



Nov.
2021

LIVRABLE

1.1

Base de données de relevés forestiers

Pascal Combaz-Deville, Harri Evers, Charly Feppon, Eric Mermin, Pierre Paccard, Jean-Matthieu Monnet, Alain Munoz, Guillaume Plevy, Geoffrey Thomas



Projet PROTEST financé par le programme GRAINE, convention 1703C0069



Base de données de relevés forestiers

Parc naturel régional du Massif des Bauges

5 novembre 2020

- 1 Échantillonnage
 - 1.1 Domaine d'étude
 - 1.2 Grille d'échantillonnage
 - 1.3 Protocole
- 2 Campagne de mesure
 - 2.1 Conditions d'accès en forêt privée
 - 2.2 Déroulement
 - 2.3 Réalisation des mesures
 - 2.4 Base de données
- 3 Statistiques
 - 3.1 Arbres vivants de diamètre supérieur à 17,5 cm
 - 3.2 Avenir du peuplement (forêt privée uniquement)
 - 3.3 Biodiversité

Protest (<https://protest.irstea.fr/>) (PROspective TErritoriale SpaTialisée) est un projet de recherche appliquée financé par l'ADEME (convention 1703C0069, programme GRAINE). Il vise à construire une méthodologie d'analyse territoriale de la biomasse forestière. Le territoire d'étude est le Parc Naturel Régional du Massif des Bauges (<https://protest.irstea.fr/zone-detude/>). Le projet associe cinq partenaires (<https://protest.irstea.fr/partenaires/>) pour une durée de trois ans (2018-2020). Des placettes d'inventaire en forêt ont été réalisées dans le cadre du projet, afin :

- de mieux connaître les forêts du PNR du Massif des Bauges, en constituant l'état initial d'un observatoire permanent des forêts.
- de constituer des points de calibration qui permettront de caler les estimations forestières à partir des données de télédétection.

Cet important travail a été rendu possible par la collaboration des partenaires du projet :

- Irstea : Éric Mermin (mesures et base de données en forêt privée), Jean-Matthieu Monnet (statistiques et rapport);
- ONF : Alain Munoz (échantillonnage), Pascal Combaz-Deville (base de données en forêt publique) ;
- PNR Massif des Bauges : Pierre Paccard (information des propriétaires privés) ;
- Chambre Interdépartementale d'Agriculture Savoie Mont-Blanc : Geoffrey Thomas et Guillaume Plevy (information des propriétaires privés).

Charly Feppon et Harri Evers, étudiants à l'ISETA, ont réalisé les mesures sur le terrain avec l'appui du personnel ONF et Irstea.

Un grand merci aux DDT 73 et 74 pour l'appui réglementaire à la campagne d'inventaire.

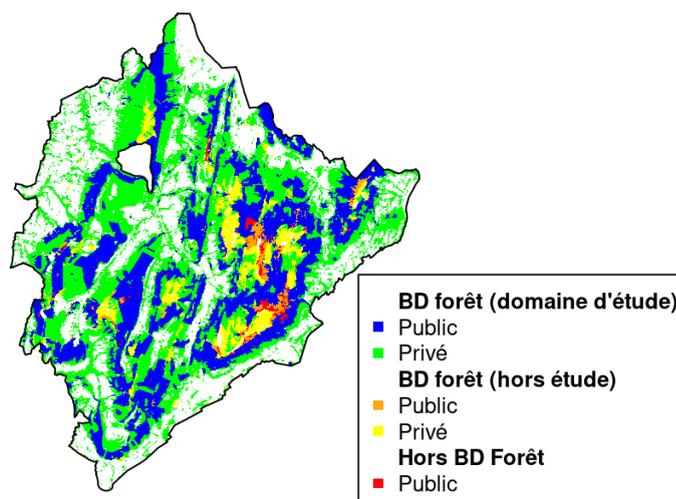
1 Échantillonnage

1.1 Domaine d'étude

Afin d'assurer une représentativité des forêts du territoire par ces placettes, celles-ci sont réparties selon un échantillonnage systématique de pas 1 km dans le domaine d'étude constitué par la surface de forêt définie par la BD Forêt v2 de l'IGN (excluant les catégories "lande", "formation herbacée" et "peupleraie"), produite en 2014 pour les départements 73 et 74. Le domaine d'étude sera appelé par la suite "BD Forêt" par commodité, même si ces trois catégories sont exclues. Les placettes de la grille se trouvant hors BD Forêt mais à l'intérieur de parcelles gérées par l'ONF ont été inventoriées dans le cadre de l'observatoire ONF des forêts publiques de Savoie, mais sont exclues de l'analyse des forêts du PNR du Massif des Bauges.

La figure suivante montre l'emprise des forêts publiques et privées sur le PNR du Massif des Bauges.

Carte des forêts (BD Forêt) et des surfaces gérées par l'ONF



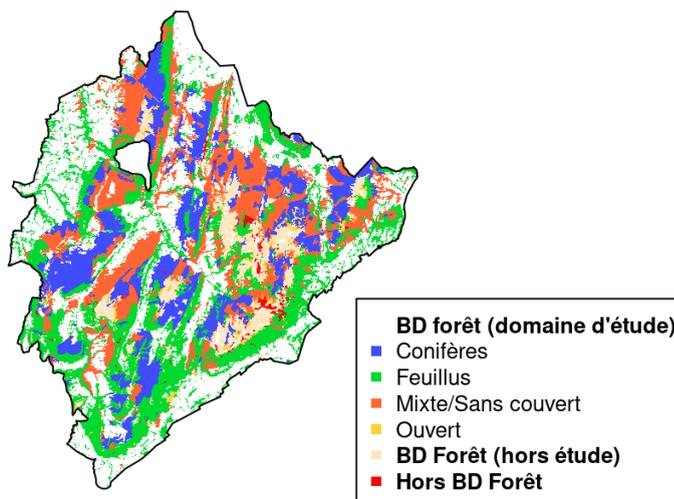
Le tableau suivant récapitule les surfaces du domaine d'étude par type de propriété et de peuplement IFN.

Répartition de la surface (ha) par type de propriété et type BD Forêt

	Privé	Public	Total
Conifères	5610	8360	13970
Feuillus	14110	7660	21770
Mixte/Sans couvert	10130	5160	15290
Ouvert	730	350	1090
Total Domaine d'étude	30580	21530	52110
BD Forêt hors étude	4560	1280	5830
Hors BD Forêt	0	750	750

La figure suivante montre la répartition des types de peuplement sur le PNR.

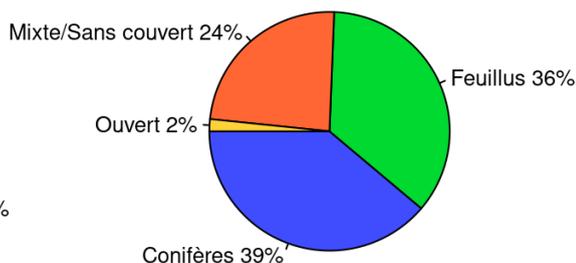
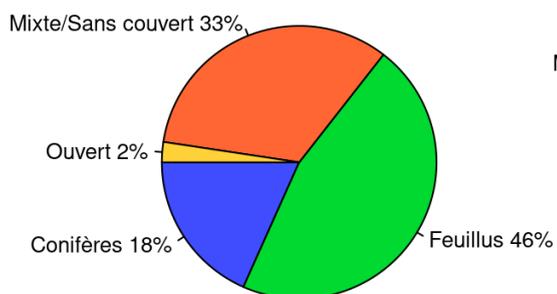
Type de peuplement (BD Forêt)



Sur les 52110 hectares de surface forestière telle que définie par la BD Forêt, 58.7 % sont en forêt privée. La répartition en surface des forêts privées et publiques par type de peuplement est illustrée ci-dessous. Les peuplements résineux représentent une part deux fois plus importante en forêt publique qu'en forêt privée.

Privé : 30580 ha

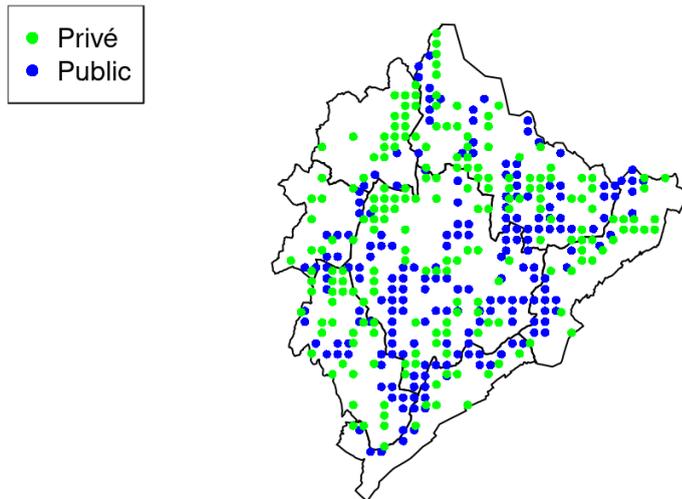
Public : 21530 ha



1.2 Grille d'échantillonnage

La grille d'échantillonnage prévoyait 401 placettes à inventorier, dont 200 en forêt publique et 201 en forêt privée. La carte suivante présente la position des placettes.

Position des placettes à inventorier



1.3 Protocole

Le protocole de mesure pour chaque placette est adapté d'un protocole (https://protest.irstea.fr/wp-content/uploads/2018/06/88_Protocole_obs_for%C3%AAAt_Savoie_PROTEST.pdf) qui sera à terme mis en place sur l'ensemble des forêts publiques de Savoie. Les données prises sont :

- les données générales sur la placette dont le relevé de la position pour pouvoir croiser avec les données de télédétection ;
- l'inventaire des arbres vivants de plus de 17,5 cm de diamètre dans un rayon de 15 m ;
- l'inventaire des perches et brins de taillis (diamètre entre 7,5 et 17,5 cm) dans un rayon de 10 m ;
- l'inventaire de la régénération (hauteur supérieure à 50 cm et diamètre inférieur à 7,5 cm) sur trois sous-placeaux de 2 m de rayon ;
- le relevés des bois morts sur pied et au sol de plus de 30 cm, dans un rayon de 15 m (arbres sur pied) et 20 m (arbres au sol).

