

Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine »

Pour une continuité de la trame forestière entre
Pyrénées et Massif-Central



Goux N, Savoie JM (coord.) Bouteloup R, Corriol G, Cuypers T, Hannoire C, Infante Sanchez M, Maillé S, Marc D — 2019

Rapport d'exécution

Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central.

Goux Nicolas¹, Savoie Jean-Marie² (coordinateurs)

Bouteloup R.⁴, Corriol G.³, Cuypers T.⁵, Hannoire C.³,
Infante Sanchez M.³, Maillé S.⁶, Marc D.¹








Décembre 2019

Contact : nicolas.goux@espaces-naturels.fr

Ce document est à citer sous la forme suivante :

Goux N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R, Corriol G, Cuypers T, Hannoire C, Infante Sanchez M., Maillé S. et Marc D (2019). Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central. Rapport final, Conservatoire d'espaces naturels Midi-Pyrénées / Ecole d'ingénieurs de Purpan. 64 p. + annexes.

Photo de couverture : Réserve Biologique Dirigée de Montoulieu en forêt domaniale de Grésigne (©Goux N.)

Coordination	
 <p>Conservatoire d'espaces naturels Midi-Pyrénées</p>	<p>1 : <u>Conservatoire d'espaces naturels Midi-Pyrénées</u> 5 voie du Toec - BP 57611 - 31076 Toulouse Cedex 3</p>
 <p>INP PURPAN ÉCOLE D'INGÉNIEURS</p> <p>DYNAFOR UMR 1201 INRA - INP TOULOUSE</p>	<p>2 : <u>Ecole d'Ingénieurs de PURPAN / INRA Dynafor</u> 75, voie du TOEC - BP 57611 - 31076 Toulouse cedex 3</p>
Partenaires	
 <p>Conservatoire Botanique National</p> <p>PYRÉNÉES et MIDI-PYRÉNÉES</p>	<p>3 : <u>Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées</u> Syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen, Vallon de Salut - BP 70315 - 65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex</p>
 <p>Conservatoire d'espaces naturels Languedoc-Roussillon</p>	<p>4 : <u>Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc Roussillon</u> Immeuble le Thèbes, 26 Allée de Mycènes 34000 Montpellier</p>
 <p>Ana Conservatoire d'espaces naturels Ariège</p>	<p>5 : <u>Ana – Conservatoire d'espaces naturels Ariège (ANA – CEN Ariège)</u> Vidallac, 09240 Alzen</p>
 <p>NATURE EN OCCITANIE</p>	<p>6 : <u>Nature en Occitanie -Comité Local 65</u> 21 rue des Thermes - 65200 Bagnères-de-Bigorre</p>
Sous-traitant	
 <p>CNPF</p>	<p><u>CRPF Occitanie</u> Maison de la Forêt 7 chemin de la Lacade 31320 Auzerville-Tolosane</p>

Autres contributeurs :



- **Falbet P.** de Nature Comminges a contribué à quelques inventaires de terrain.



- **Plassart C., Leal X.** : Fédération Aude Claire a contribué pour le CEN LR à la réalisation des inventaires sur la partie Audoise.



- **Buralli F.** du Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes a inventorié dans le cadre du programme Poctefa GREEN le secteur des Garrotxes selon la méthodologie « Vieille forêt » et fourni les données au programme.



- **Auclair L.-D., Corbi S., Coutand J., Guéniot P., Henniaux C., Nicolas S.** ont participé à la phase terrain sous la coordination de Romain Bouteloup.



- **Garrigue J., Pimenta R.** de la Fédération des Réserves Naturelles Catalanes ont participé à la phase de terrain dans les Réserves Naturelles Nationales des Pyrénées-Orientales.

Ce projet est soutenu par la commission européenne et la Région Occitanie dans le cadre d'un financement FEDER



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

RESUME

L'étude des vieilles forêts dans la région Occitanie a débuté il y'a plus de 10 ans sous l'impulsion du « Groupe d'étude des Vieilles Forêts des Pyrénées » dans l'ex Région Midi-Pyrénées (Savoie et *al.*, 2011 ; 2015). Depuis 2016, la démarche s'est étendue à la plaine d'ex-Midi-Pyrénées et sur l'est de la chaîne pyrénéenne (départements de l'Aude et des Pyrénées Orientales).

- Sur la plaine d'ex Midi-Pyrénées, on évalue aujourd'hui à 850 ha environ la surface de vieille forêt validée, répartis sur 92 sites et évalués par 257 placettes soit moins de 0.5 % de la surface forestière
- Sont retenues en tant que « vieille forêt » de plaine, l'ensemble des placettes et des sites avec au moins : **5 TGB vivants (D>70 cm) et 6 Bois morts en GB (D>40cm) par hectare**
- Pour l'Aude et les Pyrénées-Orientales, 3420 ha de vieilles forêts sur 109 sites ont été cartographiés soit environ 2 % de la surface forestière et évalués 96 placettes. Pour certains sites, le niveau de maturité reste cependant encore à évaluer.
- Au global sur les Pyrénées d'Occitanie, on évalue aujourd'hui à 11 600 ha environ la surface de vieille forêt validée, soit environ 4 % de la surface forestière, répartis sur 364 sites évalués par 531 placettes.

ABSTRACT

The study of old growth forests in Occitanie began over 10 years ago under the impetus of the "Pyrenean Old growth forest' Study Group" in the Pyrenees of Midi-Pyrénées (Savoie et al., 2011; 2015). Since 2016, the approach has been extended to lowland forests of Midi-Pyrénées and to the eastern part of the Pyrenean chain in the Aude and Pyrénées-Orientales départements.

- In lowland Midi-Pyrénées, the surface area of validated old growth forest is c. 850 ha, spread over 92 sites and assessed with 257 plots, which is less than 0.5 % of forest cover.
- Are considered a lowland old growth forest all sites with at least: 5 very big living trees (D>70 cm) et 6 dead wood of big trees (D>40cm) per hectare
- For the Aude and the Pyrénées-Orientales, 3,420 ha of old growth forest on 109 sites have been mapped, c. 2% of the forest cover, and assessed with 96 plots. For some sites, the level of maturity remains to be assessed.
- Overall, in the Pyrenees of Occitanie, the area of validated old growth forest is now estimated at c. 11,600 ha, c. 4 % of the forest cover, spread over 364 sites assessed with 531 plots.

S O M M A I R E

1. INTRODUCTION	3
2. LES VIEILLES FORETS : DEFINITION	4
2.1. LE CONCEPT DE « VIEILLE FORET »	4
2.2. LES VIEILLES FORETS, ETAT DES CONNAISSANCES SUR LEUR DISTRIBUTION	4
2.3. LES CARACTERISTIQUES DES VIEILLES FORETS : RAPPEL SYNTHETIQUE	5
3. RAPPEL DES OBJECTIFS OPERATIONNELS DU PROJET	7
4. METHODOLOGIE	8
4.1. LE TERRITOIRE DU PROJET	8
4.2. CRITERES DE SELECTION DES SITES PROSPECTES ET STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE	9
4.2.1. Fiche Instructions pour renseigner la fiche descriptive des sites de la plaine d'Occitanie abritant des vieilles forêts	14
4.2.2. Fiche descriptive des sites de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des vieilles forêts (hors Pyrénées)	19
4.2.3. Protocole de demande d'accord auprès des propriétaires forestiers privées	22
5. RESULTATS	24
5.1. CARACTERISTIQUES DES « VIEILLES FORETS » DE PLAINE	24
5.2. CRITERES DE DEFINITION RETENUS DES « VIEILLES FORETS » DE PLAINE	30
5.3. RESULTATS CARTOGRAPHIQUES A L'ECHELLE DU PROJET	33
5.4. RESULTATS PAR REGION FORESTIERE DE PLAINE	36
5.5. FORET PRIVEE / FORET PUBLIQUE	37
6. RESULTAT DES COMPLEMENTS D'INVENTAIRES DANS LES PYRENEES	44
6.1. DISTRIBUTION DES VIEILLES FORETS SUR LE TERRITOIRE	44
6.2. STATUT FONCIER DES VIEILLES FORETS DES PYRENEES ORIENTALES ET DE L'AUDE	50
6.3. CARTES PAR REGION FORESTIERE	51
7. SYNTHESE DES INVENTAIRES EN OCCITANIE	57
8. RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS	58
9. BIBLIOGRAPHIE	60
10. TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX	63

11. ANNEXES	65
11.1. CLE DE DETERMINATION DES PLACETTES DE PINERAIE	65
11.2. CLE DE DETERMINATION DES PLACETTES DE SAPINIÈRE	66
11.3. VOLET MYCOLOGIQUE DE L'ÉTUDE DES VIEILLES FORÊTS DE PLAINE EN MIDI-PYRÉNÉES	
11.4. BRYOPHYTES DES VIEILLES FORÊTS DE LA PLAINE ET DU PIÉMONT DE MIDI-PYRÉNÉES	

1. INTRODUCTION

La forêt est l'écosystème naturel prépondérant sur les territoires d'Occitanie, de France et d'Europe et sa distribution est naturellement limitée par l'altitude au-delà de laquelle la végétation arborée n'est plus adaptée. Le développement des activités humaines a toutefois largement modifié les forêts en Occitanie comme partout en Europe (Bartoli, 2011 ; Zanon et al., 2018), à la fois en terme de répartition, de composition ou de structure. Ces modifications ont conduit à une altération du fonctionnement écosystémique des forêts avec notamment un raccourcissement drastique des cycles sylvigénétiques dû à l'exploitation et une fragmentation de la couverture forestière causée par le développement des activités humaines. Cet historique a entraîné des conséquences notables sur le maintien des rôles fonctionnels qu'elles remplissent (Watson et al., 2018) :

- un rôle fondamental dans les cycles biogéochimiques dont la séquestration du carbone : les « vieilles forêts » sont considérées comme des puits de carbone (Allen et al., 2016 ; Figueres et al., 2019 ; Luyssaert et al., 2008) ;
- un rôle dans la régulation des conditions climatiques locales et globales ;
- un rôle dans le maintien des services hydrologiques : qualité de l'eau, régulation des eaux de ruissellement, limitation de l'érosion, ... ;
- un rôle dans le maintien de la biodiversité forestière et des services écosystémiques : recyclage de la matière organique, pollinisation, adaptabilité génétique, contrôle des ravageurs ...

Aujourd'hui, on considère ainsi que les forêts primaires, c'est-à-dire les forêts *issues de régénération naturelle d'essences natives au sein desquelles il n'y a pas de traces visibles d'activités humaines et dont les processus écologiques ne sont pas significativement affectés* (FAO, 2015) ont quasiment disparu d'Europe (Sabatini et al., 2018). S'il apparaît évident que l'ensemble du territoire a été parcouru et exploré par l'Homme, certaines zones, le plus souvent localisées dans les endroits les moins accessibles, présentent des forêts avec des caractéristiques proches de ces forêts originelles : les « vieilles forêts. »

Le concept de "vieille forêt" (Savoie et al., 2015) a été imaginé pour caractériser ces milieux. Il résulte de la combinaison de deux facteurs principaux, l'ancienneté et la maturité forestière (Cateau et al., 2015) et fait écho au concept de old-growth-forest (Gilg, 2005).

En Midi-Pyrénées, maintenant Occitanie, le Groupe d'Etude des Vieilles Forêts Pyrénéennes (Brustel et al., 2008) poursuit l'objectif depuis plus de 10 ans de caractériser ces espaces sur le massif des Pyrénées et vers la plaine en vue de connaître, pour mieux les préserver, les dernières forêts les plus proches d'un fonctionnement naturel.

Le travail mené s'est décomposé en plusieurs phases avec dans un premier temps l'étude des caractéristiques de quelques sites remarquables des Pyrénées afin de mieux comprendre leur structure et les enjeux qu'ils représentent (Savoie et al., 2011). Puis le déploiement d'un protocole pour caractériser la maturité forestière et cartographier les secteurs de « vieille forêt » des Pyrénées de Midi-Pyrénées (Savoie et al., 2015) a été réalisé. Ce travail s'est prolongé depuis 2016 sur les Pyrénées de l'est de la chaîne et la plaine de l'ex-région Midi-Pyrénées, couvrant ainsi de manière large le versant pyrénéen de la région Occitanie. Le présent rapport décrit les résultats de cette dernière phase conduite entre 2016 et aujourd'hui.

2. LES VIEILLES FORETS : DEFINITION

2.1. LE CONCEPT DE « VIEILLE FORET »

Depuis de nombreuses années, plusieurs auteurs ont tenté de définir les forêts les plus proches de la forêt dite primaire : **forêts anciennes semi-naturelles** (Kirby and Watkins, 1998) **forêts sauvages** (Bratton and Andrew, 1991) ; **forêts sub-naturelles** (Barthod and Touzet, 1994) ; **forêt naturelles** (Schnitzler-Lenoble, 2002).

Le concept de « **vieille forêt** », reprend la plupart de ces notions et repose sur deux fondements : l'ancienneté et la maturité, considérées comme deux qualités complémentaires des écosystèmes forestiers (Cateau et al., 2015) :

- **l'ancienneté** d'une forêt est définie comme la durée sans interruption de l'état boisé en un lieu. Elle implique que le fonctionnement forestier, du peuplement comme du sol, n'a pas été interrompu durant cette période, par exemple par un défrichement et une mise en culture ;
- **la maturité** d'un peuplement est le degré d'avancement du développement biologique des arbres qui le composent. Le gradient de maturité suit donc les étapes clés du processus de leur développement (germination, installation, grossissement, vieillissement, sénescence, puis mort).

2.2. LES VIEILLES FORETS, ETAT DES CONNAISSANCES SUR LEUR DISTRIBUTION

En France, on estime aujourd'hui la couverture forestière à 31 % du territoire et près de 80 % des peuplements forestiers ont moins de 100 ans (IGN, 2018). En Occitanie, on compte 2,674 millions d'hectares de forêt en 2014 (année moyenne des campagnes IGN 2012-2016), soit 36 % du territoire régional (DRAAF Occitanie, 2019).

Parmi ces surfaces, on estime que seulement 1/3 était présent au moment du minimum forestier, vers le milieu du XIX^e siècle (Bergès and Dupouey, 2017), c'est-à-dire correspond à des **forêts anciennes**. A partir des cartes de Cassini qui donnent une image de l'état des forêts à la fin du XVIII^e siècle, on estime que le taux de boisement était alors de 12,6 % en France (Vallauri et al., 2012), de 7,4 % en Midi-Pyrénées et de 5,5 % en Languedoc-Roussillon (Figure 1). D'après ce même travail, les noyaux forestiers anciens conservés (certains ayant été défrichés depuis cette période) ne représenteraient que 4,5 % et 4,2 % des territoires actuels de Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon (Vallauri et al., 2012).

Si on ajoute à cela les critères de maturité, seulement une petite partie de ces forêts peut être considérée en tant que vieille forêt. Dans les Pyrénées, **les vieilles sapinières** à forte maturité sans trace d'exploitation et non pâturées ne représentent ainsi que **0,73%** de la surface forestière (Savoie et al., 2015). Forest Europe (2015) estime que les forêts « primaires » représenteraient **moins de 4 % des forêts européennes** mais certains estiment que seulement **0,2 % des forêts de feuillus** d'Europe centrale conservent un état naturel (Hannah et al., 1995). Dans les Pyrénées centrales, les vieilles forêts telles que caractérisées par Savoie et al. (2015) représentent environ 3% de la surface forestière actuelle.

Il est également important de noter que si ces forêts présentent de très forts enjeux de conservation en tant que témoin d'un habitat à très forte naturalité quasi exempt d'empreinte humaine, elles restent peu prises en compte dans les politiques de protection et on estime qu'en métropole, seulement **0,15 %** des forêts ont une **libre évolution assurée sur le long terme** par une réglementation particulière (Cateau et al., 2017).

Forêts anciennes (Cassini XVIIIe siècle)

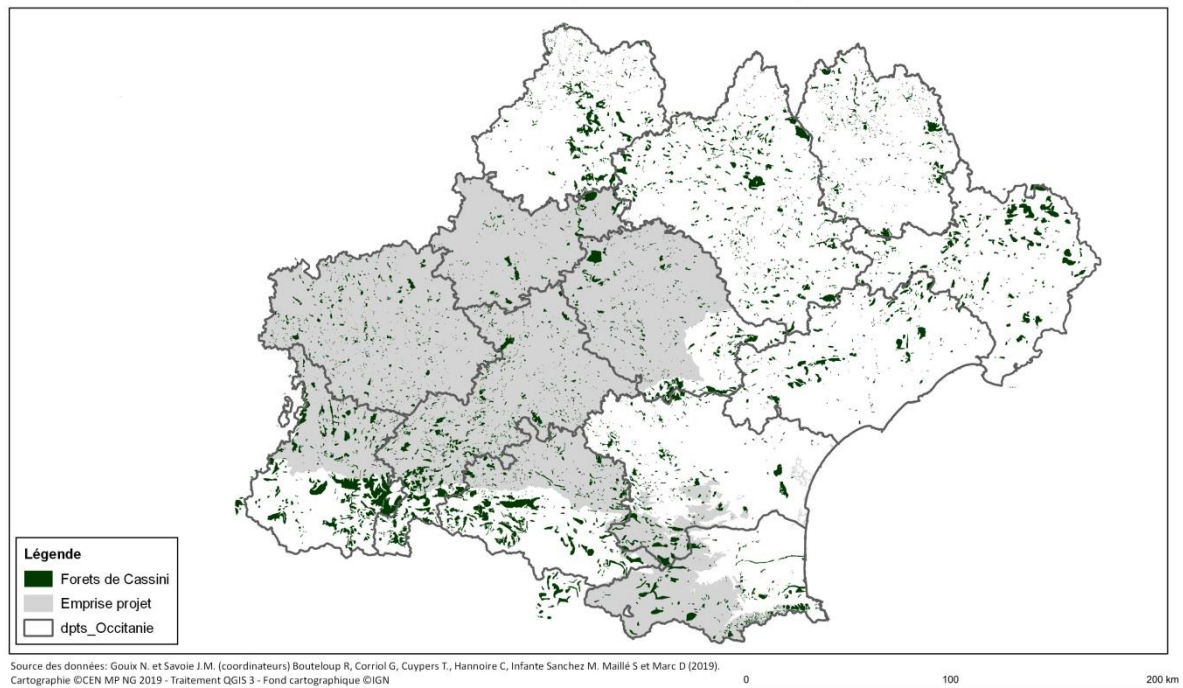


Figure 1 : Distribution des forêts anciennes d'après la carte de Cassini (Vallauri et al., 2012) en Occitanie et sur l'emprise du projet

2.3. LES CARACTERISTIQUES DES VIEILLES FORETS : RAPPEL SYNTHETIQUE

Nous avons vu que le critère d'ancienneté est l'élément structurant du concept de vieille forêt. Elles ont également des attributs de maturité, détaillés dans le rapport de Savoie et al (2015).

En premier lieu, une « vieille forêt » est dominée par ses dryades naturelles qui correspondent aux essences de maturation présentes dans les stades terminaux de la dynamique naturelle de la végétation. Ces dryades seront dépendantes de l'altitude avec une transition de la chênaie à la hêtraie, la hêtraie-sapinière, la sapinière puis la pineraie à crochets avec l'élévation (Savoie et al., 2015). Elles seront accompagnées d'une diversité importante d'essences en mélange. Notons que seuls 4 % des peuplements forestiers français présentent plus de 4 essences et que 50 % sont considérés monospécifiques (IGN, 2018).

Une « vieille forêt », en l'absence d'exploitation, sera témoin de l'ensemble du cycle sylvigénétique, depuis la phase d'établissement d'un peuplement, sa croissance, jusqu'à son déclin et sa régénération. Dans le cas de la hêtraie-sapinière de montagne, ce cycle naturel dure entre 300 et 400 ans. Un peuplement issu de plusieurs de ces cycles se caractérisera notamment par la présence de

nombreux bois morts en cours de dégradation, issus notamment de la phase de déclin, qui persistent tout au long de la régénération (Larrieu et al., 2014 ; Paillet et al., 2015).

Une caractéristique de ces peuplements de « vieille forêt » est également la présence en densité importante d'arbres vivants de gros diamètre, notamment de plus de 70 cm. Les études menées sur les dendromicrohabitats montrent en particulier que les très gros bois (plus de 70 cm de diamètre) et les très très gros bois (plus de 100 cm de diamètre) vivants hébergent significativement plus de dendromicrohabitats que les plus petits (Larrieu and Cabanettes, 2012; Paillet et al., 2019) .

Ces dendromicrohabitats correspondent à l'ensemble des structures portées par un arbre vivant (ex : cavité) ou mort (ex : trou de pic) qui constituent un substrat essentiel pour le développement d'espèces ou de communautés spécifiques (Larrieu et al., 2018). Ils sont donc indispensables à une large part de la biodiversité forestière, en particulier saproxylique, mais pas uniquement, et leur diversité favorise la possibilité d'accueillir un maximum d'espèces. Principalement associés aux arbres les plus matures et aux arbres morts, ils sont en revanche fortement impactés par la sylviculture (Bouget et al., 2014 ; Larrieu et al., 2012, 2017, 2019a ; Paillet et al., 2015 ; Vuidot et al., 2011).

L'ensemble de ces attributs font de ces « vieilles forêts » des forêts particulièrement riches en biodiversité et notamment des refuges pour de nombreuses espèces associées au bois mort et aux vieux arbres comme par exemple les chauves-souris (Bodin, 2011) ou les coléoptères. Concernant ce dernier groupe, deux listes de taxons indicateurs des milieux forestiers correspondant au concept de « vieilles forêts » existent et sont pertinentes pour la plaine d'Occitanie (Brustel, 2001; Eckelt et al., 2018). Dans le cadre de ce programme, **deux études relatives aux champignons et aux bryophytes des vieilles forêts de la plaine d'Occitanie conduites par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées sont présentées en Annexe 11.3 et 11.4** de ce rapport. Rappelons que les champignons et les coléoptères, avec notamment les espèces saproxyliques, couvrent à eux seuls près de 50 % de la biodiversité forestière (Vallauri et al., 2004). Rappelons également que plusieurs de ces vieilles forêts hébergent les dernières populations de certaines espèces particulièrement rares en France (Brustel, 2001; Gouix, 2011; Savoie et al., 2011).



Figure 2 : Vieille forêt de plaine (©J.M. Savoie)

3. RAPPEL DES OBJECTIFS OPERATIONNELS DU PROJET

Les objectifs du projet sont mentionnés ainsi : « *L'objectif est d'identifier les Réservoirs de Biodiversité Forestière à partir d'une approche descriptive de la structure et l'historique des forêts (présence de dryades naturelles, ancienneté forestière, densité de gros bois vivants et morts, diversité spécifique, diversité d'habitats et de micro-habitats) sur un territoire où l'information n'est pas disponible. Une fois identifiés, ces îlots ou massifs forestiers feront l'objet d'une évaluation par un protocole adapté de l'étude menée dans les Pyrénées (Savoie et al., 2015).*

L'analyse des relevés de terrains permettra une hiérarchisation des sites afin d'orienter une campagne d'animation foncière dont le but sera de préserver les cœurs de biodiversité forestiers prioritaires par voie d'acquisition, de contractualisation, transfert de connaissances pour la profession forestière selon les opportunités.

Enfin, les bases d'une stratégie de restauration des continuités forestières d'intérêt majeur pour la biodiversité (conversion/plantation ou connexion des boisements proches de ces cœurs et leur imbrication avec le reste de la trame forestière) seront proposées. »

Le cheminement pour atteindre ces objectifs s'est déroulé en trois phases : 1) l'établissement d'un protocole (Savoie et al., 2011) et son adaptation au cas de la plaine de Midi-Pyrénées, 2) la caractérisation et la cartographie des vieilles forêts des Pyrénées de Midi-Pyrénées (Savoie et al., 2015) et 3) l'expansion de la démarche à la plaine de Midi-Pyrénées et aux Pyrénées de l'est de la chaîne.

La première phase a permis d'établir un protocole d'évaluation des sites à partir d'une analyse des données recueillies sur dix sites connus de vieille forêt, sur des indicateurs indirects de biodiversité (peuplement vivant, bois mort, dendromicrohabitats, historique), censés traduire le potentiel d'accueil du site, et sur des données taxonomiques (flore vasculaire, mousses saproxyliques, lichens corticoles, champignons saproxyliques, syrphes et coléoptères saproxyliques) (Savoie et al., 2011). Ce protocole repose sur les mêmes fondements que l'Indice de Biodiversité Potentielle avec lequel il est compatible (Larrieu and Gonin, 2008). Chaque critère est en revanche étudié de manière approfondie et déplafonnée. En parallèle, une cartographie des sites potentiels était initiée à partir de la connaissance de terrain des partenaires du projet (scientifiques, naturalistes et gestionnaires forestiers) et d'analyses de photographies aériennes (©IGN).

Dans un second temps, le protocole a été déployé sur l'ensemble du territoire pyrénéen de Midi-Pyrénées pour évaluer le potentiel d'accueil des sites répertoriés et pour cartographier finement ces sites (Savoie et al., 2015). Les données recueillies sur les placettes d'évaluation ont ensuite été analysées afin d'établir une typologie et une hiérarchisation des placettes et des sites. Enfin, le travail a été poursuivi dans les Pyrénées de l'est de la chaîne et étendu à la plaine de Midi-Pyrénées.

L'objectif d'une telle cartographie, outre son rôle fondamental de mise en évidence des zones à préserver sur le territoire concerné, est de fournir un outil de connaissance et d'animation aux organismes forestiers gestionnaires et aux gestionnaires d'espaces naturels afin d'orienter des actions sur les secteurs prioritaires.

