



INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

DIRNE/DNE

**Direction interrégionale
Nord-Est**

Octobre 2017

Parc naturel régional des Ballons des Vosges

Fourniture de résultats IFN pour un observatoire des forêts sur le territoire du PNR des Ballons des Vosges

Rapport d'étude

VERSION 1.2

SUIVI DU DOCUMENT

Date	Version	Auteur	Action	Organisme
11 juillet 2017	1.0	Benjamin PITON	Rédaction	IGN DIRNE
20 juillet 2017	1.1	Antoine COLIN	Validation	IGN DIRNE
5 octobre 2017	1.2	Benjamin PITON	Compléments après échanges avec le PNR	IGN DIRNE

I- INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE	3
II- PRESENTATION DES RESULTATS	3
III- PRESENTATION GENERALE DES DONNEES IFN	4
IV- PERIMETRE GEOGRAPHIQUE ET DONNEES IFN UTILISEES	5
V- PRECAUTIONS D'USAGE CONCERNANT LES DONNEES STATISTIQUES	6
VI- DESCRIPTION DES PRINCIPAUX RESULTATS	6
VI -1 SURFACE FORESTIERE DU DOMAINE D'ETUDE	6
VI-1.1 SURFACE OBTENUE PAR CARTOGRAPHIE	6
VI-1.2 SURFACE OBTENUE PAR METHODE STATISTIQUE	6
VI -2 INDICATEURS DE DESCRIPTION DES FORETS	7
VI-2.1 PROPRIETE	7
VI-2.2 COMPOSITION DES PEUPEMENTS	7
VI-2.3 STRUCTURE DES PEUPEMENTS	8
VI-2.4 TYPES DE PEUPEMENTS	9
VI -3 RESSOURCE EN BOIS	12
VI-3.1 QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE	12
VI-3.2 EXPLOITABILITE	14
VI-3.3 QUALITE DES BOIS	14
VI -4 PRODUCTION BIOLOGIQUE ET PRELEVEMENTS	16
VI-4.1 PRODUCTION BIOLOGIQUE DES ARBRES VIFS	16
VI-4.2 PRELEVEMENTS	17
VI -5 VALEUR MONETAIRE DE LA RESSOURCE EN BOIS	18
VI-5.1 ESTIMATION DE LA VALEUR DU STOCK SUR PIED DES PRINCIPALES ESSENCES EN EUROS COURANTS	18
VI-5.2 CORRECTION DES VALEURS DES BOIS EN EUROS 2012	19
VI-5.3 PRECISIONS SUR LA METHODE D'ESTIMATION DE LA VALEUR DU STOCK DE BOIS SUR PIED	20
VI -6 INDICATEURS ECOLOGIQUES	20
VI-6.1 VOLUMES DE BOIS MORT	20
VI-6.2 CLASSES DE VALEUR « TETRAS » DES PEUPEMENTS	21
VI-6.3 RICHESSE LOCALE EN ESSENCES DANS LA STRATE RECENSABLE	22
VI-6.4 HABITATS FORESTIERS ET COMMUNAUTES STATIONNELLES POTENTIELLES	23
VI-6.5 ESPECES D'INTERET PARTICULIER POUR LE PNR	25
VII- PISTES D'EVOLUTION	26
VIII- SYNTHESE CHIFFREE	27
IX- BIBLIOGRAPHIE	28

