qu'ils sont isolés les uns des autres, notamment au regard des capacités de dispersion connues pour quelques espèces de Coléoptères saproxyliques parmi les moins mobiles (Drag et al, 2011 ; Chiari et al, 2013 ; Zauli et al, 2014). Cependant, nous ne sommes pas en mesure de définir le statut de ces sites dans le maintien des populations à l'échelle du paysage. Même s'ils s'avèrent trop petits (cf. point précédent), ils peuvent néanmoins jouer un rôle dans le maintien d'une certaine connectivité du paysage, en tant que « pas japonais ». Cette hypothèse nécessite des investigations complémentaires, en particulier sur les capacités de dispersion des espèces associées aux vieilles forêts et la structuration spatiale de leurs populations.

Compte tenu des différences de distribution des sites de vieille forêt dans les paysages, des fortes disparités dans leur surface et de la variabilité de leur niveau de maturité, nous les avons classés en deux grandes catégories :

- les « **massifs** », représentant les vieilles forêts d'intérêt majeur, constitués le plus souvent de plusieurs sites, comportant une majorité de peuplements à forte ou très forte maturité, les moins exploités par le passé, plus ou moins jointifs sur le plan territorial. Afin d'améliorer la lisibilité de la carte, les boisements constituant un même massif ont été réunis dans un seul polygone (correspond à la « surface totale » dans le Tableau 15) qui comporte donc aussi des boisements non matures intercalés entre les peuplements de vieille forêt ;

- les « **îlots** », formés en général d'un seul site de plus faible surface, constitués de peuplements le plus souvent à plus faible niveau de maturité et présentant des traces d'exploitation plus ou moins récentes, presque toujours fortement isolés géographiquement. Là encore, afin d'améliorer la lisibilité de la carte, le contour des boisements concernés a été retouché pour s'appuyer sur des limites plus tranchées (barre rocheuse, ravin, couloir d'avalanche, limite de peuplement forestier, ...). Dans le cas d'îlots constitué de plusieurs sites ou éclatés en plusieurs boisements disjoints, tous les éléments constitutifs ont été réunis dans un seul polygone (correspond à la « surface totale » dans le Tableau 16Tableau 15) qui comporte donc aussi des boisements non matures intercalés entre les peuplements de vieille forêt.

La localisation des massifs et des îlots de vieille forêt apparaît sur la Figure 37. Les 53 champs de la table attributaire de la carte sont détaillés en annexe 4.

Parmi les 207 sites cartographiés, 20 ensembles majeurs (« massifs de vieille forêt ») se dégagent par leur taille et leurs caractéristiques. Ils se répartissent de la manière suivante, d'ouest en est, selon les grandes vallées des Pyrénées de Midi-Pyrénées (leurs caractéristiques et leur répartition par propriété sont détaillés dans le Tableau 15) :

Vallée d'Arrens :

- **Haute Vallée d'Arrens** : toutes les zones forestières communales (FC d'Arrens-Marsous) en amont du barrage du Tech, non exploitées depuis plusieurs dizaines d'années et d'exploitabilité très limitée, complétées de boisements pionniers, de falaises, d'éboulis, de couloirs d'avalanches ; ce territoire s'inscrit dans la Zone d'adhésion du Parc National des Pyrénées ;

Vallée d'Estaing : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur ;

Vallée de Cauterets :

- **Gorges de Cauterets** : toutes les zones forestières communales en rive droite du gave, entre le Pic de Soulom et les granges d'Hourmignous (FS de la Vallée de Saint-Savin), inexploitées et d'exploitabilité quasi nulle, complétées de boisements pionniers d'altitude, de falaises et de couloirs d'avalanche ; ce secteur est situé dans la Zone d'adhésion du Parc National des Pyrénées ;
- **Haute Vallée de Cauterets** : toutes les zones forestières domaniales et communales des vallées du Marcadau, des Oulettes de Gaube et du Lutour, en amont de Cauterets (FD de l'Ayré et du Lisey, FD de Pégère, FS de la Vallée de Saint-Savin), avec une exploitabilité faible à très faible ; ensemble comprenant des types forestiers très diversifiés accompagnés de boisements pionniers, de zones rocheuses, d'éboulis, de couloirs d'avalanches, ... ; à l'exception des rives droite du Gave de Lutour et du Gave de Cauterets en aval de La Raillère, ce vaste ensemble fait partie de la Zone cœur du Parc National des Pyrénées ;

Vallée de Luz-Saint-Sauveur :

- **Sapinière de Barrada** : ensemble des zones forestières communales non exploitées du versant nord de la vallée du Barrada (FS de la Vallée du Barèges), avec des contraintes d'exploitation fortes à très fortes, complétées par des boisements pionniers, des falaises et des couloirs d'avalanche. Seule la partie orientale de la vallée est localisée en Zone cœur du Parc National des Pyrénées, la partie occidentale se situant dans la Zone d'adhésion ;

Vallée de Gazost :

- **Haute Vallée de Gazost** : zones forestières communales non exploitées en rive gauche de la vallée (FS de la Vallée de Castelloubon), complétées par des boisements pionniers sur quelques zones de déprise pastorale en voie de recolonisation ;

Figure 37. Localisation des massifs et des îlots de vieille forêt sur l'ouest des Hautes-Pyrénées (distances entre sites en km ; fond cartographique IGN 1/200 000°)

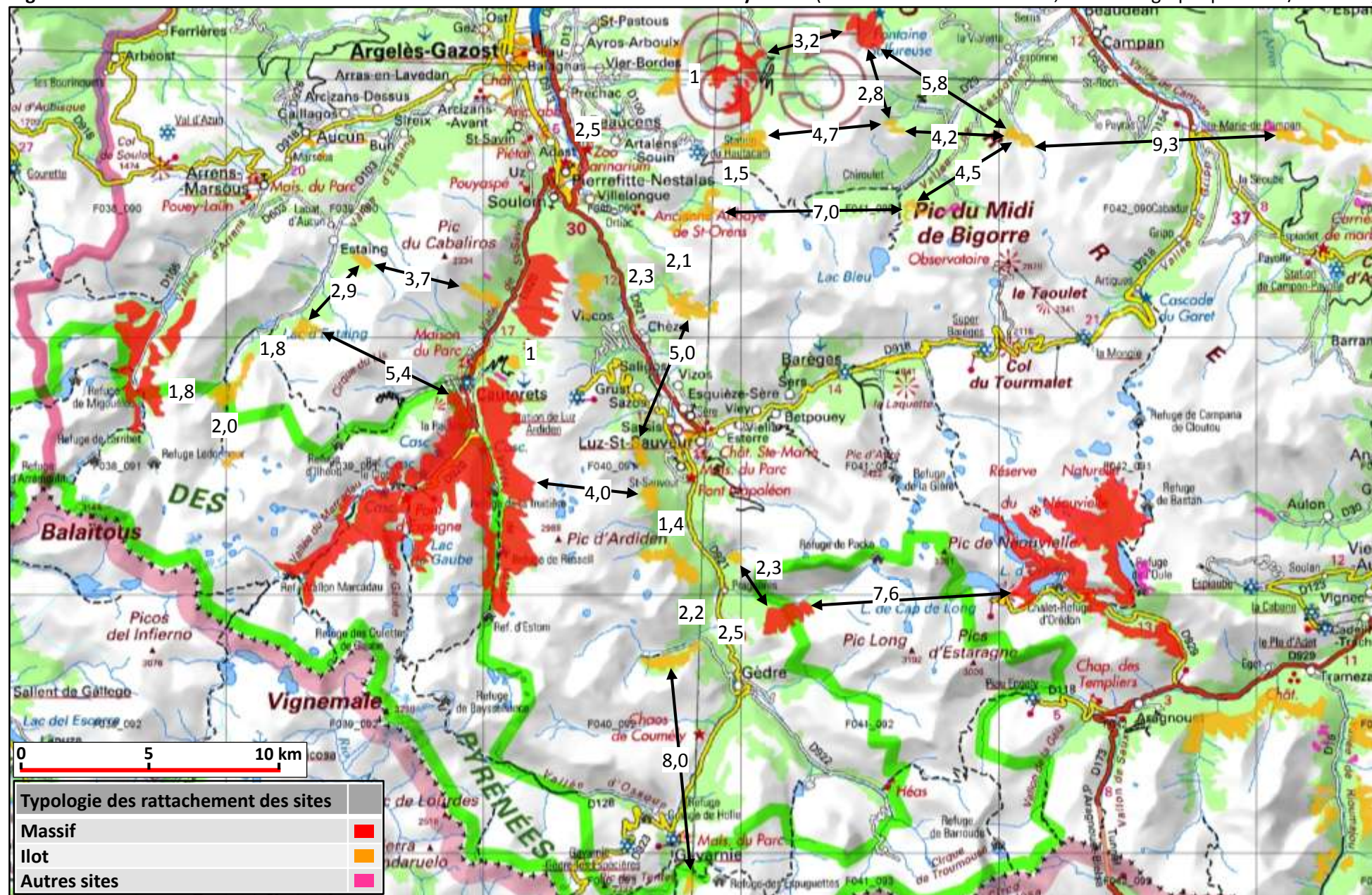


Figure 37 (suite). Localisation des massifs et des îlots de vieille forêt sur l'est des Hautes-Pyrénées (distances en km)

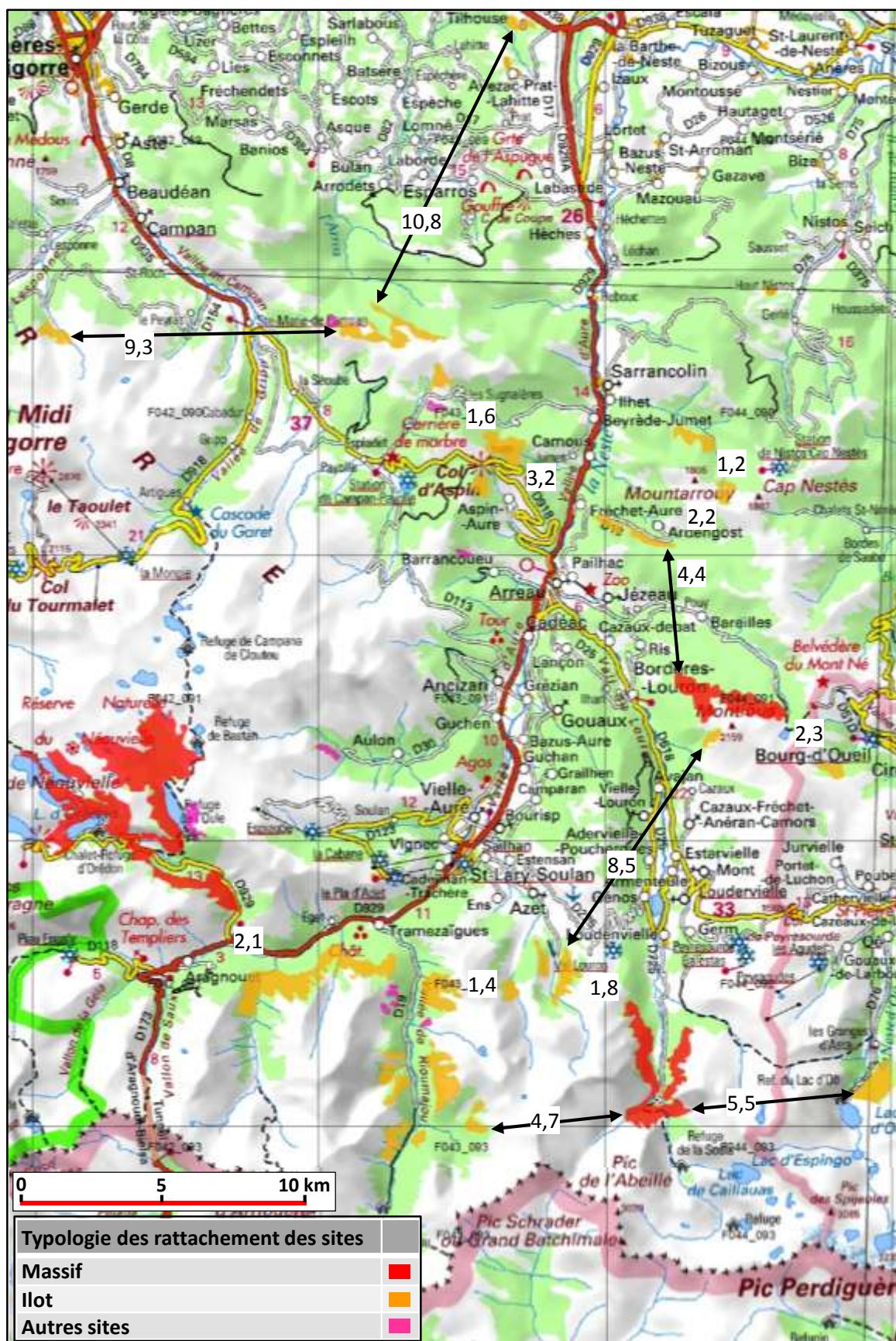


Figure 37 (suite). Localisation des massifs et des îlots de vieille forêt sur la Haute-Garonne et l'ouest de l'Ariège (distances en km)