Sur les placettes situées en forêt privée, aucune trace n'est laissée en forêt ni sur les arbres, hormis :

- un fer à béton enfoncé dans le sol au centre de la placette, permettant de retrouver sa position en cas de campagnes futures, l'objectif d'un observatoire permanent étant de caractériser la dynamique forestière d'un territoire via des mesures séparées de plusieurs années ;
- des marques temporaires à la craie sur les arbres permettant aux agents d'éviter les oublis et double comptes. Ces marques disparaissent en quelques semaines.

Une placette dont le centre est inaccessible du fait de la topographie (pente > 110%, barre rocheuse) ou d'éléments naturels (mare, torrent) n'est pas réalisée, elle est déclarée "hors inventaire".

Si aucun arbre de diamètre supérieur à 17,5 cm n'est présent sur la placette, celle-ci est déclarée "non boisée".

2 Campagne de mesure

2.1 Conditions d'accès en forêt privée

Suite à une concertation avec les organismes représentant la forêt privée du territoire, les conditions d'accès aux placettes situées en forêt privée ont été définies par arrêté préfectoral (https://protest.irstea.fr/wp-content/uploads/2018/06/AP_fusionne_2.pdf). L'accès est restreint aux personnels travaillant pour les besoins du projet, et n'est possible que si les propriétaires n'ont pas notifié leur refus après avoir été informés du projet par courrier individuel (<https://protest.irstea.fr/wp->

content/uploads/2018/06/2018-03_courrier_info_proprietaires.pdf). Toutes les communes du territoire ont également été informées du projet par courrier (https://protest.irstea.fr/wp-content/uploads/2018/06/2018-03_courrier_info_communes_signe.pdf). L'envoi du courrier aux propriétaires des parcelles concernées par les placettes d'inventaire a été réalisé par le PNR, avec l'appui de la Chambre d'Agriculture. Il n'est fait aucun lien entre l'identité des propriétaires et les données collectées sur les placettes, sauf si le propriétaire demande que les mesures lui soit communiquées. Ce travail d'information pour 201 placettes s'est traduit par 411 courriers (286 propriétaires en propre ou indivision, et 125 en bien non délimité). Seuls cinq propriétaires ont exprimé leur souhait que leurs parcelles (6 placettes concernées) ne fassent pas l'objet de mesures.

2.2 Déroutement

La campagne d'inventaire s'est déroulée de mai à octobre 2018. En forêt privée, la majorité des placettes a été inventoriée par Éric Mermin (technicien forestier à Irstea) et Charly Feppon (étudiant à l'ISETA en stage à Irstea), appuyés ponctuellement par d'autres agents Irstea. En forêt publique, la majorité des placettes a été inventoriée par Harri Evers (étudiant à l'ISETA en stage à Irstea) et des agents de l'ONF. Quelques placettes ont été inventoriées en croisant les équipes afin d'assurer une application homogène du protocole.

Les placettes se trouvant dans des zones de pente supérieure à 110 % d'après le Modèle Numérique de Terrain du RGE Alti de l'IGN n'ont pas été visitées, et automatiquement classées "hors inventaire". Certaines placettes se trouvaient dans des zones de pente inférieure à 110 % mais n'étaient pas possible à rejoindre ou à réaliser (surface en eau). Elles ont été classées "hors inventaire".

Le tableau suivant récapitule par type de propriété les placettes inventoriée ou classée "hors inventaire" ou "non boisée". Les placettes publiques situées hors de la BD Forêt sont classées dans une catégorie à part et ne sont pas prises en compte dans la suite des analyses.

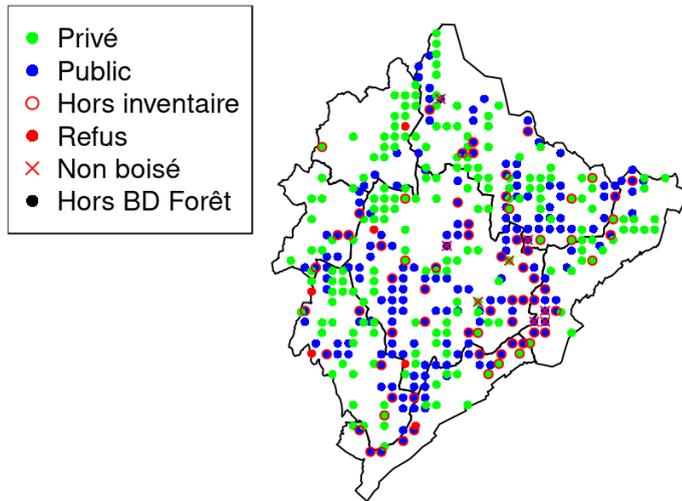
Répartition des placettes par propriété et état de l'inventaire

	Mesuré	Non boisé	Hors inventaire	Refus	Total BD Forêt	Hors BD Forêt
Privé	177	2	16	6	201	0
Public	138	6	53	0	197	3
Total	315	8	69	6	398	3

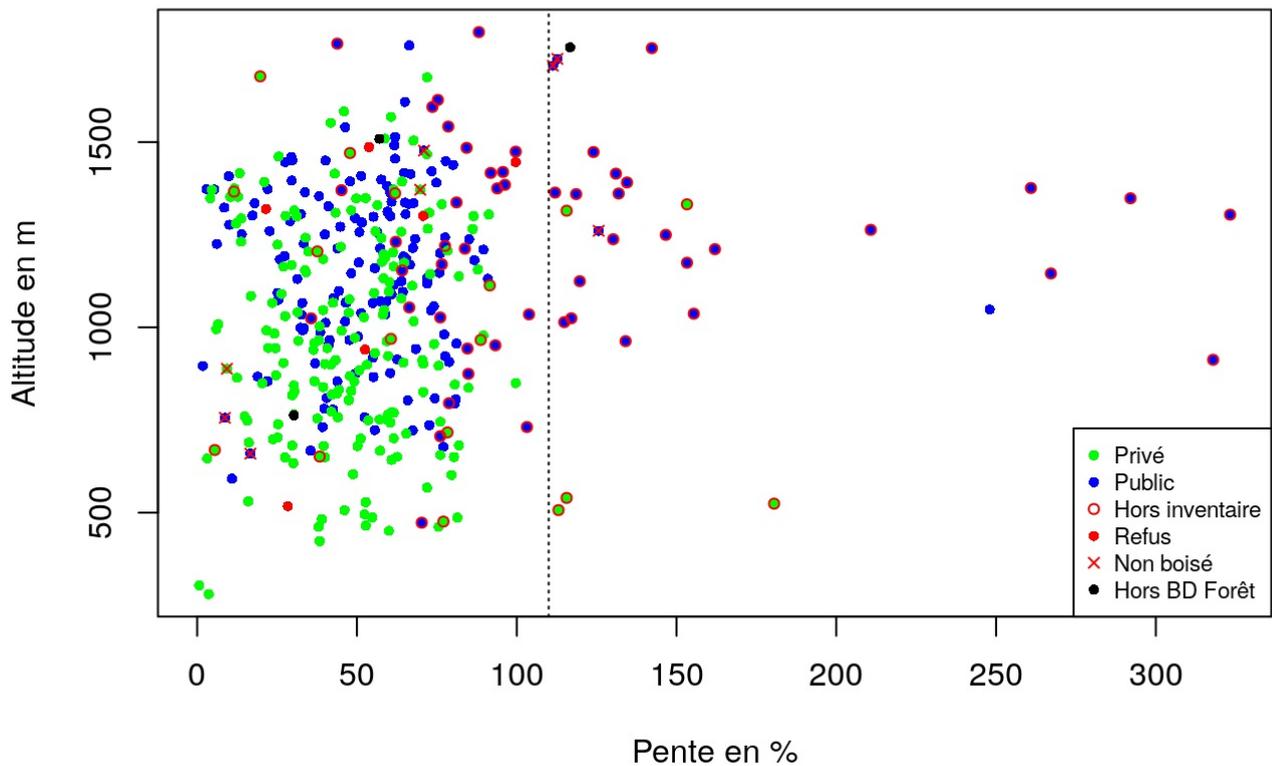
2.3 Réalisation des mesures

La carte ci-dessous montre les placettes réalisées ou non sur le territoire.

État des placettes de l'inventaire



Le graphique ci-dessous montre les placettes réalisées en fonction de leur altitude et de la pente. Les placettes situées en forêt publique sont en moyenne plus en altitude (1173 contre 984 m) et plus pentues (35 contre 28 grades) que les placettes en forêt privée. La placette 363_73_ONF en forêt publique se trouve au dessus d'une barre rocheuse et a été réalisée malgré une pente moyenne de 76 grades.



Altitude et pente des placettes

2.4 Base de données

La base de données provisoire comporte plusieurs fichiers :

- Le protocole (https://protest.irstea.fr/wp-content/uploads/2018/06/88_Protocole_obs_for%C3%AAAt_Savoie_PROTEST.pdf) de mesure : fichier pdf "88_Protocole_obs_forêt_Savoie_PROTEST.pdf" ;
- La base de données des placettes et arbres sur pied : tableur excel "table_placette_v20190214.xlsx" ;
- Les métadonnées associée à la base de données : tableur excel "dico_attribut.xlsx" ;
- Le fichier de données "perches" en forêt privé : tableau de données "perche.prive.csv" ;
- Le fichier de données "régénération" en forêt privé : tableau de données "rege.prive.csv" ;
- Le fichier de données "bois mort au sol" en forêt privé : tableau de données "bois.mort.prive.csv" ;
- Le fichier de données "bois mort au sol et régénération" en forêt publique : tableau de données "bois.mort.sol_rege.public.xlsx".