Table des figures et graphiques

Figure 1 : Placettes d'observation de l'inventaire forestier national	4
Figure 2 : Carte de localisation du domaine d'étude (le sous-secteur des Hautes-Vosges est identifié en orangé)	5
Figure 3 : proportions respectives des PB (vert), BM (bleu) et GB (rouge) sur chaque point d'inventaire. Les diagrammes vides sont les points sans arbres recensables ou à perches uniquement	10
Figure 4: Tableau de définition des classes d'exploitabilité	14
Figure 5 : Extrait du guide « Des forêts pour le Grand Tétrás », présentant les regroupements des types de peuplements en fonction de la qualité de leur structure	22
Figure 6: Abondance de la Myrtille (vert<bleu<orange<rouge<noir)	33
Figure 7 : Présence de robinier accacia (strate recensable ou non)	33
Figure 8 : Présence de sapin (vert) et d'épicéa (rouge) dans la strate non recensable	34
Graphique 1 : Répartition des peuplements selon leur composition (part en surface)	8
Graphique 2 : Répartition ternaire des points d'inventaire selon les proportions de PB, BM et GB	11
Graphique 3 : Répartition selon les familles des peuplements sur le territoire du PNR	12
Graphique 4 : Répartition du volume sur pied par essence	13
Graphique 5 : Répartition du volume sur pied par catégories de diamètres	13
Graphique 6 : Volume sur pied à usage potentiel de bois d'œuvre et de bois d'industrie/énergie par essence	16
Graphique 7 : Répartition de la production en volume par essences	17
Graphique 8 : Répartition du volume de bois mort sur pied par catégories de diamètres	21
Graphique 9 : Part des peuplements selon la richesse locale moyenne en essences forestières	23

I- Introduction et contexte de l'étude

Créé en 1989 à l'initiative des deux régions Alsace Champagne-Ardenne Lorraine et Bourgogne Franche-Comté, le Parc naturel régional des Ballons des Vosges regroupe 189 communes réparties sur quatre départements : les Vosges, le Haut-Rhin, le Territoire de Belfort et la Haute-Saône. La troisième charte du parc a été adoptée en 2012 (Date T0 de la charte), définissant un projet de territoire pour la période 2012-2024. Dans le cadre du suivi de sa charte, le parc souhaite disposer de données permettant de qualifier la ressource forestière sur son territoire à T0 (2012) et T0-5 (2007).

Le parc a sollicité l'IGN pour que soit produit un panel de résultats à partir des données de l'inventaire forestier national. Les types de résultats et les critères de ventilation ont été définis lors d'une réunion commune le 8 juin 2017.

Les résultats fournis permettent d'apprécier les ordres de grandeurs des informations disponibles et leur précision statistique, pour les différentes thématiques retenues par le PNR : ressource sur pied, qualité de la ressource, valorisation monétaire, données écologiques. Ils pourront servir de base pour la définition d'indicateurs pertinents dans le cadre d'un observatoire des forêts du PNR. Ces indicateurs devront :

- permettre d'évaluer des domaines liés à un ou plusieurs objectifs précisément définis par le PNR,
- être constructibles, la faisabilité de chaque indicateur devant être analysée
- être répétables à long terme, pour être calculés à pas de 5 ans (2012, 2017 ...).

L'étude a notamment comporté le classement de chaque point IFN à partir des données de surface terrière, par analogie avec la typologie des peuplements utilisée par les gestionnaires sur le massif vosgien.. Cela permet d'apporter une première indication sur la ventilation des peuplements selon leur type de structure, définie par proportion des classes de diamètres dans les peuplements. Le travail pourrait être poursuivi, par exemple par la réalisation de relevés de surface terrière par la méthode relascopique et par le classement sur le terrain des points IFN selon la typologie du massif vosgien. L'objectif serait de mieux pouvoir utiliser les données standard de l'IFN pour définir des types de peuplement (cf. VI-2-4)

II- Présentation des résultats

Le rapport présente les données sources, définitions, éléments de méthode, hypothèses de calcul. Il décrit également les principaux résultats. Les résultats mentionnés dans ce rapport sont ceux obtenus sur le territoire PNR pour l'année 2012, année T0 de la charte, Ponctuellement, les résultats obtenus pour 2007 et/ou pour le secteur des Hautes-Vosges sont utilisés (ce qui est alors précisé).

Les résultats détaillés sont fournis sous la forme de deux tableaux Excel :

- Un fichier de données brutes, comprenant une ligne par point d'inventaire et une colonne par donnée. Les coordonnées figurant dans les colonnes x et y sont données en Lambert II Etendu. Il s'agit des coordonnées dégradées, conformément à la charte de diffusion des données en vigueur à l'IGN.
- Un fichier avec des résultats statistiques en surfaces, volumes et surfaces terrières ventilés selon les critères retenus avec le PNR.