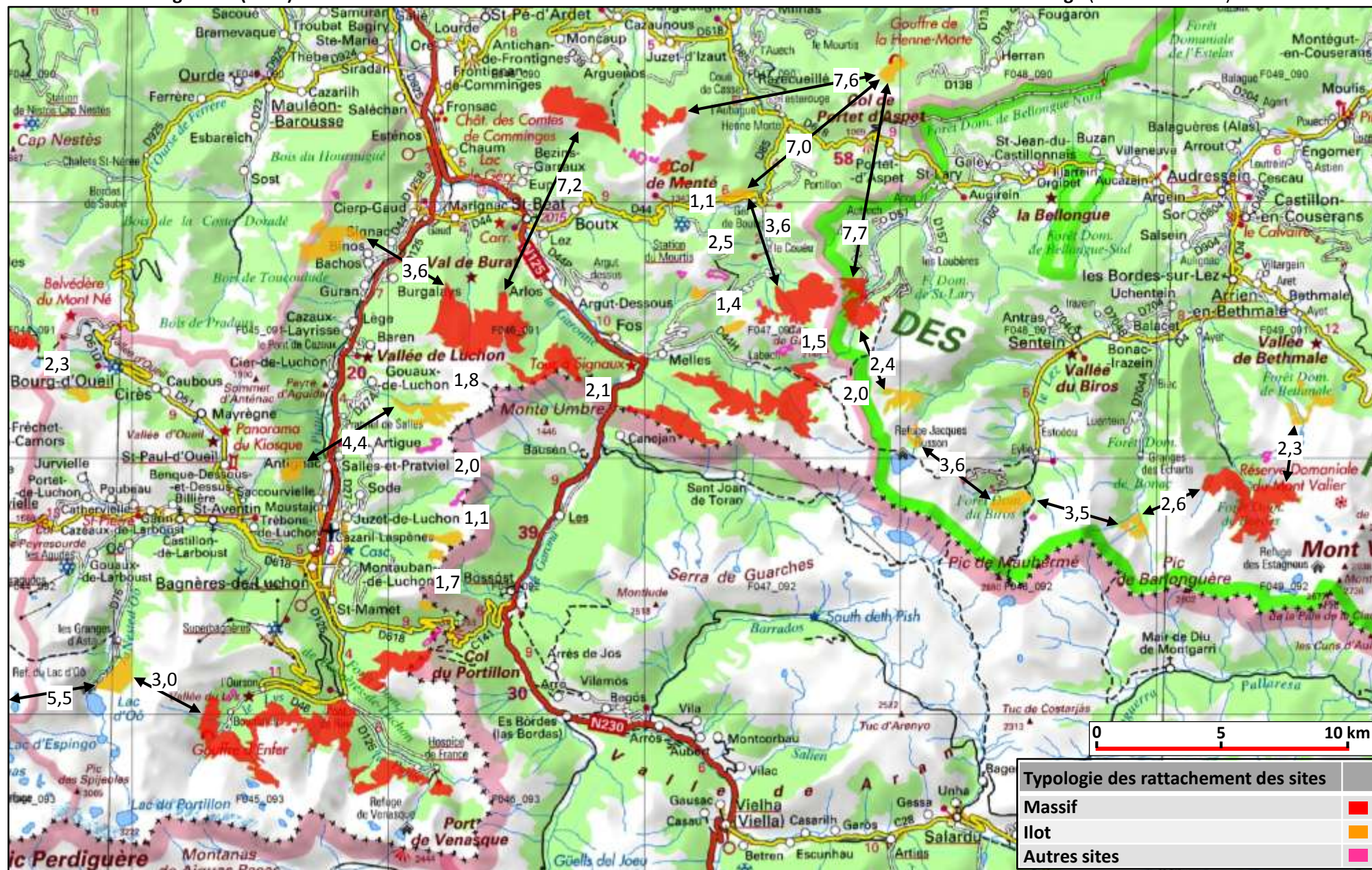


Figure 37 (suite). Localisation des massifs et des îlots de vieille forêt sur le centre de l'Ariège (distances en km)

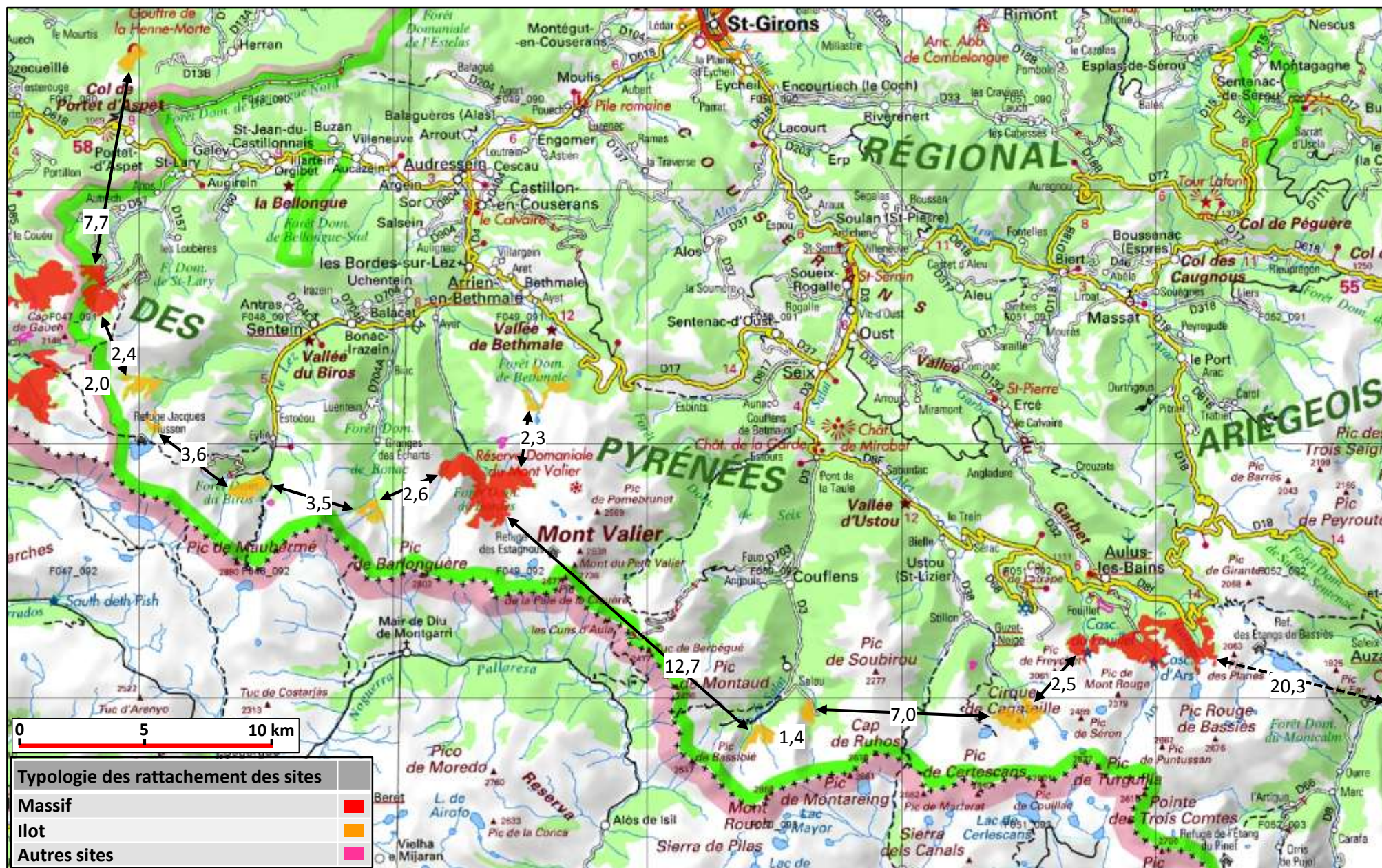


Figure 37 (fin). Localisation des massifs et des îlots de vieille forêt sur l'est de l'Ariège (distances en km)

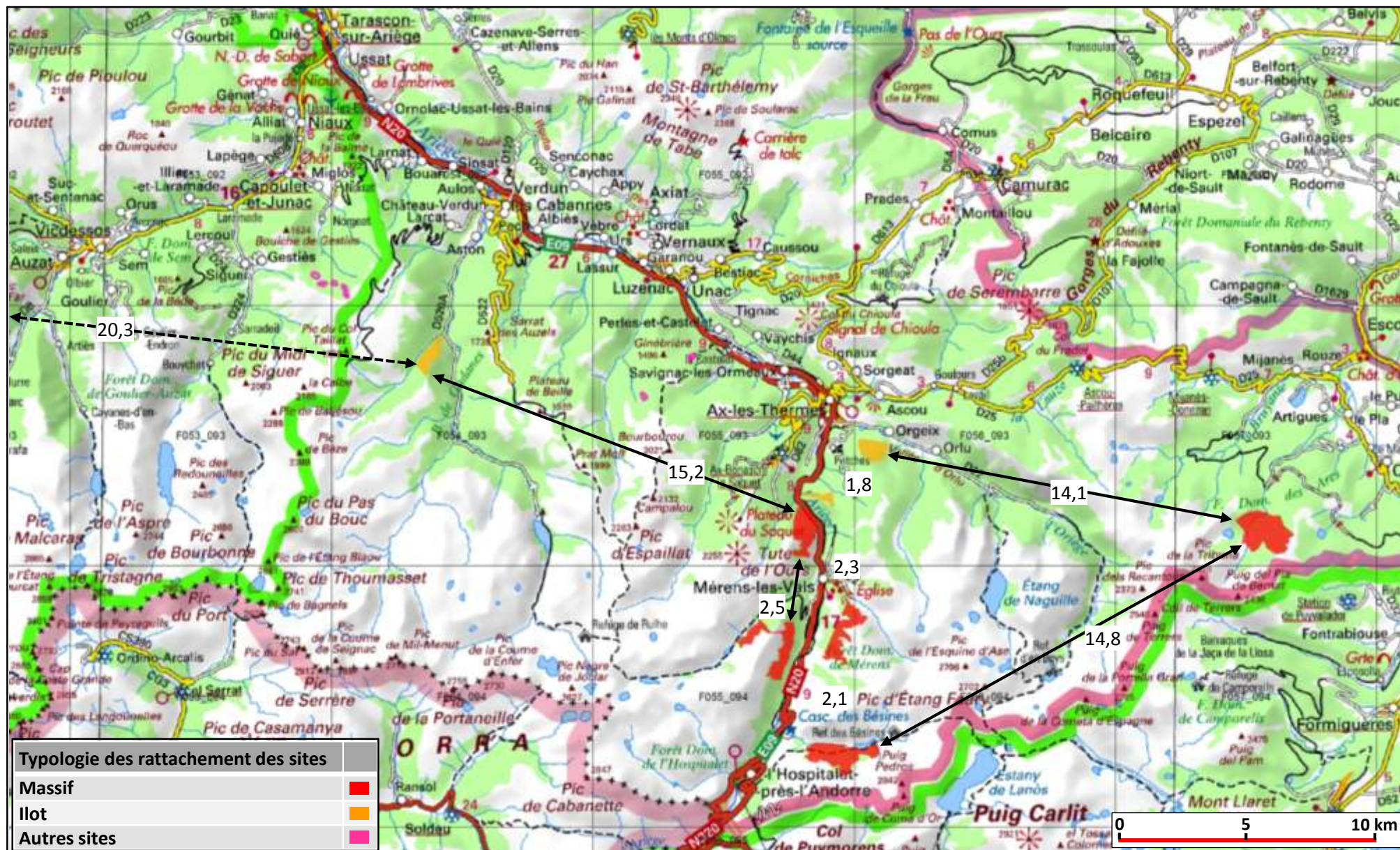


Tableau 15. Caractéristiques des « massifs de vieille forêt » des Pyrénées de Midi-Pyrénées.