4. METHODOLOGIE

4.1. LE TERRITOIRE DU PROJET

Le périmètre du projet de ce rapport concerne la zone de plaine de Midi-Pyrénées délimitée en deçà de 600 m d'altitude sur le massif pyrénéen et exclut le zonage du GIP Massif-Central où d'autres initiatives sur la même thématique sont conduites (Figure 3).



Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central.



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL.

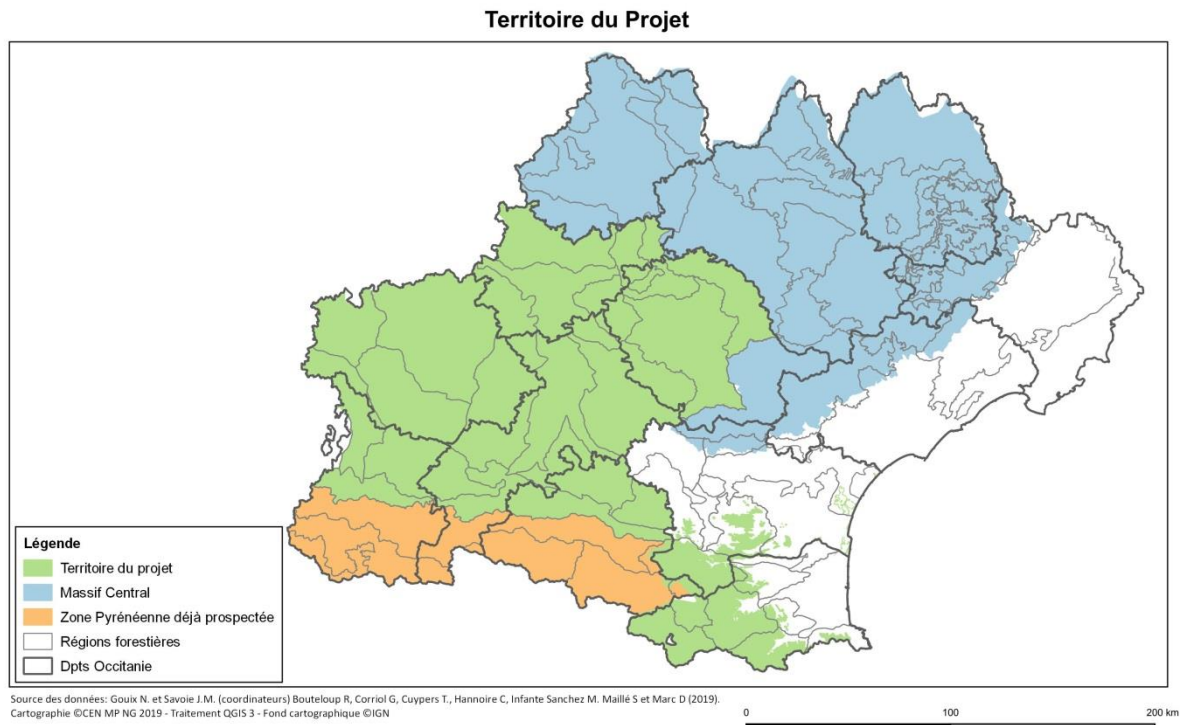


Figure 3 : Carte du territoire du projet

Les inventaires se sont concentrés en priorité sur les régions forestières avec le plus de potentiel : Bas-Armagnac, Astarac, Bordure sous-pyrénéenne, Lannemezan, Gascogne orientale (partie sud seulement), Volvestre et côteaoux d'Ariège, Petites Pyrénées et Plantaurel (Figure 4)

Pour assurer la cohérence du projet, une partie hors périmètre du FEDER Midi-Pyrénées a été prospectée. Il s'agit de la zone de montagne des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, couvrant les régions forestières Pays de Sault, Capcir, Cerdagne, Conflent, Vallespir, Albères et côte rocheuse (

Figure 30). L'étude de ces parties hors Midi-Pyrénées apporte une réelle plus-value dans la poursuite des objectifs du dossier :

- certains massifs seront frontaliers et leur caractérisation nécessite de suivre les logiques naturelles et non administratives ;
- la connectivité entre les forêts pyrénéennes et celles du Massif-Central est largement dépendante des forêts de ces deux départements.

Régions forestières du territoire du projet



Figure 4 : Carte des régions forestières du territoire du projet

Cette portion de territoire et le temps à y consacrer restent largement sous les 10% d'admissibilité. Ainsi, seule la frange méditerranéenne stricte de plaine de la région Occitanie est actuellement non prise en compte à moyens termes, ce qui reste tolérable au regard de la problématique tant les vieilles forêts littorales sont rares et spécifiques. De plus, l'étude des forêts en contexte méditerranéen demanderait aujourd'hui un travail d'adaptation du protocole à ce contexte particulier.

4.2. CRITERES DE SELECTION DES SITES PROSPECTES ET STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

La proposition méthodologique pour la caractérisation des « vieilles forêts » se base sur l'expérience acquise dans la réalisation du travail effectué sur les Pyrénées centrales (département 09, 31, 65) et sur les connaissances développées par l'équipe projet dans l'appréhension de la biodiversité et la caractérisation des peuplements forestiers (Savoie et al., 2015).

Dans les Pyrénées, les sites considérés en tant que « vieille forêt » et « forêt ancienne refuge d'espèces » devaient remplir les critères suivants :

- présenter au moins 10 arbres vivants de diamètre supérieur à 70 cm (TGB $D > 70$ cm ou TTGB $D > 100$ cm) par hectare,
- présenter au moins 10 bois morts dans les catégories des GB ($D > 40$ cm), des TGB ou des TTGB par hectare,
- ne pas présenter d'indices d'exploitation « récente », tels que des souches au stade 1, 2 ou 3 de saproxylation.

Le niveau de maturité des forêts de plaine étant largement inférieur à celui des forêts de montagne, les seuils des critères appliqués dans les Pyrénées pour la sélection des placettes à évaluer devaient être révisés.

En plaine, les peuplements recherchés pour la réalisation d'une placette de caractérisation doivent remplir les conditions suivantes :

- **présence du hêtre en strate arborescente avec un $\varnothing > 50$ cm et un recouvrement d'au moins 10% sur au moins 1 ha**
- **si absence du hêtre : présence d'environ au moins 5 arbres vivants de $\varnothing > 70$ cm par ha**

*Notons que les sites qui remplissent au moins en partie ces conditions ont été repérés à la fin des années 60 par COMPS (1972) sur la base de la présence du hêtre (*Fagus sylvatica*) dans les peuplements. Ces données ont constitué une base solide pour orienter nos prospections de terrain (Figure 6 et Figure 7). Par ailleurs, l'ancienneté de l'état boisé a été étudiée via l'analyse des cartes d'état-major (Figure 8).*

Pour chacun des sites correspondant à ces critères, des placettes d'évaluation, de 1 ha cadastral repéré au GPS, ont été positionnées à partir de l'étude des photographies aériennes.

Sur le terrain, le protocole renseigne d'abord les variables stationnelles : altitude, exposition, pente, roche-mère, puis niveau de richesse chimique et de disponibilité en eau du milieu à partir d'une analyse rapide des données stationnelles et d'un relevé succinct de la flore vasculaire. Cela permet également de rattacher la placette d'évaluation à un type d'habitat, si possible au niveau de l'association végétale.

La surface occupée par chaque trouée non couverte de végétation arborescente et arbustive est notée. Le recouvrement des différentes strates (arborescentes haute et basse, arbustive, herbacée)



est évalué et les essences présentes sont relevées : dryades naturelles et autres espèces, selon les conditions stationnelles de la placette. Le sylvofaciès est noté.

Les très gros bois (TGB : diamètre > 70 cm) et les très très gros bois (TTGB : diamètre > 100 cm) vivants sont dénombrés en les répartissant par essence (hêtre, chêne, merisier, frêne, ...) et par classe de diamètre (50-59 cm ; 60-69 cm ; 70-99 cm ; > 100 cm).

Les bois morts (BM) de gros diamètre (> 40 cm), debout et au sol, sont dénombrés séparément. Le dénombrement de 16 types de dendromicrohabitats est réalisé séparément. La présence de 5 classes de décomposition du bois mort, debout et au sol, est notée.

La fiche terrain est présentée au § 4.2.2.

Figure 5 : TGB remarquable de Hêtre encore vivant en forêt de Grésigne ©Goux N.

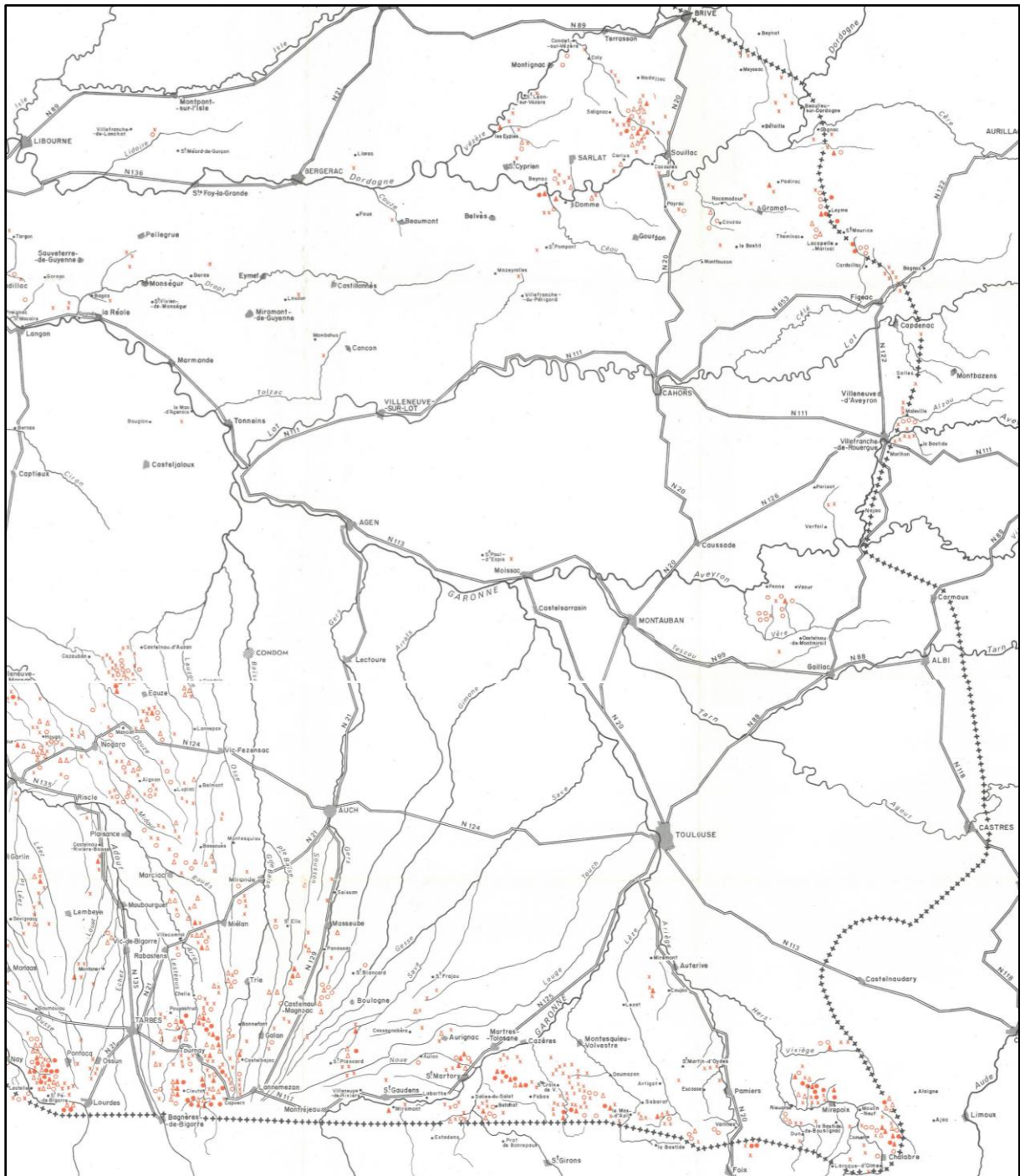


Figure 6 : Répartition du hêtre à basse altitude dans les plaines de l'ex-région Midi-Pyrénées (Comps, 1972). Chaque point rouge correspond à un peuplement forestier dans lequel le recouvrement du hêtre est d'au moins 10% en strate arborescente

Répartition du hêtre à basse altitude dans les plaines de l'ex-région Midi-Pyrénées (Comps, 1972)

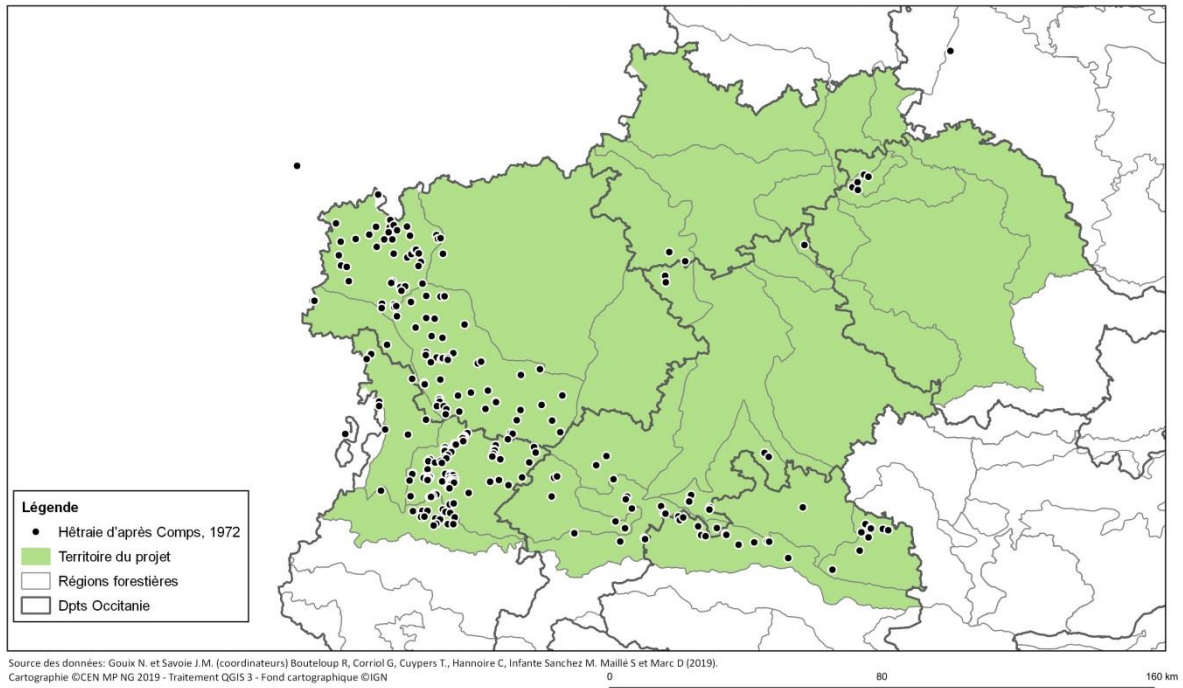


Figure 7 : Répartition du hêtre à basse altitude dans les plaines de l'ex-région Midi-Pyrénées sous SIG (Comps, 1972).

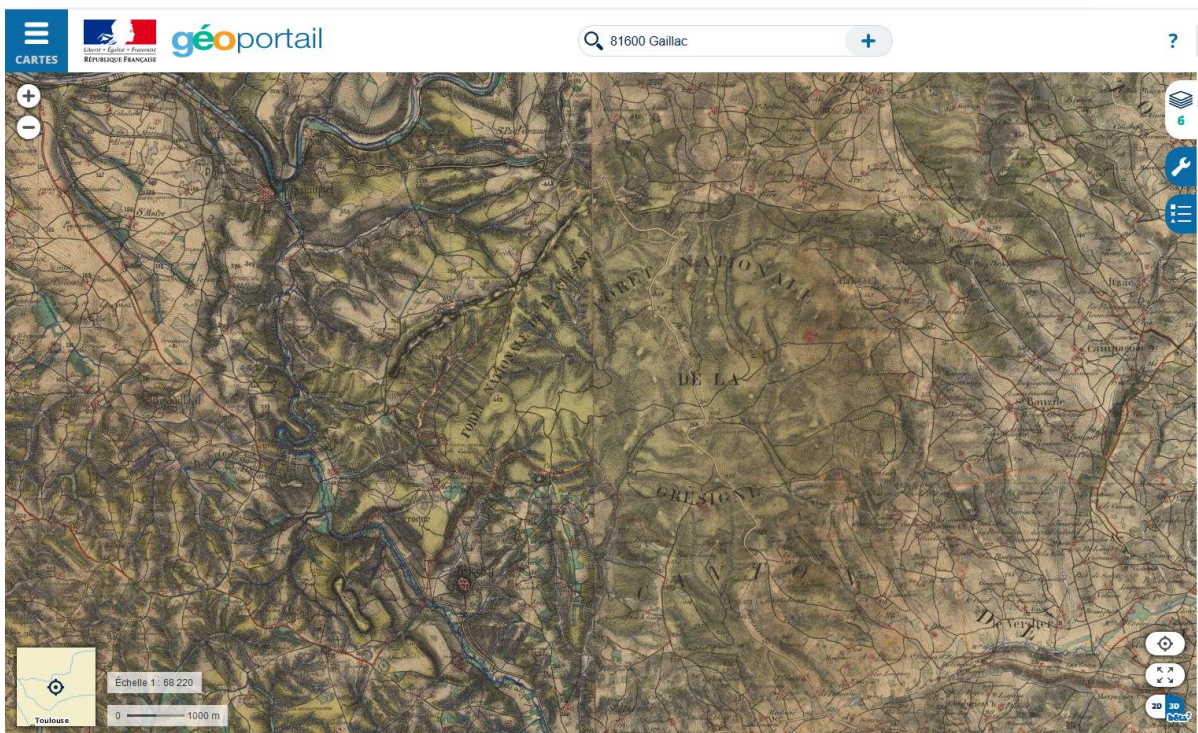


Figure 8 : Etude des forêts anciennes à partir des cartes d'Etat-major consultées sur le GEOPORTAIL (<https://www.geoportail.gouv.fr/>) pour les secteurs de plaine non digitalisé par les travaux de l'INRA (Heintz et al., 2019).

Les données recueillies sont en outre valorisables à travers l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) développé pour permettre aux gestionnaires forestiers d'appréhender simplement le potentiel d'accueil de leurs forêts pour la biodiversité (Emberger et al., 2017 ; Larrieu et al., 2019b).

Cet indice étudie en particulier 10 facteurs dont 3 liés au contexte d'un boisement et 7 liés à sa gestion (Figure 9).

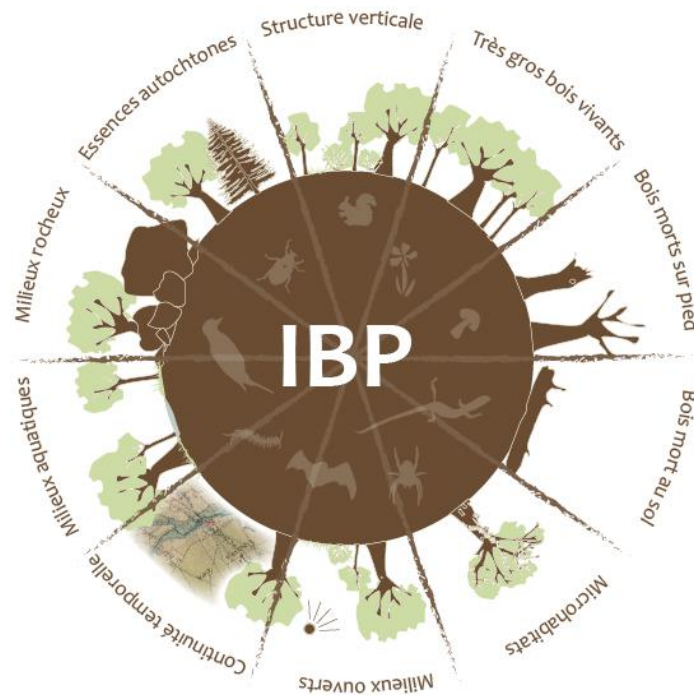


Figure 9 : Facteurs de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)

Pour plus de détail sur le protocole et la démarche suivie, trois documents, issus d'un travail concerté entre les différents partenaires du programme et élaboré en lien avec le CRPF Occitanie, ont été réalisés :

- **la « fiche d'instruction »** : elle détaille le contenu de la fiche de relevé de terrain et précise les observations à réaliser
- **la « fiche de relevé terrain »**
- **le « protocole de demande d'accord auprès des propriétaires forestiers privés »** : il explicite le déroulé pour la mise en place opérationnelle des inventaires de terrain

Ces trois documents sont présentés ci-après.

4.2.1. FICHE INSTRUCTIONS POUR RENSEIGNER LA FICHE DESCRIPTIVE DES SITES DE LA PLAINE D'OCCITANIE ABRITANT DES VIEILLES FORETS

Instruction à utiliser avec le protocole CRPF « obtenir l'accord de propriétaires forestiers privés pour une placette d'évaluation ».

Les peuplements recherchés doivent remplir au moins une des conditions suivantes :

- présence du hêtre en strate arborescente avec un $\varnothing > 50$ cm et un recouvrement d'au moins 10% sur au moins 1 ha
- si absence du hêtre : présence d'environ au moins 5 arbres vivants de $\varnothing > 70$ cm par ha

Points GPS permettant de tracer l'enveloppe du site et de repérer les centres des placettes : si au moins une des conditions précédentes est remplie, on délimitera sur le terrain d'une part l'enveloppe du site, le plus précisément possible, en prenant régulièrement des points GPS (tous les 100 à 150 m maximum, plus resserré dans les discontinuités), d'autre part le centre des placettes prévues.

Après obtention de l'accord du propriétaire (voir protocole CRPF), la description des sites se fera selon les règles suivantes

1. Données générales sur le site

- **Nom du site** : dans la mesure du possible, on choisira un nom de lieu-dit proche du site et accessible directement par la fonction « chercher un lieu » du geoportail (©IGN)
- **Propriété du site** et **Surface du site** : ces informations seront renseignées à partir de la cartographie sous SIG
- **Exposition globale du site** : après avoir délimité l'enveloppe du site, on évaluera l'exposition globale du site permettant de mettre en évidence son microclimat : frais (NW à NE), tempéré frais (E), tempéré chaud (W), chaud (SE à SW)
- **Parties du site occupées par falaises / barres rocheuses, éboulis, lapiaz ; parties du site soumises à perturbations naturelles chablis/volis** : on évaluera au mieux ces caractéristiques au fur et à mesure des déplacements dans le site
- **Espèces remarquables potentielles** : si des éléments particulièrement remarquables concernant les dendro micro habitats ou le bois mort sont observés, noter les espèces associées à ces caractéristiques susceptibles d'être présentes
- **Commentaires sur le site** : on notera toutes les informations concernant la localisation du site dans le paysage, sa topographie, son insertion dans le massif forestier contigu, ... On précisera les éléments susceptibles d'affecter la qualité du site : homogénéité ou diversité des sylvo-faciès, des habitats, ... On donnera une note globale d'intérêt (*/**/***/****).
- **Commentaires sur la placette** : on pourra préciser, pour la localisation de la placette dans le site, sa situation topographique, l'homogénéité des conditions stationnelles, l'homogénéité du peuplement, la présence d'éléments particuliers (naturels ou artificiels), ...

2. Placettes d'évaluation : nombre, localisation et positionnement

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

< 10 ha :	10 - 25 ha :	25 - 50 ha :	50 - 75 ha :	> 75 ha :
1 placette	2 placettes	3 placettes	4 placettes	5 placettes

- à l'intérieur d'un site, dans les parcelles où le CRPF a obtenu l'accord du ou des propriétaires, on établira les placettes d'évaluation : zones paraissant les plus matures (présence de hêtre, de gros arbres, de bois mort). 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 et compatible avec les résultats du protocole CRPF.
- une fois la localisation de la placette effectuée, on choisira un arbre comme centre et on le marquera (ruban de chantier temporaire) avec indication de direction pour départ/fin du tour d'observation.