Sauf précision contraire les unités d'affichage sont les suivantes :

- surfaces en milliers d'hectares, arrondis au millier.
- surfaces terrières en millions de mètres carrés, arrondis à la centaine de millier près.
- volumes en millions de mètres cubes, arrondis à la centaine de millier près.
- nombres de tiges en millions de tiges, arrondis à la centaine de millier près.

III- Présentation générale des données IFN

Depuis 2005, l'IGN réalise un inventaire permanent et national des ressources forestières françaises (inventaire forestier national ou IFN). Avec près de 7000 nouvelles placettes d'observation visitées chaque année sur l'ensemble du territoire national, de nombreuses informations contribuent directement à la caractérisation et l'évaluation de la ressource forestière.

L'échantillon d'inventaire est systématique dans l'espace et dans le temps et réalisé en 10 campagnes annuelles successives.

Les points de l'inventaire forestier national ont pour vocation de décrire la ressource à l'échelle régionale ou nationale et pas spécifiquement à l'échelle locale. Le type de mesure réalisé sur chaque placette est adapté à cet objectif (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les points d'inventaire sont matérialisés sur le terrain par un piquet, centre de quatre placettes circulaires et concentriques de 6, 9 et 15 et 25 m de rayon. Au sein des 20 ares du cercle de 25 m de rayon, le peuplement est décrit : densité, structure, taux de couvert des différentes espèces dans la strate recensable, taux de couvert des différentes espèces dans la strate non recensable, etc... L'exposition, la pente et la topographie, sont également relevés sur les 20 ares.

Des mesures sont ensuite effectuées sur chaque arbre dans un cercle de 6 m de rayon pour les petits bois (diamètre compris entre 7,5 et 27,5 cm exclu), de 9 m pour les bois moyens (diamètre compris entre 27,5 et 47,5 cm exclu) et de 15 m pour les gros bois. Les mesures sur les arbres comportent plusieurs variables : circonférence à 1,3 m, hauteur totale, hauteur de découpe, épaisseur des cernes des 5 dernières années, etc.

Un relevé floristique exhaustif est également effectué sur la placette de 15 m de rayon, tout comme l'analyse pédologique (type d'humus, texture et structure du sol, roche-mère, trace d'hydromorphie, etc.) et topographique.

Depuis 2010, une partie, puis la totalité, des points échantillonnés sont revisités systématiquement cinq ans après le passage initial. La « deuxième visite » permet notamment d'évaluer les prélèvements de bois.