Sites	Surface de VF	Types de site observés dans le massif (ceux à plus forte maturité)	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Haute Vallée d'Arrens (FC d'Arrens-Marsous)	202	sapinières à forte ou à très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	566	Fortes pentes ; falaises ; avalanches ; absence de desserte ; zone touristique
Gorges de Cauterets (FS de la Vallée de saint-Savin)	109	sapinières à forte ou à très forte maturité , sans trace d'exploitation	377	Très fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Haute Vallée de Cauterets dont : . FD de l'Ayré et du Lisey . FD de Pégère . FS de la Vallée de saint-Savin	773 17 40 716	sapinières à très forte maturité et pineraies à forte ou très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées . . .	2 750 21 176 2 553	Fortes pentes ; falaises et éboulis ; avalanches ; absence de desserte ; cœur de Parc National ; zone touristique
Sapinière de Barrada (FS de la Vallée du Barèges)	46	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	152	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; cœur de Parc National (en partie) ; site Natura 2000
Haute Vallée de Gazost (FS de la Vallée de Castelloubon)	102	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée et pâturée	242	Fortes pentes ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Bois du Courbet (C ^{ne} de Germs-sur-l'Oussouet)	81	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée et pâturée	140	Fortes pentes ; ravins ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Massif de Néouvielle dont : . FC de Vielle-Aure . FC d'Aspin-Aure . FC d'Aragnouet	619 498 56 66	pineraies à forte ou très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées ; sapinière à forte maturité , sans trace d'exploitation . . .	1 403 1 020 178 205	Fortes pentes ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; Réserve Naturelle Nationale ; zone touristique

Sites	Surface de VF	Types de site observés dans le massif (ceux à plus forte maturité)	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Massif de Bordères-Louron (FC de Bordères)	173	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée	270	Nombreux chaos de blocs ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois
Haute Vallée du Louron dont :	84	sapinières à très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	387	Fortes pentes ; ravins et falaises ; avalanches ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; site classé ; zone touristique
. C ^{ne} de Génos	35		249	
. FC de Loudenvielle	49		137	
Bois Neuf et de Sésartigue dont :	167	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée	210	Fortes pentes ; ravins ; absence de desserte ; site Natura 2000
. FD de Montauban-de-Luchon	99		105	
. C ^{ne} de Bagnères-de-Luchon	28		29	
. FC de Bagnères-de-Luchon	41		77	
Hautes Vallées du Lys et de la Pique dont :	468	sapinières à forte ou à très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées ; hêtraie à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	941	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; pont à tonnage limité ; difficultés de câblage ; site Natura 2000 ; Réserve Biologique Dirigée ; site inscrit ; zone touristique
. FC de Cazeaux-de-Larboust	46		110	
. FC de Castillon-de-Larboust	82		274	
. FC de Saint-Aventin	88		149	
. FD de Bagnères-de-Luchon	215		399	
. FC de Bagnères-de-Luchon	38		110	
Haute Vallée de la Garonne dont :	517	sapinières à assez forte, à forte ou à très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	746	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000 ; zone touristique
. FC de Melles	359		541	
. FC de Fos	159		205	

Sites	Surface de VF	Types de site observés dans le massif (ceux à plus forte maturité)	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Massif de Burat – Palarquère dont :	454	sapinières à assez forte, à forte ou à très forte maturité, sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	779	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; Réserve Biologique Dirigée ; site Natura 2000
. FD de Burat-Palarquère	190		386	
. FC de Gaud	46		48	
. FC de Marignac	13		13	
. FC de Saint-Béat	51		89	
. FC d'Arlos	44		89	
. FC indivise d'Arlos-Saint-Béat	60		99	
. FC de Fos	50		56	
Massif de Gar – Cagire dont :	331	sapinières à assez forte ou à forte maturité, sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	447	Fortes pentes ; lapiaz ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000
. FD de Gar - Cagire	280		391	
. FD de la Vallée du Ger	51		56	
Coume du Ger (FC de Melles)	271	sapinières à forte ou à très forte maturité, sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	320	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000
Forêt de Saint-Lary (FD de Saint-Lary)	116	sapinières à très forte maturité, sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	180	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000
NB : ce site et le précédent, distants de moins de 300 m, constituent un ensemble de 386 ha de VF sur un territoire boisé de 500 ha				
Massif du Mont Valier (FD de Bordes-sur-Lez)	159	sapinières à forte ou à très forte maturité, sans trace d'exploitation	445	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000 ; zone touristique

Sites	Surface de VF	Types de site observés dans le massif (ceux à plus forte maturité)	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Haute Vallée du Garbet dont : . FC d'Ercé . FC d'Aulus-les-Bains	119 12 108	sapinières à assez forte ou à forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées . .	535 55 479	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; zone touristique
Haute Vallée de l'Ariège (FD de la Haute Ariège)	130	sapinière à assez forte maturité et pineraie à maturité la plus faible , anciennement exploitées	588	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Vallon de Llaurenti (FD de Les Hares)	36	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation, anciennement pâturée	242	Pas de contraintes en partie basse ; éboulis ; absence de desserte en partie haute
TOTAL pour 20 massifs	4 957		11 717	

Vallée de l'Adour :

- **Bois du Courbet** : massif forestier communal non exploité aux sources de l'Oussouet (commune de Germs-sur-l'Oussouet), comportant une part importante de hêtraie, à une altitude relativement basse sur le Front pyrénéen ;

Vallée d'Aure :

- **Massif de Néouvielle** : ensemble des zones forestières communales non exploitées situées dans les gorges de Couplan (rive droite de la Neste) et sous le Pic de Bugatet (FC d'Aragnouet), dans la Réserve du Néouvielle et dans le massif de Bastanet (FC de Vielle-Aure, FC d'Aspin-Aure), avec de très fortes contraintes d'exploitation ; très grande diversité de types forestiers et de milieux associés ; à l'exception des secteurs localisés sur la commune d'Aragnouet et à l'est du Ruisseau de Port Bieilh, tout ce territoire fait partie de la Réserve Naturelle Nationale de Néouvielle ;
- **NB** : pas de site ou d'ensemble de site de surface importante ou d'intérêt majeur sur la basse vallée d'Aure ;

Vallée de Rioumajou : même si aucun site ne présente *en lui-même* les attributs des sites à forte ou très forte maturité, la grande taille du massif forestier, son faible niveau de fragmentation et ses spécificités, notamment l'importance qu'y tient le pin sylvestre, font de la vallée du Rioumajou un ensemble majeur pour la préservation de la biodiversité, en particulier pour les coléoptères saproxyliques (Brustel, 2014, communication personnelle) ;

Vallées d'Azet, Louron et Bareilles :

- **Massif de Bordères-Louron** : ensemble des zones forestières communales non exploitées, complétées par des zones d'éboulis et des boisements pionniers ; un projet de Réserve Naturelle Régionale, incluant les zones non forestières supérieures, est en cours d'instruction sur ce secteur ;
- **Haute Vallée du Louron** : ensemble des zones forestières communales (FC de Loudenvielle et C^{ne} de Génos), situées en amont des granges d'Artiguelongue et de Cambajon, inexploitées et à exploitabilité très réduite, complétées par des zones rocheuses et des boisements pionniers ;

Vallée de l'Ourse de Ferrère : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur ;

Vallée de la Pique :

- **Bois Neuf et de Sésartigue** : partie haute, non exploitée, de la FD de Saint-Mamet et de la forêt de la commune de Saint-Mamet, à très fortes contraintes d'exploitation, accolée aux parties moyenne et supérieure, non exploitées, de la combe du Ruisseau de His en FC de Bagnères-de-Luchon ;
- **Hautes Vallées du Lys et de la Pique** : ensemble des zones forestières communales (FC de Cazeaux-de-Larboust, de Castillon-de-Larboust, de Saint-Aventin, de Bagnères-de-Luchon) et domaniales (FD de Bagnères-de-Luchon : RBD de Bagnères-de-Luchon) non exploitées, d'exploitabilité très réduite, situées au sud du Ruisseau de Lacourbe et du Ruisseau de Houradade (Bois de l'Ombre, du Lys Rouge, de Suberlenc), sur les versants nord des vallées du Lys et de la Pique (Bois du Mont du Lys, Lits de Guerri, Bois de Bédourède, Bois de Sajust, Bois de la Pique) ;
- **NB** : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur sur la basse vallée de la Pique, en aval de Bagnères-de-Luchon ;

Vallée de la Garonne :

- **Massif de Burat – Palarquère** : ensemble formé par la RBD actuelle en FD de Burat-Palarquère à laquelle s'ajoutent les zones non exploitées, à très fortes contraintes d'exploitation, en parties supérieures du Pic de Palarquère (FC de Gaud), du Pic de Tucoulet (FC de Marignac), des combes du Rieu Sec (FC de Saint-Béat) et du Ruisseau des Piches (FC d'Arlos et FC indivise Arlos-Saint-Béat), et des versants nord-ouest (FC d'Arlos et FC indivise Arlos-Saint-Béat) et nord-est (FC de Fos) du Pic de Sacaupe ;
- **Haute vallée de la Garonne** : toutes les zones forestières communales non exploitées, d'exploitabilité faible à très faible, en partie supérieure des versants de la vallée du Ruisseau de Maudan (FC de Melles) et du Ruisseau de Mouras (FC de Fos) ;

Vallée du Ger et de l'Arbas :

- **Massif de Gar - Cagire** : ensemble « éclaté » portant sur toutes les zones forestières non exploitées en FD de Gar – Cagire et en FD de la vallée du Ger ;
- **Coume du Ger** : ensemble des zones forestières communales non exploitées et à très fortes contraintes d'exploitation de la haute vallée du Ger, en amont des Granges de Bugat (FC de Melles) ;

Couserans occidental (en amont de Castillon) :

- **Forêt de Saint-Lary** : toutes les zones forestières non exploitées de la haute vallée du Ruisseau d'Autrech en FD de Saint-Lary (vallons du Ruisseau des Pics et de la Coume d'Oueillet au sud de la Goutte de la Sapinière) ; **ce massif est en continuité territoriale avec celui de la haute vallée du Ger, à l'ouest, en Haute-Garonne, totalisant près de 400 ha de vieille forêt sur un territoire boisé de 500 ha** ;
- **Massif du Mont Valier** : ensemble des zones forestières de la FD de Bordes-sur-Lez au sud d'une ligne Tuc du Coucou – Maison du Valier – Ruisseau du Muscadet, attenante à la Réserve Domaniale de Chasse du Mont Valier ;

Couserans oriental (en amont d'Oust) :

- **Haute Vallée du Garbet** : toutes les zones forestières communales des hautes vallées du Ruisseau du Fouillet (FC d'Ercé et d'Aulus-les-Bains), de la Rivière d'Ars et du Garbet (FC d'Aulus-les-Bains), inexploitées et d'exploitabilité très faible ou nulle ;
- **NB** : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur sur la haute vallée du Salat, en amont de Seix ;

Vallée du Vicdessos : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur ;

Vallée d'Aston : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur ;

Vallée de l'Ariège :

- **Haute Vallée de l'Ariège** : ensemble des zones forestières non exploitées en FD de la Haute Ariège, à très fortes contraintes d'exploitation, présentant des types forestiers et des milieux diversifiés ;
- **NB** : pas de site ou d'ensemble de sites de surface importante ou d'intérêt majeur sur la vallée de l'Ariège, en aval d'Ax-les-Thermes, et sur la vallée de l'Oriège ;

Vallée de l'Aude :

- ***Vallon du Llaurenti*** : ensemble des zones forestières non exploitées en FD de Les Hares, sans contrainte d'exploitation en partie basse, à contraintes plus fortes en partie haute. Ce massif de vieille forêt est contigu à la Réserve Biologique Dirigée du Llaurenti, comportant essentiellement des milieux ouverts.