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

- **N° de point GPS et Coordonnées** : noter sur la fiche le numéro du point et ses coordonnées X et Y ; pour l'évaluation, un observateur délimite le **contour extérieur de la placette de 1 ha si possible (voir adaptations suivant protocole CRPF) au GPS en se maintenant idéalement à une distance de 57 m de l'arbre référence**. L'autre observateur se positionne à mi-distance et décrit un mouvement en étoile entre le centre de la placette et sa périphérie. Les 2 observateurs, en se déplaçant à la même vitesse angulaire, renseignent l'ensemble des observations demandées par la fiche.
- **Surface** : en cas d'impossibilité d'établir une placette circulaire de 57 m de rayon (présence d'un obstacle (route ravin, ...) ou site trop exigü), on choisira une forme et une taille de placette la mieux adaptée possible et de surface la plus proche possible de 1ha : parcourir d'abord la plus faible dimension du site pour évaluer la plus longue dimension nécessaire pour obtenir 1 ha. On relèvera les points GPS des angles et les distances entre tous ces angles et on ajustera les distances de façon à s'approcher le plus possible de la surface de 1 ha (cf. protocole établi par le CRPF pour l'obtention de l'accord du propriétaire).
- **Pente** : à mesurer au clinomètre (en %)
- **Milieux rocheux** : on notera la présence, à l'intérieur ou en bordure du peuplement noté, de **barres** rocheuses **ombragées** par le peuplement, de **barres** rocheuses **non ombragées** par le peuplement, d'**éboulis** stable ou instable, de **blocs**, de **dalles** rocheuses, de **lapiatz**, ... On notera, au fur et à mesure de la prospection sur la placette, la surface individuelle de chacun des patchs de milieu rocheux observés, puis on calculera le %.
- **Roche** : à relever sur le terrain ou sur la carte géologique
- **Station** : selon la nature de la roche, le pH du sol en A et les principales espèces de plantes présentes, on positionnera le milieu dans les gradients d'alimentation minérale et de disponibilité de l'eau (voir écogramme)

Ecogramme

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

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

4. Recouvrements, stratification et classes de diamètre des arbres

- **Recouvrement global de la strate arborescente** : on évaluera le recouvrement global de tous les arbres dont la hauteur atteint au moins 7m.
- **Strates arborescente haute et basse, Strate arbustive** : on évaluera l'encombrement de chaque strate ; attention, un arbre est compté dans toutes les strates occupées par ses branches vertes.
- **Parties occupées par les milieux ouverts** : on notera, au fur et à mesure de la prospection sur la placette, la surface individuelle de chacun des patchs de milieu ouvert observés, puis on calculera le %.

5. Arbres

- **Espèces de maturation** : les dryades caractérisent le stade final de la dynamique naturelle de la végétation forestière. Ce sont :

- . le chêne sessile à l'étage collinéen inférieur, dans toutes les situations où le hêtre ne peut pas durablement s'implanter (climat trop « sec » et/ou exposition chaude et/ou sol trop superficiel, ...)
 - . le hêtre et le chêne sessile aux étages collinéens moyen et supérieur
 - . le sapin, sur le piémont pyrénéen, dès 300m d'altitude en exposition fraîche et sur sol à bonne réserve en eau
- **Sylvofaciès** : il est désigné à l'aide des espèces d'arbres dominants ou co-dominants : chênaie sessile, chênaie sessile à hêtre épars, hêtraie-chênaie sessile, hêtraie, ... On notera le recouvrement approximatif des différentes essences présentes sur la placette en strate arborescente (coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet - AD)
- **Autres essences** : on notera la présence de toutes les autres essences présentes y compris if et houx, mais pas le noisetier

NB : on considérera une essence présente si au moins un individu de 50 cm de hauteur est présent. Pour chaque essence présente en strate arborescente, on évaluera son recouvrement global (R) sur la placette à l'aide des coefficients d'AD. Si le hêtre est présent, on évaluera aussi l'abondance des régénérations en arbustes bas (a2 : h < 2 m) et en arbustes hauts (a1 : 2 < h < 7 m).

Coefficients d'AD	1	2	3	4	5
	R < 5%	5 < R < 25%	25 < R < 50%	50 < R < 75%	75 < R < 100%

6. Dendro micro habitats

Les dendro micro habitats seront exclusivement notés **sur les arbres vivants**, à l'exception des carpophores qui seront aussi notés sur bois mort, debout et au sol. On notera le nombre d'occurrences de chacun des DMH, quel que soit le nombre de DMH porté sur un même arbre. Pour la présence de bois mort dans le houppier ou de grosse branche morte, on notera le nombre d'arbres porteurs de ces 2 types de DMH. On notera également le nombre total d'arbres porteurs d'au moins 1 DMH. Voir page suivante les caractéristiques des dendromicrohabitats à relever.

7. Diversité des stades de saproxylation du bois mort

Pour le bois mort de d > 30 cm, debout et au sol, on notera les stades de saproxylation observés selon l'échelle page suivante (L. Larrieu, juin 2012).

8. Dynamique

- **Nombre de bois vivants** : on comptabilisera séparément par essence (**Fs = hêtre, Qx = chêne, Cs = châtaignier, Cb = charme, Me = merisier, ...**) les arbres vivants de 4 classes de diamètre :
- . 50 – 59 cm (notés > 50 sur la fiche d'évaluation)
 - . 60 - 60 cm (notés > 60 sur la fiche d'évaluation)
 - . 70 – 99 cm (notés > 70 sur la fiche d'évaluation)
 - . 100 cm et plus (qu'on notera > 100 dans une marge de la fiche)
- **Nombre de bois morts sur pied** : on prendra en compte tous les BMD d'au moins 1 m de hauteur des classes 30-39 et > 39 cm
- **Nombre de bois morts au sol** : on prendra en compte tous les BMS d'au moins 1 m de longueur des classes 30-39 et > 39 cm à 0,5 m du gros bout. Si des tronçons de bois mort appartiennent manifestement au même arbre, on ne prendra en compte que le segment du plus gros bout

Caractéristiques des dendromicrohabitats à relever

Types de microhabitats	Comment les reconnaître ?	Quelques précisions ...	Espèces associées et exemples	Seuils pour l'IBP
1. Cavités vides creusées par les pics	Le diamètre de leur orifice est supérieur à 3 cm. 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 en général relativement dures bien qu'à terme leur altération naturelle conduite 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	Diamètre de l'ouverture > 3 cm
2. Cavités vides de pied, à fond dur	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	Diamètre de l'ouverture > 10 cm
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).	Elle est souvent liée à une blessure (chute d'arbre ou de bloc, dégât d'engin forestier).	. coléoptères . champignons saproxyliques	Surface > 600 cm² (= feuille A4)
4. Les cavités naturelles évolutives de tronc	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 microhabitat peut prendre principalement 2 formes différentes : - celle d'une plage de bois plus ou moins altérée dans les premières phases. - celle d'une cavité au moins artificiellement évidée dans les phases les plus avancées.	Elles sont issues des plages de bois sans écorce qui sont en processus de saproxylation. Ce microhabitat 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	Pour les premières phases, sous forme de plages de bois : surface > 600 cm² (= feuille A4) Pour les phases suivantes, sous forme de cavités : diamètre de l'ouverture > 10 cm

Caractéristiques des 5 stades de saproxylation du bois mort

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

- Afin de mieux comprendre la dynamique du peuplement, on notera l'essence et le diamètre des plus gros arbres vivants (Fs, Qx et autres essences séparément), 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)
- **Ancienneté de l'état boisé** : elle sera évaluée *a posteriori* à partir des minutes de la carte d'Etat-major de 1850 digitalisées et géo référencées par l'INRA (cf. protocole établi par le CRPF pour l'obtention de l'accord du propriétaire)

9. Usages passés

- **Agro-pastoral** : utilisation pour le bois, le pâturage intensif (bovins, porcs, ...) et le prélèvement de litière (fréquent en forêt de têtards)
- **Pastoral** : utilisation pour le pâturage plutôt de type extensif
- **Exploitation** : on évaluera globalement le nombre de souches visibles selon 3 niveaux d'intensité d'exploitation (très fort : *fff* / fort : *ff* / faible : *f*) et on notera le stade de saproxylation des souches selon l'échelle utilisée pour le bois mort

10. Freins à l'exploitation

On tentera d'évaluer au mieux les contraintes, notamment naturelles (présence d'un ravin difficile à franchir, instabilité du terrain, très forte pente, conformation du relief,...) qui peuvent limiter l'exploitabilité du peuplement

11. Milieux aquatiques

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

Fiche descriptive des sites de Midi-Pyrénées abritant potentiellement des vieilles forêts (hors Pyrénées)

PLACETTE	N° :	Altitude : m	Exposition :	Pente %	Masque : °																																																						
N° de point GPS		Coordonnées : référentiel : ; X : ; Y :																																																									
Bioclimat Collinéen inférieur <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> supérieur <input type="checkbox"/>		Montagnard inférieur <input type="checkbox"/>																																																									
Surface ha		Note IBP <i>Milieux rocheux</i>		<table border="1"> <tr><td>T</td><td>S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>S</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></tr> <tr><td>A</td><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F</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></tr> <tr><td>H</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></tr> <tr><td></td><td>OI</td><td>Mé</td><td>Eu</td><td>Calci</td><td>Calc</td></tr> </table>		T	S					S						A	S					A	F					F						A	H					H						M							OI	Mé	Eu	Calci	Calc
T	S																																																										
S																																																											
A	S																																																										
A	F																																																										
F																																																											
A	H																																																										
H																																																											
M																																																											
	OI	Mé	Eu	Calci	Calc																																																						
Milieux rocheux Barre Omb – Barre Non Omb – Eboulis – Bloc – Dalle – Lapiaz – %																																																											
Roche / substrat :																																																											
Station (à positionner dans l'écogramme ci-contre)		Code DH																																																									
Habitat		Code Pal. Class																																																									
Recouvrement global de la strate arborescente (> 7 m) : %		Note IBP <i>Stratification</i>		C - M	Autres																																																						
Str. arborescente haute (> 20 m) > 20% <input type="checkbox"/> basse (7-20 m) > 20% <input type="checkbox"/>		Ø seuil (cm)	Gros Bois (GB)	40 – 70																																																							
Strate arbustive (< 7 m) > 20% <input type="checkbox"/> Strate herbacée > 20% <input type="checkbox"/>			Très Gros Bois (TGB)	70 – 100																																																							
Parties occupées par les <i>milieux ouverts</i> : % - Note IBP			Tr. Tr. Gros Bois (TTGB)	> 100																																																							
A R B R E S	Espèces de maturation présentes et sylvocâciés :																																																										
	Espèce(s) attendue(s) : – rapport présentes/attendues : %																																																										
	Autres espèces observées :																																																										
		Note IBP <i>Essences</i> :																																																									
DENDRO MICRO HABITATS	Cavités vides de tronc (H > 0,50 m, Ø > 3 cm) <input type="checkbox"/> de pied, à fond dur (H < 0,50 m, Ø > 10 cm) <input type="checkbox"/>																																																										
	Plages de bois sans écorce, non carié (stade de saproxylation 1 ou 2), de surface > 600 cm ² (format A4) <input type="checkbox"/>																																																										
	Cavités à terreau / bois carié (Ø > 10 cm) de tronc (H > 0,50 m) <input type="checkbox"/> de pied (H < 0,50 m) <input type="checkbox"/>																																																										
	Dendrotelmes (Ø > 10 cm) à fond dur <input type="checkbox"/> à fond carié <input type="checkbox"/>																																																										
	Fentes et écorces décollées sur tronc à plus de 1 m du sol (1 cm < largeur < 5 cm ; profondeur > 5 cm) <input type="checkbox"/>																																																										
	Sporophores de polypores (vol.> 1 œuf) sur bois vivant <input type="checkbox"/> sur bois mort debout <input type="checkbox"/> au sol <input type="checkbox"/>																																																										
	Coulées de sève actives (L > 10 cm) <input type="checkbox"/> Charpentières ou cimes récemment brisée (Ø > 20 cm) <input type="checkbox"/>																																																										
	Arbres à bois mort en houppier (> 20% du vol. vivant) ou à grosse branche morte (Ø > 20 cm ; L > 1 m) <input type="checkbox"/>																																																										
	Lianes (> 1/3 du tronc) ou gui (> 1/3 du houppier) <input type="checkbox"/> Accumulations de débris ligneux et/ou de litière <input type="checkbox"/>																																																										
	Nombre total d'arbres porteurs de dendro micro habitats :																																																										
Diversité des stades		. du bois mort debout : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>																																																									
de saproxylation		. du bois mort au sol : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>																																																									
D Y N A M I Q U E	Nb vivants Ø>50 : Fs Qx Nb vivants Ø>60 : Fs Qx																																																										
	Nb vivants Ø>70 : Fs Qx Sp./Ø du + gros Fs Qx Note IBP ...																																																										
	Nb morts sur pied : Ø > 30 Ø > 40 Espèce et Ø du plus gros Note IBP ...																																																										
	Nb morts au sol : Ø > 30 Ø > 40 Espèce et Ø du plus gros Note IBP ...																																																										
	Phase sylvigénétique initiale <input type="checkbox"/> optimale <input type="checkbox"/> terminale <input type="checkbox"/> de déclin <input type="checkbox"/> de régénération <input type="checkbox"/>																																																										
Ancienneté de l'état boisé : carte d'Etat-major oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> proche <input type="checkbox"/> Note IBP <i>ancienneté</i>																																																											
USAGES PASSES	Agro-pastoral <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff . ff . f</i> - Date de fin/Période																																																										
	Pastoral <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff . ff . f</i> - Date de fin/Période																																																										
	Charbonnage <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff . ff . f</i> - Date de fin/Période																																																										
	Exploitation <input type="checkbox"/> - Traces terrain <input type="checkbox"/> - Archives <input type="checkbox"/> - Intensité <i>fff . ff . f</i> - Date de fin/Période																																																										
Stades de saproxylation des souches : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>																																																											
MENACES	Freins à l'exploitation : distance à la voirie km - ressaut/falaise - instabilité - pente - lapiaz - talweg difficultés de câblage Milieux aquatiques : ruisseau - source - suintement - borbier 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 10 : Inventaires en vieille forêt de plaine (© Maillé S.)

4.2.3. PROTOCOLE DE DEMANDE D'ACCORD AUPRES DES PROPRIETAIRES FORESTIERS PRIVEES

Protocole : accord de propriétaires privés pour placette d'évaluation VFP

Objectif : déterminer qui fait quoi pour obtenir l'accord de propriétaires forestiers privés pour l'implantation d'une placette d'évaluation VFP en Midi-Pyrénées.

Attention : le présent protocole cible l'obtention de l'autorisation. Des actions de sensibilisation, information, ici signalées uniquement « à la marge », seront développées en complément suivant un volet spécifique (courriers, articles, plaquette, réseaux locaux d'acteurs...).

VFP : vieille forêt de plaine

OPN : opérateur naturaliste : noms, coordonnées et secteurs communiqués au CRPF

CEN : conservatoire des espaces naturels

CRPF (*) : antenne(s) départementale(s) du centre régional de la propriété forestière Occitanie
noms, coordonnées et secteurs des techniciens départementaux communiqués via données SIG.

CRPF ()** : siège à Auzeville (05 61 75 42 00) : suivi général par A. Mugica ; Ph. Bertrand et par ingénieurs territoriaux E. Rouyer (09, sud 31, 65) ; S. Drouineau (32, 82) ; Ph. Bertrand (81, nord 31)

Tâche	QUI ?	Descriptif pour une placette : à reproduire dans le cas d'un site à plusieurs placettes	Documents, remarques...
1	OPN	Le site justifie-t-il l'implantation d'une placette d'évaluation ? → NON : abandon du site en tant que VFP potentielle. OPN informe CRPF (**) et CEN.	Instruction « renseigner la fiche descriptive des sites de plaine » réalisé par JM. Savoie (JMS), <u>rubrique placette d'évaluation</u>
2	CEN	→ OUI : CEN (ou OPN) communique, <u>au format SIG</u> , au CRPF (**) les données : - centre « idéal » du projet de placette - contour d'une zone englobant les centres possibles de la placette d'évaluation	Intérêt de cette zone ? voir tâche 4.
3	CRPF (**)	La placette est-elle située sur une zone d'ancienneté de l'état boisé (carte d'état-major) ? → NON : communication à OPN et CEN pour abandon du site. Toutefois et de manière exceptionnelle, compte-tenu d'un cumul de valeurs particulièrement élevées de l'ensemble des indicateurs de maturité biologique, une expertise complémentaire conjointe CRPF /CEN pourra être réalisée. → OUI : CRPF (**) recherche le (les) propriétaire(s) concerné(s) par la placette.	Un des critères indispensables pour qualifier une VFP. Site Geoportail Suivant résultat expertise, le CRPF recherche les propriétaires (tâche 4) BD cadastrale CRPF Placette : protocole JMS ; rayon = 57 m (1 ha) mais adaptable (tâche 4).
4		S'il y a plus d'1 propriétaire concerné : Un déplacement du centre (Cf. tâche 2) de la placette permet-il de réduire le nb de propriétaires concernés ? Une modification de la forme de la placette permet-elle de diminuer le nb de propriétaires ?	

		<p>→ NON aux 2 questions : voir tâche 5</p> <p>→ au moins 1 OUI : CRPF (**) communique à CRPF (*) et à OPN la modification du centre de la placette.</p>	
5	CRPF (*)	<p>Recherche l'accord du (des) propriétaire(s) concernés. Contact direct à privilégier.</p> <p>La demande par courrier, réputée à faible chance de succès, sera utilisée en dernier recours.</p>	<p>- Connaissance des propriétaires, gestionnaire(s) ou réseau local.</p> <p>- Fiche argumentaire.</p> <p>- CRPF** établira un <u>courrier-type</u> en lien avec le CEN et cohérence avec le doc. VFP cité en tâche 7.</p>
6		<p>Accord du (des) propriétaire(s) ?</p> <p>→ NON : CRPF (*) informe par courriel OPN (avec copie CRPF** et CEN). En accord entre CRPF (***) et CEN, une démarche complémentaire pourra être engagée.</p>	<p>Tout ou partie du site en cas de plusieurs placettes sur le site</p>
7		<p>→ OUI :</p> <p>CRPF (*) recueille l'accord. Le document (ci-contre) sera utilisable dans le cas d'un accord formel. CRPF (*) informe par courriel OPN, avec copie CRPF** et CEN.</p>	<p>Un document « <u>VFP : information et autorisation</u> », sera établi par CRPF** et CEN. Il précisera, les engagements des parties concernées (dont limites d'utilisation des données recueillies).</p>
8	OPN	<p>OPN peut mettre en place la placette d'évaluation et informe CRPF* de la date d'implantation</p>	<p>En fonction de sa disponibilité et temps imparti, CRPF (*) pourra participer.</p>
9		<p>OPN communique au CEN et CRPF* ** les données de la placette</p>	<p>Ces données seront accessibles à la demande du propriétaire</p>

5. RESULTATS

Un total de 257 placettes pour 188 sites a été effectué sur la plaine d'Occitanie (ex-région Midi-Pyrénées). Pour l'Aude et les Pyrénées-Orientales, 96 placettes d'évaluation de 52 sites sont venues s'ajouter aux 436 placettes déjà réalisées dans les Pyrénées centrales sur 186 sites.

5.1. CARACTERISTIQUES DES « VIEILLES FORETS » DE PLAINE

L'ensemble des placettes a été analysé afin de les hiérarchiser selon le même modèle que Savoie et al. (2015). Seules les données quantitatives ont été prises en compte afin de fournir des valeurs de référence en vue de la création d'une typologie.

Dans un premier temps, nous avons étudié le niveau de corrélation entre les différentes variables étudiées (Figure 11) :

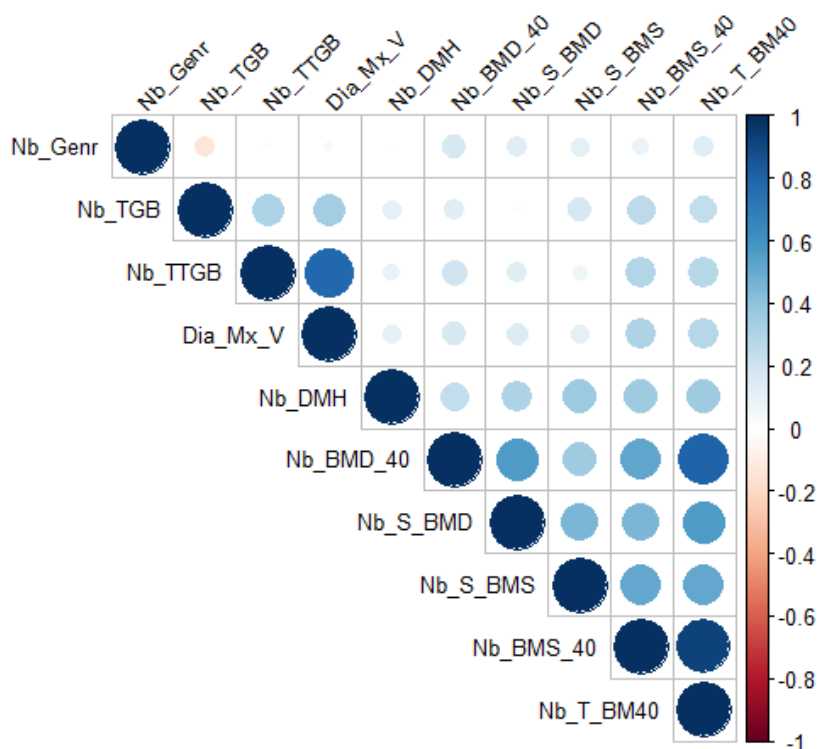


Figure 11 : Matrice des corrélations entre les variables principales pour la caractérisation des « vieilles forêts » de plaine

Avec : Nb_Genr (Nombre d'essences différentes) ; Nb_TGB (Nombre de Très Gros Bois) ; Nb_TTGB (Nombre de Très Très Gros Bois) ; Dia_Mx_V (Diamètre Maximum Arbre vivant) ; Nb_DMH (Nombre de Dendromicrohabitats) ; NB_BMD_40 (Nombre de Bois Mort Debout de plus de 40 cm de diamètre) ; NB_BMS_40 (Nombre de Bois Mort au Sol de plus de 40 cm de diamètre) ; Nb_S_BMD_40 (Nombre de Stade de Bois Mort Debout de plus de 40 cm de diamètre) ; Nb_S_BMS_40 (Nombre de Stade de Bois Mort au Sol de plus de 40 cm de diamètre) ; Nb_T_BM40 (Nombre de Bois Mort total de plus de 40 cm de diamètre)

A ce stade, il est intéressant de noter que sur notre jeu de données, la diversité en essences est indépendante de la présence de gros arbres vivants et de bois mort. Les différentes catégories liées au bois mort sont corrélées entre elles mais restent indépendante de la présence de TGB et TTGB. De même, la présence de TGB n'est pas si corrélée que ce qui aurait pu être imaginé à la présence de TTGB. Cela traduit le caractère exceptionnel de la présence de TTGB dans un peuplement en plaine. Enfin, la densité de dendromicrohabitats reste assez indépendante des autres variables, associé légèrement à la présence de plus de bois mort.

Il est important ici de signaler que des corrélations fortes existent entre présence de bois mort, de très gros bois et de dendromicrohabitats lorsque l'on compare des forêts matures et des forêts peu matures. Ici, presque toutes les placettes ont été implantées dans des forêts avec un niveau de maturité important. Les corrélations observées traduisent donc une situation de ces paramètres uniquement au sein des forêts les plus matures, déjà riches en bois mort et en très gros bois (Figure 12).

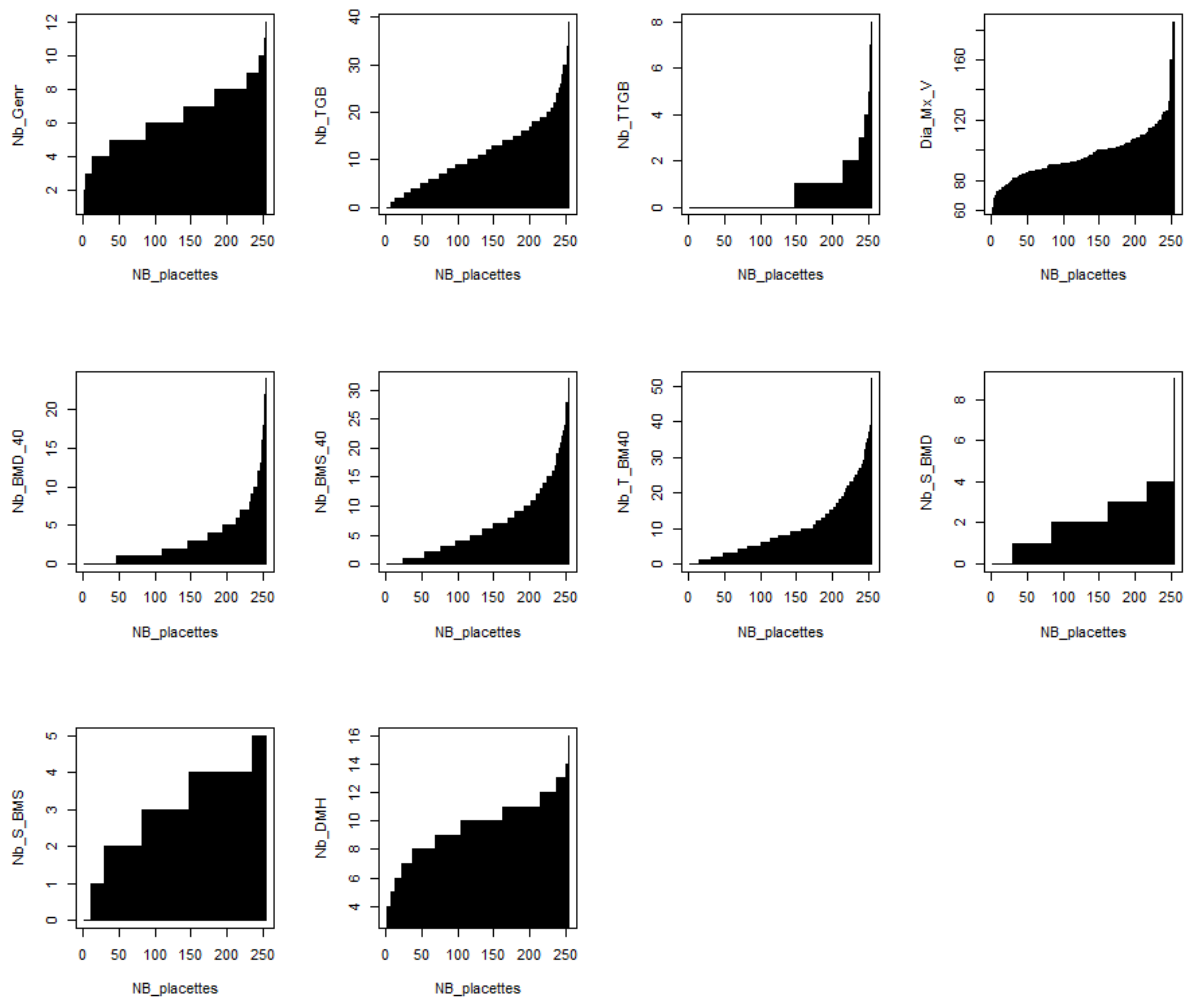


Figure 12 : Distribution de chaque variable principale pour la caractérisation des « vieilles forêts » de plaine dans le jeu de données

Nous avons ensuite réalisé une analyse en composante principale (Figure 13) pour étudier les variables structurantes de notre jeu de données.