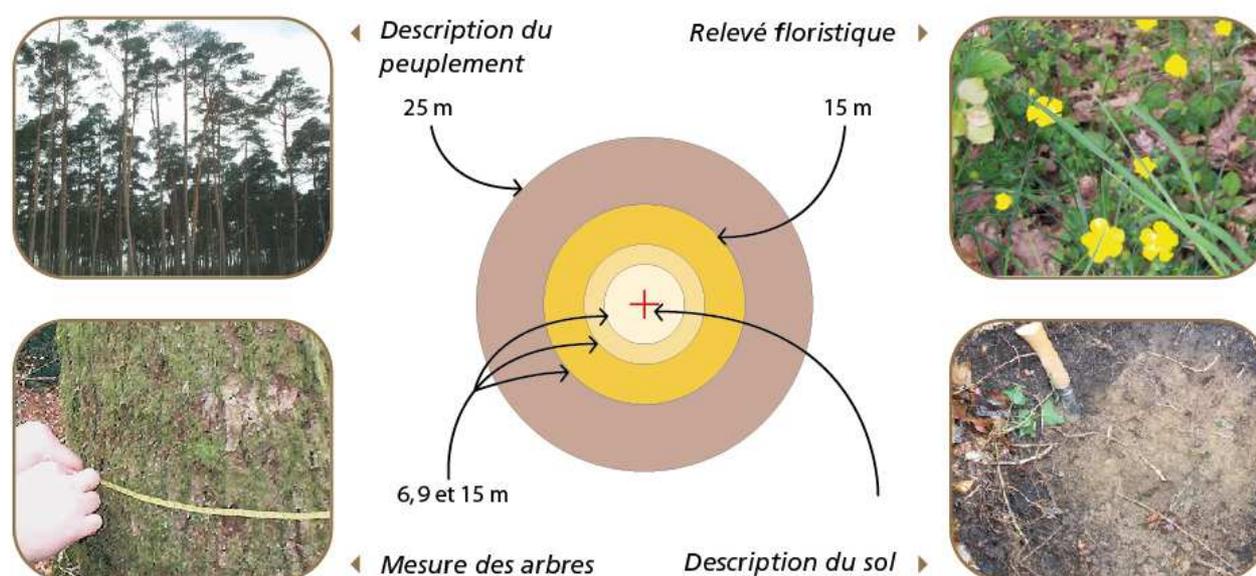


Figure 1 : Placettes d'observation de l'inventaire forestier national

Les surfaces terrières, volumes et nombre de tiges sont calculés à partir d'un seuil de recensabilité fixé à une circonférence de 23,5 cm à 1,30m (soit 7,5 cm en diamètre).

Les volumes calculés correspondent à un volume « bois fort tige » défini comme le volume du tronc, écorce incluse, entre le sol et la découpe fin bout de 7 cm, en n'incluant qu'une seule branche maîtresse.

IV- Périmètre géographique et données IFN utilisées

Sont utilisés les points d'inventaire situés dans un périmètre élargi du PNR des Ballons des Vosges (sans enclaves), soit 216 communes. Par soucis de simplification, dans le reste de ce rapport, ce territoire élargi sera désigné par « le PNR ».

Les résultats sont également donnés pour le secteur des Hautes-Vosges, tel qu'il a été défini par les services du parc. Mais avec une superficie réduite, les résultats obtenus sont souvent non-significatifs sur ce secteur dès qu'une ventilation est opérée. En effet, le nombre de point IFN y est beaucoup plus faible.

De façon standard, les résultats publiés par l'IGN correspondent à une année moyenne calculée à partir de 5 fractions annuelles (appelées « campagnes ») de l'échantillon. L'utilisation de cette période de temps permet de baser les calculs sur un nombre plus important de données. Cela permet d'améliorer la précision statistique des résultats ou, à précision identique, de les ventiler selon davantage de critères. La précision temporelle s'en trouve quant à elle dégradée (puisqu'il s'agit d'une moyenne sur 5 ans), mais il est considéré qu'elle reste acceptable en raison des pas de temps longs d'évolution des peuplements forestiers.

Ainsi, sauf précision contraire, les résultats donnés pour les millésimes 2007 (T0-5) et 2012 (T0) sont calculés à partir des campagnes IFN suivantes :

2007 : campagnes 2005, 2006, 2007, 2008 et 2009

2012 : campagnes 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014

Le nombre de points d'inventaire situés en forêt de production (cf.III-1-2) de 2005 à 2015 est de 1037, dont 486 pour les campagnes 2005 à 2009 et 464 pour les campagnes 2010 à 2014.