La surface totale de vieille forêt de ces massifs est de 4 957 ha environ répartis sur un territoire boisé de 11 717 ha.

Les 65 autres sites ou ensembles de sites (« îlots de vieille forêt ») sont listés dans le Tableau 16. Parmi ces îlots, 20 présentent aujourd'hui une surface de vieille forêt inférieure à 20 ha (surlignés en orange dans le Tableau 16). Ces îlots totalisent environ 1 845 ha de vieille forêt insérés dans un territoire de 4 380 ha environ.

Au total, se serait donc 6 800 ha de vieilles forêts qui seraient inclus dans 16 100 ha de boisements, soit 5% de la surface forestière des Pyrénées de Midi-Pyrénées.

En conclusion, cet ensemble de vieilles forêts nous semble constituer une trame de base pour la mise en place d'un réseau cohérent de conservation de la biodiversité taxonomique typique des forêts de montagne de la partie centrale du versant nord de la chaîne pyrénéenne.

Tableau 16 . Caractéristiques des « îlots de vieille forêt » sur les Pyrénées de Midi-Pyrénées.

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Bois de Bergouey (FC de Sireix)	23	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée	28	Absence de desserte ; difficultés de câblage
Bois de Bayelle (FC de Labat-de-Bun)	19	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	46	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Sapinière d'Arrioulhèque et Tuc de Plasi (FC Labat-de-Bun)	35	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	108	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; cœur de Parc National ; zone touristique
Sapinière des Masseys (FC de Labat-de-Bun)	8	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	23	Absence de desserte ; cœur de Parc National
Vallon d'Arrouye (FS de la Vallée de Saint-Savin)	3	Sapinière non exploitée et hêtraie à TGB	52	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Pène Blaque de Lisey (FS de la Vallée de Saint-Savin)	15	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée	24	Fortes pentes ; ravins et falaises ; lapiaz ; difficultés de câblage ; zone touristique
Bois de Saint-Pastous (FC Indivise Boo-Silhen-St Pastous)	34	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	40	Médiocre qualité des bois ; zone pastorale
Bois de Bordes (F de Vic-de-Préchac)	33	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée	50	Médiocre qualité des bois ; zone pastorale
Bois d'Isaby et Coste Sayette (FC de Villelongue)	29	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	94	Absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000
Arpadous (FC de Viscos)	8	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée, pâturée et incendiée	93	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Labassère (FS de la Vallée du Barèges)	21	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation <i>(mais seule la partie accessible connue)</i>	120	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Bois de l'Ase (FS de la Vallée du Barèges)	23	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	44	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Bois d'Agnouède (FS de la Vallée du Barèges)	20	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	54	Chaos de blocs métriques ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Sapinière de Noubasséoube (FS de la Vallée du Barèges)	70	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée	132	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Vallon de Bachebirou (FS de la Vallée du Barèges)	9	sapinière , sans trace d'exploitation	22	Très fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Sapinière de Bué (FS de la Vallée du Barèges)	34	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée	100	Absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000
Bois d'Arribama (FS de la Vallée du Barèges)	4	à dire d'expert : sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	21	Absence de desserte ; forte pente ; difficulté de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; Site UNESCO Pyrénées Mont Perdu ; OGS Gavarnie
Bois de Naouit (C ^{ne} de Gazost)	46	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée, actuellement pâturée	84	Absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; zone touristique (station de ski) ; zone pastorale
Bois de Rébisclou (FC de Barbazan-Débat)	14	chênaie-hêtraie à maturité la plus faible , anciennement exploitée	14	
Le Courbet (C ^{ne} de Beaudéan)	29	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	47	Fortes pentes ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; site Natura 2000

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Bois de Pouzac (FC Pouzac)	7	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée	29	Fortes pentes ; falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Bois du Cérétou (FC de Bagnères-de-Bigorre)	4	sapinière à forte maturité , sans trace d'exploitation	24	Ravins ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Pontilh (FC de Tilhouse)	30	chênaie-hêtraie à assez forte maturité , anciennement exploitée et pâturée	30	
Tire-Mouréou dont : . F de Gramont . C ^{ne} d'esparras	82 26 56	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation . . .	160 49 111	Fortes pentes ; falaises ; lapiaz ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Hountagnous (FC de Beyrède-Jumet)	27	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée, actuellement pâturée	41	Lapiaz ; médiocre qualité des bois ; zone touristique (Col de Beyrède)
Sapinière de l'Aréouse (FC de Beyrède-Jumet)	72	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	105	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Vallon du Tech (FC d'Aspin-Aure)	11	sapinière à forte maturité , sans trace d'exploitation	32	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Bois de Mahourat (FC de Sarrancolin)	16	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée	62	Fortes pentes ; falaises ; lapiaz ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Bois d'Arbiesse (FC d'Ilhet)	25	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée, actuellement pâturée	35	Médiocre qualité des bois ; zone pastorale
Bois de la Hèche dont : . FC de Fréchet-Aure . C ^{ne} de Jézeau	31 24 7	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée . . .	66 55 11	Fortes pentes ; ravins et falaises ; éboulis ; lapiaz ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Moyenne Vallée d'Aure dont :	80	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	229	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000
. FC de Tramezaïgues	59		115	
. FC Aragnouet-Cadeilhan-Trachère	2		11	
. FC d'Aragnouet	36		166	
. C ^{ne} de Tramezaïgues	20		114	
Vallon de Hitte Longue (FC indivise de Saint-Lary-Sailhan)	39	sapinière à forte maturité et pineraie à maturité la plus faible , anciennement exploitées	127	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; site Natura 2000 ; site classé
Sapinière de Hitte Longue et de Lapiarre (FC indivise de Saint-Lary-Sailhan)	41	pineraie à maturité la plus faible , anciennement exploitée	145	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; site classé
Vallon de Baricave (FC de Saint-Lary-Soulans)	37	sapinière à assez forte maturité et pineraie à forte ou très forte maturité , sans trace d'exploitation	93	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura2000 ; site classé
Sapinière de Thou et La Pierre (FC indivise de Saint-Lary-Sailhan)	16	pineraie à assez forte maturité , anciennement exploitée	40	Fortes pentes ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; site classé
Sapinière de Perche (FC de Saint-Lary-Soulans)	25	pineraie à maturité la plus faible , anciennement exploitée	60	Fortes pentes ; ravins et falaises ; avalanches ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; site classé ; zone touristique
Cortail de Gerbelongue (FC indivise Saint-Lary-Sailhan)	15	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	21	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; site classé ; zone touristique
Hitte Monte (C ^{ne} d'Azet)	11	sapinière à maturité la plus faible , sans trace d'exploitation	34	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Montmède (FC d'Azet)	12	sapinière à assez forte maturité , à bois morts abondants, anciennement exploitée	35	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois
Bois d'Ourtigué (FC d'Azet)	21	non évalué ; à dire d'expert : sapinière sans trace d'exploitation	80	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois
Bois de Saint Christau (FC Cazaux-Fréchet-Anéran-Camors)	21	non évalué ; à dire d'expert : sapinière	24	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Oudérou et Soulagnech (privée)	26	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitée	33	Médiocre qualité des bois
Bois de la Réouère (Communes de Binos et Bachos)	66	hêtraie à assez forte maturité , sans trace d'exploitation, anciennement pâturée	169	Médiocre qualité des bois
Gorges de Gouaux et Mail de l'Aigle (FC de Gouaux-de-Luchon)	87	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée	146	Fortes pentes ; ravins et falaises
Bois de Ligarde et de Hourmentasse (FC d'Antignac et FC indivise d'Antignac-Salles)	33	sapinière à assez forte maturité , à bois morts abondants, anciennement exploitée	61	Fortes pentes ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Bois d'Escalère (FD de la Cigalère)	40	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée	49	Fortes pentes ; ravins et falaises
Bois de Coumelongue (FC de Juzet-de-Luchon)	23	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée	25	Fortes pentes ; ravins et falaises
Bois de Soulan du Portillon (FC de Saint-Mamet)	11	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	18	Fortes pentes ; difficultés de câblage ; site Natura 2000
Bois de Bédoure (FC de Bourg d'Oueil)	10	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	34	Fortes pentes ; couloirs d'avalanche ; absence de desserte

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Sarrat Crémat (FC d'Oô)	30	sapinière à très forte maturité , sans trace d'exploitation	117	Fortes pentes ; ravins et falaises ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; zone touristique
Têtards du Col d'Artigaux (FC de Melles)	21	hêtraie à assez forte maturité , sans trace d'exploitation, anciennement pâturée	23	Bois de médiocre qualité
Coume Claire (FC de Melles)	22	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	28	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000 ; site inscrit
Cubouch (FC de Boutx)	15	sapinière , sans trace d'exploitation	41	Fortes pentes ; lapiaz et éboulis ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois
Coume Auère dont : . FC d'Arbas . C ^{ne} de Portet d'Aspet	20 14 5	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée . . .	60 39 21	Lapiaz ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Sapinière de l'Isard (FD du Biros)	51	sapinière à forte maturité , anciennement exploitée, actuellement pâturée	82	Absence de desserte ; difficultés de câblage ; réserve biologique ; site Natura 2000
Sapinière d'Illau (FD du Biros)	11	sapinière à maturité la plus faible , sans trace d'exploitation	25	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000
Bois du Past (FD du Biros)	25	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée	89	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000
Coume de Ventaillou (FD de Bonac)	13	sapinière , sans trace d'exploitation	55	Fortes pentes ; ravins ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000

Sites	Surface de VF	Types de site	Surface totale	Contraintes d'exploitation
Forêt de Cadus et Cirque de Campuls (FD de Bethmale)	67	sapinières à forte ou très forte maturité , sans trace d'exploitation ou anciennement exploitées	86	Fortes pentes ; ravins ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois ; site Natura 2000
Bois du Mail de Couflens (FC de Couflens)	13	sapinière à assez forte maturité , anciennement exploitée	62	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Bois d'Anglade (FC de Couflens)	7	sapinière , sans trace d'exploitation	38	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; médiocre qualité des bois
Cirque de Cagateille (F sectionnale d'ustou)	52	sapinière à très forte maturité , anciennement exploitée	126	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois ; site classé
Bois du Grazal (FC d'Aston)	22	sapinière à assez forte maturité , sans trace d'exploitation	70	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage
Fontanal de la Pierre (F d'Orgeix-Orlu)	27	sapinière à maturité la plus faible , anciennement exploitée	75	Fortes pentes ; ravins et falaises ; absence de desserte ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
Roc du Charbonnier (FD d'Ax-les-Thermes)	22	sapinière à maturité la plus faible , anciennement exploitée	29	Fortes pentes ; ravins et falaises ; difficultés de câblage ; médiocre qualité des bois
TOTAL pour 65 îlots	1 845		4 383	