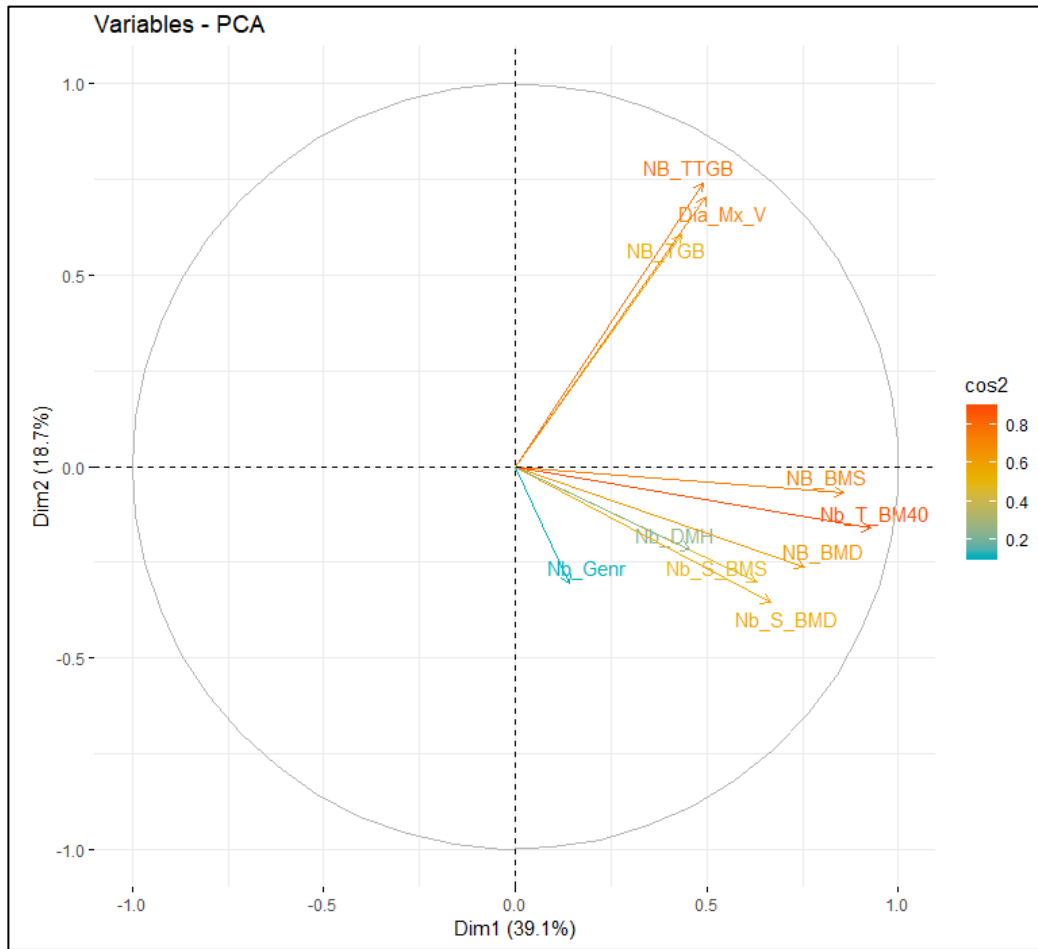


Figure 13 : Analyse en composante principale des variables

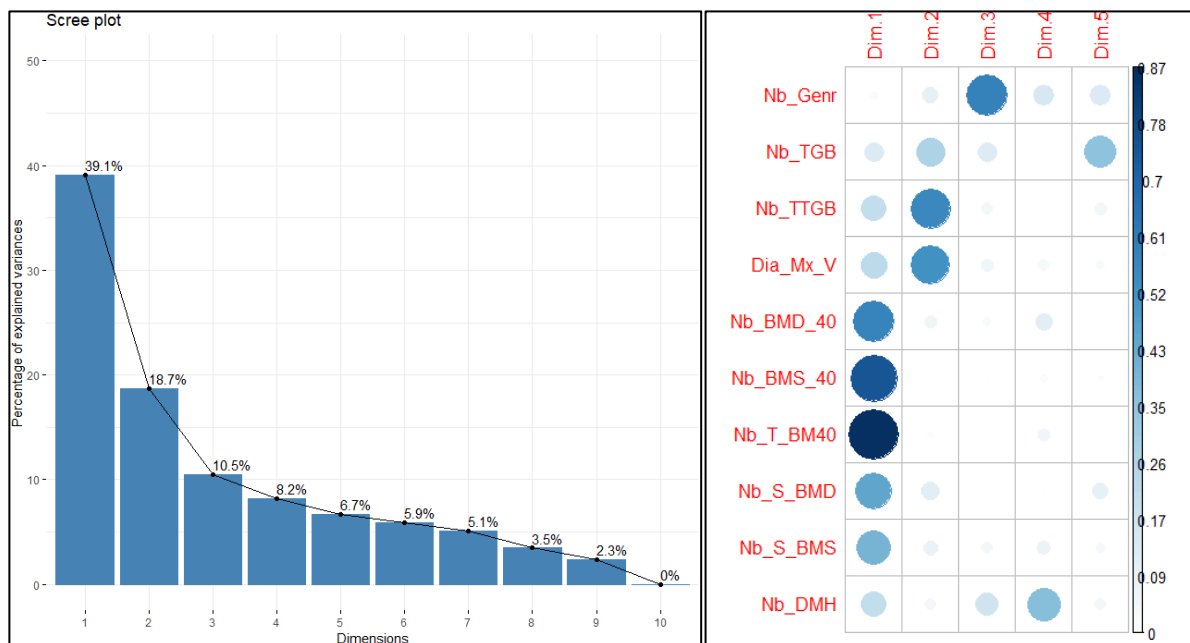


Figure 14 : Variance expliquée et contribution de chaque variable aux axes de l'ACP

La Figure 14 nous montre que les deux premiers axes de l'ACP expliquent près de 60 % de la variance de notre jeu de donnée.

Les variables liées à la présence de bois mort sont les mieux représentées sur la première dimension.

Les variables liées à la présence de gros bois et en particulier de TTGB sont bien représentées sur la deuxième dimension.

Ce sont donc les variables correctement représentées sur ces deux dimensions qui structurent le plan factoriel de notre ACP (Figure 13). Notons que le nombre de TGB (NB_TGB) ressort peu pour la simple raison que presque toutes les forêts évaluées présentent des TGB, suivant les critères cités au 4.2. pour définir une vieille forêt de plaine.

Sur ce plan factoriel, les variables les mieux projetées (\cos^2 élevé*) apparaissent en rouge plus foncé. On voit ainsi que nos données sont fortement structurées par la combinaison :

[présence de TTGB et TGB] x [bois mort]

Remarques :

- Un \cos^2 élevé indique une bonne représentation de la variable sur les axes principaux en considération. Dans ce cas, la variable est positionnée à proximité de la circonférence du cercle de corrélation.
- Un faible \cos^2 indique que la variable n'est pas parfaitement représentée par les axes principaux. Dans ce cas, la variable est proche du centre du cercle.

L'ensemble des données des placettes d'évaluation a ensuite été projeté dans ce plan factoriel hiérarchisé en 4 types à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) (Figure 15).

Les placettes sont regroupées ainsi (Figure 16):

- placettes avec **des TTGB et beaucoup de bois mort**
- placettes avec **peu de TTGB mais beaucoup de bois mort**
- placettes avec **quelques TTGB et TGB et assez peu de bois mort**
- placettes avec **peu de TGB et peu de bois mort**
- placettes avec **très peu de TGB et très peu de bois mort**

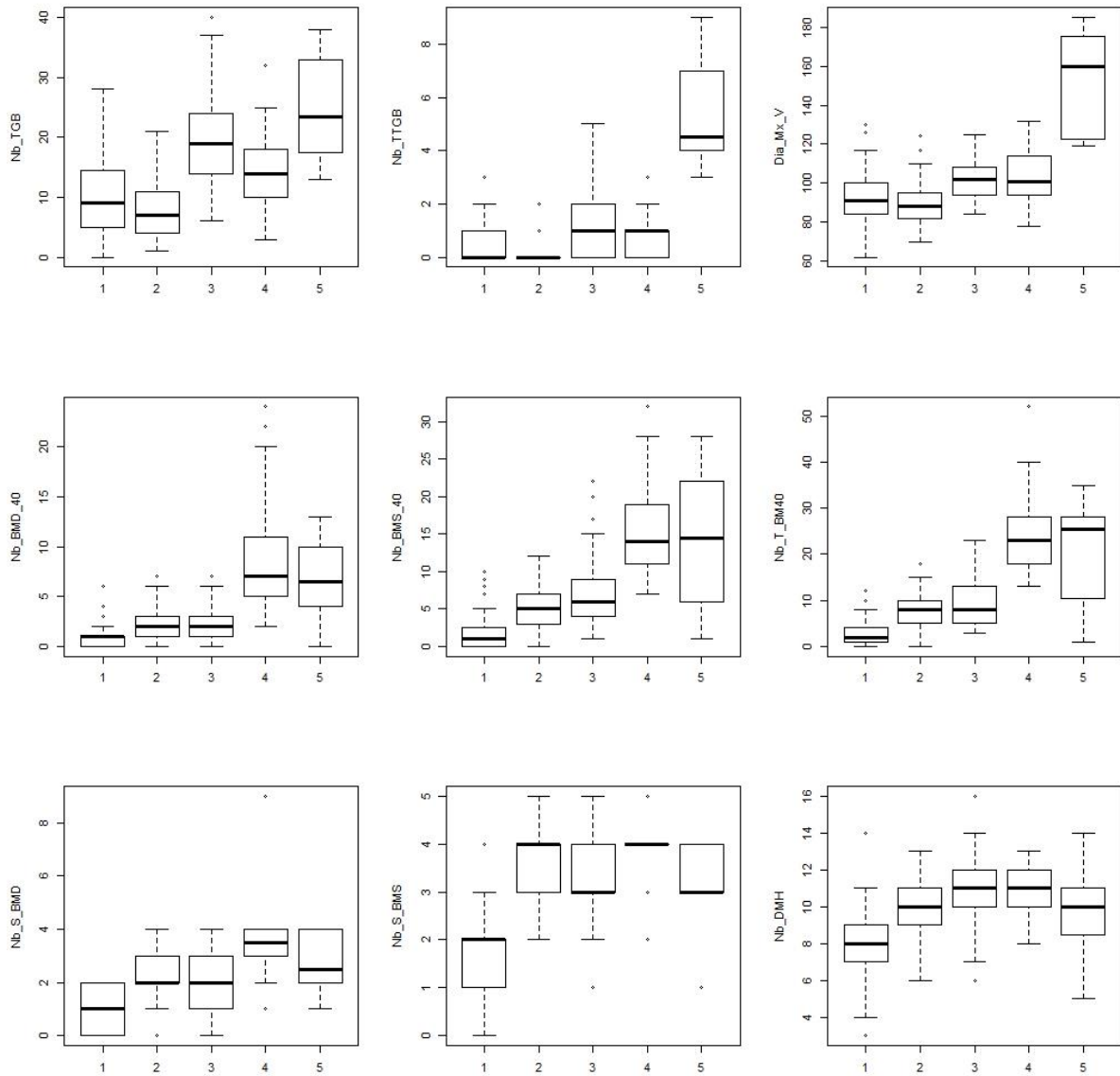


Figure 16 : Comparaison des valeurs entre les groupes issues de la CAH pour chaque variable

5.2. CRITERES DE DEFINITION RETENUS DES « VIEILLES FORETS » DE PLAINE

Les analyses statistiques débouchent sur une typologie et une hiérarchisation des placettes d'évaluation.

Sont retenues en tant que « vieille forêt » de plaine, l'ensemble des placettes et des sites avec au moins

5 TGB vivants et 6 Bois morts en GB par hectare

Dans cet ensemble de placettes et de sites, la hiérarchisation suivante a été réalisée :

Au moins 2 TTGB, 15 TGB et 10 Bois morts (BM) / ha dont 3 au sol (BMS) et 3 debout (BMD)	→	Vieille forêt de plaine à forte maturité
Au moins 9 TGB et 9 Bois morts (BM) / ha dont 3 au sol (BMS) et 3 debout (BMD)	→	Vieille forêt de plaine à assez forte maturité
Au moins 9 TGB et 9 Bois morts (BM) / ha dont 1 au sol (BMS) et 3 debout (BMD) ou 3 au sol (BMS) et 1 debout (BMD)	→	Vieille forêt de plaine à maturité la plus faible
Au moins 5 TGB et au moins 6 Bois morts (BM) / ha dont 3 au sol (BMS) et 3 debout (BMD)	→	Vieille forêt de plaine à maturité la plus faible
Au moins 5 TGB et au moins 3 Bois morts (BM) / ha	→	Pré-vieille forêt = maturité potentielle de vieille forêt à court terme

Une catégorie **pré-vieille forêt** a été créée pour traduire des peuplements ne répondant pas actuellement aux critères de définition d'une vieille forêt de plaine, mais ayant un potentiel d'évolution favorable à court terme (quelques dizaines d'années environ) pour les remplir.

Pour la typologie des sites, le même principe que pour les Pyrénées a été adopté (Savoie et *al.*, 2015) : un site est rattaché au type de sa placette d'évaluation la plus mature.

Notons également que pour les Pyrénées de la partie est de la chaîne, les typologies mises au point dans les Pyrénées centrales (Savoie et *al.*, 2015) ont été appliquées aux placettes et aux sites de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

Pour chacun de ces types, les caractéristiques moyennes des variables étudiées sont présentées en Figure 17.

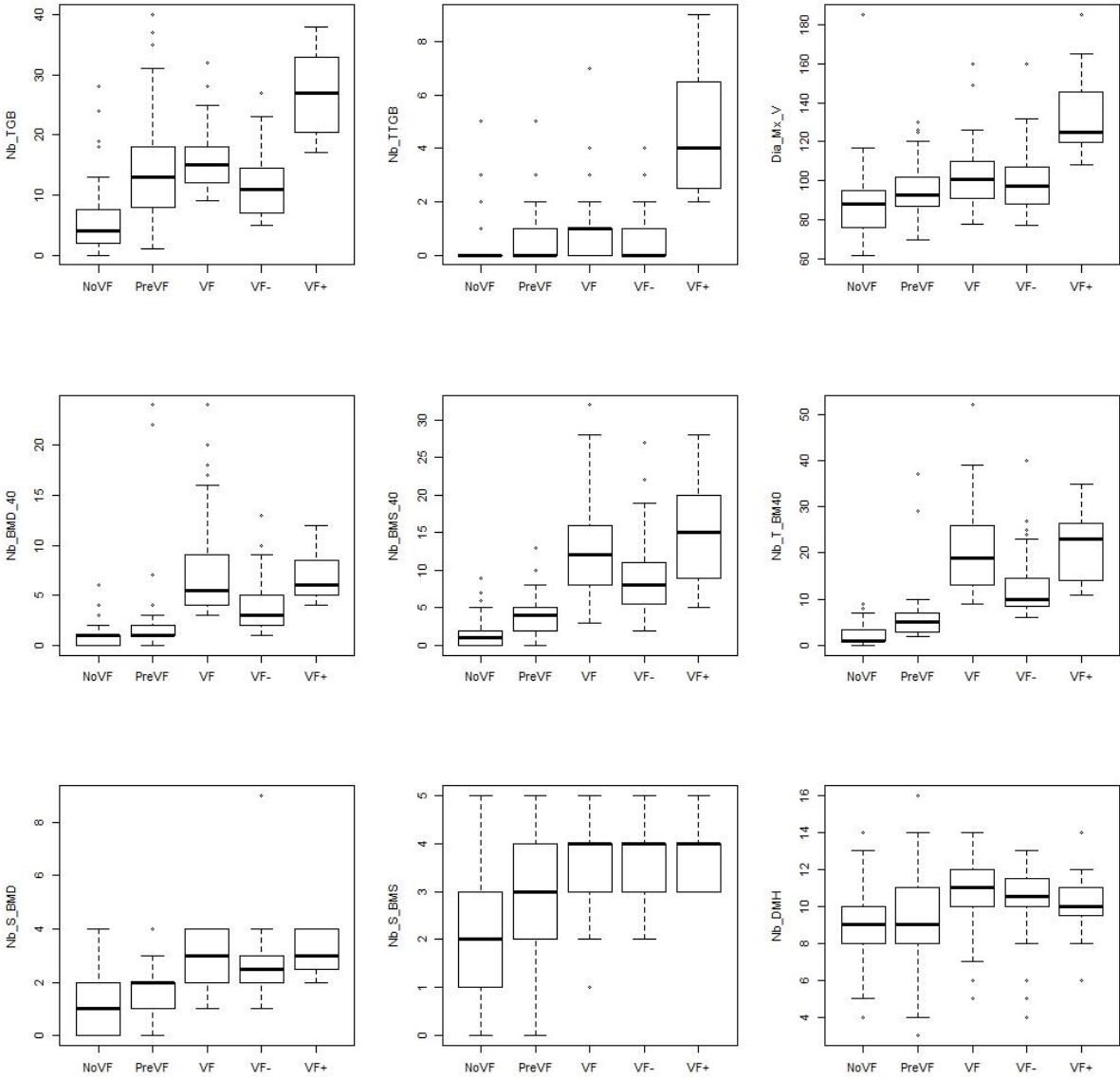


Figure 17 : Comparaison des valeurs de chaque variable pour chaque type de vieille forêt



Figure 18 : Exemple de quelques vieilles forêts de plaine (© JM. Savoie et C. Hannoire)

5.3. RESULTATS CARTOGRAPHIQUES A L'ECHELLE DU PROJET

Un total de 257 placettes a été effectué dans 188 sites. Notons que 58 sites ont été délimités sur cartographie mais non évalués. Ces sites n'ont pas été évalués car ils ne présentaient pas les attributs nécessaires pour rentrer dans la catégorie des vieilles forêts. L'effort de prospection a ainsi couvert de manière quasi complète l'ensemble des localités repérées par Comps (1972) relatives à la présence du hêtre sur le territoire de plaine étudié (Figure 19 et Figure 20).



Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central.



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Effort de prospection sur les vieilles forêts de plaine - mailles 5 km réalisées

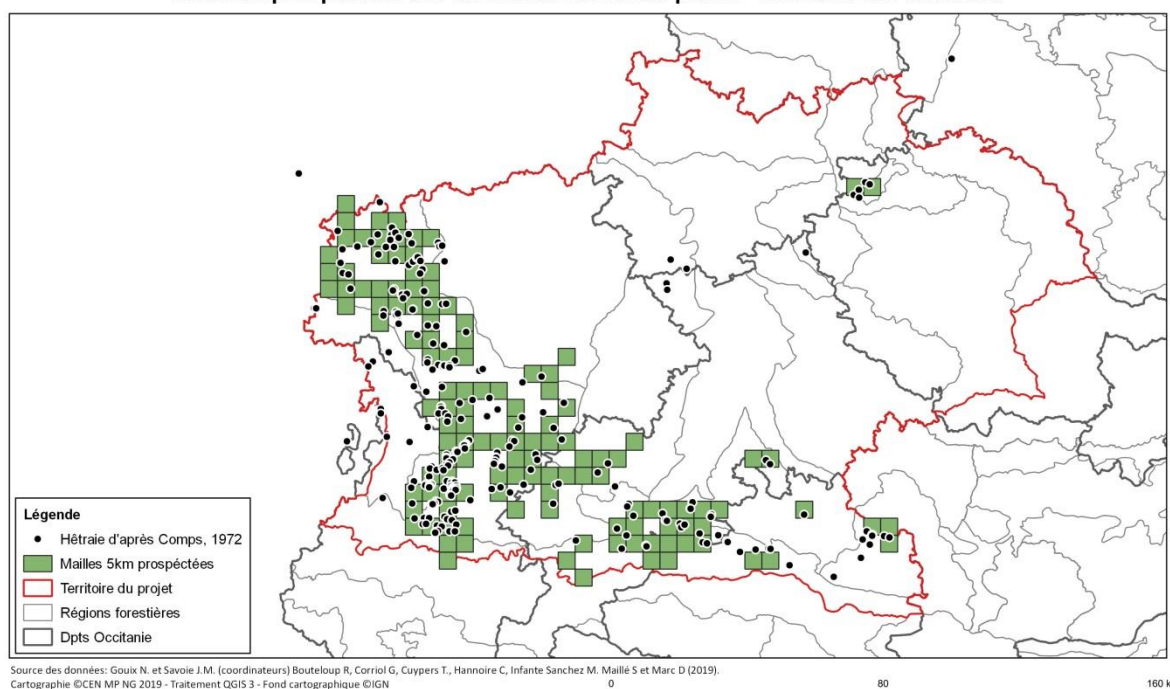


Figure 19: Carte de l'effort de prospection réalisé

Notons également que 59 placettes réalisées dans 42 sites n'entrent pas dans les types « vieille forêt de plaine » ou « pré vieille forêt de plaine ». Les surfaces de vieilles forêts caractérisées par au moins une placette d'évaluation apparaissent en Figure 21. La répartition des placettes par niveau de maturité et par site se présente comme indiqué dans le Tableau 1 et la Figure 22.