3 Statistiques

L'objectif de ce paragraphe est de présenter quelques statistiques sur les forêts du PNR, à partir des données collectées sur le terrain.

On considérera pour la suite de l'analyse uniquement les placettes situées dans la BD Forêt. Les valeurs calculées sont donc relatives aux forêts définies par la BD Forêt v2 de l'IGN (excluant landes, formations herbacées et peupleraies), dont les surfaces figurent au paragraphe "Domaine d'étude".

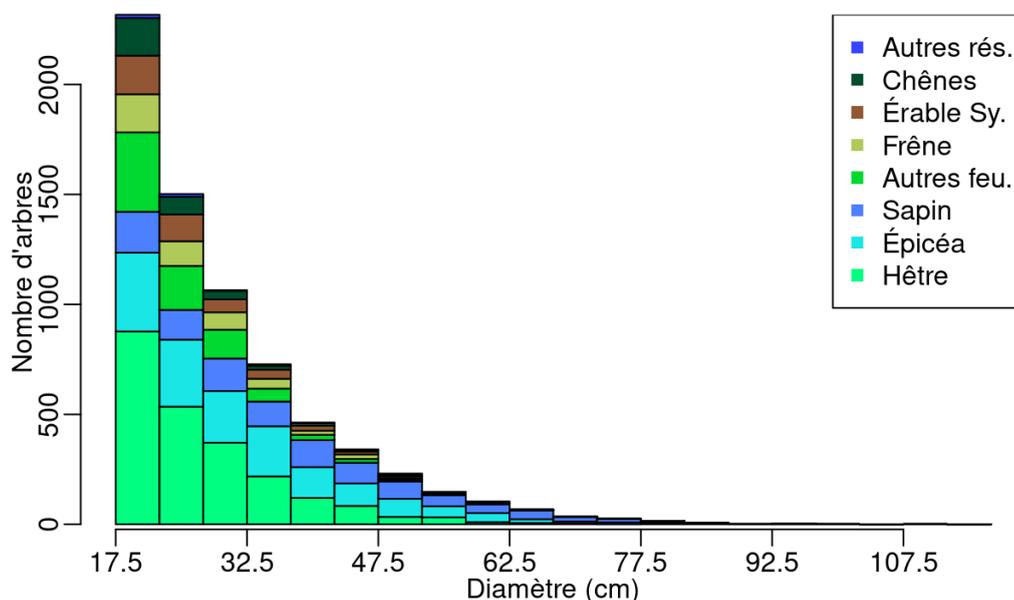
Parmi celles-ci, on considérera que les placettes ayant donné lieu à des mesures sont représentatives de forêts que l'on qualifiera de "accessibles, boisées". Ces forêts représentent statistiquement 79.1% de la surface totale (intervalle de confiance à 95% : 74.8, 83). En forêt privée, la proportion est de 88.1% (82.6, 92). En forêt publique, la proportion est de 70.1% (63.1, 76.2).

Les statistiques calculées ne concernent que ces forêts "accessibles, boisées". Aucune information n'est disponible pour le reste de la surface forestière, qui inclut les forêts non accessibles, non boisées, ou en refus d'inventaire.

3.1 Arbres vivants de diamètre supérieur à 17,5 cm

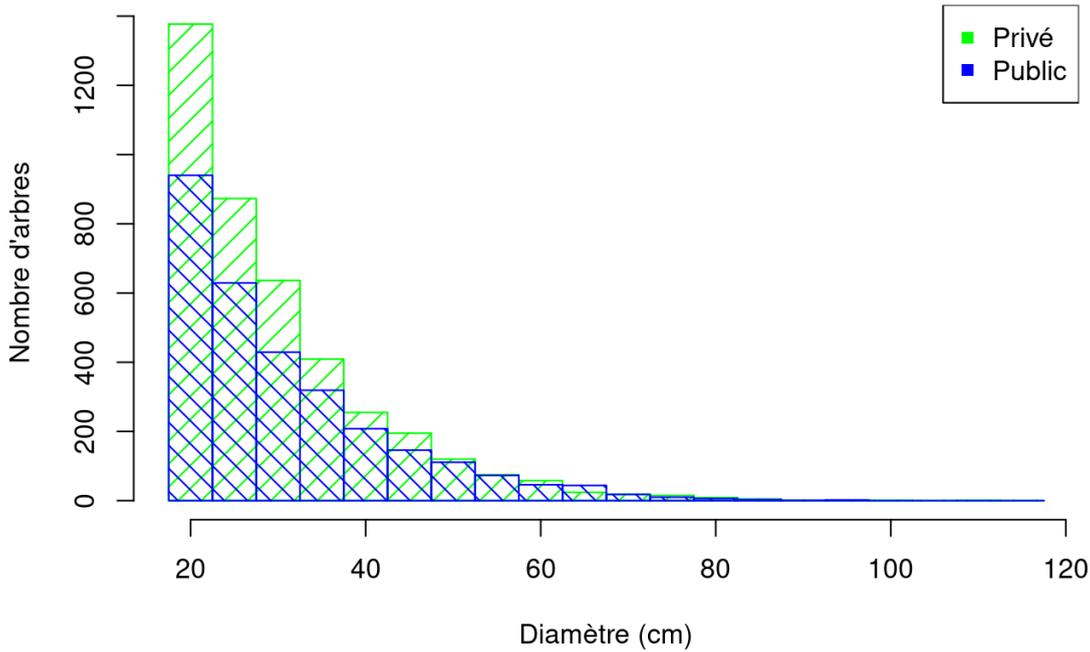
3.1.1 Diamètres

L'histogramme suivant présente la distribution des 7057 diamètres sur l'ensemble des placettes.



L'histogramme suivant compare la distribution des diamètres en forêt privée et publique.

Distribution des diamètres

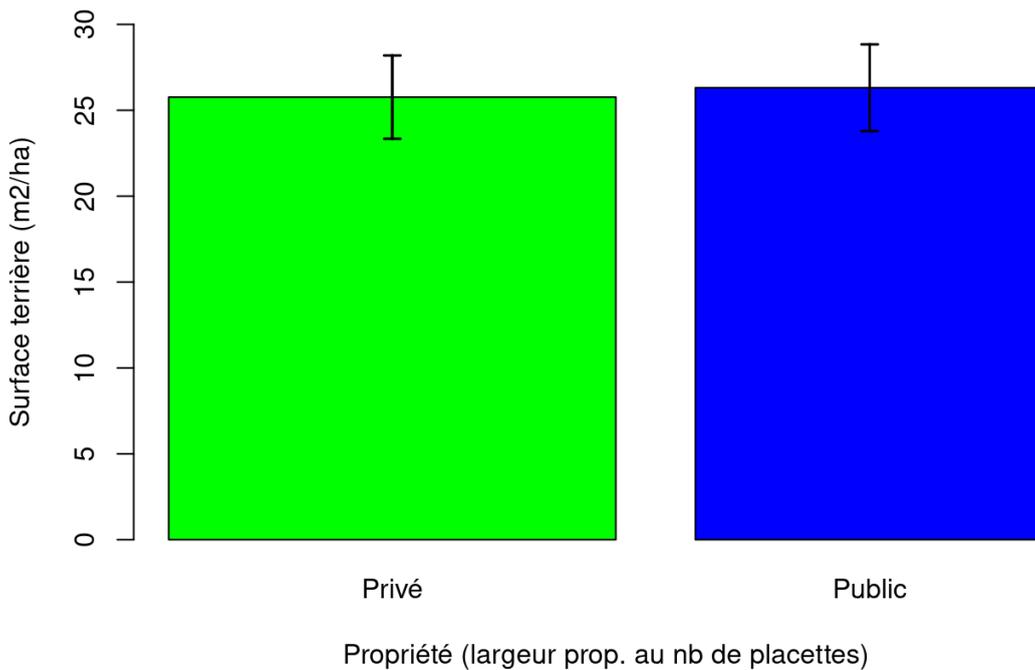


3.1.2 Surface terrière / Propriété

La surface terrière moyenne est de 26 m²/ha (intervalle de confiance à 95% : 24.3, 27.8).

Les valeurs sont similaires en forêt privée et publique, avec une moyenne en forêt privée de 25.8 m²/ha (23.3, 28.2), et de 26.3 m²/ha (23.8, 28.8) en forêt publique. Ces valeurs sont illustrées sur la figure suivante.

Surface terrière moyenne par type de propriété

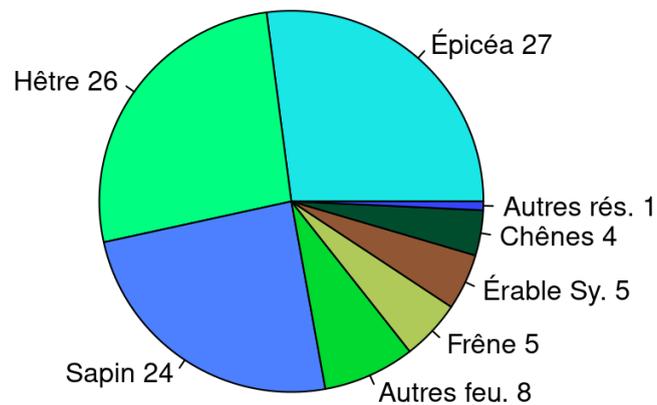


3.1.3 Surface terrière / Essence

Le graphique suivant présente la répartition de la surface terrière par essence. Épicéa, hêtre, sapin et autres feuillus

représentent chacun environ un quart de la surface terrière.