BIBLIOGRAPHIE

- Bartoli M. Retraité ONF, historien des forêts.
- Bastien Y., Gauberville C., 2011. Vocabulaire forestier. Ecologie, gestion et conservation des espaces boisés. IDF, Paris, 608 p.
- Bouget C., Larrieu L., Brin A., 2014. Key features for saproxylic biodiversity from rapid habitat assessment in temperate forests. *Ecological Indicators*, 36 : 656–664
- Bouget C., Larrieu L., Parmain G., Nusillard B., 2013. In search of the best local habitat drivers for saproxylic beetle diversity in temperate deciduous forests. *Biodiversity and Conservation*, 22 : 2111–2130.
- Brustel H. Enseignant-chercheur, Université de Toulouse, UMR INRA-ENSAT-PURPAN, Ecole d'Ingénieurs de PURPAN
- Cateau E., Larrieu L., Vallauri D., Savoie J.M., Touroult J., Brustel H., 2015. Ancienneté et maturité : deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. *C. R. Biologies*, 338, 58–73
- Chiari S., Carpaneto G.M., Zauli A., Zirpoli G.M., Audisio P., Ranius T., 2013. Dispersal patterns of a saproxylic beetle, *Osmoderma eremita*, in Mediterranean woodlands. *Insect Conservation and Diversity*, 6, 309–318
- Cinotti B., 1996. Évolution des surfaces boisées en France : proposition de reconstitution depuis le début du XIX^e siècle, *Revue forestière française*, XLVIII, 6, 547-562
- Drag L., et al, Hauck D., Pokluda P., Zimmermann K., Cizek L., 2011. Demography and dispersal ability of a threatened saproxylic beetle: a mark-recapture study of the rosalia longicorn (*Rosalia alpina*). PLoS ONE 6(6): e21345. doi:10.1371/journal.pone.0021345
- Dupouey J.L., Sciama D., Koerner W., Dambrine E., Rameau J.C., 2002. La végétation des forêts anciennes. *Revue Forestière Française*, LIV – 6, 521-532
- Dupouey J.L., 2013. Minimum forestier et transition forestière, in : Colloq Nat. Vers une autre culture des Eaux et des Forêts, Chambéry, France.
- Emberger C., Larrieu L., Gonin P., 2012. Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Paris : IDF, 56p.
- Farhig L., 2013. Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography*. 40, 9, 1649–1663
- Favre C., Granier E., Cosserat-Mangeot R., Bachacou J., Dupouey J.L., 2012. Digitalisation des cartes anciennes. Manuel pour la vectorisation de l'usage des sols et le géoréférencement des minutes 1:40 000 de la carte d'Etat-Major. Version 11.2, INRA, 41 p.
- Gonin P., 1988. Contribution à l'étude de l'évolution des forêts non exploitées dans les Pyrénées. Association Forêts pyrénéennes, Saint-Gaudens, 44 p. + ann.
- Gruber M., 1980. Etages et séries de végétation de la chaîne pyrénéenne. *Ecol. méditerran.*, 5, 147-174
- Goux N., 2011. Gestion forestière et Biodiversité, les enjeux de conservation d'une espèce parapluie : *Limoniscus violaceus* (Coleoptera). Thèse de doctorat de l'Université P. & M. Curie.
- Hanski I., 2015. Habitat fragmentation and species richness. *Journal of Biogeography*, 42, 5, 989–993
- Hodgson J.A., Thomas C.D., Wintle B.A., Moilanen A., 2009. Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology*, 46, 964–969

- Jakoby, O., Rademacher, C., Grimm, V., 2010. Modelling dead wood islands in European beech forests: how much and how reliably would they provide dead wood? *European journal of Forest Research*, 129, 659-668.
- Larrieu L., Cabanettes A., Delarue A., 2012. Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in Montane Beech-Fir forests of the Pyrenees. *European journal of Forest Research*, vol. 131 (3):773-786
- Larrieu L., Cabanettes A., Brin A., Bouget C., Deconchat M., 2014a. Tree microhabitats at the stand scale in montane beech-fir forests: practical information for taxa conservation in forestry. *European journal of Forest Research*, 133:355-367
- Larrieu L., Cabanettes A., Lachat T., Paillet Y., Winter S., Gonin P., Bouget C., Deconchat M., 2014b. Deadwood and tree-microhabitat dynamics in unmanaged temperate mountain mixed forests: A life-cycle approach for biodiversity monitoring. *Forest Ecology and Management*, 334 163-173
- Larrieu L., 2014. Les dendromicrohabitats : facteurs clés de leur occurrence dans les peuplements forestiers, impact de la gestion et relations avec la biodiversité taxonomique. Manuscrit de thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse, 404 p.
- Rodrigues A.S.L., Akcakaya H.R., Andelman S.J., Bakarr M.I., Boitani L., Brooks T.M., Chanson J.S., Fishpool L.D.C., da Fonseca G.A.B., Gaston K.J., Hoffmann M., Marke, P.A., Pilgrim J.D., Pressey R.L., Schipper J., Sechrest W., Stuart S.N., Underhill L.G., Waller R.W., Watts M.E.J. & Yan X., 2004a. Global gap analysis: priority regions for expanding the global protected-area network. *Bioscience*, 54, 1092-1097.
- Rodrigues A.S.L., Andelman S.J., Bakarr M.I., Boitani L., Brooks T.M., Cowling R.M., Fishpool L.D.C., da Fonseca G.A.B., Gaston K.J., Hoffmann M., Long J.S., Marquet P.A., Pilgrim J.D., Pressey, R.L., Schipper J., Sechrest W., Stuart S.N., Underhill L.G., Waller R.W., Watts M.E.J. & Yan X., 2004b. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428, 640-643.
- Savoie, JM, 1995. Les types de station forestière des Pyrénées centrales. Office National des Forêts, Toulouse
- Savoie J.M. (coordinateur), Bartoli M., Brin A., Brustel H., Celle J., Corriol G., Coste C., Hannoire C., Harel M., Larrieu L., Sarthou V., Valladares L., 2011. Forêts pyrénéennes anciennes de Midi-Pyrénées. Rapport d'Etude de la phase 1 du projet FEDER 2008-2011. Ecole d'Ingénieurs de PURPAN/DREAL Midi-Pyrénées, 320 p.
- Vandekerckhove C., Thomaes A., Jonsson B.G. 2013. Connectivity and fragmentation: island biogeography and metapopulation applied to old-growth elements. In Kraus D., Krumm F. (eds) 2013. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute. 284 pp.
- Zauli A., Chiari S., Hedenström E., Svensson G.P., Carpaneto G.M., 2014. Using odour traps for population monitoring and dispersal analysis of the threatened saproxylic beetles *Osmoderma eremita* and *Elater ferrugineus* in central Italy. *Journal of Insect Conservation*, 18:801-813

TABLE DES MATIERES

1. Rappel des objectifs de l'étude	p. 5
2. Méthodologie	p. 5
2.1. Cartographie des forêts anciennes	p. 5
2.2. Cartographie des sites	p. 6
2.2.1. Constitution de la base cartographique	p. 6
2.2.2. Phase de terrain	p. 7
2.3. Evaluation des sites	p. 8
2.3.1. Choix de l'emplacement des placettes d'évaluation	p. 8
2.3.2. Phase de terrain	p. 8
2.3.2.1. Observations sur le site	p. 8
2.3.2.2. Evaluation des placettes	p. 9
2.3.2.2.1. Des commentaires généraux sur la placette	p. 9
2.3.2.2.2. La localisation de la placette	p. 9
2.3.2.2.3. La surface de la placette	p. 9
2.3.2.2.4. L'altitude, l'exposition et la pente	p. 9
2.3.2.2.5. La nature de la roche-mère	p. 9
2.3.2.2.6. Le type de station	p. 13
2.3.2.2.7. Le rattachement de la végétation à un type d'habitat	p. 14
2.3.2.2.8. Le recouvrement des strates	p. 15
2.3.2.2.9. Les parties occupées par les milieux ouverts	p. 15
2.3.2.2.10. Le recouvrement et la diversité des milieux rocheux	p. 15
2.3.2.2.11. La diversité des milieux aquatiques	p. 15
2.3.2.2.12. Les espèces de maturation présentes sur la placette et le sylvofaciès	p. 15
2.3.2.2.13. Les autres espèces d'arbres présentes sur la placette	p. 17
2.3.2.2.14. La diversité des dendro micro habitats	p. 17
2.3.2.2.15. Les seuils des catégories de diamètre des arbres	p. 17
2.3.2.2.16. Le nombre de TGB et TTGB vivant	p. 23
2.3.2.2.17. L'essence et le diamètre à 1,30 m du plus gros arbre vivant	p. 23

2.3.2.2.18. Le nombre de GB, TGB et TTGB morts sur pied	p. 23
2.3.2.2.19. Le nombre de GB, TGB et TTGB morts au sol	p. 23
2.3.2.2.20. La diversité des stades de saproxylation du bois mort	p. 23
2.3.2.2.21. La phase sylvigénétique	p. 23
2.3.2.2.22. L'ancienneté de l'état boisé	p. 23
2.3.2.2.23. Les usages passés	p. 23
2.3.2.2.24. Les freins à l'exploitation	p. 25
2.3.2.2.25. Les notes des indicateurs de l'IBP	p. 25
2.3.2.2.26. Protocole VFP 1	p. 26
2.4. Traitement des données	p. 27
2.4.1. Données complémentaires sur les dendro micro habitats	p. 27
2.4.2. Traitements statistiques	p. 29
3. Résultats	p. 31
3.1. Evaluation des sites, typologie des placettes	p. 31
3.1.1. Données générales	p. 31
3.1.2. Typologie des placettes	p. 34
3.1.2.1. Corrélations entre indicateurs	p. 34
3.1.2.2. Constitution des types et description des groupes de placettes	p. 36
3.1.2.3. Potentiel d'accueil selon le type de placette	p. 50
3.1.3. Comparaison des IBP en forêt exploitée et en vieille forêt	p. 51
3.1.4. Typologie des sites	p. 52
3.1.4.1. Typologie des sites de sapinière	p. 52
3.1.4.2. Typologie des sites de pineraie	p. 52
3.1.4.3. Typologie des sites de hêtraie et de chênaie-hêtraie	p. 54
3.2. Cartographie	p. 55
3.2.1. Cartographie des placettes	p. 55
3.2.2. Cartographie des forêts	p. 55
3.2.2.1. Distribution dans les territoires	p. 55
3.2.2.2. Distribution selon la propriété	p. 69
3.2.2.3. Distribution dans les paysages	p. 70
3.2.2.4. Distribution selon l'essence dominante	p. 74

3.2.2.5. Comparaison de la carte vieilles forêts vs forêts anciennes	p. 74
3.2.2.6. Statut des vieilles forêts selon les différents zonages	p. 76
3.2.3. Les différentes cartographies réalisées	p. 77
3.2.3.1. Les polygones	p. 78
3.2.3.2. Les sites	p. 79
3.2.3.3. Les amas de sites à 200 m	p. 80
3.2.3.4. Les amas de sites à 500 m	p. 81
4. Synthèse, recommandations et conclusion	p. 83
Bibliographie	p. 105
Liste des figures	p. 110
Liste des tableaux	p. 112
Annexes	p. 113