	Nombre de placettes	Nombre de sites
Non évalué		58
Non Vieille forêt	59	42
Pré-Vieille forêt	81	54
Vieille forêt de plaine à maturité la plus faible	52	35
Vieille forêt de plaine à assez forte maturité	54	46
Vieille forêt de plaine à forte maturité	11	11
Somme	257	188

Tableau 1 : Répartition des placettes par niveau de maturité et par site

Surface de forêts caractérisées par maille 5 km

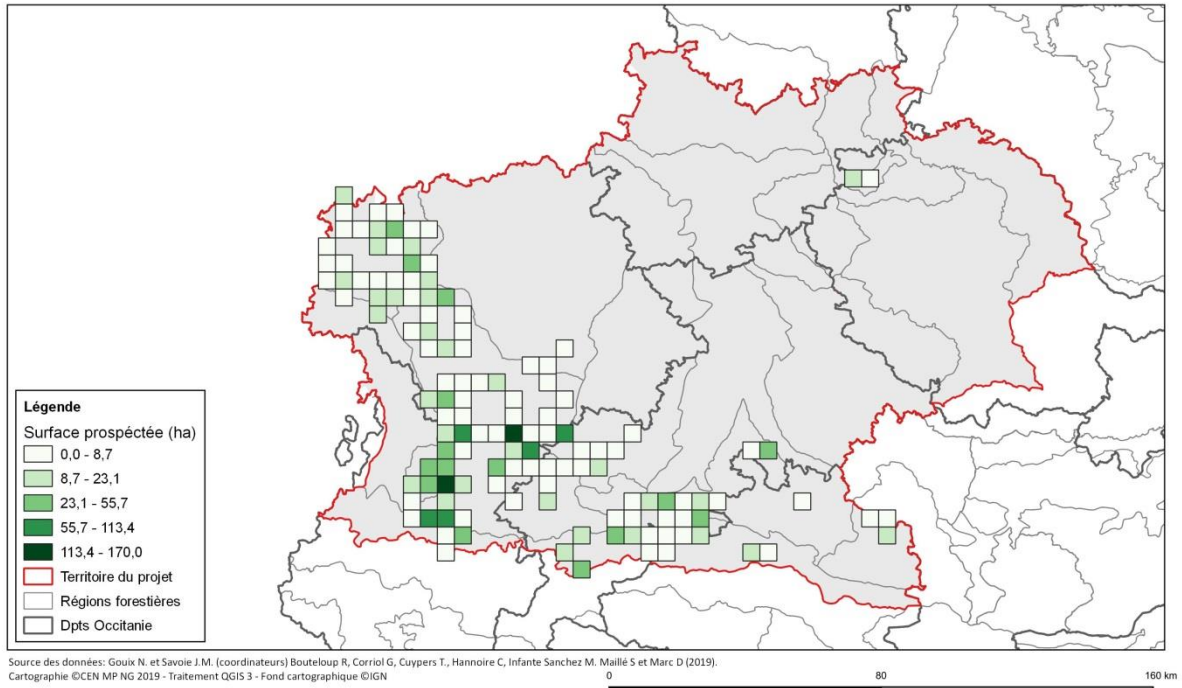


Figure 20: Carte des surfaces forestières caractérisées

Surface de vieilles forêts caractérisées par maille 5 km

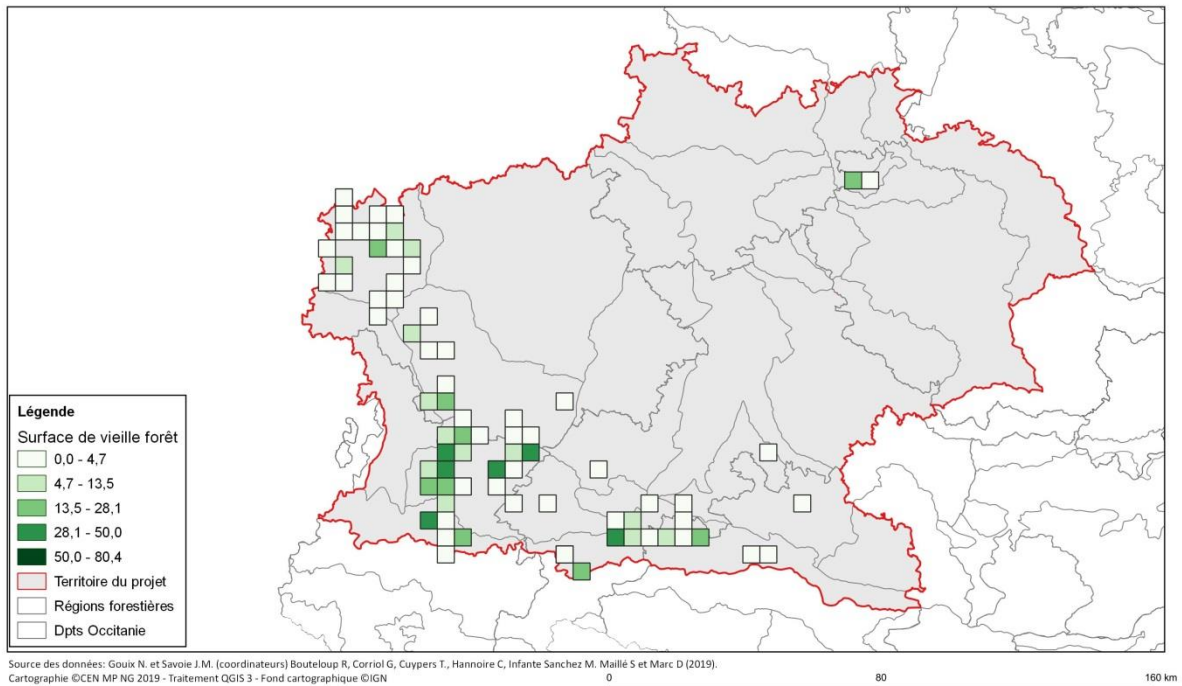


Figure 21: Carte des surfaces de vieilles forêts caractérisées

Distribution des placettes "vieille forêt" réalisées par niveau de maturité

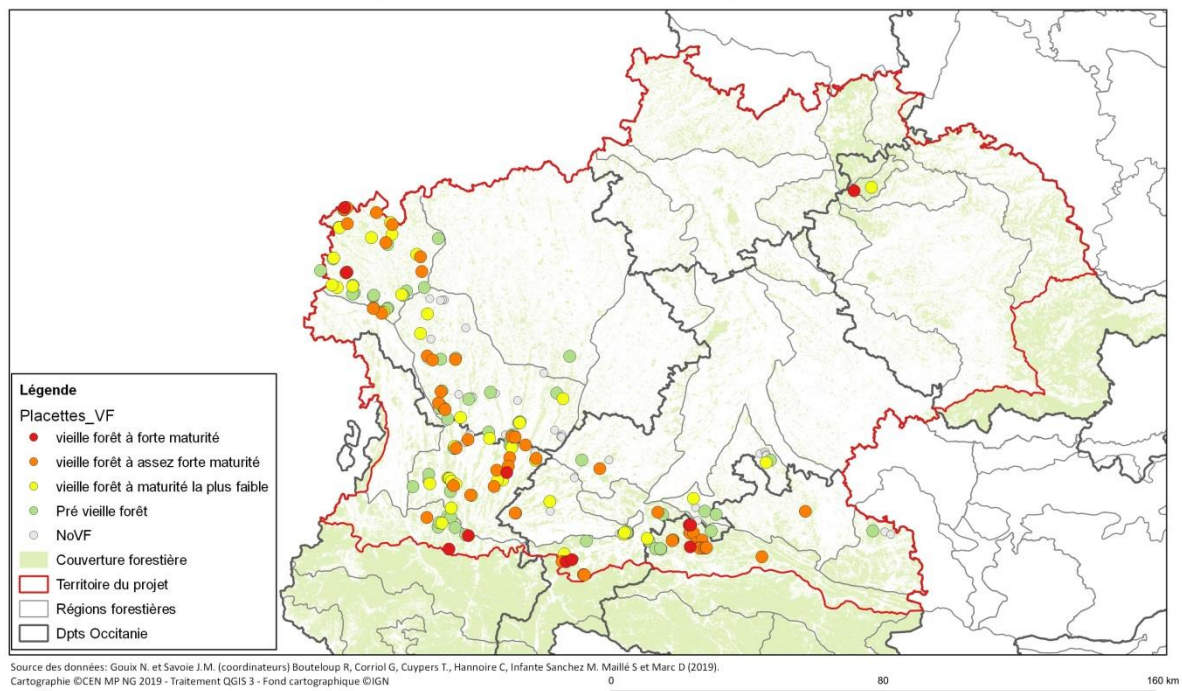


Figure 22 : Distribution des placettes de par niveau de maturité

Au total, 2 044 ha ont été évalués : **846 ha** sont rattachés à un type de « **vieille forêt de plaine** » et **534 ha** au type « **Pré-vieille forêt de plaine** » (Tableau 2).

Type de Vieille Forêt	Surface totale (ha)
Vieille forêt de plaine à forte maturité	80
Vieille forêt de plaine à assez forte maturité	467
Vieille forêt de plaine à maturité la plus faible	299
Pré vieille forêt	534

Tableau 2 : Surfaces cartographiées par type de « vieille forêt » ou « Pré-vieille forêt »

5.4. RESULTATS PAR REGION FORESTIERE DE PLAINE

Parmi les **846 ha de vieilles forêts** identifiées, **80 sont considérés** comme les plus matures, situés principalement sur la Bordure sous-pyrénéenne, le Bas-Armagnac et dans le Ségala avec la Réserve Biologique Dirigée de Montoulieu en forêt de la Grésigne (Tableau 3).

Surface (ha)	VF +	VF	VF -	Pré VF	NoVF + NE
Astarac		120	16	83	234
Bas-Armagnac	19	59	36	39	104
Bordure sous-pyrénéenne	27	39	3	148	12
Gascogne centrale				1	1
Gascogne orientale		5		6	16
Lannemezan	10	161	230	207	182
Petites Pyrénées et Plantaurel	10	83	5	31	45
Razès et Piège				3	16
Ségala	15		3		
Volvestre et côteaux d'Ariège		1	6	16	56
Total général	80	466	299	534	665

VF + = vieille forêt de plaine à forte maturité

VF = vieille forêt de plaine à assez forte maturité

VF - = Vieille forêt de plaine à maturité la plus faible

Pré VF = pré vieille forêt

NoVF = forêt évaluée mais ni VF, ni Pré VF

NE = non évalué

Tableau 3 : Répartition des surfaces de vieille forêt et de pré-vieille forêt par région forestière

Pour les régions forestières les mieux couvertes par l'inventaire et qui concentrent les enjeux majeurs liés à la présence de vieilles forêts, le rapport entre surface de vieille forêt et couverture forestière a été évalué (Tableau 4).

Région forestière	Surface forestière	Taux de boisement	Surface VF	% VF	Surface Pré-VF	% Pré VF
	ha	%	ha	%	ha	%
Bas-Armagnac	17900	20,1	114,1	0,64	39	0,22
Astarac	27230	19,2	135,6	0,50	83	0,30
Lannemezan et annexes	34104	25,3	400	1,17	207	0,61
Volvestre et coteaux d'Ariège	16395	14,5	7,2	0,043	16	0,09
Piémont pyrénéen	78023	42	166,1	0,21	180	0,23
Total	173652		823	0,47	524	0,30

Tableau 4 : Pourcentage de surface de « vieille forêt » et de « pré-vieille forêt » par rapport à la surface forestière, par région forestière

Globalement, sur la base des régions forestières les plus riches de la plaine d'Occitanie (ex-Midi-Pyrénées), **les vieilles forêts de plaine représentent moins de 0,5 % de la surface forestière** des territoires étudiés.

5.5. FORET PRIVEE / FORET PUBLIQUE

Dans la perspective d'une prise en compte des vieilles forêts dans les politiques et les documents d'aménagements qui traitent des enjeux de la forêt, il est important d'identifier si ces dernières sont publiques ou privées.

	Surface (ha)	Forêt privée		Forêt publique		Somme	
		ha	Nb_sites	ha	Nb_sites	ha	Nb_sites
Pré vieille forêt		138	41	395	27	534	68
Vieille forêt de plaine à maturité la plus faible		243	32	56	9	299	41
Vieille forêt de plaine à assez forte maturité		314	41	153	12	466	53
Vieille forêt de plaine à forte maturité		41	9	39	5	80	14
Total Vieille forêt		598	82	248	26	846	108

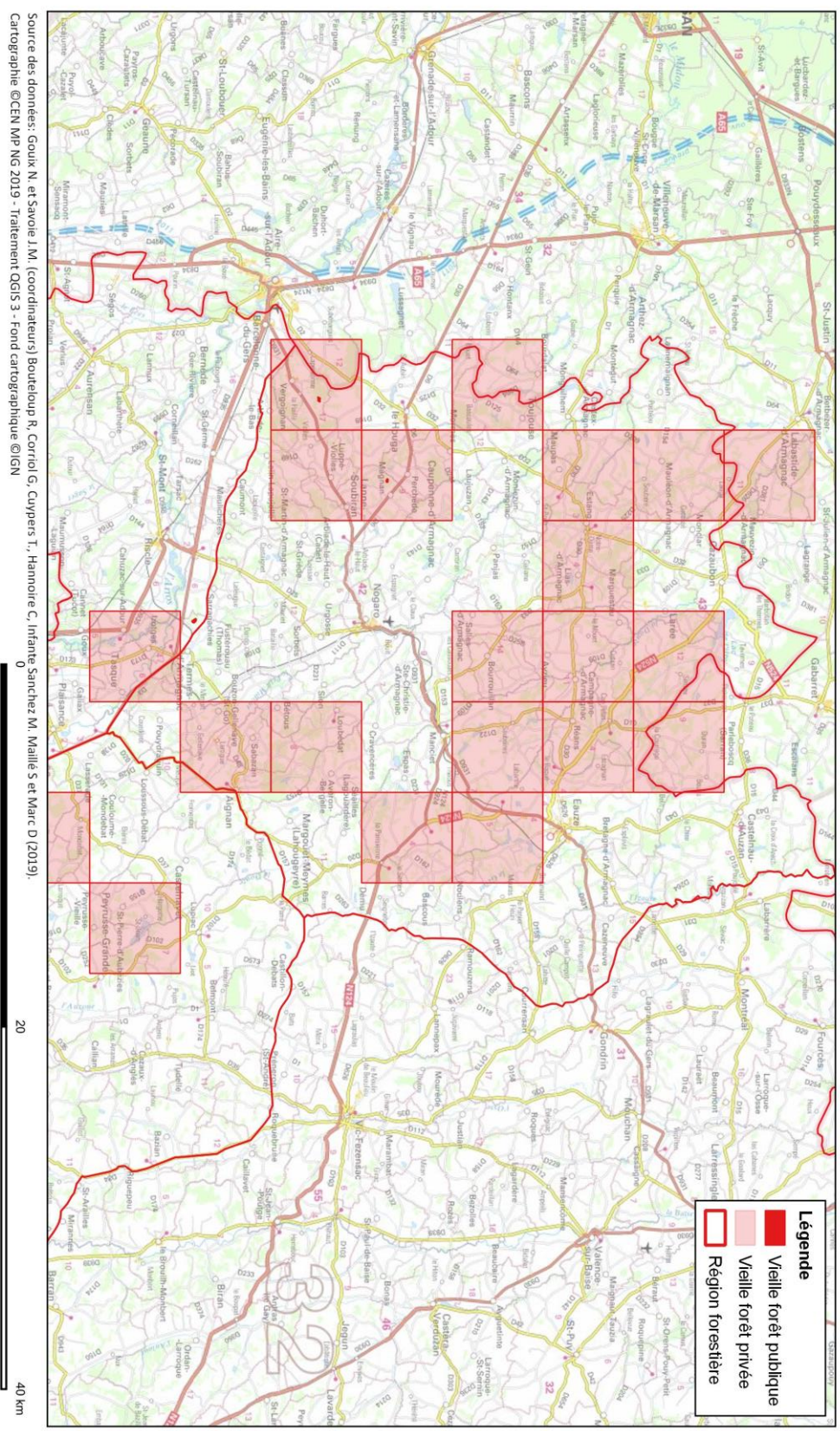
Tableau 5 : Répartition des surfaces et du nombre de sites (Nb_sites) de vieille forêt et de pré-vieille forêt par statut foncier.

Au global, **près de 70 % des vieilles forêts sont en forêt privée** ce qui représente une surface de 598 ha sur 82 sites contre 248 ha sur 26 sites en forêt publique.

Pour garantir le respect de la propriété privé, il a été convenu avec le CNPF de pas délivrer publiquement les données de localisation précise des vieilles forêts privées. Ces dernières sont donc représentées à l'échelle de la maille 5 km par 5 km dans les cartographies.

Les cartes de localisation des vieilles forêts de plaine pour les régions forestières les plus riches sont présentées ci-après (Figure 23 à Figure 27).

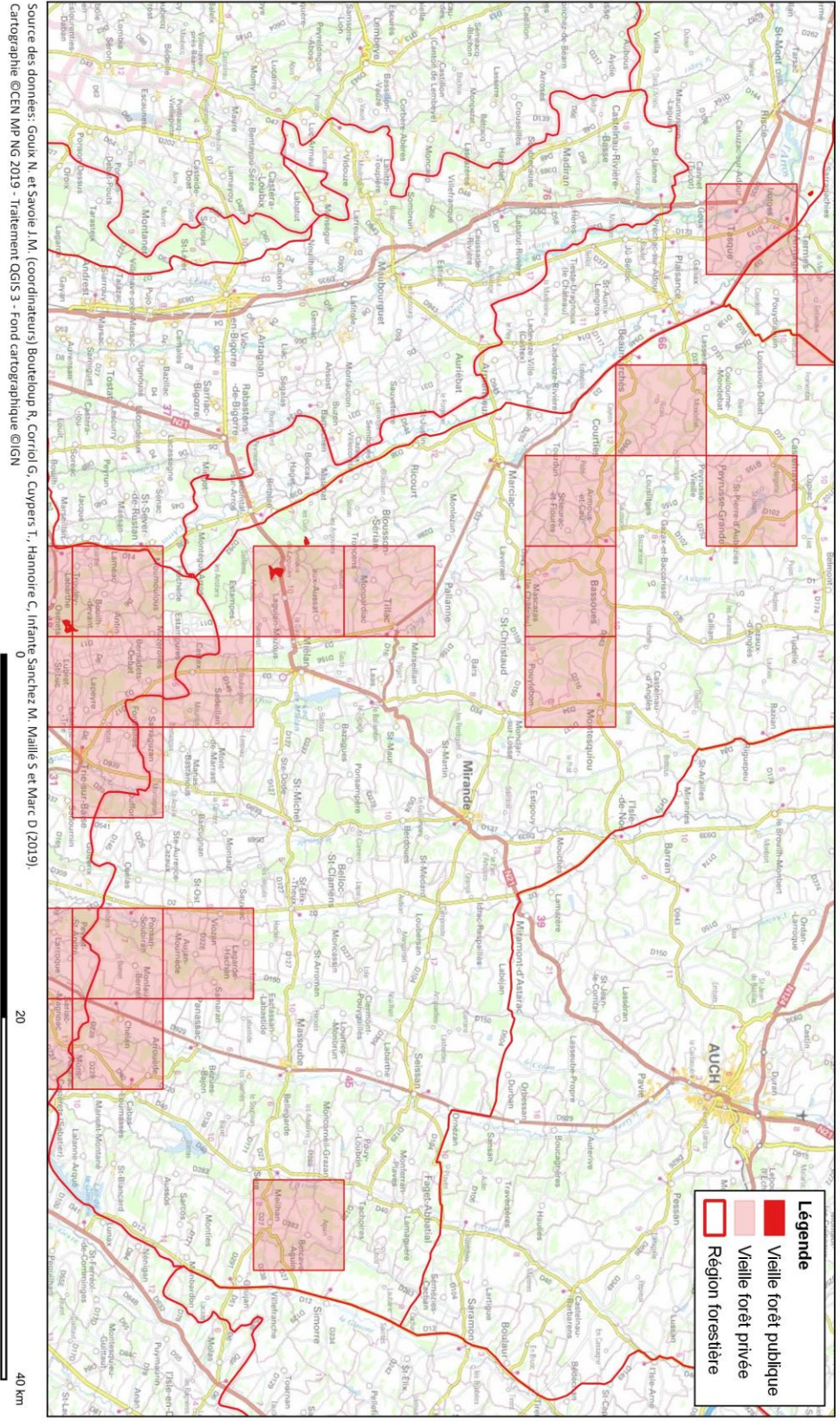
Vieilles forêts du Bas Armagnac



Source des données: Gouix N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R, Corriol G, Cuypers T., Hamouir C, Infante Sanchez M, Maille S et Marc D (2019).
 Cartographie ©CEN MP NG 2019 - Traitement QGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Figure 23: Carte de localisation des vieilles forêts du Bas Armagnac avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille5km des forêts privées.

Vieilles forêts de l'Astarac



Source des données: Gouix N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteleux R., Corroli G., Cuypers T., Hannover C., Infante Sanchez M., Maille S. et Marc D (2019).
 Cartographie CCEN MP NG 2019 - Traitement QGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Figure 24: Carte de localisation des vieilles forêts de l'Astarac avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille 5km des forêts privées.

Vieilles forêts du Lannemezan et Bordure sous Pyrénéenne

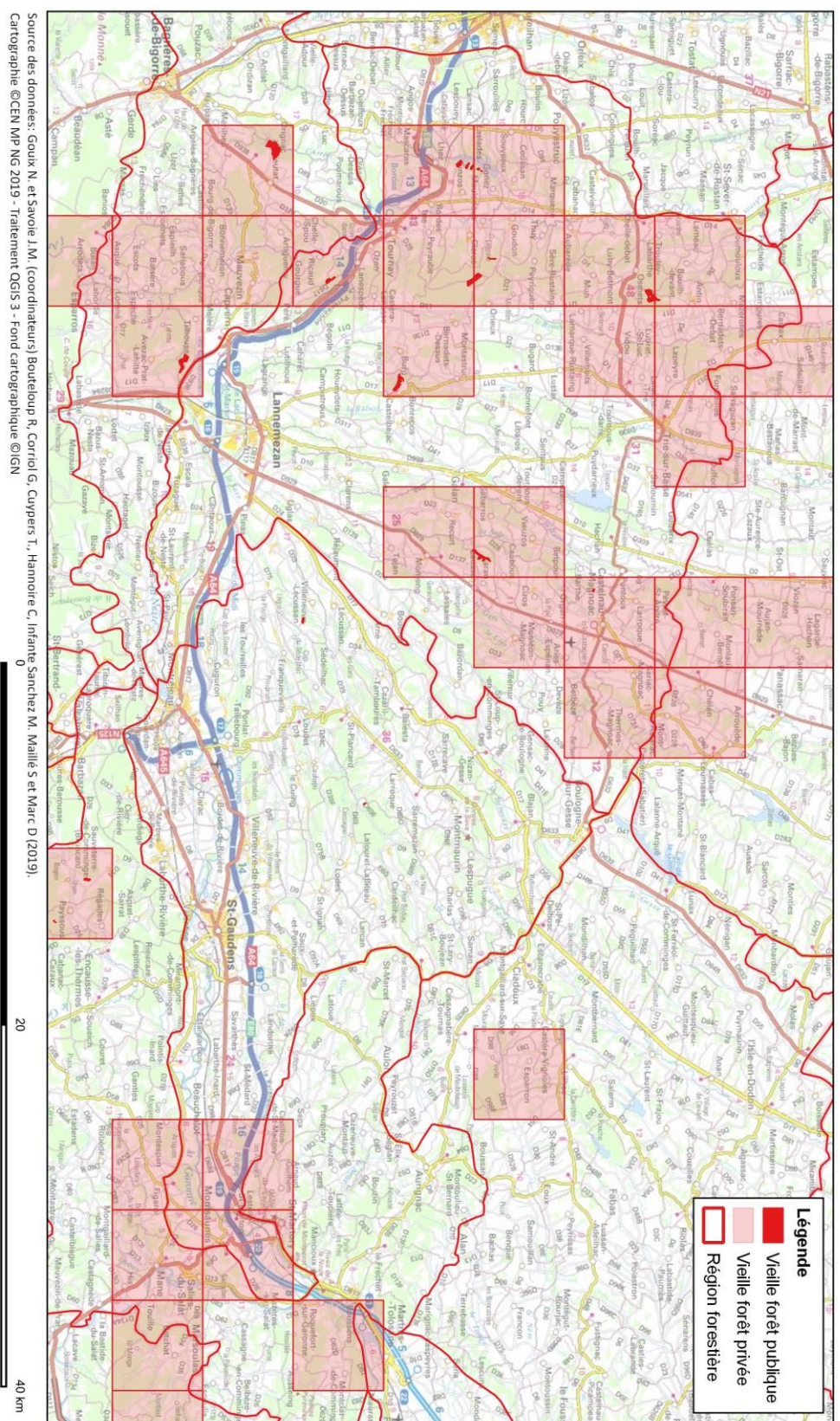


Figure 25: Carte de localisation des vieilles forêts du Lannemezan avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille 5km des forêts privées.

Vieilles forêts du Volvestre et coteaux de l'Ariège, des Petites Pyrénées et Plantaurel

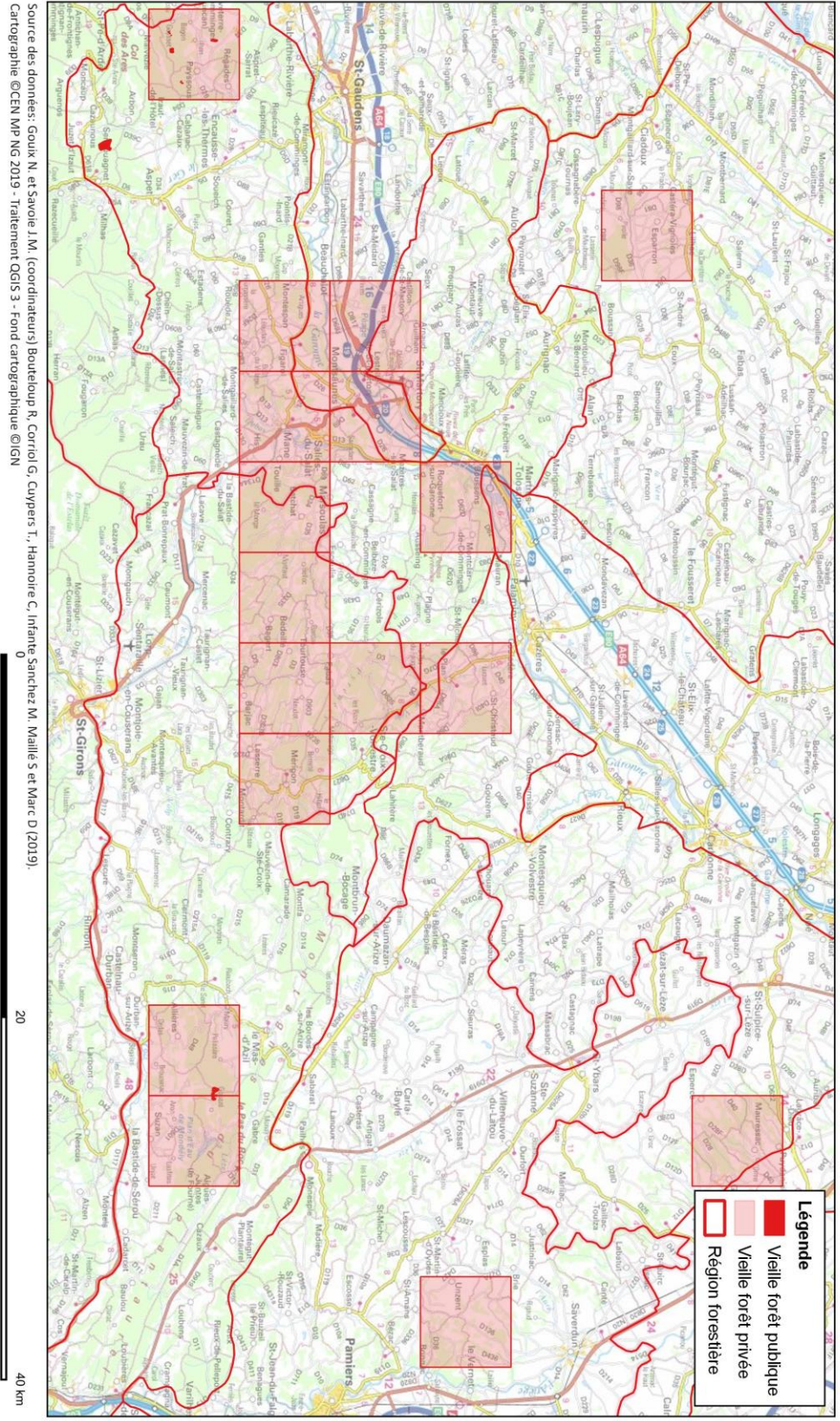


Figure 26: Carte de localisation des vieilles forêts du Volvestre et coteaux de l'Ariège, des Petites Pyrénées et Plantaurel avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille5km des forêts privées.