Proportion des essences en surface terrière

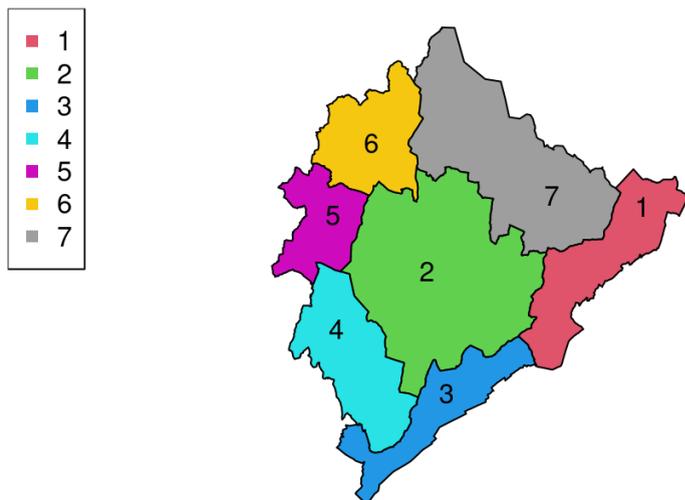


3.1.4 Surface terrière / Secteur

Les secteurs géographiques du PNR sont les suivants :

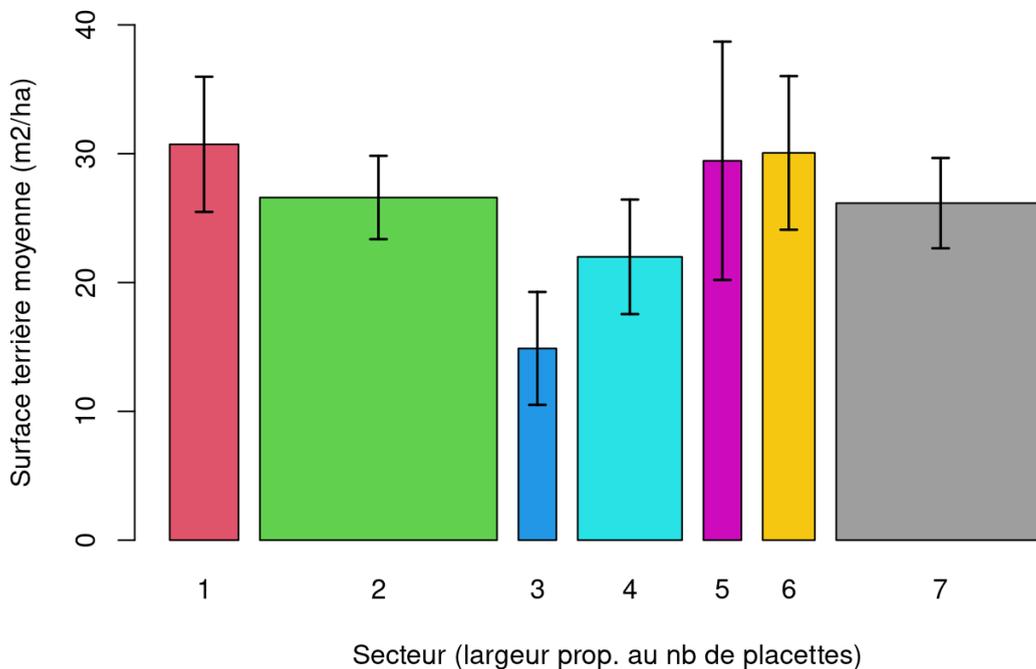
- 1 Haute Combe de Savoie et Belle Étoile
- 2 Coeur des Bauges
- 3 Combe de Savoie
- 4 Plateau de la Leysse
- 5 Albanais et Piémont du Revard
- 6 Albanais haut savoyard
- 7 Rive gauche du lac d'Annecy et Faverges

Secteurs du PNR



Le graphique suivant représente la surface terrière moyenne par secteur. De grandes différences existent entre secteurs, cependant elles doivent être considérées avec précaution étant donné l'importance de l'incertitude.

Surface terrière par secteur



3.1.5 Surface terrière / Secteur / Essence

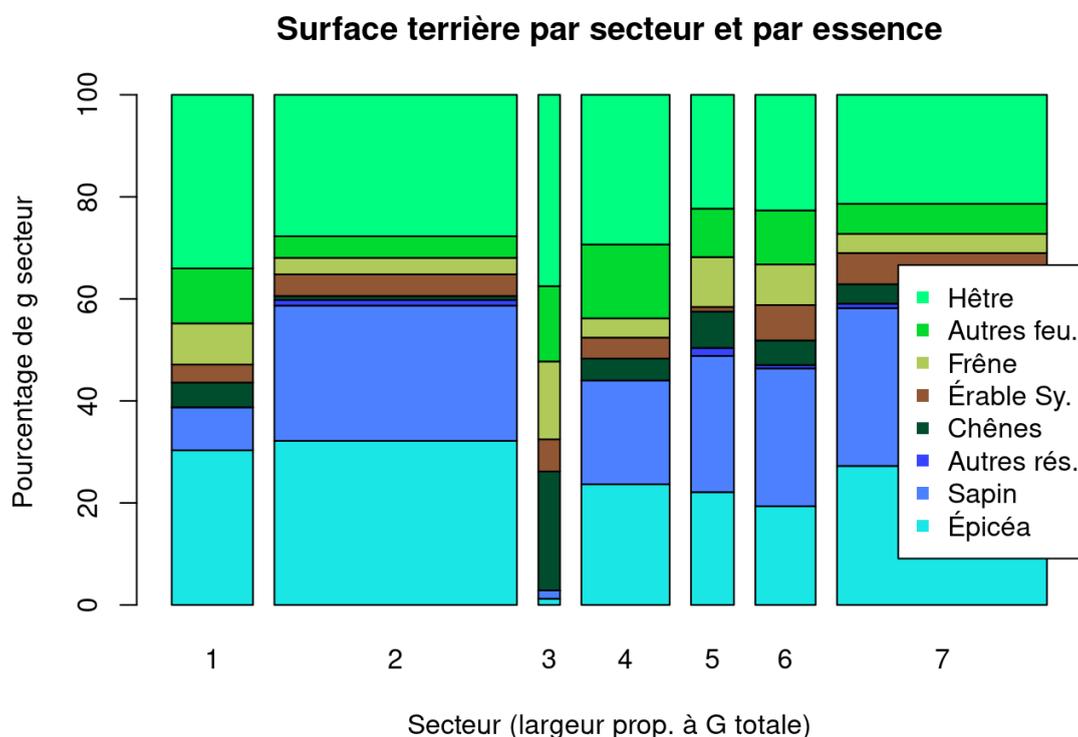
Les secteurs présentent une grande différence dans la répartition des essences, qui s'illustre par la proportion de résineux dans la surface terrière.

Pourcentage de G résineux par secteur du PNR

1 2 3 4 5 6 7

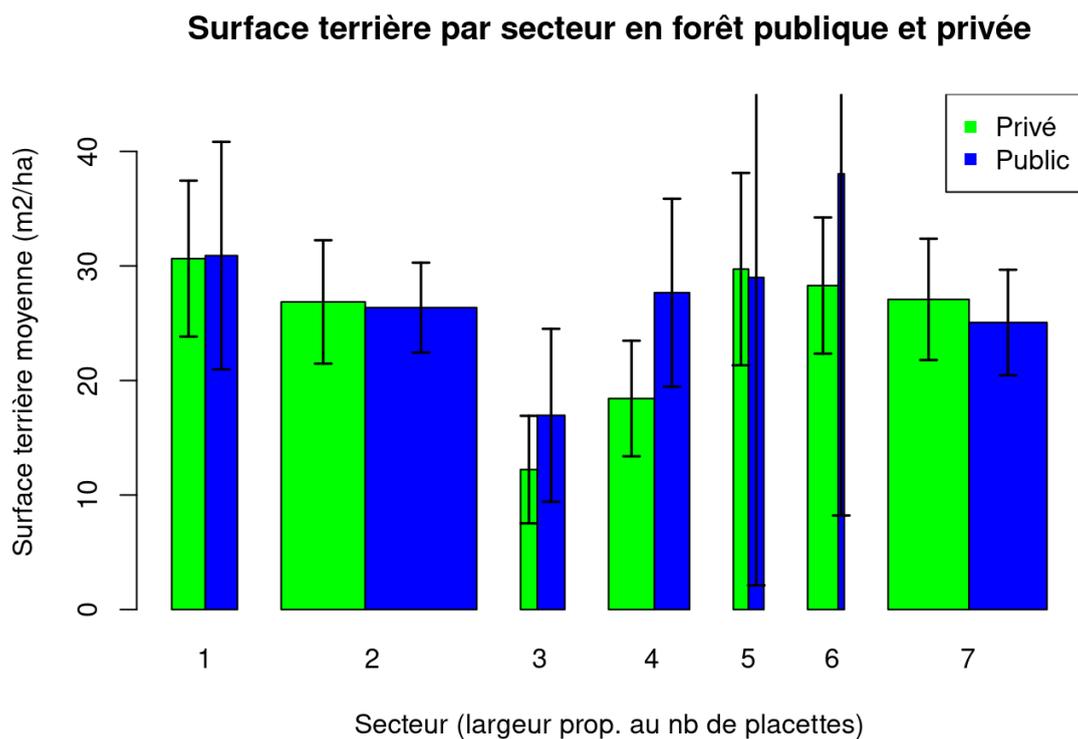
	1	2	3	4	5	6	7
Pourcentage de G résineux	39	60	3	44	50	47	59

La figure suivante présente la répartition de la surface terrière par essence par secteur.



3.1.6 Surface terrière / Secteur / Propriété

Du fait des faibles effectifs de placette par secteur, il n'est pas possible de conclure quand aux différences de surface terrière entre forêt publique et privée.