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Fiche descriptive des sites pyrénéens abritant des vieilles forêts	10
Figure 2. Principales caractéristiques et durée des phases du cycle sylvigénétique	12
Figure 3. Répartition des étages bioclimatiques selon l'altitude et l'exposition	13
Figure 4. Ecogramme permettant de positionner les placettes	13
Figure 5. Clé de détermination des essences de maturation	16
Figure 6. Dendro micro habitats recherchées et leurs caractéristiques	18
Figure 7. Répartition des placettes selon les départements	32
Figure 8. Répartition des placettes selon les régions forestières	32
Figure 9. Répartition des placettes d'inventaire selon la propriété forestière	33
Figure 10. Répartition des placettes selon les vallées.....	33
Figure 11. Nombre de sites selon l'intensité d'échantillonnage	34
Figure 12. Corrélations entre les indicateurs de maturité (placettes en sapinière)	35
Figure 13. Corrélations entre les indicateurs de maturité (placettes en pineraie)	37
Figure 14. Comparaison des groupes de placettes issus de la CAH (cas des sapinières).....	38
Figure 15. Clé de détermination des types de placettes de sapinière	43
Figure 16. Comparaison des groupes de placettes issus de la CAH (cas des pineraies)	45
Figure 17. Clé de détermination des types de placettes de pineraie	48
Figure 18. Répartition des sites et des surfaces de vieille sapinière selon leur type	53
Figure 19. Répartition des sites et des surfaces de vieille pineraie selon leur type	54
Figure 20. Répartition des placettes d'évaluation sur l'ouest des Hautes-Pyrénées	56
Figure 21. Répartition des sites de vieille forêt sur l'ouest des Hautes-Pyrénées	61
Figure 22. Répartition du nombre de sites de vieille forêt, de leur surface	66
Figure 23. Répartition des surfaces de vieilles forêts selon les vallées	67
Figure 24. Nombre de sites, surface et surface moyenne de vieille forêt	68
Figure 25. Répartition des surfaces de vieilles forêts selon la propriété forestière.	69
Figure 26. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt selon l'altitude	70
Figure 27. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt	71
Figure 28. Répartition des vieilles forêts selon les étages bioclimatiques	72
Figure 29. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt	73
Figure 30. Répartition des polygones et des surfaces de vieille forêt selon l'essence	74
Figure 31. Comparaison des contours des forêts anciennes et de ceux des vieilles forêts.....	75
Figure 32. Répartition des vieilles forêts selon leur statut.	77
Figure 33. Répartition du nombre et de la surface des polygones de vieille forêt.....	78
Figure 34. Répartition du nombre et de la surface des sites de vieille forêt	79

Figure 35. Répartition du nombre et de la surface des « amas à 200 m » de sites de vieille forêt	80
Figure 36. Répartition du nombre et de la surface des « amas à 500 m » de sites de vieille forêt	81
Figure 37. Localisation des massifs et des îlots de vieille forêt	86

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractérisation des stades de saproxylation du bois mort	24
Tableau 2. Note attribuée à chaque type de dendro micro habitat selon son potentiel d'accueil	27
Tableau 3. Note attribuée à chaque type de dendro micro habitat selon un gradient d'occurrence .	28
Tableau 4. Note attribuée à chaque type de dendro micro habitat selon la vitesse de (re)création ..	28
Tableau 5. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation an sapinière	40
Tableau 6. Comparaison des caractéristiques des placettes de sapinière et de pineraie	46
Tableau 7. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation en pineraie	46
Tableau 8. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation en hêtraie.....	49
Tableau 9. Caractéristiques des types de placettes d'évaluation en chênaie-hêtraie	50
Tableau 10. Comparaison des IBP Gestion de peuplements exploités et de vieilles forêts	51
Tableau 11. Répartition des surfaces de vieille sapinière selon leur niveau de connaissance	52
Tableau 12. Répartition des sites et des surfaces de vieille sapinière selon leur forme d'évaluation .	52
Tableau 13. Répartition des surfaces de vieille pineraie selon leur niveau de connaissance	52
Tableau 14. Répartition des sites et des surfaces de vieille pineraie selon leur forme d'évaluation ..	54
Tableau 15. Caractéristiques des « massifs de vieille forêt » des Pyrénées de Midi-Pyrénées	91
Tableau 16 . Caractéristiques des « îlots de vieille forêt » sur les Pyrénées de Midi-Pyrénées	98

ANNEXES

- ANNEXE 1.** Répertoire des champs de la table attributaire de la carte de distribution des placettes d'inventaire réalisées dans les vieilles forêts des Pyrénées de Midi-Pyrénées.
- ANNEXE 2.** Répertoire des champs de la table attributaire de la carte des polygones de vieille forêt des Pyrénées de Midi-Pyrénées.
- ANNEXE 3.** Répertoire des champs de la table attributaire de la carte des sites de vieille forêt des Pyrénées de Midi-Pyrénées, supplémentaires par rapport à la table attributaire de la carte des polygones.
- ANNEXE 4.** Répertoire des champs de la table attributaire de la carte des massifs et des îlots de vieille forêt dans les Pyrénées de Midi-Pyrénées.

ANNEXE 1. Répertoire des champs de la table attributaire de la carte de distribution des placettes d'inventaire réalisées dans les vieilles forêts des Pyrénées de Midi-Pyrénées.

- **Id_Place** : identifiant de la placette ; les Id_Place des nouvelles placettes réalisées seront données en suivant ;
- **Code_Pla** : code de la placette ; les trois premiers chiffres correspondent à l'identifiant du site (001 à 245) et les deux chiffres suivants au numéro de la placette dans le site (de 01 à 19) ;
- **Nom_Site** : nom du site dans lequel a été réalisée la placette,
- **Id_Site** : identifiant du site (1 à 245) dans lequel a été réalisée la placette,
- **Id_Poly** : identifiant du polygone (1 à 736) dans lequel a été réalisée la placette,
- **Commune** : commune dans laquelle a été réalisée la placette,
- **Départmt** : département dans lequel a été réalisée la placette,
- **Propr** : type de propriété forestière dans laquelle a été réalisée la placette,
- **Date** : date de réalisation de la placette,
- **Descript** : initiales des noms des descripteurs de la placette :
 - . pour le CBN PMP : CH = Carole HANNOIRE ; MIS = Marta Infante SANCHEZ ;
 - . pour le CEN MP : FB = Frédéric BLANC ; SD = Sylvain DEJEAN ; ME = Marc ENJALBAL ; NG = Nicolas GOUIX ; LL = Lysa LAVIOLLE ; DM = Daniel MARC ;
 - . pour l'INRA : LB = Laurent BURNEL ; VG = Virginie GUYOT (thésarde) ; WH = Wilfried HEINZ ; LL = Laurent LARRIEU ; JW = Jérôme WILLM ;
 - . pour le CRPF : MH = Mathilde HAREL ;
 - . pour l'EI PURPAN : HB = Hervé BRUSTEL ; EC = Eugénie CATEAU (thésarde) ; DD = Daniel DELATTRE (stagiaire) ; CM = Clémentine MAILLIU (stagiaire) ; YM = Yanis MARCILLAUD (stagiaire) ; CP = Carole POYLECOT (stagiaire) ; JMS = Jean-Marie SAVOIE ; ES = Etienne SENECLAUZE (stagiaire) ; LV = Lionel VALLADARES ; CV = Coralie VICTOIRE (stagiaire)
- **Protocol** : protocole d'évaluation utilisé sur la placette :
 - . VFP 1 = tour d'horizon relascopique utilisé pour la phase 1 de l'étude ;
 - . VFP 2 = protocole mis au point suite à la phase 1 et utilisé pour la phase 2,
- **X_WGS84** : la longitude du centre de la placette, relevée au GPS, en degrés décimaux,
- **Y_WGS84** : la latitude du centre de la placette, relevée au GPS, en degrés décimaux,
- **Altitude** : l'altitude du centre de la placette d'évaluation, déterminée au GPS, en valeur réelle,
- **Expo** : l'exposition moyenne de la placette, évaluée à la boussole, rattachée à l'une des 16 classes du tour d'horizon,
- **Etage** : l'étage bioclimatique, évalué à partir de l'altitude et de l'exposition du centre de la placette, selon 6 niveaux (voir Figure 3, § 2.3.2.2.4., les valeurs d'altitude et d'exposition correspondantes) :
 - . étage collinéen (moyen et supérieur),
 - . étages montagnard inférieur, moyen et supérieur,
 - . étages subalpin inférieur et supérieur,
- **Pente** : la pente de la placette en son centre, mesurée au clinomètre, en valeur réelle,

- **Type_Pla** : le rattachement de la placette à un groupe de la typologie,
- **Roch_Mer** : la roche-mère, rattachée à l'une des 5 catégories suivantes :
 - . granite (et roches assimilées : pegmatite, migmatite, ...), gneiss,
 - . micaschiste, schiste, grès,
 - . mélange de roche calcaire et de roche non calcaire,
 - . roche carbonatée tendre (calcarénite, calcshiste),
 - . roche carbonatée dure : calcaire massif, dolomie, marbre, ...,
- **Nb_Mi_Ro** : le nombre de types de milieux rocheux représentés sur la placette,
- **Typ_Mi_R** : les types de milieux rocheux représentés sur la placette : barre ombragée, barre non ombragée, éboulis, bloc, dalle ou lapiaz,
- **Rec_Mi_R** : le recouvrement de ces milieux rocheux, en pourcentage réel,
- **IBP_Mi_R** : la note IBP attribuée selon la diversité et le recouvrement des milieux rocheux,
- **Rec_Mi_O** : le pourcentage de milieux ouverts, en valeur réelle,
- **IBP_Mi_O** : la note IBP attribuée selon le pourcentage de milieux ouverts,
- **Trophic** : le niveau trophique stationnel (position dans l'écogramme), réparti selon une échelle à 5 niveaux : oligotrophe ou très oligotrophe ; oligotrophe à mésotrophe ; mésotrophe ; mésotrophe à eutrophe ou eutrophe ; calcique,
- **Hydric** : le niveau hydrique stationnel (position dans l'écogramme), réparti selon une échelle à 5 niveaux : très sec à sec ; assez sec ; assez sec à assez frais ; assez frais ; frais à assez humide,
- **Habitat** : le rattachement phytosociologique, si possible à une association végétale déjà décrite régionalement,
- **Cod_Habit** : le code du type d'habitat dans la *Paleartic Classification* européenne,
- **Code_DH** : le code éventuel de rattachement de l'habitat à la typologie EUR-28 des habitats d'intérêt communautaire,
- **Intit_DH** : l'intitulé éventuel de rattachement de l'habitat à la typologie EUR-28 des habitats d'intérêt communautaire,
- **Re_Arb>7** : le recouvrement réel de la strate arborescente (arbre de plus de 7 m de hauteur),
- **Arb_H>10** : la présence d'une strate arborescente haute (plus de 20 m) recouvrant plus de 10% de la surface,
- **Arb_B>10** : la présence d'une strate arborescente basse (7 à 20 m) recouvrant plus de 10% de la surface,
- **Arbu>10** : la présence d'une strate arbustive (moins de 7 m) recouvrant plus de 10% de la surface,
- **Herb>10** : la présence d'une strate herbacée recouvrant plus de 10% de la surface,
- **Nb_St>10** : le nombre de strates recouvrant individuellement plus de 10% de la surface,
- **IBP_Stra** : la note IBP attribuée selon le nombre de strates représentées,
- **Sylv_Fac** : le sylvo-faciès, selon la dominance des essences, rattaché à un des 8 types suivants : chênaie-hêtraie ou hêtraie-chênaie ; hêtraie ; hêtraie-sapinière ; sapinière-hêtraie ; sapinière à hêtre épars ; sapinière ; pineraie sylvestre ; pineraie à crochets,
- **Dryades** : les essences dryades représentées sur la placette :