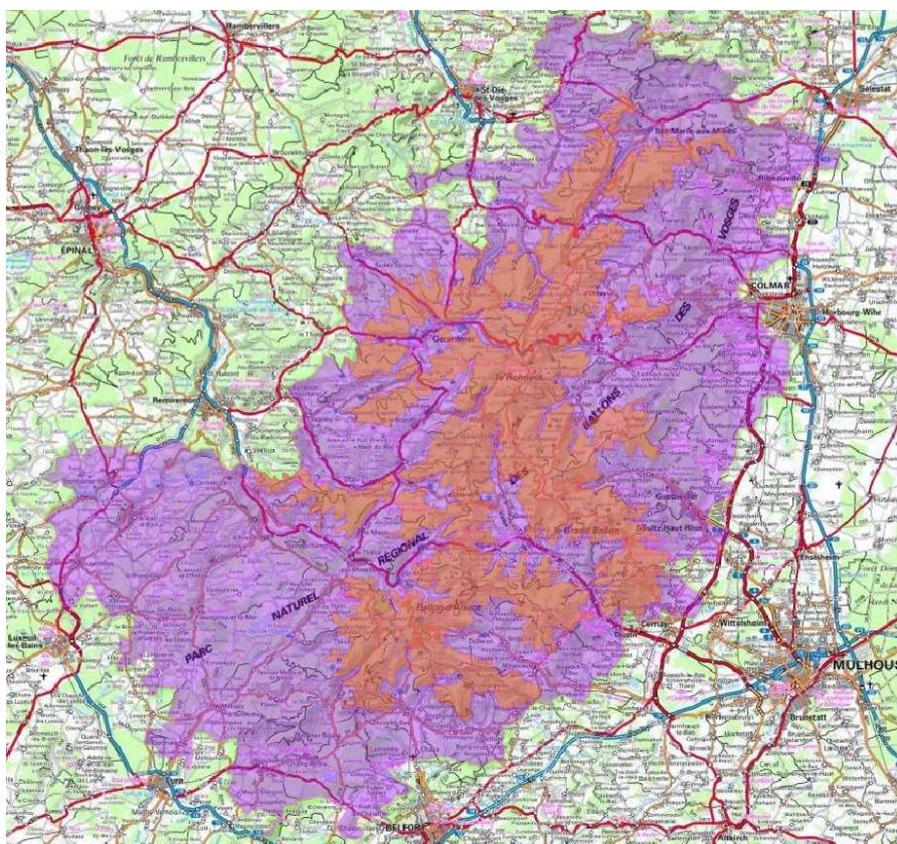


Figure 2 : Carte de localisation du domaine d'étude (le sous-secteur des Hautes-Vosges est identifié en orangé)

V- Précautions d'usage concernant les données statistiques

Les résultats issus de l'IFN sont des statistiques. Ils sont présentés assortis d'un intervalle de confiance sous la forme : $x \pm y$. Cela signifie que la valeur x estimée est comprise dans l'intervalle $[x - y ; x + y]$ avec une probabilité de 95 %. Lorsque le ratio $\frac{y}{x}$ est supérieur à 80 % (ou 30 % si x est la surface) ou que la surface du domaine associé au calcul est elle-même non significative, le résultat est alors jugé non significatif.

Les résultats non significatifs sont spécifiquement identifiés dans les tableaux de résultats, dans une colonne dédiée « significatif » figurant à côté de chaque colonne de résultat. Cette colonne prend la valeur « 1 » lorsque le résultat est significatif, et « 0 » sinon. L'exploitation éventuelle des résultats non significatifs relève de la seule responsabilité du PNR.

Pour un même indicateur, l'évolution entre la valeur de 2007 et de 2012 sera significative si la valeur maximale (x_1) diminuée de son demi-intervalle de confiance reste supérieure à la valeur minimale (x_2) additionnée de son demi-intervalle de confiance, soit $x_1 - y_1 > x_2 + y_2$.

A l'échelle du PNR, les intervalles de confiance obtenus sont tels que les évolutions sur un pas de temps de 7 ans entre 2005 et 2012 ne sont en général pas significatives. Les différences entre les résultats 2007 et 2012 sont donc à utiliser avec précaution, et méritent d'être expertisées au cas par cas.

VI- Description des principaux résultats

VI -1 Surface forestière du domaine d'étude

VI-1.1 Surface obtenue par cartographie

L'IGN réalise la cartographie des forêts françaises (BD Forêt) à partir de photographies aériennes en infrarouge couleur. La version 2 de la BD Forêt, disponible sur chaque département du territoire du PNR, attribue à chaque plage cartographiée de plus de 0,5 ha un type de formation végétale. La cartographie étant réalisée progressivement sur plusieurs années, elle est cependant décalée dans le temps entre les différents départements.

La superficie forestière du PNR, calculée en sommant la surface de toutes les plages cartographiées, est de 221 000 ha environ. Elle inclut les clairières, les pistes forestières.

VI-1.2 Surface obtenue par méthode statistique

En réalisant l'inventaire permanent et national des ressources forestières françaises, l'IGN détermine pour chaque point de l'échantillon la nature de la couverture du sol (forêt, lande, terrains artificialisés, etc...). Sont considérés comme en nature de forêt les terrains de superficie au moins égale à 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des arbres susceptibles d'atteindre à maturité une hauteur de 5 m au moins et un taux de couvert absolu au moins égal à 10 %.