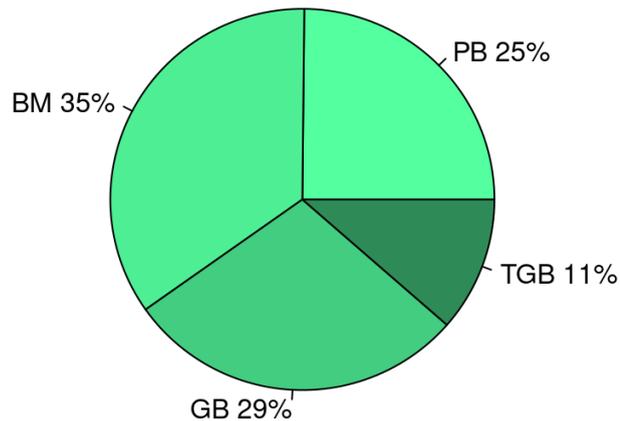


3.1.7 Surface terrière / Catégorie de diamètre

Le graphique ci-dessous illustre la répartition de la surface terrière par catégorie de diamètre :

- petits bois (PB) : diamètre entre 17,5 et 27,5 cm ;
- bois moyens (BM) : diamètre entre 27,5 et 42,5 cm ;
- gros bois (GB) : diamètre entre 42,5 et 62,5 cm ;
- très gros bois (TGB) : diamètre de plus de 62,5 cm.

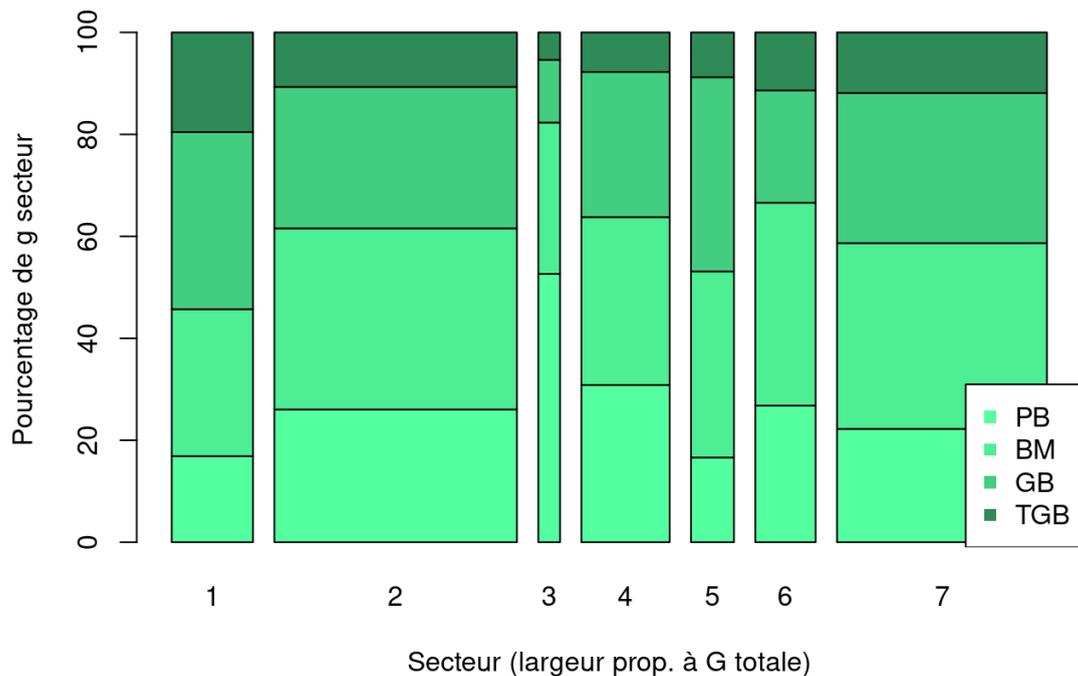
Pourcentage en surface terrière par catégorie de diamètre



3.1.8 Surface terrière / Secteur / Catégorie

De même, de grandes différences existent entre secteurs en terme de répartition dans les classes de diamètre.

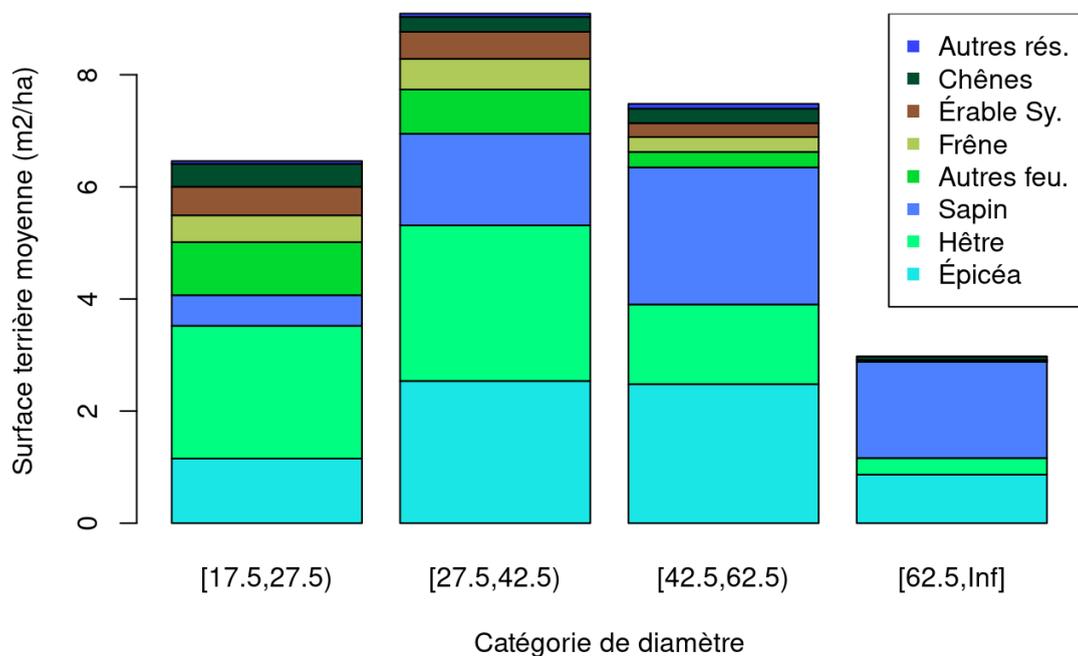
Surface terrière par secteur et classe de diamètre



3.1.9 Surface terrière / Catégorie de diamètre / Essence

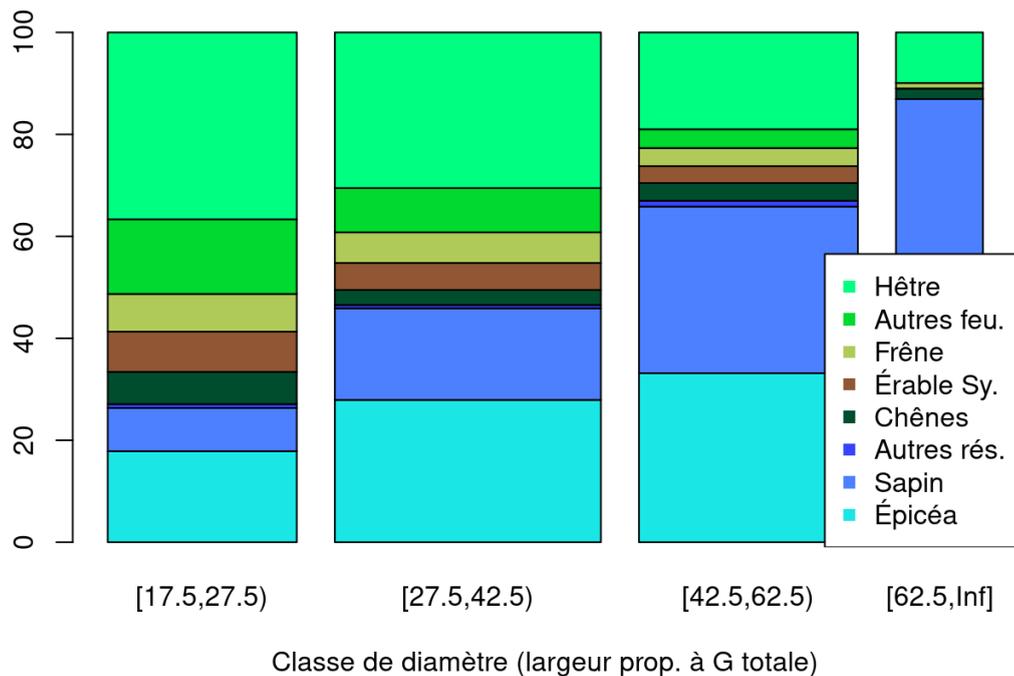
Le graphique ci-dessous présente la répartition de la surface terrière par catégorie de diamètre, par essence.

Surface terrière par catégorie de diamètre et par essence



La part en surface terrière des feuillus est plus importante dans les PB. Les BM sont constitués quasiment à part égale de feuillus et résineux, mais ces derniers sont majoritaires chez les GB.