- . le chêne sessile et le hêtre à l'étage collinéen inférieur,
 - . 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
 - . le pin à crochets à l'étage subalpin supérieur,
 - . les tilleuls à grandes et à petites feuilles, les érables plane et sycomore, l'orme de montagne, le frêne commun, en cas de blocage stationnel de la sylvigénèse (sur éboulis, colluvions mobiles, lapiaz, ...),
 - . le pin sylvestre aux étages montagnard supérieur et subalpin inférieur, sur station sèche en climat d'abri peu pluvieux et froid.
- **Dry_Att** : les essences dryades attendues selon l'étage bioclimatiques et les conditions stationnelles (voir ci-dessus),
 - **Pres/Att** : le rapport entre les essences dryades représentées sur la placette et celles attendues,
 - **Aut_Esp** : les autres espèces arborescentes (hors noisetier, houx, ...) présentes sur la placette :
 - **Nb_Genr** : le nombre de genres d'espèces arborescentes présentes sur la placette, y compris les dryades, en valeur réelle,
 - **IBP_Ess** : la note IBP attribuée selon le nombre de genres d'espèces arborescentes présentes,
 - **G_TG_TTG** : les seuils des catégories de diamètre retenus pour les GB, les TGB et les TTGB, selon l'étage bioclimatique et les conditions stationnelles de la placette,
 - **Nb_TGB** : le nombre de TGB vivants sur la placette,
 - **Nb_TTGB** : le nombre de TTGB vivants par ha sur la placette,
 - **Nb_T_TTG** : le nombre total de TGB et de TTGB vivants par ha sur la placette,
 - **IBP_TGB** : la note IBP attribuée selon le nombre total de TGB et de TTGB par ha,
 - **Esp_Mx_V** : espèce du plus gros arbre vivant,
 - **Dia_Mx_V** : diamètre à 1,30 m du plus gros arbre vivant,
 - **Nb_BMD** : le nombre de GB, TGB et TTGB morts sur pied par ha,
 - **IBP_BMD** : la note IBP attribuée selon le nombre de GB, TGB et TTGB morts sur pied par ha,
 - **Nb_BMS** : le nombre de GB, TGB et TTGB morts au sol par ha,
 - **IBP_BMS** : la note IBP attribuée selon le nombre de GB, TGB et TTGB morts au sol par ha,
 - **Nb_T_BM** : le nombre total de GB, TGB et TTGB morts, debout et au sol, par ha,
 - **Cav_V_Tr** : la présence de cavité vide de tronc,
 - **Cav_V_Pd** : la présence de cavité vide de pied,
 - **Boi_S_Ec** : la présence de plage de bois sans écorce d'une surface supérieure à une feuille A4,
 - **Cav_T_Tr** : la présence de cavité à terreau de tronc,
 - **Cav_T_Pd** : la présence de cavité à terreau de pied,
 - **Ddt_Fd** : la présence de dendrotelme à fond dur,
 - **Ddt_Fc** : la présence de dendrotelme à fond carié,

- **Fen_Ec_D** : la présence de fente ou d'écorce décollée,
- **Champ_Bv** : la présence de carpophore de polypore sur bois vivant,
- **Cham_BMD** : la présence de carpophore de polypore sur bois mort debout,
- **Cham_BMS** : la présence de carpophore de polypore sur bois mort au sol,
- **Cou_Sev** : la présence de coulée de sève active,
- **Ch_Ci_Br** : la présence de charpentièrre ou de cime récemment brisée,
- **BM_Houp** : la présence de bois mort dans le houpier,
- **Liane** : la présence de liane ou de gui,
- **Accu_Deb** : la présence de grosse accumulation de débris ligneux ou de litière,
- **Nb_DMH** : le nombre total de types de dendro micro habitats relevés sur la placette,
- **Not_MH_Bi** : la note attribuée aux dendro micro habitats selon leur potentiel d'accueil en biodiversité,
- **Not_MH_Ge** : la moyenne des deux notes attribuées aux dendro micro habitats selon leur gradient d'occurrence dans les peuplements subnaturels et selon leur vitesse de (re)création au cours du temps en cas de disparition,
- **Not_Moy** : la moyenne des deux notes précédentes,
- **IBP_DMH** : la note IBP attribuée selon le nombre de dendro micro habitats relevés sur la placette,
- **Nb_S_BMD** : le nombre de stades de saproxylation du bois mort debout,
- **BMD_S_1** : la présence de bois mort debout au stade 1 de saproxylation,
- **BMD_S_2** : la présence de bois mort debout au stade 2 de saproxylation,
- **BMD_S_3** : la présence de bois mort debout au stade 3 de saproxylation,
- **BMD_S_4** : la présence de bois mort debout au stade 4 de saproxylation,
- **BMD_S_5** : la présence de bois mort debout au stade 5 de saproxylation,
- **Nb_S_BMS** : le nombre de stades de saproxylation du bois mort au sol,
- **BMS_S_1** : la présence de bois mort au sol au stade 1 de saproxylation,
- **BMS_S_2** : la présence de bois mort au sol au stade 2 de saproxylation,
- **BMS_S_3** : la présence de bois mort au sol au stade 3 de saproxylation,
- **BMS_S_4** : la présence de bois mort au sol au stade 4 de saproxylation,
- **BMS_S_5** : la présence de bois mort au sol au stade 5 de saproxylation,
- **Nb_S_BM** : le nombre total de stades de saproxylation du bois mort, debout et au sol,
- **IBP_Anc** : la note IBP attribuée selon l'ancienneté de l'état boisé sur la placette,
- **IBP_Mi_A** : la note IBP attribuée selon la diversité des milieux aquatiques,
- **IBP_Gest** : la somme des notes IBP attribuées aux indicateurs de la gestion,
- **IBP_Cont** : la somme des notes IBP attribuées aux indicateurs du contexte,
- **IBP_Glob** : la somme des notes IBP gestion et IBP contexte,
- **Us_Past** : l'usage pastoral observé sur la placette,

- **Us_P_Anc** : l'ancienneté de l'usage pastoral sur la placette,
- **Us_P_Int** : l'intensité de l'usage pastoral, passé ou actuel, sur la placette,
- **Exp_For** : l'exploitation forestière observée sur la placette,
- **Ex_F_Int** : l'intensité de l'exploitation forestière observée sur la placette

ANNEXE 2. Répertoire des champs de la table attributaire de la carte des polygones de vieille forêt des Pyrénées de Midi-Pyrénées.

- **Id_Polyg** : identifiant unique du polygone dans la base (1 à 736) ; le nombre est décimal pour permettre d'insérer de nouveaux polygones entre 2 items ; ils sont numérotés vallée par vallée, d'ouest en est, et de l'aval vers l'amont de la vallée ;
- **Ident** : c'est le Id_Polyg x 10 ; nombre entier permettant d'effectuer des jointures et des croisements entre les couches d'information sous SIG ;
- **Nom_Site** : les polygones sont dénommés selon le site de vieille forêt auquel ils se rattachent ;
- **Id_Site** : c'est l'identifiant unique d'un site dans la base (1 à 265) ; comme les polygones, ils sont numérotés vallée par vallée, d'ouest en est, et de l'aval vers l'amont de la vallée ; des nombres sans site attribué sont intercalés dans la base afin de pouvoir ajouter des sites à leur place logique ;
- **Reg_For** : région forestière dans laquelle se situe le polygone ; les 3 régions citées regroupent les unités suivantes :
 - . « Bordure sous-pyrénéenne » regroupe les régions Bordure sous-pyrénéenne (65) et Petites Pyrénées et Plantaurel (31 et 09) ;
 - . « Front pyrénéen » regroupe les régions Front pyrénéen (65, 31 et 09) et Bordure ariégeoise du Pays de Sault (09) ;
 - . « Haute chaîne pyrénéenne » regroupe les régions Haute chaîne pyrénéenne (65 et 31) Haute chaîne du Couserans (09), Haute Ariège et Vicdessos (09) et Quérigut (09) ;
- **Departmt** : numéro du département dans lequel se situe le polygone (65, 31 ou 09) ;
- **Dall_IGN** : numéro de la carte au 1/25 000 de l'IGN dans laquelle se situe le polygone ;
- **Id_Vall** et **Nom_Vall** : identifiant et nom de la vallée dans laquelle se situe le polygone ; les vallées sont numérotées d'ouest en est de la façon suivante :
 - . 1 : vallée d'Arrens à l'amont du barrage du Tech ;
 - . 2 : vallée d'Estaing à l'amont du village d'Estaing ;
 - . 3 : vallée de Cauterets à l'aval de la ville de Cauterets (inclut la FD du Lisey) ;
 - . 4 : vallée de Cauterets à l'amont de la ville de Cauterets ;
 - . 5 : vallée de Luz-Saint-Sauveur à l'amont d'Argelès-Gazost excluant les vallées adjacentes ;
 - . 6 : vallée de Gazost ;
 - . 7 : vallée de l'Adour en amont de Tarbes (dont FC de Rébisclo) ;
 - . 8 : vallée d'Aure à l'aval de St-Lary-Soulan (y compris les vallées adjacentes sauf les vallées de Louron, de Bareilles et d'Azet) ;
 - . 9 : vallée d'Aure en amont de St-Lary-Soulan Soulan (y compris les vallées adjacentes sauf la vallée de Rioumajou) ;
 - . 10 : vallée de Rioumajou à l'amont de Tramezaïgues ;
 - . 11 : vallée d'Azet à l'amont de Bourisp ;
 - . 12 : vallées de Louron et de Bareilles à l'amont d'Arreau ;
 - . 13 : vallée de Ferrère à l'amont de Barbazan ;
 - . 14 : vallée de la Pique à l'aval de Bagnères-de-Luchon ;

- . 15 : vallée de la Pique à l'amont de Bagnères-de-Luchon (y compris la vallée d'Oueil) et vallée du Lys ;
- . 16 : vallée de la Garonne à l'amont de Montréjeau ;
- . 17 : vallée du Ger à l'amont de Pointis-Inard et vallée de l'Arbas à l'amont de Mane ;
- . 18 : vallée du Biros (ou du Lez, partie occidentale du Couserans) à l'amont de Castillon-en-Couserans ;
- . 19 : Couserans oriental, vallée du Salat à l'amont de Saint-Girons (comprend la vallée du Garbet) ;
- . 20 : vallée de l'Ariège à l'amont de Tarascon-sur-Ariège ;
- . 21 : vallée de l'Aude à l'amont de Quillan ;
- **Commune** : nom de la commune sur laquelle la plus grande partie du polygone est située ;
- **Propri** : type de propriété (au moins pour la majorité de la surface du polygone) ; 5 catégories ont été renseignées :
 - . forêts au régime forestier : Forêt Domaniale, Forêt Communale et Forêt Syndicale ;
 - . forêts hors régime forestier : Forêts communale hors régime forestier, Forêt privée ;
- **Ess_Ppal** : essence qui domine sur l'ensemble du polygone (5 essences possibles : chêne sessile, hêtre, sapin pectiné, pin sylvestre, pin à crochets) ;
- **Surface** : surface du polygone en ha ;
- **Pla_Poly** : nombre de placettes d'évaluation réalisées dans le polygone ;
- **Typ_Poly** : rattachement du polygone à la typologie des sites ;
- **Collin** : pourcentage de la surface du polygone comprise dans l'étage collinéen ;
- **Mont_Inf** : pourcentage de la surface du polygone comprise dans l'étage montagnard inférieur ;
- **Mont_Moy** : pourcentage de la surface du polygone comprise dans l'étage montagnard moyen ;
- **Mont_Sup** : pourcentage de la surface du polygone comprise dans l'étage montagnard supérieur ;
- **SubA_Inf** : pourcentage de la surface du polygone comprise dans l'étage subalpin inférieur ;
- **SubA_Sup** : pourcentage de la surface du polygone comprise dans l'étage subalpin supérieur ;
- **Expo_Nor** : pourcentage de la surface du polygone en exposition nord ;
- **Expo_Est** : pourcentage de la surface du polygone en exposition est ;
- **Expo_Oue** : pourcentage de la surface du polygone en exposition ouest ;
- **Expo_Sud** : pourcentage de la surface du polygone en exposition sud ;
- **Rad_So_M** : moyenne de la radiation solaire reçue sur l'ensemble du polygone en kWh.m⁻².an⁻¹ (1 kWh = 3600 kJ) :
 - . radiation solaire très faible : 180 à 295 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire faible : 295 à 400 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire moyenne : 400 à 510 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire forte : 510 à 610 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire très forte : 610 à 720 kWh.m⁻².an⁻¹
- **Alt_Min** : altitude minimum du polygone

- **Alt_Max** : altitude maximum du polygone
- **Alt_Moy** : altitude moyenne du polygone
- **Pent_Min** : pente minimum du polygone
- **Pent_Max** : pente maximum du polygone
- **Pent_Moy** : pente moyenne du polygone
- **Proximus** : distance directe au plus proche polygone (quel que soit le milieu intercalaire) ; pour des polygones adjacents, c'est le polygone non adjacent le plus proche qui est pris en compte ;
- **PNP** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans le Parc National des Pyrénées, en "Zone cœur" ou en "Zone d'adhésion" ;
- **RB** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans une Réserve Biologique ;
- **RN** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans une Réserve Naturelle Nationale (RNN) ou Régionale (RNR) ;
- **Nat_2000** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans un site Natura 2000, Site d'Importance Communautaire (SIC) ou Zone de Protection Spéciale (ZPS) ;
- **ZNIEFF** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans une ZNIEFF de type 1 ;
- **PNR** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans un Parc Naturel Régional ;
- **Paysage** : polygone inclus (en totalité ou en partie) dans un Site classé (SC) ou un Site inscrit (SI).