La superficie forestière du PNR calculée est ainsi de 205 000 ha (+/- 17 000). Cette estimation est directement issue de d'observations de terrain.

L'IGN distingue parmi ces forêts, les forêts dites « disponibles pour la production de bois » des « autres forêts ». Les forêts disponibles pour la production de bois sont celles pour lesquelles la production n'est pas rendue impossible par des contraintes physiques (falaise, ravin non accessible, marécage inaccessible, accès à plus de 2 heures de marche, accès à pied avec un dénivelé positif de plus de 600 m ...), des contraintes d'usage (certains terrains militaires) ou réglementaires (réserve biologique intégrale, protection contre l'érosion...).

La superficie des forêts disponibles pour la production de bois dans le PNR est de 202 000 ha (+/- 17 000). Dans la mesure où les données dendrométriques et écologiques sont relevées sur les points situés en forêt de production, c'est cette superficie qui servira de référence pour les ventilations selon les différents critères retenus

VI -2 Indicateurs de description des forêts

VI-2.1 Propriété

La catégorie de propriété est déterminée à partir de la cartographie des forêts relevant du régime forestier en 2015, fournie par l'ONF à l'IGN, qui permet d'identifier les forêts publiques gérées par l'ONF dites « forêts publiques ». Les autres forêts sont essentiellement des forêts privées, mais peuvent également être, dans une moindre mesure, des parcelles publiques non gérées par l'ONF.

Les forêts dans le territoire du PNR sont publiques à 60 % environ.

VI-2.2 Composition des peuplements

Dans les peuplements recensables, pour chaque espèce arborée, un taux de couvert libre relatif (TCLR) est relevé par l'IFN, exprimé en 1/10èmes. Le taux de couvert libre relatif de l'espèce arborée, dans la strate des arbres recensables, est le rapport de la surface totale des houppiers des arbres de cette essence ayant accès à la lumière à la surface totale des houppiers des arbres de la strate forestière. Il est renseigné pour tous les arbres recensables présents sur la placette de 20 ares. En classant les essences selon leur taux de couvert libre relatif décroissant (TCLR₁, TCLR₂, etc.) on détermine une diversité du peuplement recensable et on peut utiliser chaque association d'essences pour définir un type de composition du peuplement recensable. L'IGN définit 117 types de composition (tous n'étant pas présents sur le territoire du parc) qui peuvent alors être regroupés par familles

Un peuplement composé d'une seule essence, ou pour lequel le taux de couvert libre relatif de l'essence prépondérante est supérieur à 75% sera considéré comme « pur ». Un peuplement « pur » peut donc comprendre des essences d'accompagnement dominées, ou dominantes mais dans la limite de 25% en taux de couvert libre.

La composition n'est pas définie lorsqu'il n'y a pas de peuplement recensable (vides par exemple).