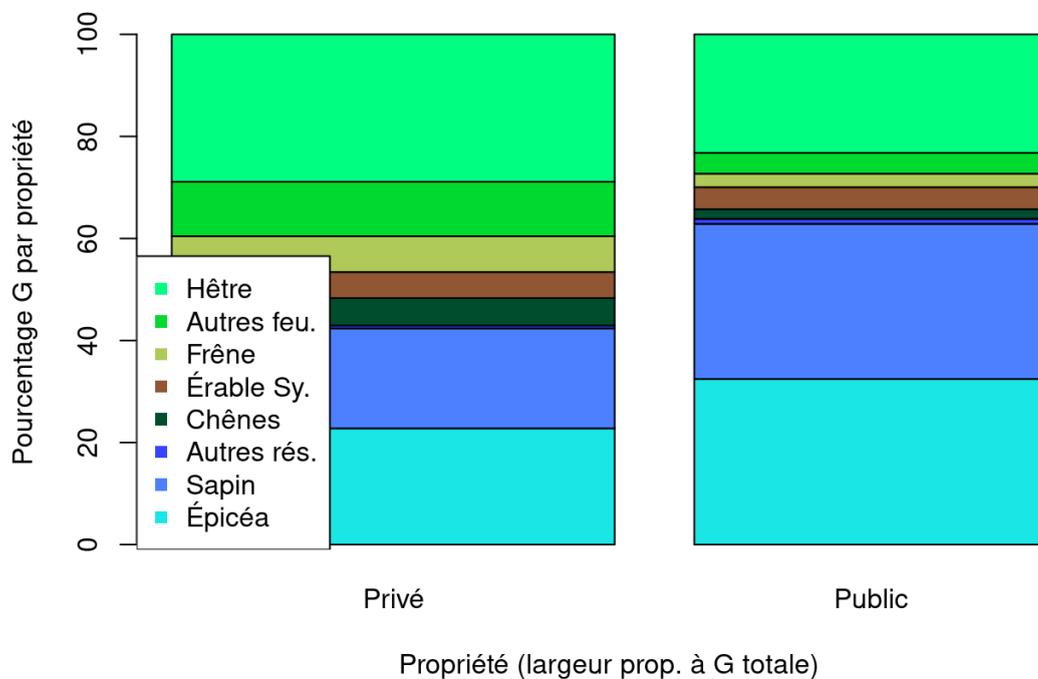
Pourcentage de surface terrière par essence par classe de diamètre



3.1.10 Surface terrière / Propriété / Essence

Le pourcentage en surface terrière de résineux est plus important dans les placettes en forêt publique (63.8 que dans celles en forêt privée (42.9).

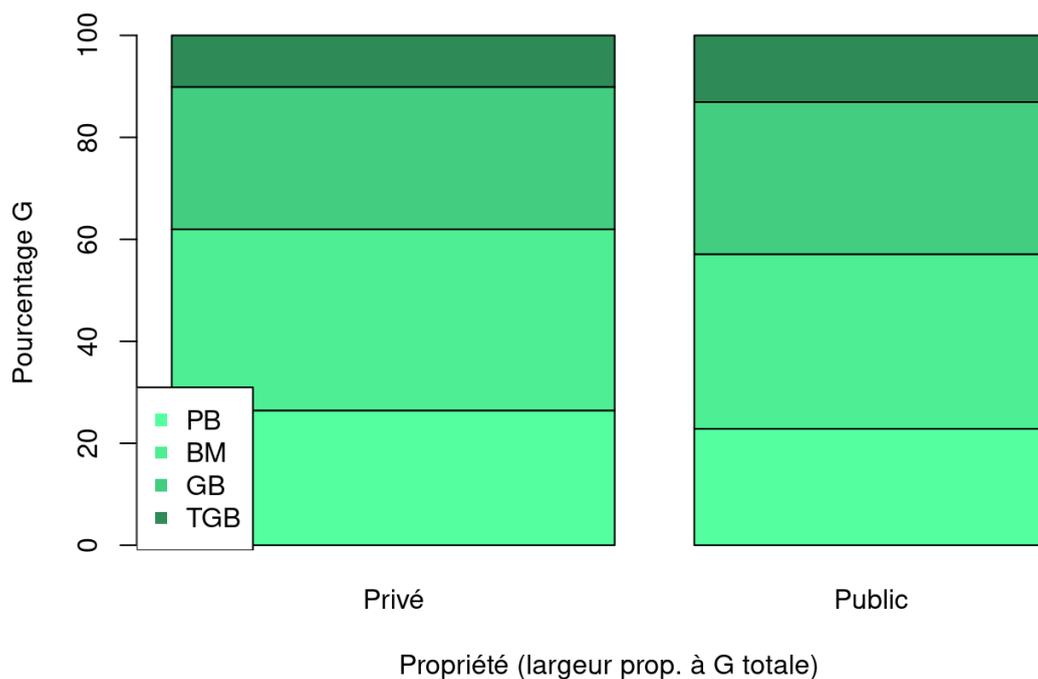
Surface terrière par propriété et par essence



3.1.11 Surface terrière / Propriété / Catégorie de diamètre

La proportion de PB en surface terrière est plus importante en forêt privée qu'en forêt publique, c'est l'inverse pour les GB.

Surface terrière par propriété et par catégorie de diamètre



3.2 Avenir du peuplement (forêt privée uniquement)

3.2.1 Perches et brins de taillis (diamètre entre 7,5 et 17,5 cm)

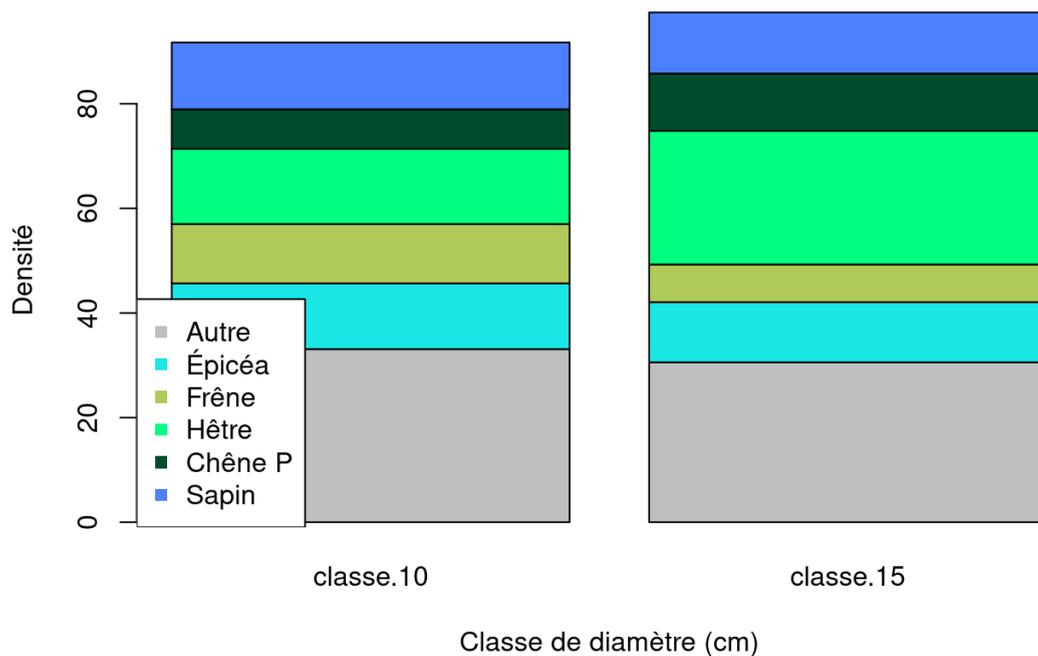
Pour l'inventaire des tiges de diamètre entre 7,5 cm et 17,5 cm, les classes de diamètre 10 (7,5 - 12,5 cm) et 15 (12,5 - 17,5 cm) ont été différenciées, ainsi que les catégories brin de taillis (BT), perche viable (V) et perche non viable (NV).

Densité de tiges de diamètre 7,5 à 17,5 cm (par hectare), selon l'essence et le type de tige (BT : brin de taillis, NV : perche non viable, V : perche viable)

	BT	NV	V	Total
Autre	74	42	63	179
Épicéa	0	17	24	41
Frêne	10	10	19	39
Hêtre	72	26	40	138
Chêne P	11	8	19	37
Sapin	0	10	24	34
Total	167	113	189	468

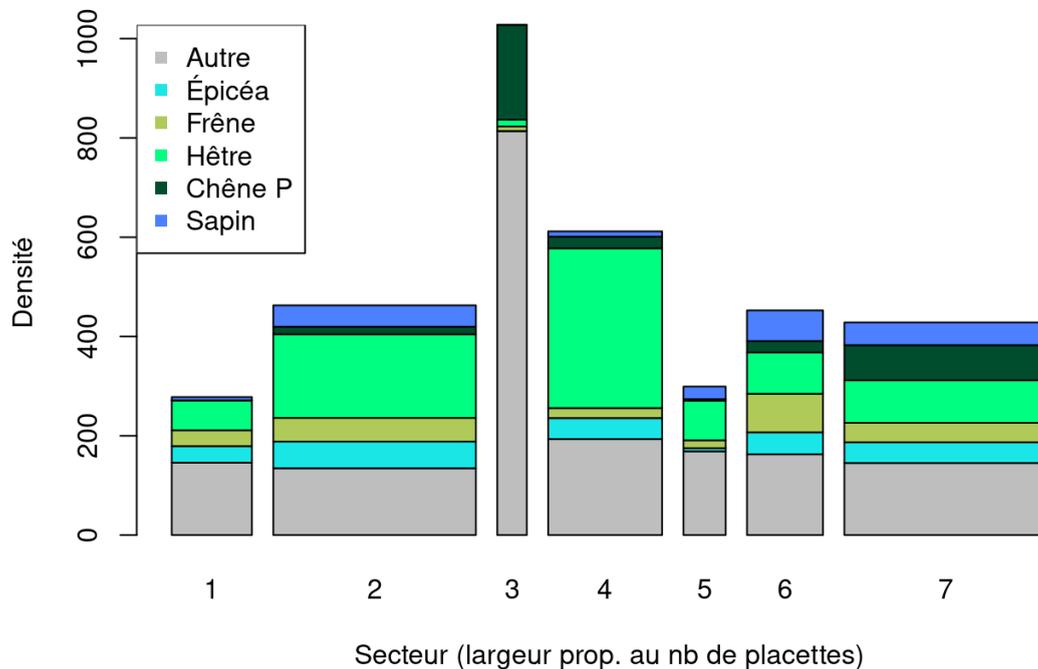
Hêtre, épicéa, sapin, frêne et chêne pédonculé sont les essences les plus représentées parmi les perches viables.