ANNEXE 3. Répertoire des champs de la table attributaire de la carte des sites de vieille forêt des Pyrénées de Midi-Pyrénées, supplémentaires par rapport à la table attributaire de la carte des polygones.

- **Expl_For** : niveau d'exploitation forestière ancienne : site sans trace d'exploitation forestière sur la totalité ou une partie seulement de la surface du site ; site soumis par le passé à une exploitation forestière plus ou moins intensive (présence de souches) ;
- **Exp_Past** : niveau d'exploitation pastorale : site soumis à une exploitation pastorale, passée ou actuelle, et intensité du pâturage (faible, moyenne ou forte) ;
- **Bar_Roc** : présence de barre ou de ressaut rocheux sur le site ;
- **Eboulis** : présence de zone d'éboulis sur le site ;
- **Lapiaz** : présence de zone lapiazée sur le site ;
- **Chablis** : présence de zone de chablis sur le site ;
- **Avalanch** : présence de couloir d'avalanche active sur le site ;
- **Fr_Exp_F** : frein à l'exploitation forestière de type « présence de falaise ou de ressaut rocheux » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_I** : frein à l'exploitation forestière de type « instabilité du terrain » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_P** : frein à l'exploitation forestière de type « pente très forte » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_L** : frein à l'exploitation forestière de type « présence de zones lapiazées » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_T** : frein à l'exploitation forestière de type « présence de talweg difficilement franchissable » dans le site ;
- **Fr_Exp_C** : frein à l'exploitation forestière de type « difficultés de câblage » sur au moins une partie du site.

ANNEXE 4. Répertoire des champs de la table attributaire de la carte des propositions de massifs et d'îlots de vieille forêt dans les Pyrénées de Midi-Pyrénées.

- **Id_Site** : c'est l'identifiant unique du site (massif ou îlot en libre évolution, autre) dans la base (1 à 180) ; ils sont numérotés vallée par vallée, d'ouest en est, et de l'aval vers l'amont de la vallée ; des nombres sans site attribué sont intercalés dans la base afin de pouvoir ajouter des sites à leur place logique ;
- **Nom_For** : nom du massif ou de l'îlot ;
- **Pro_Gest** : massif ou îlot, autre site ;
- **Reg_For** : région forestière dans laquelle se situe le site ; les 3 régions citées regroupent les unités suivantes :
 - . « Bordure sous-pyrénéenne » regroupe les régions Bordure sous-pyrénéenne (65) et Petites Pyrénées et Plantaurel (31 et 09) ;
 - . « Front pyrénéen » regroupe les régions Front pyrénéen (65, 31 et 09) et Bordure ariégeoise du Pays de Sault (09) ;
 - . « Haute chaîne pyrénéenne » regroupe les régions Haute chaîne pyrénéenne (65 et 31) Haute chaîne du Couserans (09), Haute Ariège et Vicdessos (09) et Quérigut (09) ;
- **Departmt** : numéro du département dans lequel se situe le site (65, 31 ou 09) ;
- **Dall_IGN** : numéro de la carte au 1/25 000 de l'IGN dans laquelle se situe le site ;
- **Id_Vall** et **Nom_Vall** : identifiant et nom de la vallée dans laquelle se situe le site ; les vallées sont numérotées d'ouest en est de la façon suivante :
 - . 1 : vallée d'Arrens à l'amont du barrage du Tech ;
 - . 2 : vallée d'Estaing à l'amont du village d'Estaing ;
 - . 3 : vallée de Cauterets à l'aval de la ville de Cauterets (inclut la FD du Lisey) ;
 - . 4 : vallée de Cauterets à l'amont de la ville de Cauterets ;
 - . 5 : vallée de Luz-Saint-Sauveur à l'amont d'Argelès-Gazost excluant les vallées adjacentes ;
 - . 6 : vallée de Gazost ;
 - . 7 : vallée de l'Adour en amont de Tarbes (dont FC de Rébisclo) ;
 - . 8 : vallée d'Aure à l'aval de St-Lary-Soulan (y compris les vallées adjacentes sauf les vallées de Louron, de Bareilles et d'Azet) ;
 - . 9 : vallée d'Aure en amont de St-Lary-Soulan Soulan (y compris les vallées adjacentes sauf la vallée de Rioumajou) ;
 - . 10 : vallée de Rioumajou à l'amont de Tramezaïgues ;
 - . 11 : vallée d'Azet à l'amont de Bourisp ;
 - . 12 : vallées de Louron et de Bareilles à l'amont d'Arreau ;
 - . 13 : vallée de Ferrère à l'amont de Barbazan ;
 - . 14 : vallée de la Pique à l'aval de Bagnères-de-Luchon ;
 - . 15 : vallée de la Pique à l'amont de Bagnères-de-Luchon (y compris la vallée d'Oueil) et vallée du Lys ;

- . 16 : vallée de la Garonne à l'amont de Montréjeau ;
- . 17 : vallée du Ger à l'amont de Pointis-Inard et vallée de l'Arbas à l'amont de Mane ;
- . 18 : vallée du Biros (ou du Lez, partie occidentale du Couserans) à l'amont de Castillon-en-Couserans ;
- . 19 : Couserans oriental, vallée du Salat à l'amont de Saint-Girons (comprend la vallée du Garbet) ;
- . 20 : vallée de l'Ariège à l'amont de Tarascon-sur-Ariège ;
- . 21 : vallée de l'Aude à l'amont de Quillan ;
- **Commune** : nom de la commune sur laquelle la plus grande partie du site est située ;
- **Propri** : type de propriété (au moins pour la majorité de la surface du site) ; 5 catégories ont été renseignées :
 - . forêts au régime forestier : Forêt Domaniale, Forêt Communale et Forêt Syndicale ;
 - . forêts hors régime forestier : Forêts communale hors régime forestier, Forêt privée ;
- **Ess_Ppal** : essence qui domine sur l'ensemble du site (5 essences possibles : chêne sessile, hêtre, sapin pectiné, pin sylvestre, pin à crochets) ;
- **Surf_VF** : surface de vieille forêt incluse dans le site (massif, îlot ou autre) ;
- **Surf_Pro** : surface totale du site (massif ou îlot) proposé en libre évolution
- **Pla_Site** : nombre de placettes d'évaluation réalisées dans le site ;
- **Typ_Site** : rattachement du site à la typologie des sites ;
- **Collin** : pourcentage de la surface du site comprise dans l'étage collinéen ;
- **Mont_Inf** : pourcentage de la surface du site comprise dans l'étage montagnard inférieur ;
- **Mont_Moy** : pourcentage de la surface du site comprise dans l'étage montagnard moyen ;
- **Mont_Sup** : pourcentage de la surface du site comprise dans l'étage montagnard supérieur ;
- **SubA_Inf** : pourcentage de la surface du site comprise dans l'étage subalpin inférieur ;
- **SubA_Sup** : pourcentage de la surface du site comprise dans l'étage subalpin supérieur ;
- **Expo_Nor** : pourcentage de la surface du site en exposition nord ;
- **Expo_Est** : pourcentage de la surface du site en exposition est ;
- **Expo_Oue** : pourcentage de la surface du site en exposition ouest ;
- **Expo_Sud** : pourcentage de la surface du site en exposition sud ;
- **Rad_So_M** : moyenne de la radiation solaire reçue sur l'ensemble du site en kWh.m⁻².an⁻¹ (1 kWh = 3600 kJ) :
 - . radiation solaire très faible : 180 à 295 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire faible : 295 à 400 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire moyenne : 400 à 510 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire forte : 510 à 610 kWh.m⁻².an⁻¹
 - . radiation solaire très forte : 610 à 720 kWh.m⁻².an⁻¹
- **Alt_Min** : altitude minimum du site ;
- **Alt_Max** : altitude maximum du site ;

- **Alt_Moy** : altitude moyenne du site ;
- **Pent_Min** : pente minimum du site ;
- **Pent_Max** : pente maximum du site ;
- **Pent_Moy** : pente moyenne du site ;
- **Proximus** : distance directe au plus proche site (quel que soit le milieu intercalaire) ;
- **Expl_For** : niveau d'exploitation forestière ancienne : site sans trace d'exploitation forestière sur la totalité ou une partie seulement de la surface du site ; site soumis par le passé à une exploitation forestière plus ou moins intensive (présence de souches) ;
- **Exp_Past** : niveau d'exploitation pastorale : site soumis à une exploitation pastorale, passée ou actuelle, et intensité du pâturage (faible, moyenne ou forte) ;
- **Bar_Roc** : présence de barre ou de ressaut rocheux sur le site ;
- **Eboulis** : présence de zone d'éboulis sur le site ;
- **Lapiaz** : présence de zone lapiazée sur le site ;
- **Chablis** : présence de zone de chablis sur le site ;
- **Avalanch** : présence de couloir d'avalanche active sur le site ;
- **Fr_Exp_F** : frein à l'exploitation forestière de type « présence de falaise ou de ressaut rocheux » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_I** : frein à l'exploitation forestière de type « instabilité du terrain » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_P** : frein à l'exploitation forestière de type « pente très forte » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_L** : frein à l'exploitation forestière de type « présence de zones lapiazées » sur au moins une partie du site ;
- **Fr_Exp_T** : frein à l'exploitation forestière de type « présence de talweg difficilement franchissable » dans le site ;
- **Fr_Exp_C** : frein à l'exploitation forestière de type « difficultés de câblage » sur au moins une partie du site.
- **PNP** : site inclus (en totalité ou en partie) dans le Parc National des Pyrénées, en "Zone cœur" ou en "Zone d'adhésion" ;
- **RB** : site inclus (en totalité ou en partie) dans une Réserve Biologique ;
- **RN** : site inclus (en totalité ou en partie) dans une Réserve Naturelle Nationale (RNN) ou Régionale (RNR) ;
- **Nat_2000** : site inclus (en totalité ou en partie) dans un site Natura 2000, Site d'Importance Communautaire (SIC) ou Zone de Protection Spéciale (ZPS) ;
- **ZNIEFF** : site inclus (en totalité ou en partie) dans une ZNIEFF de type 1 ;
- **PNR** : site inclus (en totalité ou en partie) dans un Parc Naturel Régional ;
- **Paysage** : site inclus (en totalité ou en partie) dans un Site classé (SC) ou un Site inscrit (SI).