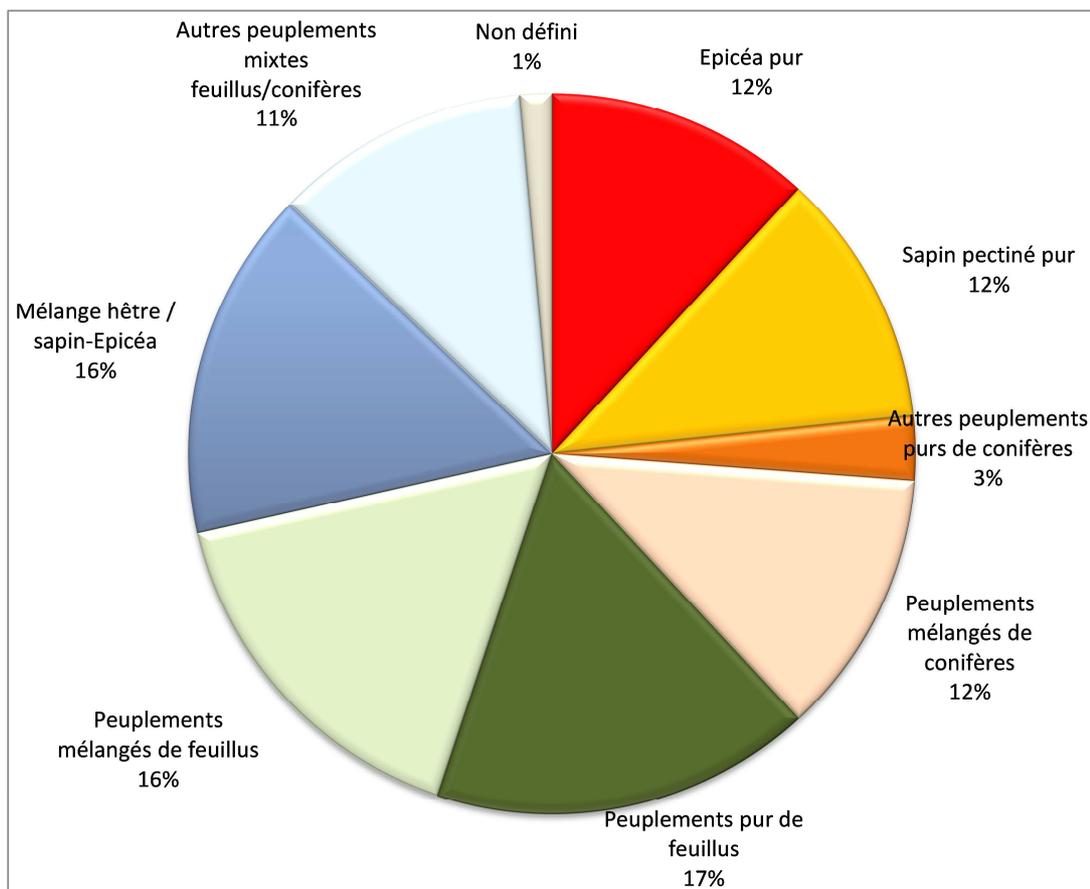
Deux regroupements différents de composition de peuplement ont été proposés.

Composition de peuplements 1

Ce regroupement permet d'identifier les peuplements purs (de résineux ou de feuillus), les peuplements mélangés et les peuplements mixtes feuillus/conifères.

Sapin pectiné pur	Peuplement pur de sapin pectiné
Epicéa pur	Peuplement pur d'épicéa
Autres peuplements purs de conifères	Peuplements purs de pins, mélèze ou douglas
Peuplements mélangés de conifères	Peuplements mélangés de deux résineux ou plus
Peuplements mélangés de feuillus	Peuplements mélangés de deux feuillus ou plus
Peuplements pur de feuillus	Peuplements purs de feuillus (hêtre, chêne, charme...)
Mélange hêtre / sapin-Epicéa	Mélange hêtre et sapin et/ou épicéa
Autres peuplements mixtes feuillus/conifères	Mélanges d'autres espèces feuillus/résineux que hêtre et sapin/épicéa

Les peuplements résineux couvrent 39 % du PNR, les peuplements feuillus 33 % et les peuplements mixtes 27 %. Le territoire du PNR se singularise par l'importance des peuplements de sapin, d'épicéa et par la hêtraie-sapinière.



Graphique 1 : Répartition des peuplements selon leur composition (part en surface)

Composition de peuplements 2

Ce regroupement permet d'individualiser les sapinières, les hêtraies (y compris les hêtraies-sapinières) et les différents peuplements de résineux. Il s'agit des compositions de peuplements pour lesquelles la typologie figurant dans « Peuplements forestiers du massif vosgien, typologie et sylviculture » est indiquée comme applicable. (cf. VI-2-4)

Sapinières	Peuplement pur de sapin pectiné Mélange sapin et épicéa
Hêtraies (sauf hêtraies chênaies)	Peuplement pur de hêtre Mélange hêtre et sapin et/ou épicéa
Douglasaies et mélézaies	Peuplement pur de douglas ou de mélèze
Pessières	Peuplement pur d'épicéa
Pinèdes à pin sylvestre	Peuplement pur de pin sylvestre ou mélange de pin sylvestre et d'autre(s) essence(s)
Autres peuplements	Toutes les autres compositions

VI-2.3 Structure des peuplements

La structure forestière est déterminée uniquement pour les forêts fermées (taux de couvert absolu supérieur à 40 %). Les forêts ouvertes n'ont donc par nature « pas de structure ».