Vieilles forêts en forêt de la Grésigne dans le Ségala

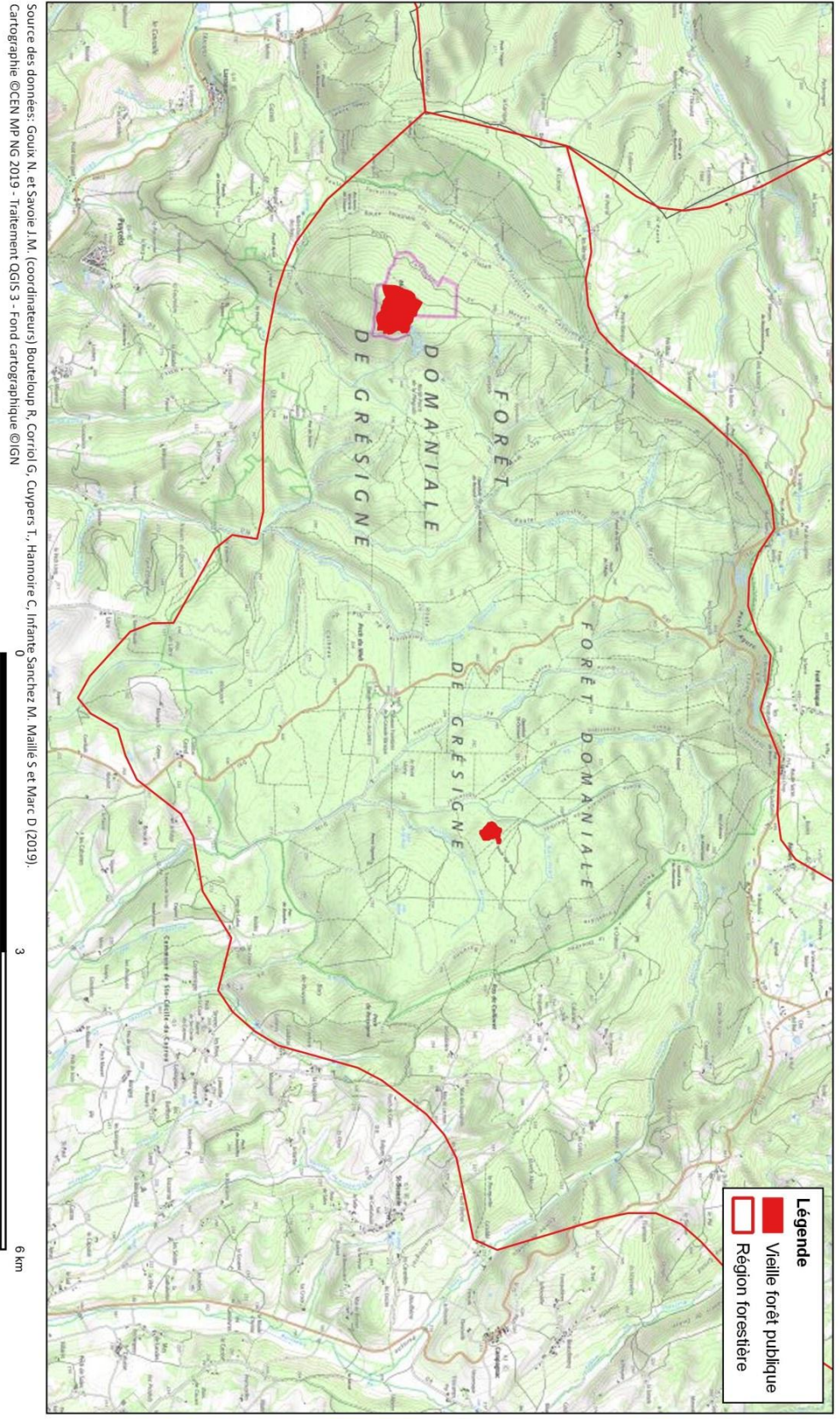


Figure 27: Localisation des parcelles de vieilles forêts identifiées en forêt de la Grésigne



Figure 28: Exemple d'attributs de maturité en forêt de la Grésigne (©Goux N.)

6. RESULTAT DES COMPLEMENTS D'INVENTAIRES DANS LES PYRENEES

En parallèle aux inventaires menés sur la plaine de l'ex région Midi-Pyrénées, les territoires de montagnes des Pyrénées Orientales et de l'Aude ont été couverts par le projet. La méthodologie appliquée et les critères d'éligibilités reprennent les résultats obtenus sur les Pyrénées centrales de l'ex région Midi-Pyrénées. Pour rappel, les vieilles forêts des Pyrénées répondent aux critères suivants :

- présenter au moins **10 TGB** (D >70 cm à 1,3 m) ou **TTGB** (D>100 cm) par hectare,
- présenter au moins **10 bois morts** dans la catégorie des GB (D>40 cm), 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.

Les peuplements parcourus ont été hiérarchisés selon les typologies établies par Savoie et al. (2015) pour définir au sein de ces vieilles forêts un gradient de maturité allant de maturité la plus faible à très forte maturité. Chacune des typologies est adaptée au type de peuplement : Hêtraie, Sapinière, Pineraie (voire les clés de chaque type en Annexe 9.1 et 9.2).

6.1. DISTRIBUTION DES VIEILLES FORETS SUR LE TERRITOIRE

D'après les cartes d'Etat-Major digitalisés (Heintz et al., 2019), **les forêts anciennes** (Figure 29) représentent près de 49 000 ha sur ce territoire soit **29,6 % des forêts actuelles**.

Au total, **3420 ha de vieilles forêts** sur **109 sites** ont été cartographiés sur le territoire des Pyrénées Orientales et de l'Aude soit **environ 2 % de la surface forestière** de ce territoire. Les régions forestières les plus riches en vieilles forêts sont en quantité le Pays de Sault et le Conflent (Figure 30 et Tableau 6). Toutefois, la densité de vieille forêt est la plus importante dans les régions du Capcir et de la Cerdagne avec respectivement 3,9 % et 3,4 % de la surface forestière.

Région forestière	Surface (ha)	Surface boisée (ha)	Taux de boisement (%)	Surface de forêt ancienne (ha)	Surface de vieille forêt (ha)	% VF
Pays de Sault	78859	53696	78,1	16 892	1247	2,3
Capcir	25442	15865	62,4	9 194	625	3,9
Cerdagne	59084	14558	24,6	5 958	493	3,4
Conflent	73071	36538	50,0	15 435	719	2,0
Vallespir	47075	32728	69,5	10 847	71	0,2
Albères et côte rocheuse	22473	11394	50,7	5 976	265	2,3
Total	306004	164778,8	53,8	48 867	3420	2,1

Tableau 6 : Couverture boisée et vieilles forêts par région forestières des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l'Aude

Forêts anciennes des Pyrénées dans les Pyrénées Orientales et l'Aude

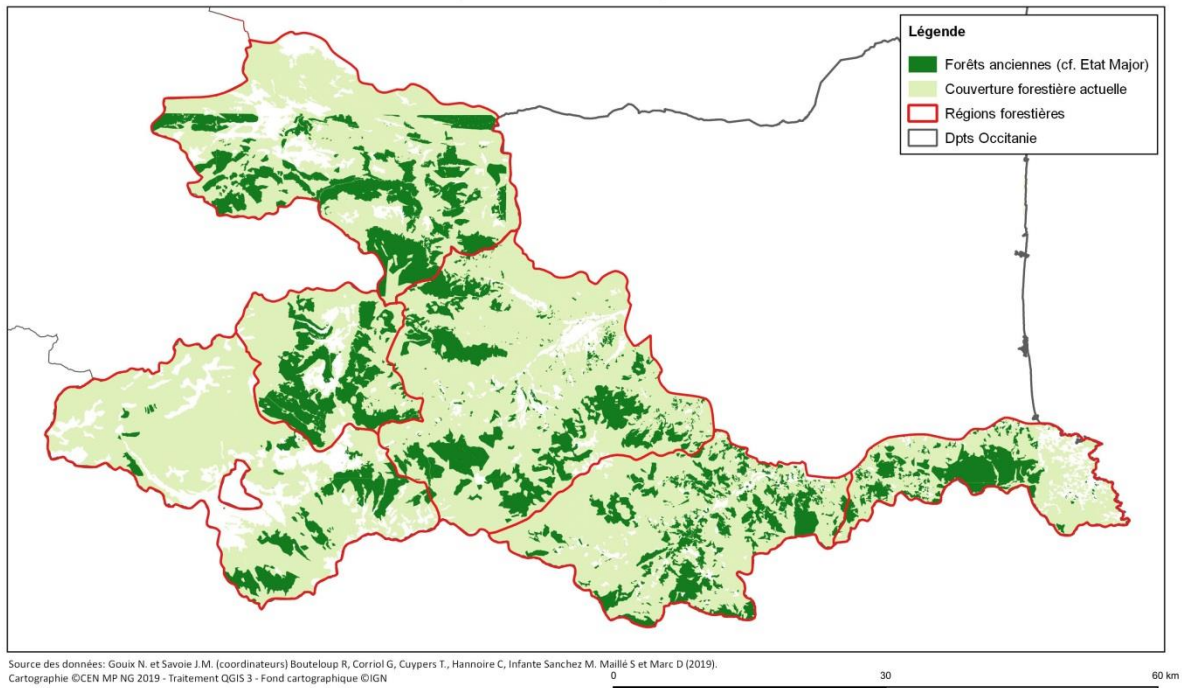


Figure 29 : Carte des forêts anciennes (cf. Etat-Major) des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l'Aude

Régions forestières des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude

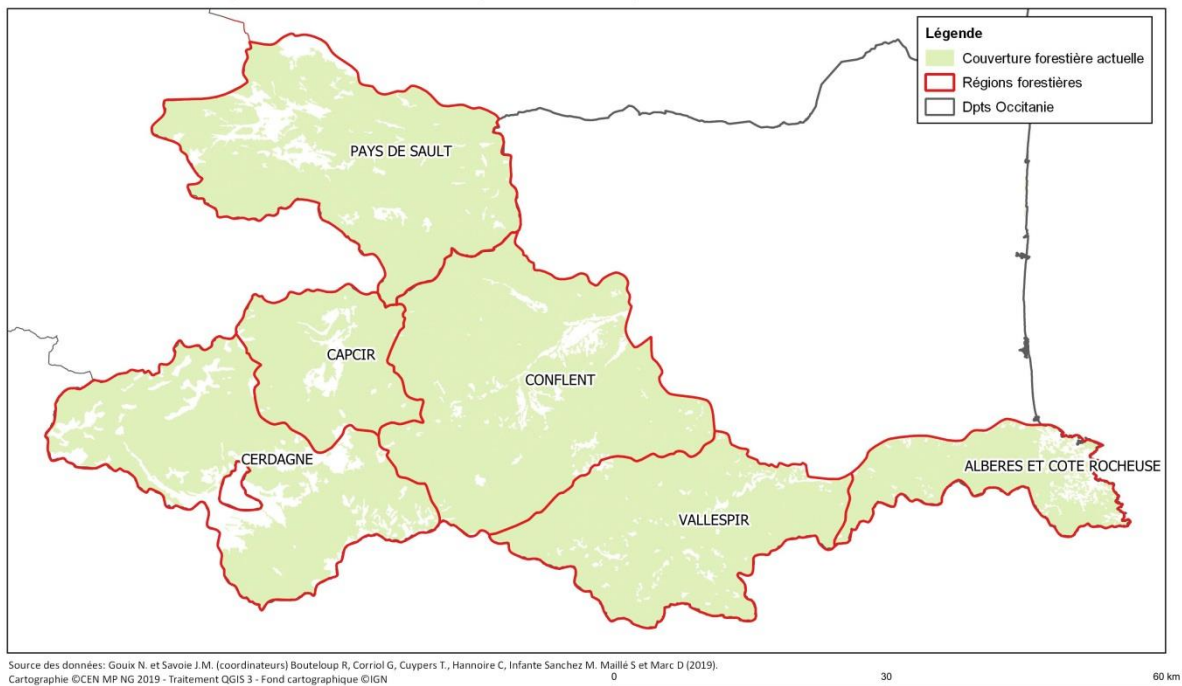
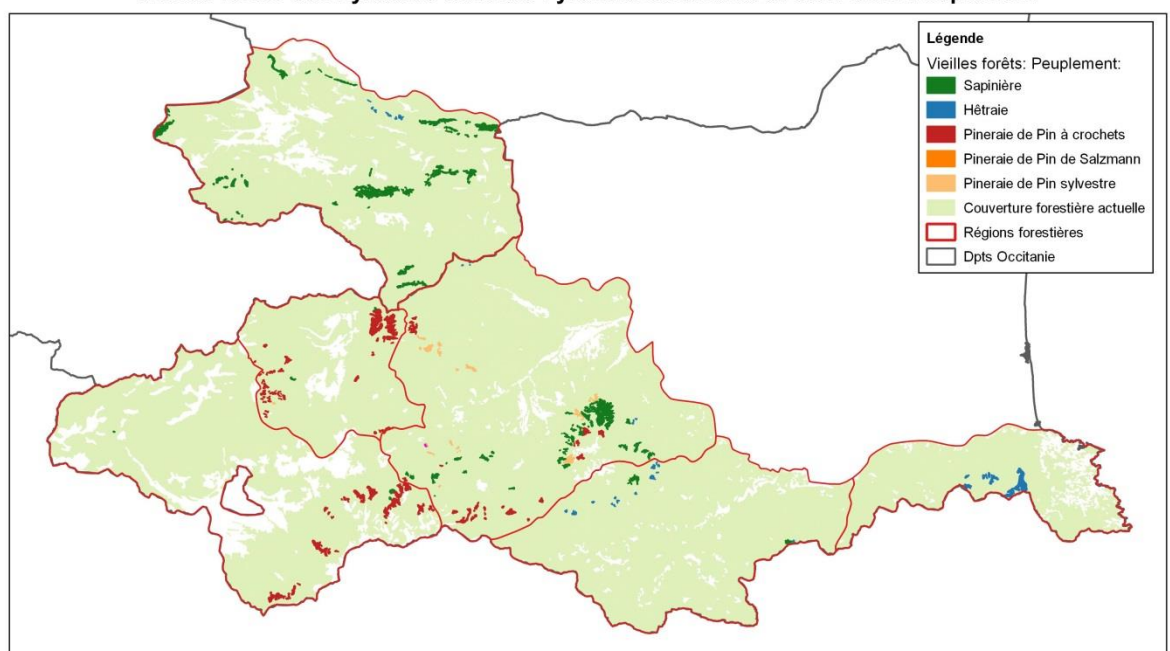


Figure 30 : Carte des régions forestières des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l'Aude

Les peuplements majoritaires sont les **sapinières** qui représentent près de 50 % des peuplements validés et cartographiés, suivis par les pineraies de pin à crochets. La répartition des peuplements n'est toutefois pas homogène sur le territoire entre les différentes régions forestières (Figure 31). Le Capcir et la Cerdagne concentrent les enjeux relatifs à la pineraie de pin à crochets alors que le Pays de Sault et, dans une moindre mesure, le Conflent (massif du Canigou) concentrent la quasi-totalité des sapinières. La hêtraie est localisée sur la région Albères et Côte rocheuse.

Vieilles forêts des Pyrénées dans les Pyrénées Orientales et de l'Aude: Peuplement



Source des données: Gouik N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R., Corriol G., Cuyppers T., Hännöire C., Infante Sanchez M., Maillé S. et Marc D. (2019).
Cartographie ©CEN MP NG 2019 - Traitement QGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Figure 31 : Carte des vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l'Aude par type de peuplement

Surface (ha)	Pays de Sault	Capcir	Cerdagne	Conflent	Vallespir	Albères et Côte rocheuse	Total général	%
Sapinière	1 247	13		372	63		1 695	49,5
Hêtraie					9	265	274	8,0
Pin à crochets		608	493	222			1 323	38,7
Pin sylvestre		4		121			124	3,6
Pin de Salzmann				4			4	0,1
Total	1 247	624	493	719	71	265	3 420	

Tableau 7 : Surface des types de peuplements par régions forestières des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude



Figure 32 : Sapinière vieille forêt: Forêt domaniale des Fanges (©C. Plassart.)



Figure 33 : Pinaie à crochets - Forêt communale de Planès (66) (© R. Bouteloup)

Sur les **3 420 ha** de vieilles forêts caractérisées, celles de plus **forte maturité** (forte maturité et très forte maturité) ne représentent que **1 362 ha** (Figure 34 et Tableau 8). Ce sont pour plus de 20 % d'entre elles des sapinières localisées dans le Pays de Sault.

Vieilles forêts des Pyrénées dans les Pyrénées Orientales et de l'Aude: Maturité

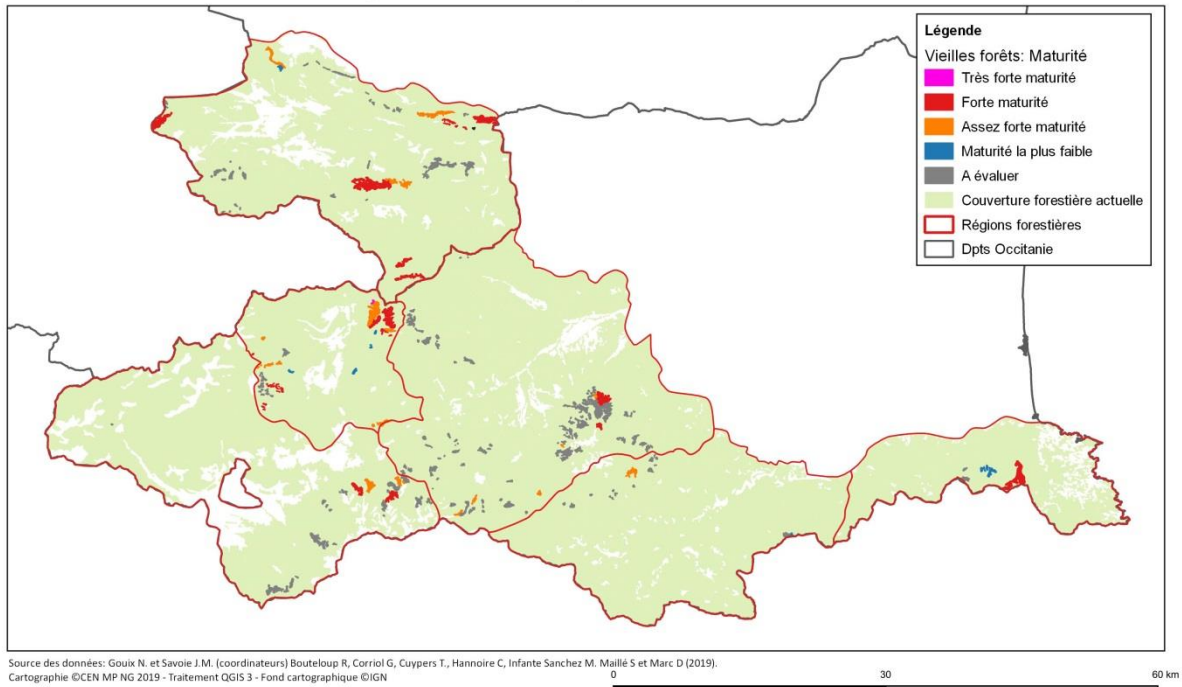


Figure 34 : Carte des Vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude par type de maturité

Type	Albères et Côte rocheuse	Capcir	Cerdagne	Conflent	Pays de Sault	Vallespir	Surface Totale (ha)
HETRAIE							
à forte maturité	213						214
à maturité la plus faible	52					4	56
PINERAIE							
à forte maturité		246	102	18			366
à assez forte maturité		270	88	37			395
à maturité la plus faible		29					29
SAPINIERE							
à très forte maturité		5					5
à forte maturité				103	664		767
à assez forte maturité				15	219	41	272
à maturité la plus faible		8			15		22
AUTRE							
Tillaie à forte maturité					11		11
Reste à évaluer		67	302	547	339	26	1 281
Surface totale (ha)	265	624	493	719	1 247	71	3 420

Tableau 8 : Surfaces de vieilles forêts par type dans chaque région forestière des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude

Notons la présence d'une **sapinière à très forte maturité** de 5 ha en Forêt communale de Puyvalador en Capcir, dans les Garrotxes. La placette d'évaluation compte 30 arbres vivants de plus de 70 cm de diamètre dont 8 TTGB, avec un plus gros sapin de 1,57 m de diamètre. Le nombre d'arbres morts de plus de 40 cm de diamètre est impressionnant avec 25 morts debout et 75 morts au sol.

Les **sites à assez forte maturité** couvrent **667 ha** alors que les **sites à maturité la plus faible** couvrent **107 ha** environ (Figure 35).

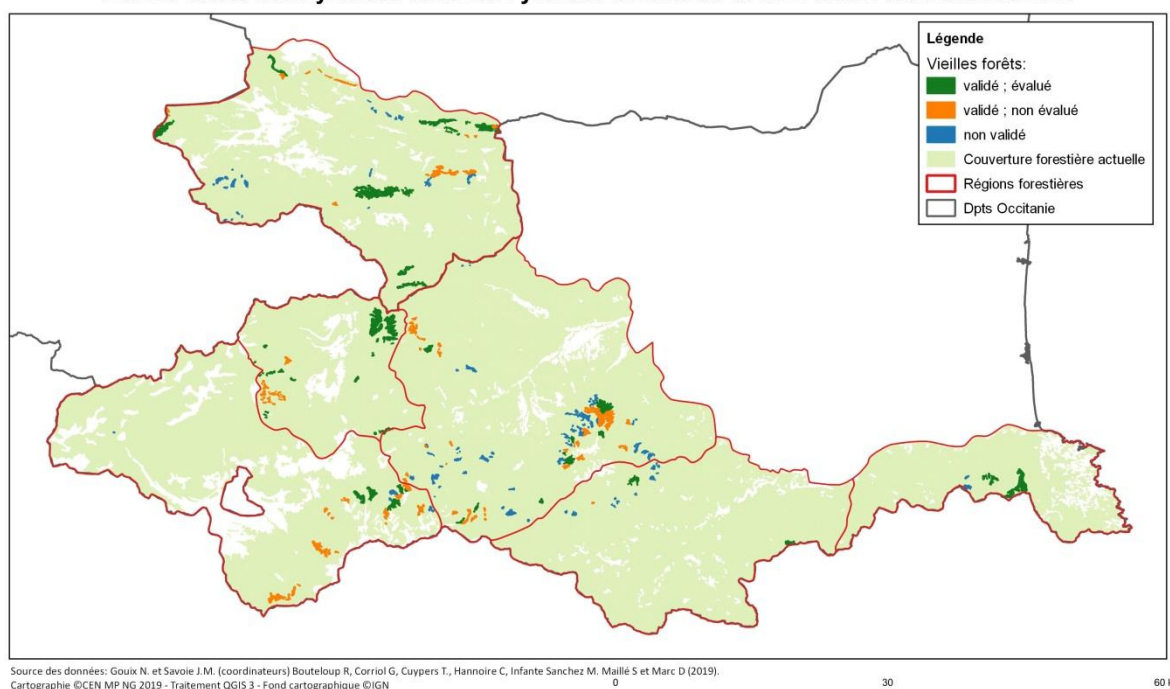
Au total, plus de 4 000 hectares ont été cartographiés. 3 420 ha sont aujourd'hui validés en tant que vieille forêt car répondant aux critères d'éligibilité. Parmi ces 3 420 ha, 720 doivent encore être évalués plus finement pour caractériser leur niveau de maturité. 720 ha potentiels devront être visités pour voir s'ils répondent ou non aux critères de vieille forêt (Tableau 9)



Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central.



Vieilles forêts des Pyrénées dans les Pyrénées Orientales et de l'Aude: Etat d'avancement



Source des données: Goux N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R, Corriol G, Cuyppers T., Hannoire C, Infante Sanchez M, Maillé S et Marc D (2019).
Cartographie ©CEN MP NG 2019 - Traitement QGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Figure 35 : Carte des Vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude et état d'avancement

% d'avancement	Albères et Côte rocheuse	Capcir	Cerdagne	Conflent	Pays de Sault	Vallespir	Surface Totale (ha)	%
validé ; évalué	89	85	36	25	60	51	2 206	53
validé ; non évalué	0	15	57	41	25	3	1 215	29
non validé	11	0	7	34	15	46	720	17
Surface totale (ha)	299	625	529	1 091	1 466	131	4 140	

Tableau 9 : Niveau de validation des surfaces de vieilles forêts par régions forestières des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude

6.2. STATUT FONCIER DES VIEILLES FORETS DES PYRENEES ORIENTALES ET DE L'AUDE

Plus de **85 %** des sites identifiés de **vieille forêt** sont situés en **forêt publique**, domaniale ou communale (Figure 36 et Tableau 10). Un peu moins de 470 ha sont en forêt privée, principalement dans le Conflent et dans le Pays de Sault.