Densité de perches viables par classe et essence (/ha)



Si l'on prend en compte les brins de taillis et les perches non viables, épicéa et sapin ne représentent qu'environ 16 pourcents du nombre total de tiges. Ce pourcentage peut être bien inférieur sur certains secteurs.

Densité de perches et brins de taillis par secteur et essence (/ha)



3.2.2 Régénération

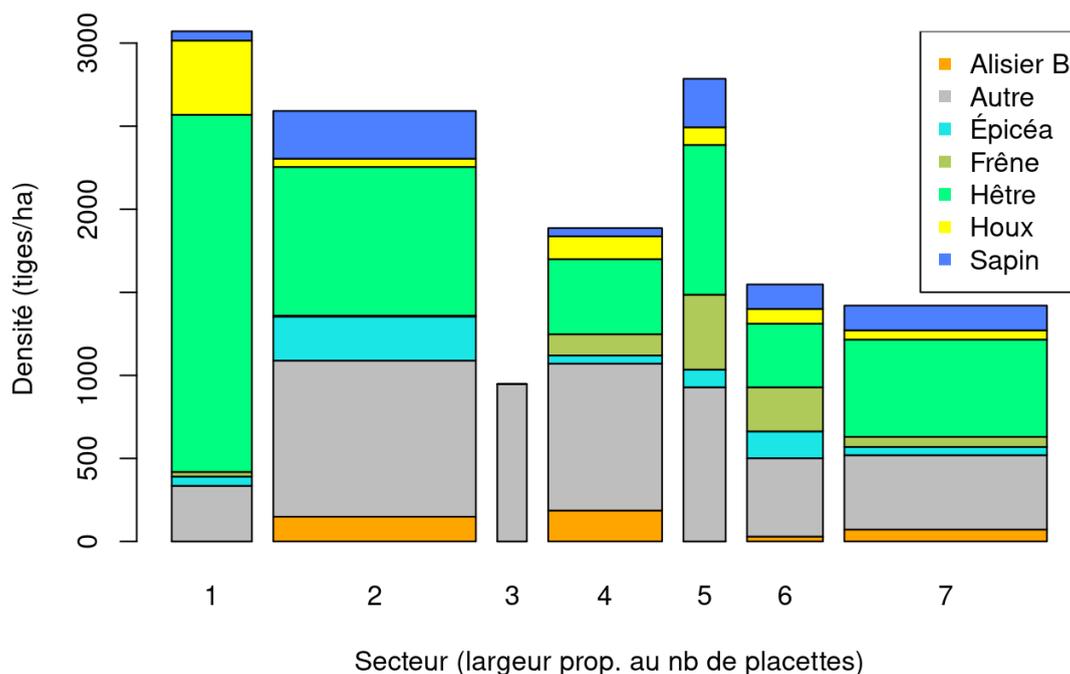
Pour la régénération, les tiges basses (50 cm à 3 m de haut) et les tiges hautes (> 3 m de haut et diamètre < 7,5 cm) ont été différenciées.

Nombre de tiges de régénération par hectare, selon l'essence et le type de tige

	BAS	HAUT	Total
Alisier B	42	49	91
Autre	472	213	685
Épicéa	99	22	121
Frêne	82	10	93
Hêtre	608	183	791
Houx	99	13	112
Sapin	114	49	163
Total	1517	541	2058

La régénération de hêtre est présente dans tous les secteurs, sauf le 3.

Densité de tiges de régénération par essence et secteur (/ha)



3.3 Biodiversité

3.3.1 Cavités sur arbres vivants de diamètre supérieur à 17,5 cm (forêt publique et privée)

105 arbres porteurs de cavités ont été repérés, ce qui représente une densité de 4.7 arbres par hectare.

Arbres vivants porteurs de cavités et pourcentage par essence

Nombre d'arbres à cavité Pourcentage par essence

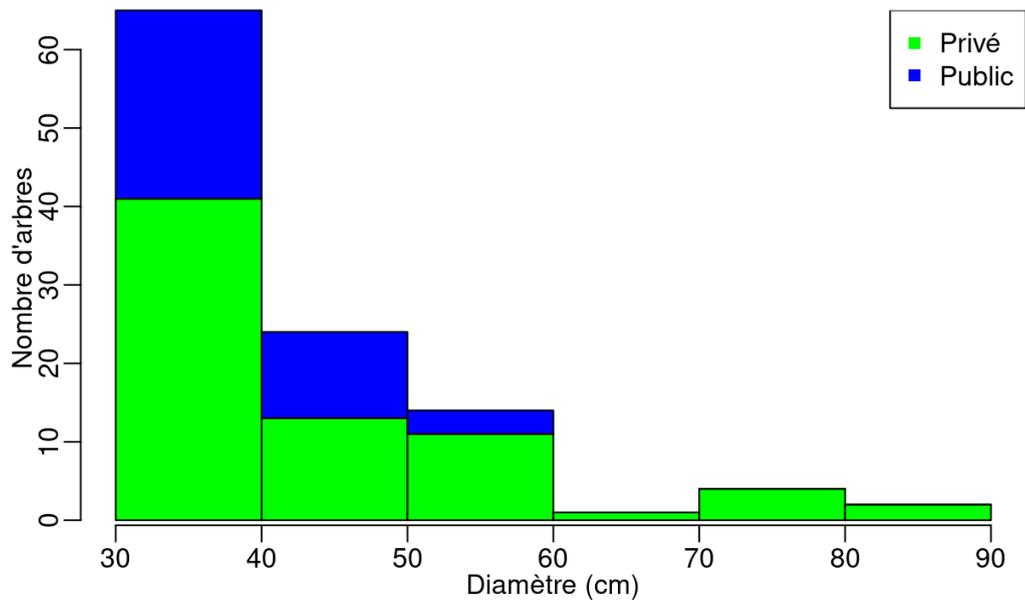
	Nombre d'arbres à cavité	Pourcentage par essence
Autres feu.	18	2.2
Autres rés.	0	0.0
Chênes	5	1.4
Épicéa	16	1.0
Érable Sy.	3	0.7
Frêne	5	1.1
Hêtre	43	1.9
Sapin	15	1.4
Total	105	1.5

Nombre et pourcentage d'arbres porteurs de cavités selon la classe de diamètre

	Nombre	Pourcentage
[17.5,27.5)	28	0.7
[27.5,42.5)	39	1.7
[42.5,62.5)	30	3.6
[62.5,Inf]	8	4.8
Total	105	1.5

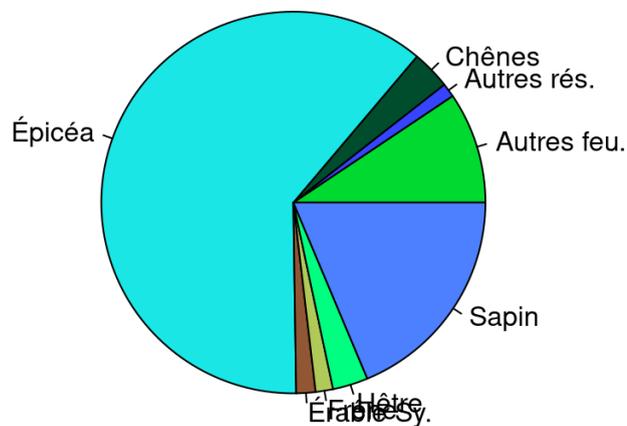
3.3.2 Arbres morts sur pied (forêt publique et privée)

La surface terrière moyenne des arbres morts sur pied (diamètre \geq 30 cm, inventoriés sur un rayon de 15 m) est de 0.74 m²/ha. La distribution des diamètres des arbres morts est présentée ci-dessous.



La surface terrière moyenne est de 0.94 m²/ha en forêt privée, et de 0.49 en forêt publique. Les résineux, notamment épicéa, représentent plus des trois quarts de la surface terrière des bois morts sur pied.

Répartition de la surface terrière des arbres morts par essence

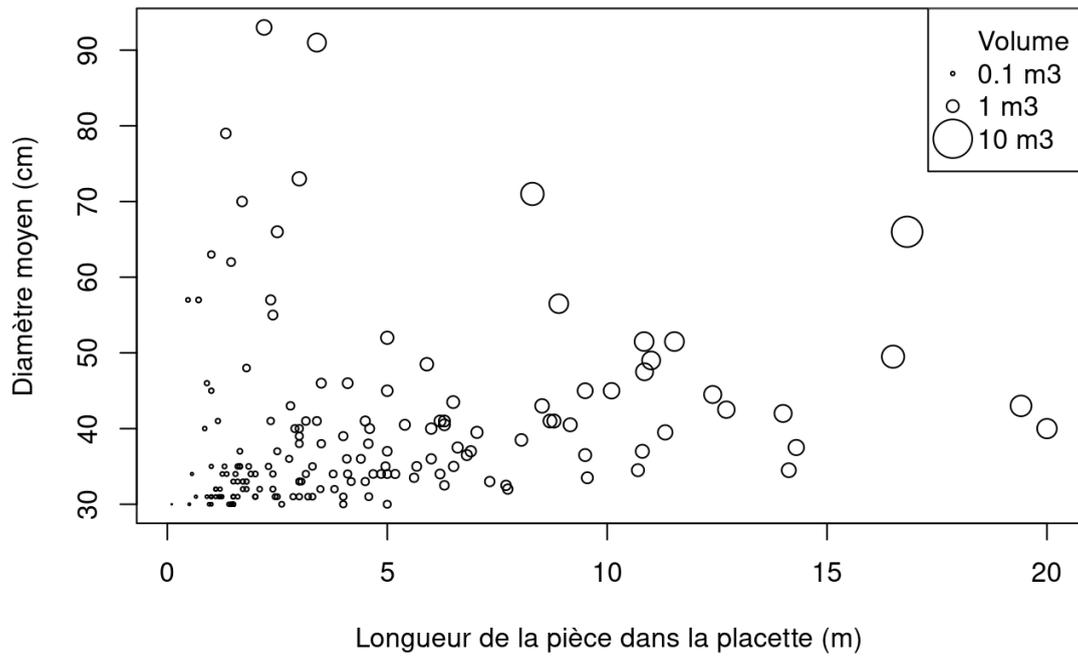


3.3.3 Bois mort au sol (forêt privée uniquement)

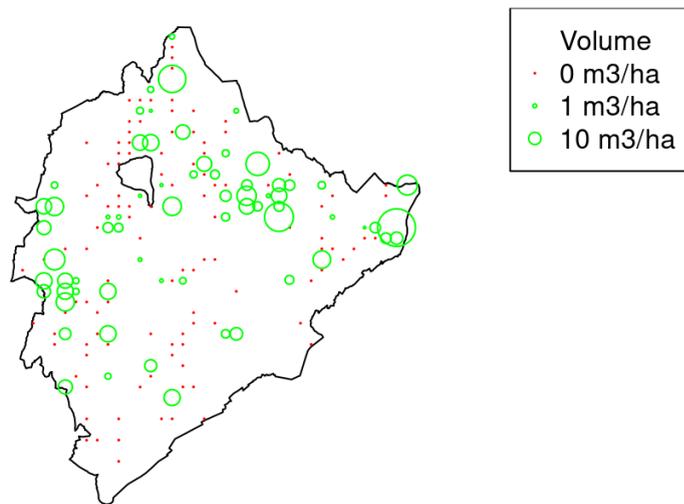
Si l'on assimile les pièces de bois mort à des tronçons de cône, le volume moyen de bois mort au sol (pièces de diamètre ≥ 30 cm) est de 4.6 m³/ha.

Les dimensions des pièces de bois (longueur / diamètre) sont représentées sur la figure ci-dessous.

Dimension des pièces de bois mort au sol

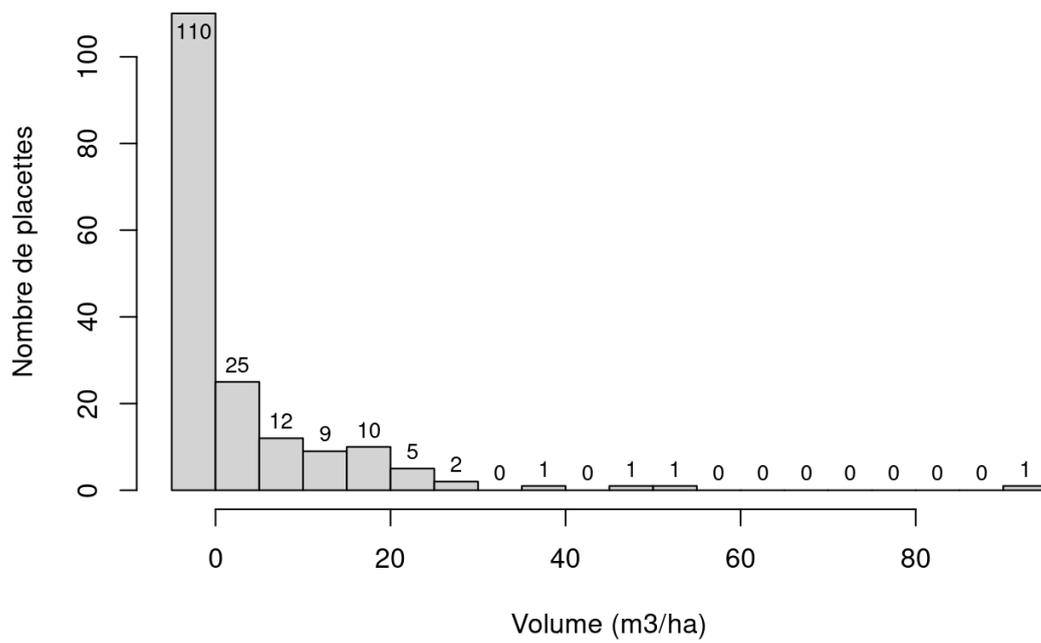


La carte suivante montre le volume de bois mort au sol par placette.

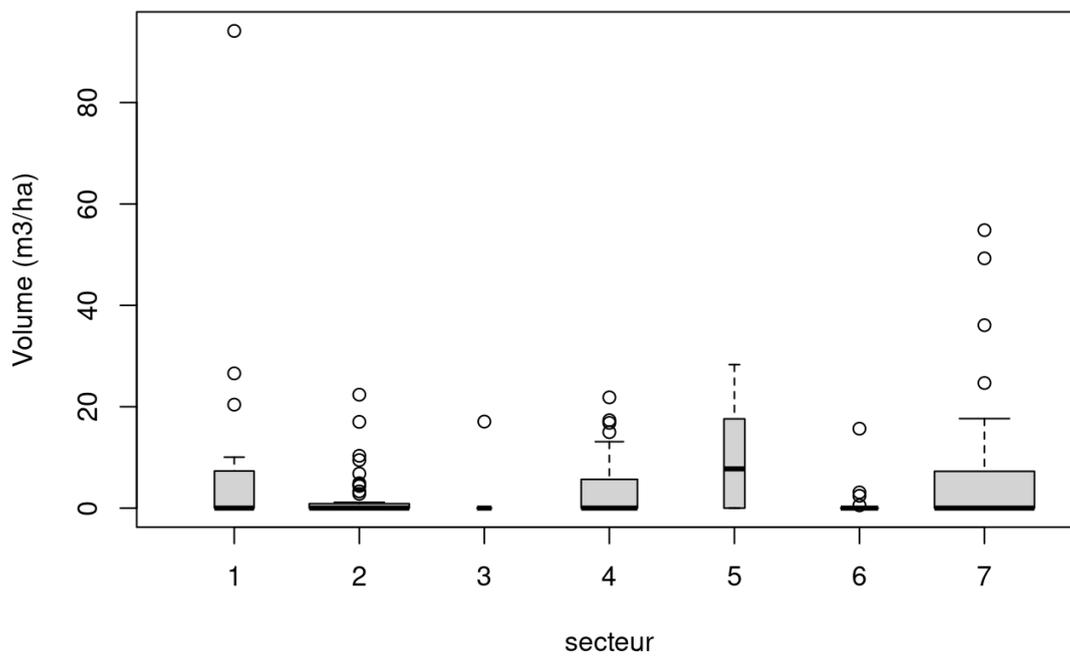


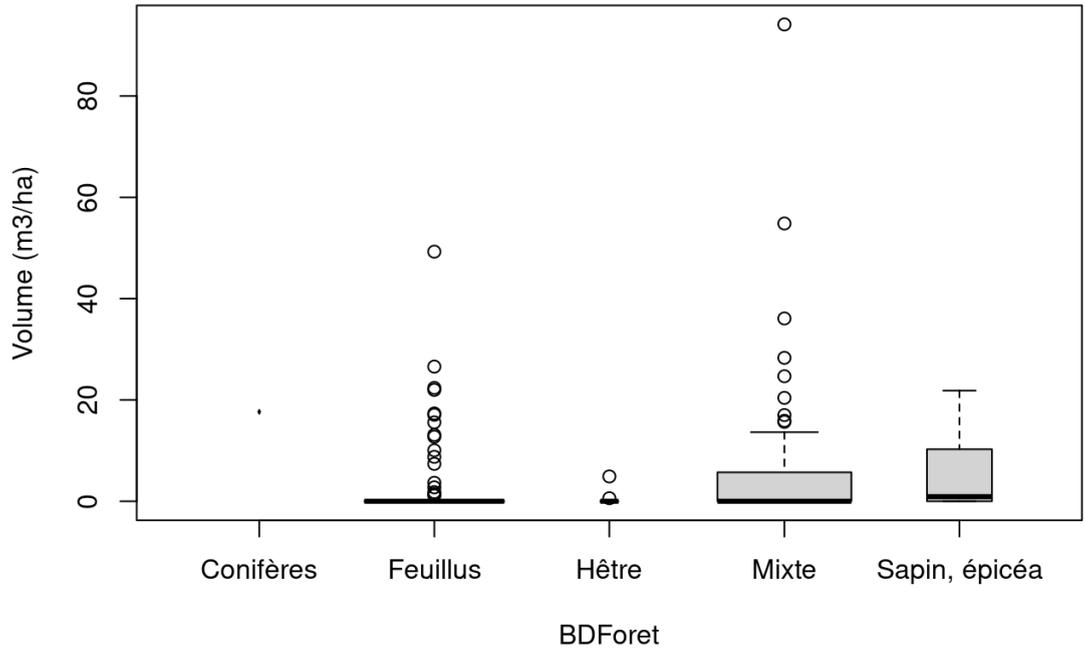
Le graphique suivant montre la distribution du volume de bois mort au sol par hectare, pour les placettes. 110 placettes n'ont pas de pièce de bois mort de diamètre supérieur à 30 cm.

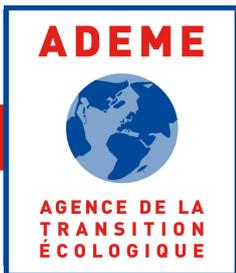
Volume de bois mort au sol (diam >30cm)



Les boîtes à moustache ci-dessous montrent la distribution des volumes de bois mort au sol par placette pour les différents secteurs et catégories de la BD Forêt.







www.ademe.fr