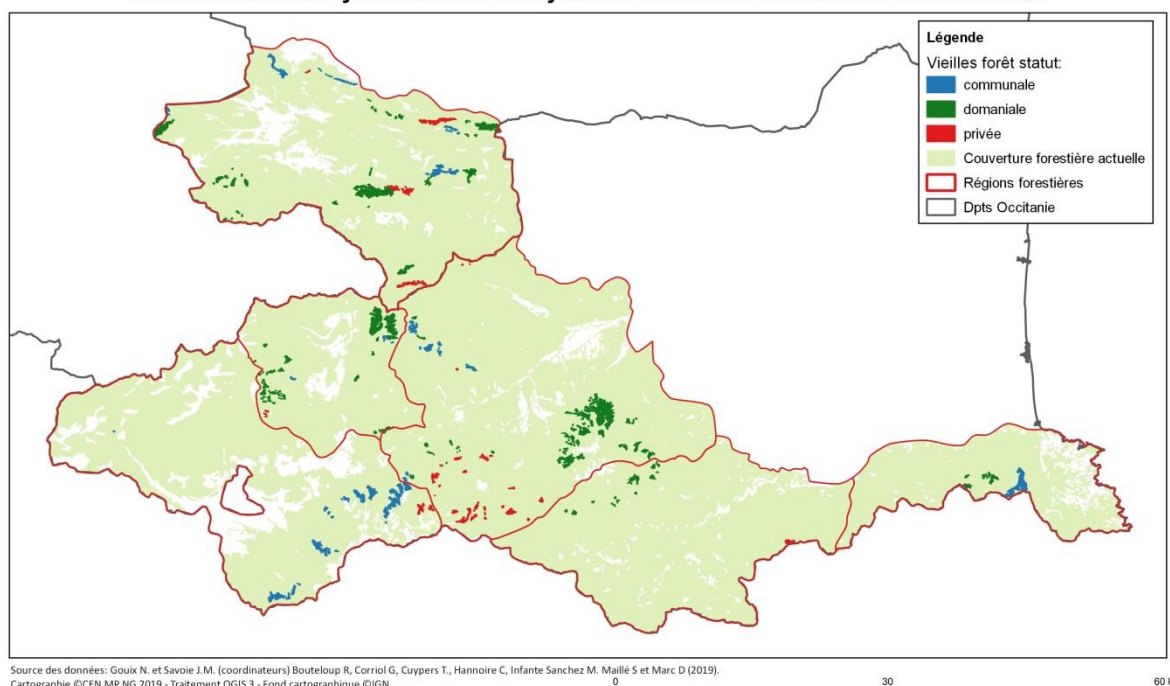


Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central.



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Vieilles forêts des Pyrénées dans les Pyrénées Orientales et de l'Aude: Statut foncier



Source des données: Goux N. et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R, Corriol G, Cuyppers T., Hanneiro C, Infante Sanchez M, Maillé S et Marc D (2019).
Cartographie ©CEN MP NG 2019 - Traitement QGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Figure 36 : Carte des vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude par statut foncier

	Albères et Côte rocheuse	Capcir	Cerdagne	Conflent	Pays de Sault	Vallespir	Total (ha)	%
Communale	214	26	464	110	249		1 061	31
Domaniale	52	590		507	698	45	1 891	55
Privée		8	29	102	302	26	467	14
Surface totale (ha)	265	624	493	719	1247	71	3 420	

Tableau 10 : Surfaces de vieilles forêts par statut foncier dans chaque région forestière des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude

6.3. CARTES PAR REGION FORESTIERE

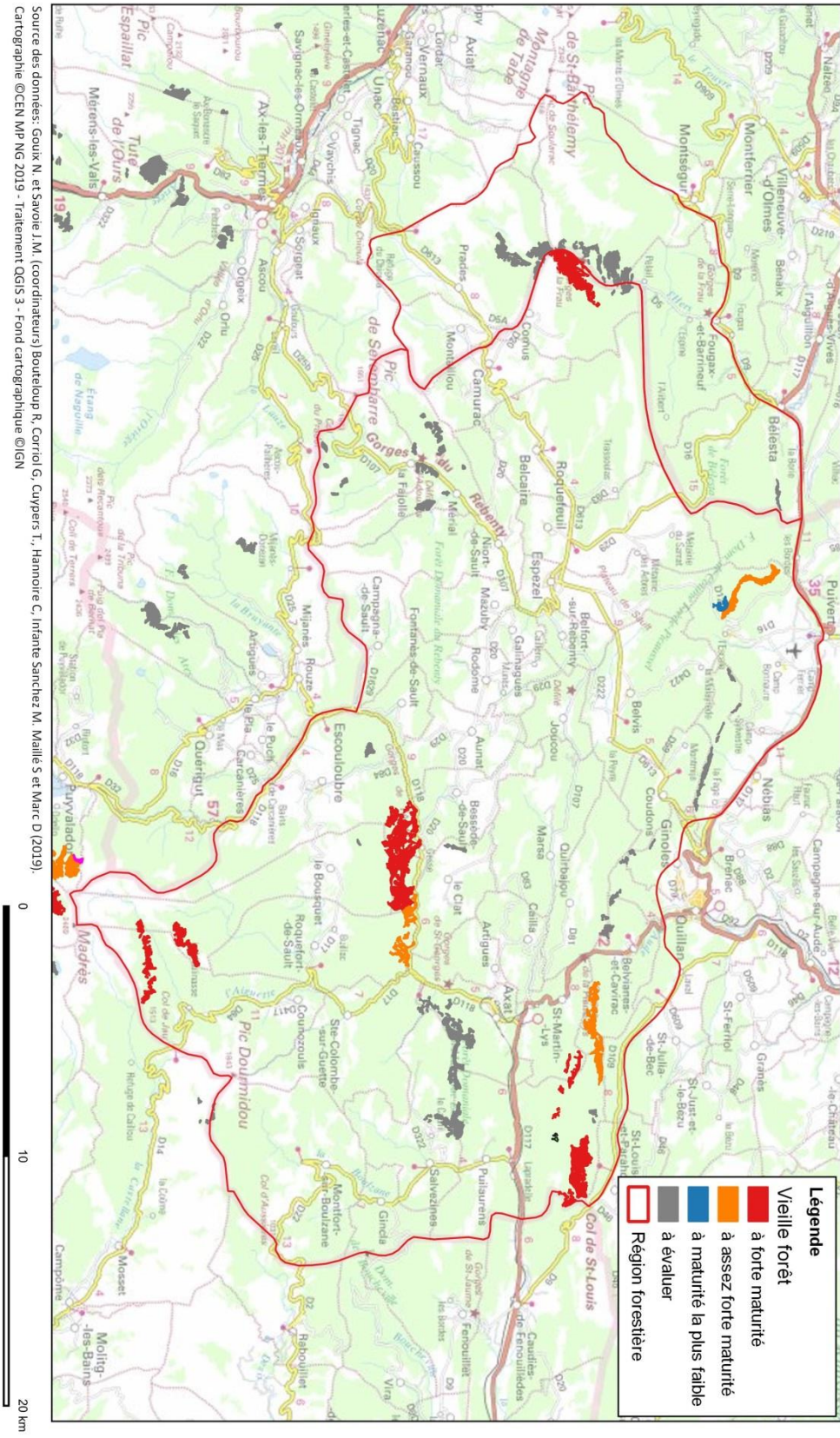


Figure 37 : Carte des vieilles forêts du Pays de Sault

Vieilles forêts du Capcir

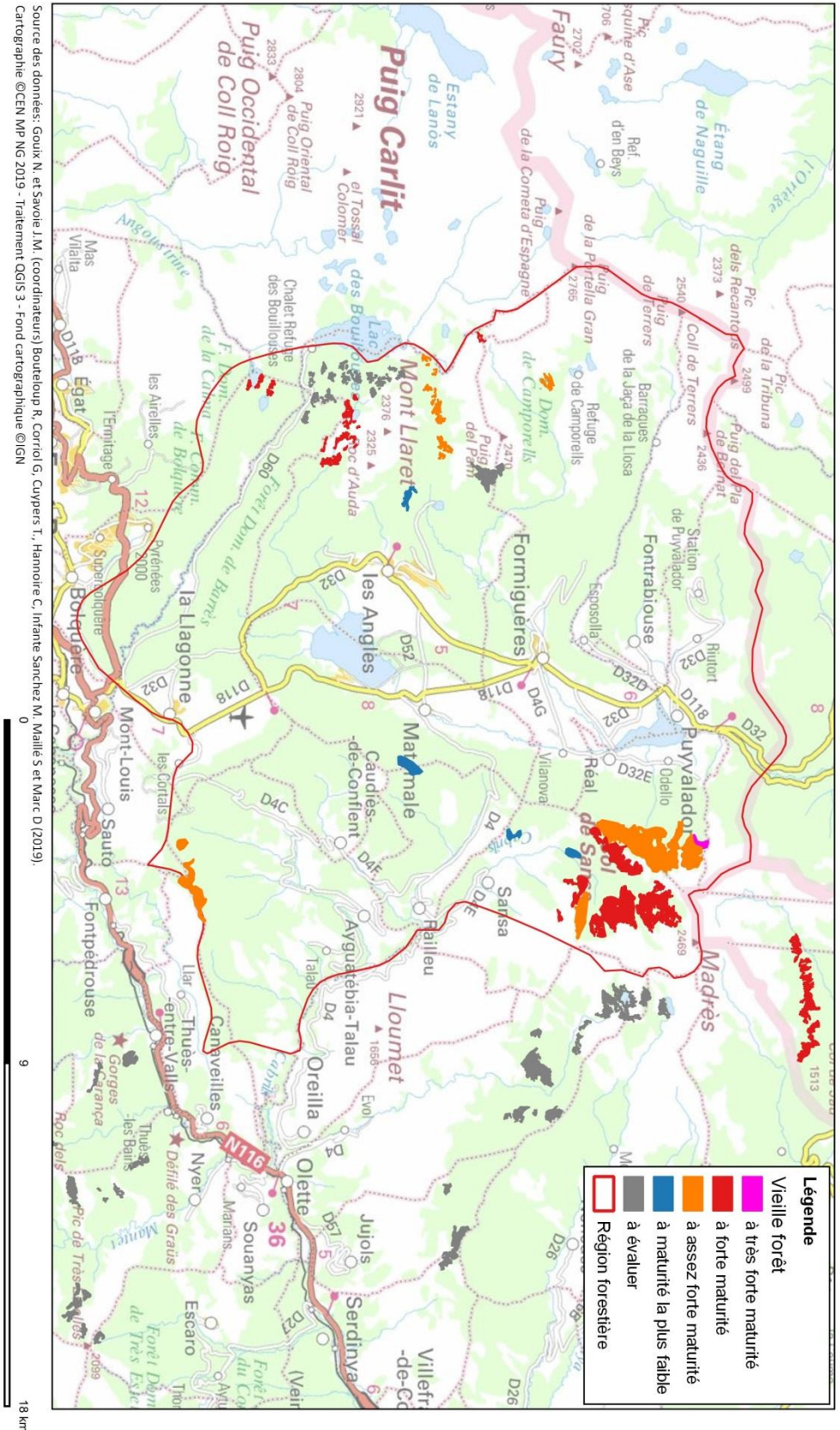


Figure 38 : Carte des vieilles forêts du Capcir

Sources des données: Goux N, et Savoie JM, (coordinateurs) Bouleoup R, Coriol G, Cuyvers T, Hamoire C, Infante Sanchez M, Maille S et Marc D (2019).
Cartographie ©CEN WP NG 2019 - Traitement OGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Vieilles forêts de Cerdagne

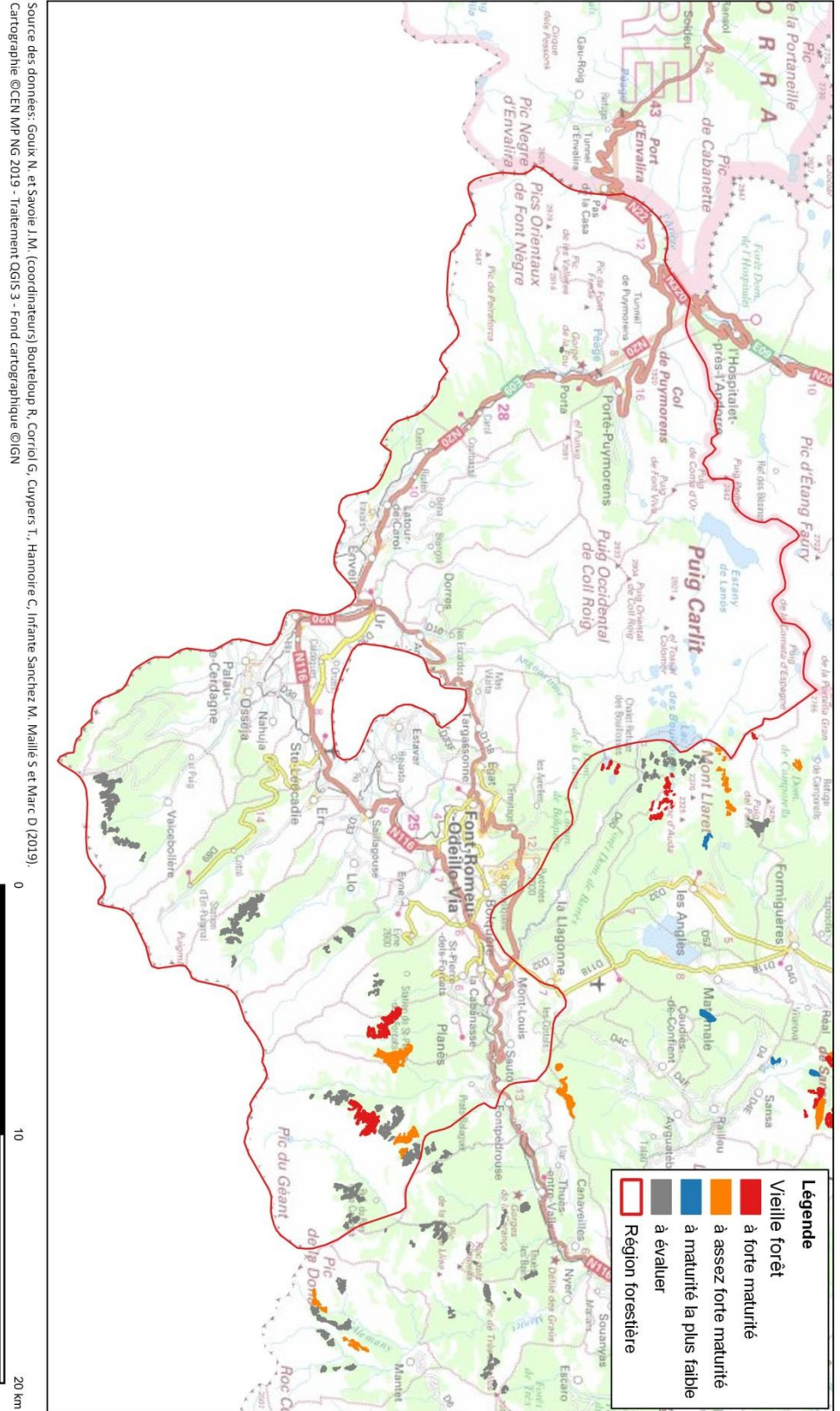


Figure 39 : Carte des vieilles forêts de Cerdagne

Source des données: Goux N, et Savoie J.M. (coordinateurs) Bouteloup R, Corriol G, Cuypers T., Hanoire C, Infante Sanchez M, Maille S et Marc D (2019). Cartographie ©CEN MP NG 2019 - Traitement QGIS 3 - Fond cartographique ©IGN

Vieilles forêts du Conflent

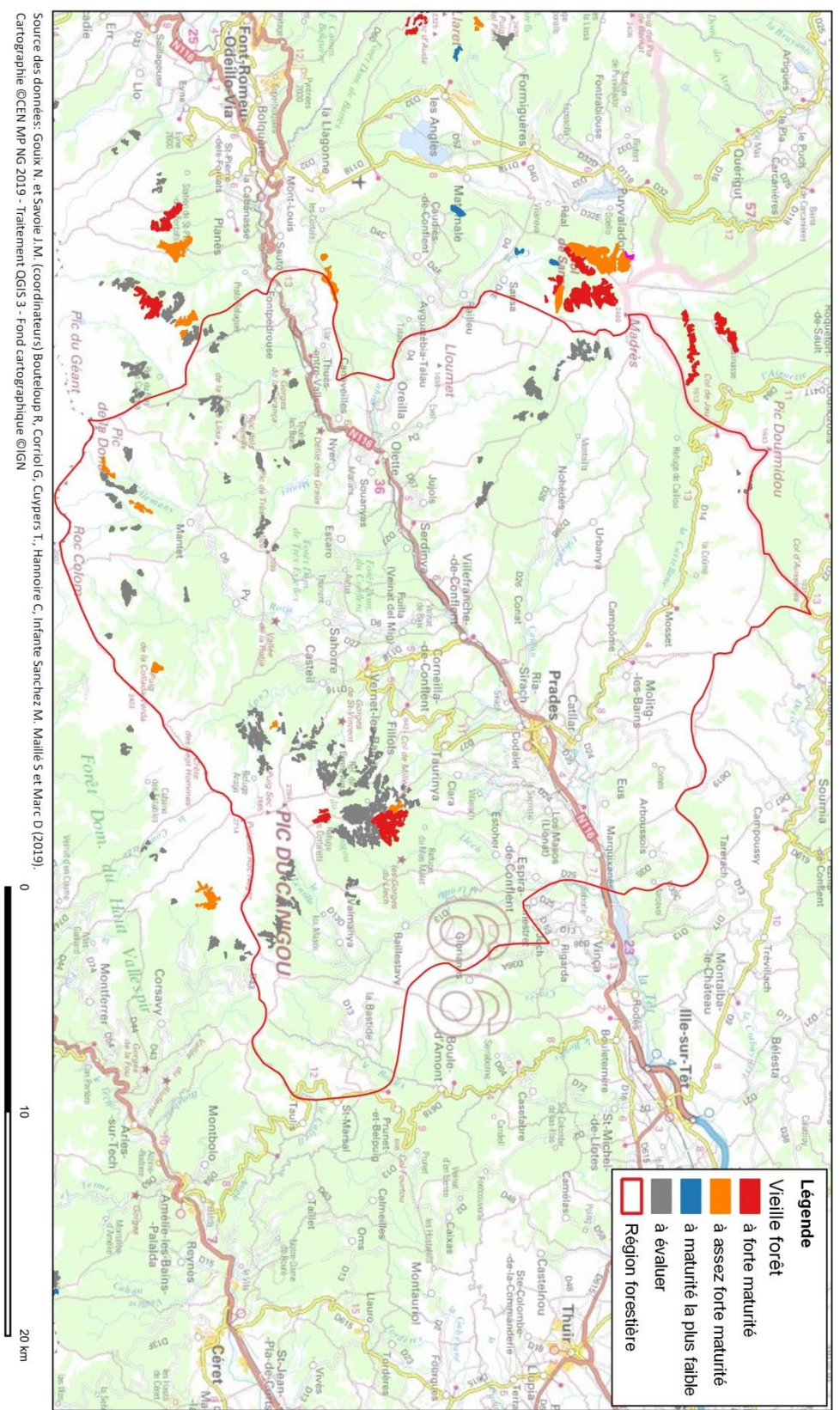


Figure 40 : Carte des vieilles forêts du Conflent

Vieilles forêts du Vallespir

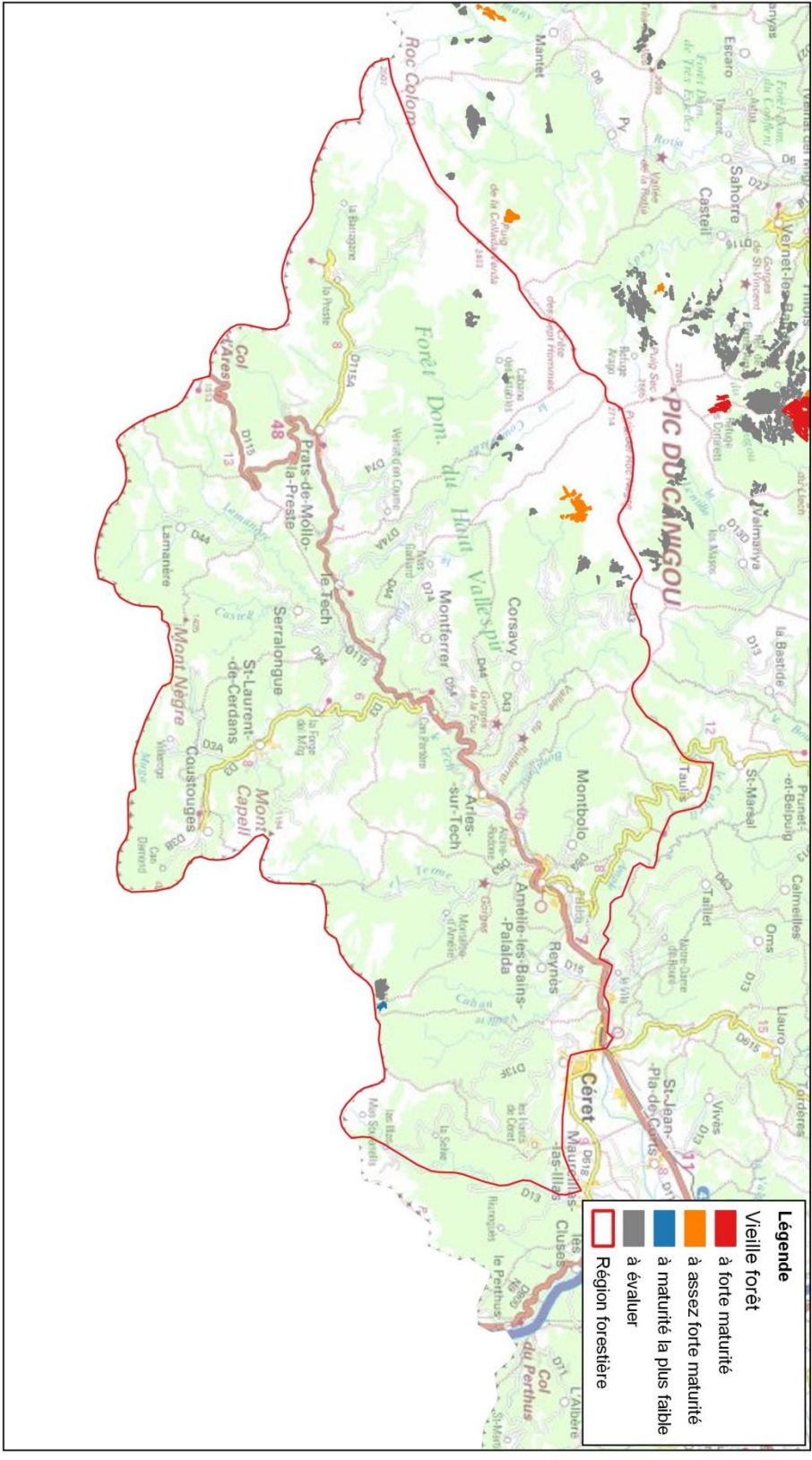


Figure 41 : Carte des vieilles forêts du Vallespir

Vieilles forêts des Albères et Côte rocheuse

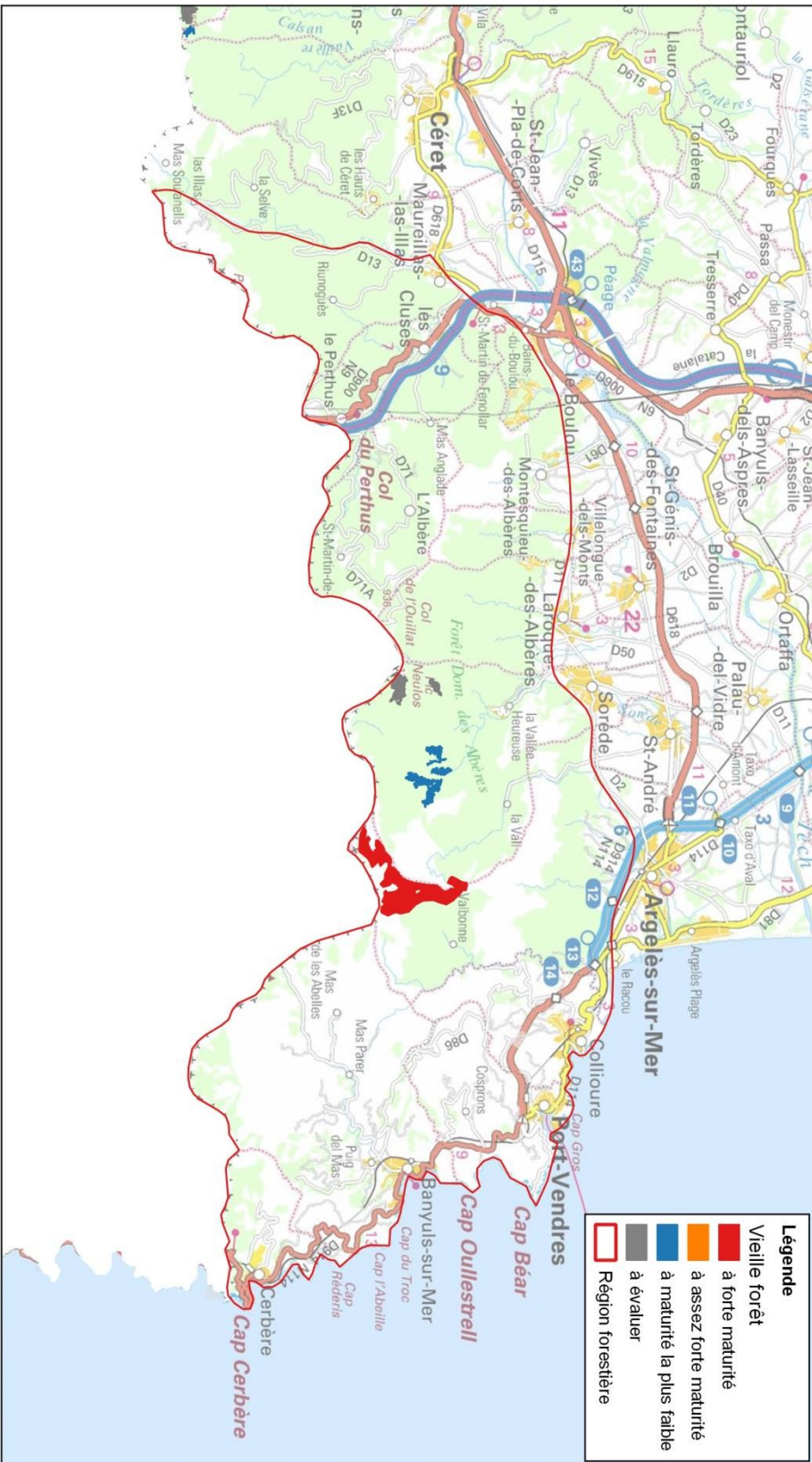


Figure 42 : Carte des vieilles forêts Albères et Côte rocheuse

7. SYNTHÈSE DES INVENTAIRES EN OCCITANIE

Les inventaires menés en Occitanie sur les vieilles forêts couvrent aujourd'hui l'ensemble des Pyrénées de la région avec un niveau de connaissance quasi exhaustif sur les Pyrénées centrales et avancé sur les Pyrénées-Orientales et l'Aude où il reste quelques sites pré-repérés à évaluer ou à valider et évaluer (Figure 43).

Sur les Pyrénées, on évalue aujourd'hui à 11 600 ha environ la surface de vieille forêt validée, soit environ 4 % de la surface forestière, répartis sur 364 sites, dont 9 800 ha évalués par 531 placettes.

En plaine, on évalue aujourd'hui à 850 ha environ la surface de vieille forêt validée, soit moins de 0.5 % de la surface forestière, répartis sur 92 sites, et évalués par 257 placettes.



Inventaire et caractérisation des noyaux de « vieilles forêts de plaine » Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif-Central.



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Etat des connaissances des vieilles forêts d'Occitanie hors Massif Central

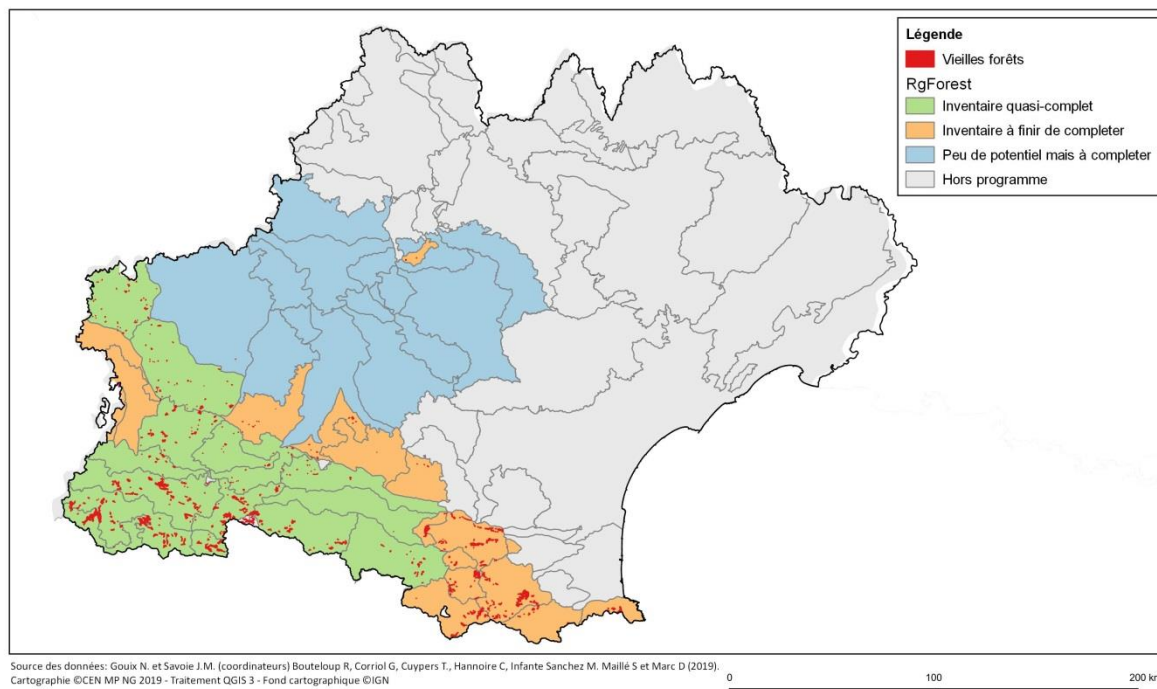


Figure 43 : Carte des connaissances des vieilles forêts d'Occitanie hors Massif central

Deux zones n'étaient pas couvertes par ce projet : le Massif-Central et la zone méditerranéenne. Sur le Massif-Central dans le cadre de l'IPAMAC, des travaux relatifs aux vieilles forêts ont d'ores et déjà eu lieu. Sur le territoire des Parc Naturels Régionaux et du Parc National des Cévennes, les cartes d'Etat-major ont été digitalisées. Plusieurs parcs ont également travaillé sur la maturité et les boisements remarquables, comme le Parc Naturel Régional des Grand Causses ou le Parc Naturel Régional des Causses du Quercy. La démarche reste cependant le plus souvent concentrée sur une sélection de sites, donc non exhaustive, et les territoires hors parc restent non couverts.

8. RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS

Les résultats d'inventaire, résultats de plus de 10 ans de terrain réalisé par Jean Marie Savoie et *al.* (2011, 2015) (Figure 44) montrent que les sites que nous considérons en tant que « vieille forêt » restent rares et localisés. Dans les Pyrénées, la plupart des sites sont dans des contextes d'inexploitabilité qui expliquent leur préservation au cours du temps. Plus de la moitié des sites sont situés dans des pentes à plus de 70 % (Savoie et *al.*, 2015).

En plaine, les raisons d'inexploitation sont rarement liées à des difficultés d'accès. Elles sont le plus souvent culturelles ou en lien avec le morcellement de la propriété forestière. Plus de 70 % des sites sont en forêt privée avec de nombreux patches de quelques hectares tout au plus, parfois oubliés, au gré de successions par exemple. Dans certains secteurs, un lien évident apparaît entre le maintien de petits boisements inexploités et la pratique de loisirs traditionnels comme par exemple la chasse à la palombe.

Toutefois, alors que plus de 35 % des sites font plus de 100 ha dans les Pyrénées, quasiment aucune vieille forêt de cette surface n'est aujourd'hui présente en zone de plaine.

Si la notion de seuil utilisé dans notre travail pour juger de la qualité de « vieille forêt » reste discutable en l'absence de références sur ce que serait une grande forêt inexploitée dans les Pyrénées et sa plaine, les données acquises apportent une vision pragmatique sur les derniers boisements les plus mûres encore présents.

Notons qu'environ 1 000 ha des boisements caractérisés sont considérés sans aucune trace d'exploitation et uniquement dans les Pyrénées. On observe donc que les « vieilles forêts » les plus mûres sont aujourd'hui extrêmement rares et on peut les considérer comme absente de plaine.



Figure 44 : Jean Marie Savoie au cours d'un inventaire dans le Lannemezan (© Maillé S.)

L'augmentation de la demande de mobilisation en bois dans le dernier Plan National de la Forêt et du Bois pourrait constituer une menace pour ces milieux issus de plusieurs centaines d'années de non exploitation. Le développement de techniques de débardage par câbles par exemple rend de plus en plus accessibles certains secteurs jusqu'à présent inexploités. Une vraie prise de conscience et une forte mobilisation doit donc avoir lieu pour sécuriser ces forêts face à tout risque d'exploitation via :

- **l'outil foncier (ex : acquisition, délégation de maîtrise d'usage, ...),**
- **le développement d'outils pour soutenir les propriétaires et les gestionnaires visant la préservation de ces milieux (ex : paiements pour services écosystémiques).**

Des démarches sont en cours, pilotées par la Région Occitanie en ce sens. Notons que l'intérêt des « vieilles forêts » est un des enjeux relevés dans le cadre du Plan Régional de la Forêt et du Bois en Occitanie (DRAAF Occitanie, 2019) et un des enjeux de la future Stratégie Régionale pour la Biodiversité d'Occitanie. Leur préservation, notamment par la maîtrise foncière, est par ailleurs une des actions prioritaires du Plan d'Action Quinquennal du CEN Midi-Pyrénées agréé conjointement par l'Etat et la Région Occitanie.

Afin de garantir leur préservation, Il est aujourd'hui nécessaire que les zonages de vieilles forêts soient intégrés dans les documents de planification territoriales (Sraddet, Scot, PLUi...), et forestiers (Plan de développement de Massif, diagnostic des chartes forestières, aménagement forestiers, ...).

En terme de perspectives, la forte fragmentation de ces « vieilles forêts » dans la matrice forestière fait que la plupart d'entre elles constituent aujourd'hui des zones refuges isolées pour les espèces les plus exigeantes envers la maturité forestière, en particulier les organismes saproxyliques.

Il est important désormais d'étudier les moyens d'assurer la connectivité écologique entre ces « vieilles forêts », réservoirs de biodiversité, seul moyen de préserver leur fonctionnalité pour les espèces qu'elles hébergent. Des projets émergent en ce sens, dont le projet Poctefa Conectfor, en regroupant à la fois les partenaires Français et Espagnols afin de rendre cohérent à l'échelle de l'ensemble des Pyrénées l'approche des « vieilles forêts » et d'envisager de rétablir cette connectivité.

Au-delà des Pyrénées, il sera nécessaire d'évaluer la connectivité de la trame forestière autour des vieilles forêts à l'échelle de la région Occitanie. Les massifs forestiers moins matures, mais ayant des attributs forts de naturalité (présence des dryades et d'essences forestières locales, de sols forestiers anciens), les boisements naturels d'habitats dynamiques (forêts de pente, forêts alluviales, ...) ou édaphiques (forêts durablement stables mais où les dryades ne sont pas représentées) sont des milieux qui permettent pour l'essentiel la connectivité autour des vieilles forêts.

Certains sont faciles à identifier (couverture dominée par la hêtraie-sapinière par exemple) mais d'autres sont soit difficiles à identifier car très localisés, comme les aulnaies marécageuses, soit difficiles à définir, notamment par la nécessité d'une adaptation méthodologique d'évaluation (forêt méditerranéenne). Ainsi, pour finir de compléter le travail à l'échelle d'Occitanie, il est nécessaire :

- **de finaliser l'inventaire dans les zones non couvertes de la région,**
- **de déployer notre approche sur des milieux boisés non considérés dans nos travaux jusqu'à présent mais qui revêtent potentiellement d'importants enjeux comme les tillaies de ravin, les forêts alluviales et les forêts méditerranéennes.**

9. BIBLIOGRAPHIE

- Allen, K.A., Lehsten, V., Hale, K., Bradshaw, R., 2016. Past and future drivers of an unmanaged carbon sink in European temperate forest. *Ecosystems* 19, 545–554.
- Barthod, Ch., Touzet, G., 1994. De Strasbourg à Helsinki. Les deux premières conférences ministérielles pour la protection des forêts en Europe. *Rev. For. Fr.* 319–334.
- Bartoli, M., 2011. Louis de Froidour (1626?-1685) : notre héritage forestier. Paris, Les Dossiers Forestiers n°23.
- Bergès, L., Dupouey, J.-L., 2017. Écologie historique et ancienneté de l'état boisé: concepts, avancées et perspectives de la recherche. *Rev. For. Fr.*
- Bodin, J., 2011. Les chauves-souris de Midi-Pyrénées: répartition, écologie, conservation., Conservatoire Régional des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées - Groupe Chiroptères de Midi-Pyrénées. Toulouse.
- Bouget, C., Parmain, G., Gilg, O., Noblecourt, T., Nusillard, B., Paillet, Y., Pernot, C., Larrieu, L., Gosselin, F., 2014. Does a set-aside conservation strategy help the restoration of old-growth forest attributes and recolonization by saproxylic beetles? *Anim. Conserv.* 17, 342–353.
- Bratton, J., Andrew, J., 1991. Wildlife habitat management - Invertebrate conservation - principles and their application to broad-leaved woodland. *Br. Wildl.* 335–344.
- Brustel, H., 2001. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts française. Institut National Polytechnique, Sciences Agronomiques, Toulouse.
- Brustel, H., Corriol, G., Harel, M., Larrieu, L., Savoie, J.M., Valladares, L., 2008. Le « Groupe d'étude des vieilles forêts pyrénéennes » Colloque Biodiversité, Naturalité, Humanité - Pour inspirer la gestion des forêts. Chambéry : 27 au 31 Octobre 2008, Poster.
- Cateau, E., Duchamp, L., Garrigue, J., Gleizes, L., Tournier, H., Debaive, N., 2017. Le patrimoine forestier des réserves naturelles. Focus sur les forêts à caractère naturel. Cahier des Réserves naturelles de France. 104p.
- 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. Biol.* 338, 58–73.
- Comps, B., 1972. Essai sur le déterminisme écologique du Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) en Aquitaine. Thèse de doctorat ès Sciences, Université Bordeaux I, 272 p.
- Eckelt, A., Müller, J., Bense, U., Brustel, H., Bußler, H., Chittaro, Y., Cizek, L., Frei, A., Holzer, E., Kadej, M., 2018. "Primeval forest relict beetles" of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. *J. Insect Conserv.* 22, 15–28.
- Emberger, C., Larrieu, L., Gonin, P., 2017. Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. *For. Entrep.* 53.
- FAO, 2015. Global Forest Resources Assessment 2015. Terms and definitions. In: Forest resources Assessment Working Paper 180, p. 36. FAO, Rome.
- Figueres, S., Denou, J.L., Martel, S., Loustau, D., 2019. Potentiel de stockage du carbone dans les vieilles forêts pyrénéennes. Rapport final. INRA, UMR ISPA, Villenave d'Ornon, 81p.
- Forest Europe, 2015. State of Europe's forests 2015.
- DRAAF Occitanie, 2019. Programme régional de la forêt et du bois (2019-2029) - Région Occitanie. 103 p.
- Gilg, O., 2005. Old-growth forests: Characteristics, conservation and monitoring (Atelier technique des espaces naturels). Habitat Species Manag. Technical report n°74 bis, 96 p.
- Gouix, N., 2011. Gestion forestière et Biodiversité, les enjeux de conservation d'une espèce parapluie : *Limoniscus violaceus* (Coleoptera). PIERRE ET MARIE CURIE.
- Hannah, L., Carr, J.L., Lankerani, A., 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global data set. *Biodivers. Conserv.* 4, 128–155.
- Heintz, W., Larrieu, L., Grel, A., 2019. Cartographie de l'occupation ancienne des sols du massif des Pyrénées, <https://doi.org/10.15454/BNEUSM>, Portail Data Inra, V1.

- IGN, 2018. LE MÉMENTO - Inventaire forestier édition 2018.
- Kirby, K.J., Watkins, C., 1998. The Ecological History of European forests. CAB International, Oxon.
- Larrieu, L., Cabanettes, A., 2012. Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech–fir forests 1 1 This article is one of a selection of papers from the International Symposium on Dynamics and Ecological Services of Deadwood in Forest Ecosystems. *Can. J. For. Res.* 42, 1433–1445.
- 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. *Eur. J. For. Res.* 131, 773–786.
- Larrieu, L., Cabanettes, A., Gonin, P., Lachat, T., Paillet, Y., Winter, S., Bouget, C., Deconchat, M., 2014. Deadwood and tree microhabitat dynamics in unharvested temperate mountain mixed forests: A life-cycle approach to biodiversity monitoring. *For. Ecol. Manag.* 334, 163–173.
- Larrieu, L., Cabanettes, A., Goux, N., Burnel, L., Bouget, C., Deconchat, M., 2019a. Post-harvesting dynamics of the deadwood profile: the case of lowland beech-oak coppice-with-standards set-aside stands in France. *Eur. J. For. Res.* 138, 239–251.
- Larrieu, L., Cabanettes, A., Goux, N., Burnel, L., Bouget, C., Deconchat, M., 2017. Development over time of the tree-related microhabitat profile: the case of lowland beech–oak coppice-with-standards set-aside stands in France. *Eur. J. For. Res.* 136, 37–49.
- Larrieu, L., Gonin, P., 2008. L'indice de biodiversité potentielle (ibp): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Rev. For. Fr.* LX, 727–748.
- Larrieu, L., Gosselin, F., Archaux, F., Chevalier, R., Corriol, G., Dauffy-Richard, E., Deconchat, M., Gosselin, M., Ladet, S., Savoie, J.-M., Tillon, L., Bouget, C., 2019b. Assessing the potential of routine stand variables from multi-taxon data as habitat surrogates in European temperate forests. *Ecol. Indic.* 104, 116–126. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.085>
- Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Bütler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A.K., Regnery, B., Vandekerckhove, K., 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecol. Indic.* 84, 194–207.
- Luysaert, S., Schulze, E.-D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B.E., Ciais, P., Grace, J., 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 213.
- Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Cateau, E., Gilg, O., Guilbert, E., 2019. Nothing else matters? Tree characteristics have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat diversity and occurrence: a nationwide analysis. *bioRxiv* 335836.
- Paillet, Y., Pernot, C., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F., 2015. Quantifying the recovery of old-growth attributes in forest reserves: A first reference for France. *For. Ecol. Manag.* 346, 51–64.
- Sabatini, F.M., Burrascano, S., Keeton, W.S., Levers, C., Lindner, M., Pötzschner, F., Verkerk, P.J., Bauhus, J., Buchwald, E., Chaskovsky, O., 2018. Where are Europe's last primary forests? *Divers. Distrib.* 24, 1426–1439.
- Savoie, J., Bartoli, M., Blanc, F., Brin, A., Brustel, H., Cateau, E., Corriol, G., Dejean, S., Goux, N., Hannoire, C., Infante Sanchez, M., Larrieu, L., Marcillaud, Y., Valladares, L., Victoire, C., 2015. Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées. Deuxième phase. Évaluation et cartographie des sites. Recommendations. Rapport final. Ecole d'ingénieurs de Purpan.
- Savoie, J.-M., Bartoli, M., Brin, A., Brustel, H., Celle, J., Corriol, G., 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.
- Schnitzler-Lenoble, A., 2002. *Ecologie des forêts naturelles d'Europe*. Tec & Doc.
- Vallauri, D., Grel, A., Granier, E., Dupouey, J.-L., 2012. Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles.
- Vallauri, D., Poncet, L., Hanckock, C., 2004. Mémento de la protection des forêts. Rapport WWF-France, Paris, p. 40.

- Vuidot, A., Paillet, Y., Archaux, F., Gosselin, F., 2011. Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. *Biol. Conserv.* 144, 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.030>
- Watson, J.E., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., Stewart, C., Thompson, I., Ray, J.C., Murray, K., Salazar, A., 2018. The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nat. Ecol. Evol.* 2, 599–610.
- Zanon, M., Davis, B.A., Marquer, L., Brewer, S., Kaplan, J.O., 2018. European forest cover during the past 12,000 years: a palynological reconstruction based on modern analogs and remote sensing. *Front. Plant Sci.* 9, 253.

10. TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des placettes par niveau de maturité et par site.....	33
Tableau 2 : Surfaces cartographiées par type de « vieille forêt » ou « Pré-vieille forêt »	35
Tableau 3 : Répartition des surfaces de vieille forêt et de pré-vieille forêt par région forestière	36
Tableau 4 : Pourcentage de surface de « vieille forêt » et de « pré-vieille forêt »	36
Tableau 5 : Répartition des surfaces et du nombre de sites (Nb_sites) de vieille forêt et de pré-vieille forêt par statut foncier.....	37
Tableau 6 : Couverture boisée et vieilles forêts par région forestières des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l'Aude.....	44
Tableau 7 : Surface des types de peuplements par régions forestières des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude.....	46
Tableau 8 : Surfaces de vieilles forêts par type dans chaque région forestière des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude	48
Tableau 9 : Niveau de validation des surfaces de vieilles forêts par régions forestières des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude	49
Tableau 10 : Surfaces de vieilles forêts par statut foncier dans chaque région forestière des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l'Aude	50

Figure 1 : Distribution des forêts anciennes d'après la carte de Cassini (Vallauri et al., 2012) en Occitanie et sur l'emprise du projet.....	5
Figure 2 : Vieille forêt de plaine (©J.M. Savoie).....	6
Figure 3 : Carte du territoire du projet.....	8
Figure 4 : Carte des régions forestières du territoire du projet	9
Figure 5 : TGB remarquable de Hêtre encore vivant en forêt de Grésigne ©Goux N.	10
Figure 6 : Répartition du hêtre à basse altitude dans les plaines de l'ex-région Midi-Pyrénées (Comps, 1972). Chaque point rouge correspond à un peuplement forestier dans lequel le recouvrement du hêtre est d'au moins 10% en strate arborescente	11
Figure 7 : Répartition du hêtre à basse altitude dans les plaines de l'ex-région Midi-Pyrénées sous SIG (Comps, 1972).	12
Figure 8 : Etude des forêts anciennes à partir des cartes d'Etat-major consultées sur le GEOPORTAIL (https://www.geoportail.gouv.fr/) pour les secteurs de plaine non digitalisé par les travaux de l'INRA (Heintz et al., 2019).	12
Figure 9 : Facteurs de l'Indice de Biodiversité Potentiel (IBP)	13
Figure 10 : Inventaires en vieille forêt de plaine (© Maillé S.).....	21
Figure 11 : Matrice des corrélations entre les variables principales pour la caractérisation des « vieilles forêts » de plaine.....	24
Figure 12 : Distribution de chaque variable principale pour la caractérisation	25
Figure 13 : Analyse en composante principale des variables.....	26
Figure 14 : Variance expliquée et contribution de chaque variable aux axes de l'ACP	26
Figure 15 : Classification ascendante hiérarchique (CAH) des placettes d'évaluation	28
Figure 16 : Comparaison des valeurs entre les groupes issues de la CAH pour chaque variable	29
Figure 17 : Comparaison des valeurs de chaque variable pour chaque type de vieille forêt	31
Figure 18 : Exemple de quelques vieilles forêts de plaine (© JM. Savoie).....	32
Figure 19: Carte de l'effort de prospection réalisé	33
Figure 20: Carte des surfaces forestières caractérisées.....	34
Figure 21: Carte des surfaces de vieilles forêts caractérisées.....	34

Figure 22 : Distribution des placettes de par niveau de maturité.....	35
Figure 23: Carte de localisation des vieilles forêts du Bas Armagnac avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille5km des forêts privées.	38
Figure 24: Carte de localisation des vieilles forêts de l’Astarac avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille 5km des forêts privées.	39
Figure 25: Carte de localisation des vieilles forêts du Lannemezan avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille5km des forêts privées.	40
Figure 26: Carte de localisation des vieilles forêts du Volvestre et coteaux de l’Ariège, des Petites Pyrénées et Plantaurel avec une localisation précise des forêts publiques et une représentation par maille5km des forêts privées.	41
Figure 27: Localisation des parcelles de vieilles forêts identifiées en forêt de la Grésigne	42
Figure 28: Exemple d’attributs de maturité en forêt de la Grésigne (©Goux N.).....	43
Figure 29 : Carte des forêts anciennes (cf. Etat-Major) des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l’Aude	45
Figure 30 : Carte des régions forestières des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l’Aude.....	45
Figure 31 : Carte des vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées-Orientales et de l’Aude par type de peuplement	46
Figure 32 : Sapinière vieille forêt: Forêt domaniale des Fanges (©C. Plassart.).....	47
Figure 33 : Pineraie à crochets - Forêt communale de Planès (66) (© R. Bouteloup)	47
Figure 34 : Carte des Vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l’Aude par type de maturité.....	48
Figure 35 : Carte des Vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l’Aude et état d’avancement.....	49
Figure 36 : Carte des vieilles forêts des Pyrénées des Pyrénées Orientales et de l’Aude par statut foncier	50
Figure 37 : Carte des vieilles forêts du Pays de Sault	51
Figure 38 : Carte des vieilles forêts du Capcir	52
Figure 39 : Carte des vieilles forêts de Cerdagne	53
Figure 40 : Carte des vieilles forêts du Conflent	54
Figure 41 : Carte des vieilles forêts du Vallespir	55
Figure 42 : Carte des vieilles forêts Albères et Côte rocheuse.....	56
Figure 43 : Carte des connaissances des vieilles forêts d’Occitanie hors Massif central.....	57
Figure 44 : Jean Marie Savoie et Carole Hannoire au cours d’un inventaire dans le Lannemezan (© Maillé S.).....	58

11.ANNEXES

11.1. CLE DE DETERMINATION DES PLACETTES DE PINERAIE

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**

11.2. CLE DE DETERMINATION DES PLACETTES DE SAPINIERE

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

0	Au moins une des propositions suivantes vérifiées :	
	. 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 vérifiées :	
	. 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 vérifiées :	
	. 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 vérifiées :	
	. 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

11.3. VOLET MYCOLOGIQUE DE L'ETUDE DES VIEILLES FORETS DE PLAINE EN MIDI-PYRENEES

11.4. BRYOPHYTES DES VIEILLES FORETS DE LA PLAINE ET DU PIEMONT DE MIDI-PYRENEES