La structure forestière du peuplement est une caractéristique composée des taux de couvert relatif des sous-peuplements de futaie et taillis vivants et, en cas de moins de 25 % de taillis, de la distribution verticale de la futaie.

Les sous-peuplements de futaie et taillis sont définis par l'origine des arbres : semence pour futaie et rejet pour taillis. Cependant les arbres de diamètre supérieur à 22,5 cm (moyens, gros et très gros bois) sont tous comptés dans la futaie, quelle que soit leur origine. Seules les cépées avec des arbres de diamètre inférieur à 22,5 cm (petits bois) sont comptées dans le taillis.

Les modalités que peut prendre cette variable sont alors les suivantes :

- futaie régulière : taux de couvert relatif du taillis inférieur à 25 % avec un étage haut d'importance supérieure ou égale à deux tiers dans la futaie ;
- futaie irrégulière : taux de couvert relatif du taillis inférieur à 25 % avec un étage haut d'importance inférieure à un tiers dans la futaie ;
- mélange de futaie et de taillis : taux de couvert relatif du taillis et taux de couvert relatif de la futaie tout deux supérieurs ou égaux à 25 % ;
- taillis : taux de couvert relatif de la futaie inférieur à 25 %.

La structure de futaie régulière est largement dominante, couvrant environ 70 % de la surface de forêts fermées (142 000 ha environ) suivie par le mélange de taillis et futaie (18 % environ). Les autres structures sont nettement minoritaires et les résultats non-significatifs.

Il faut être vigilant dans l'utilisation de ce résultat car la structure forestière IGN décrit un peuplement selon les règles énoncées ci-dessus. Le caractère « régulier » ou « irrégulier » de la futaie n'est par exemple pas déterminé à partir de la répartition des classes d'âge ou de diamètre des arbres du peuplement mais par la proportion en couvert de l'étage haut. La donnée ne correspond donc en aucun cas à une information sur la gestion forestière du peuplement, qui n'est pas connue de l'IGN.

VI-2.4 Types de peuplements

Le PNR a souhaité disposer d'une ventilation des peuplements selon une méthode assimilable à la typologie des peuplements utilisée en gestion forestière, en utilisant les proportions relatives des différentes catégories de diamètres. Sur le massif vosgien, le document de référence utilisé est le guide « Peuplements forestiers du massif Vosgien – Typologie et Sylviculture » produit par l'ONF et le CRPF d'Alsace-Lorraine. Il propose une typologie élaborée pour les peuplements résineux et les hêtraies (peuplements composés majoritairement de sapin, hêtre, épicéa, pin sylvestre, douglas et mélèze) dans le massif vosgien, collines sous-vosgiennes exclues. Elle n'est donc théoriquement pas applicable dans la partie la plus méridionale du PNR.

La clé d'identification des types de peuplements (cf. annexe) distingue les peuplements jeunes ou clairs (à surface terrière inférieure à 10 m²/ha) des peuplements constitués, où la surface terrière dépasse ce seuil. Dans les peuplements constitués, l'identification se fait en fonction de la proportion en surface terrière des gros bois, avec des seuils à 20 %, 45 % et 80 %, puis de la part relative des petits bois, bois moyens et gros bois (et des très gros bois dans les peuplements à gros bois dominants).

Les catégories de diamètres utilisées sont ici :

- Classes 10 et 15 cm : perches
- Classes 20 et 25 cm : petits bois (PB)
- Classes 30 cm à 45 cm : bois moyens (BM)
- Classes 50 cm et plus : gros bois (GB), **incluant une sous-catégorie de très gros bois (TGB)** pour les classes 70 cm et plus

Contrairement à l'IFN qui précompte les petits bois à partir de la classe 10 cm, on opère donc ici une distinction entre perches et petits bois et on exclura les classes 10 et 15 cm de l'appellation « petits bois ». La part de chacune des catégories a été calculée sur chaque point IFN.

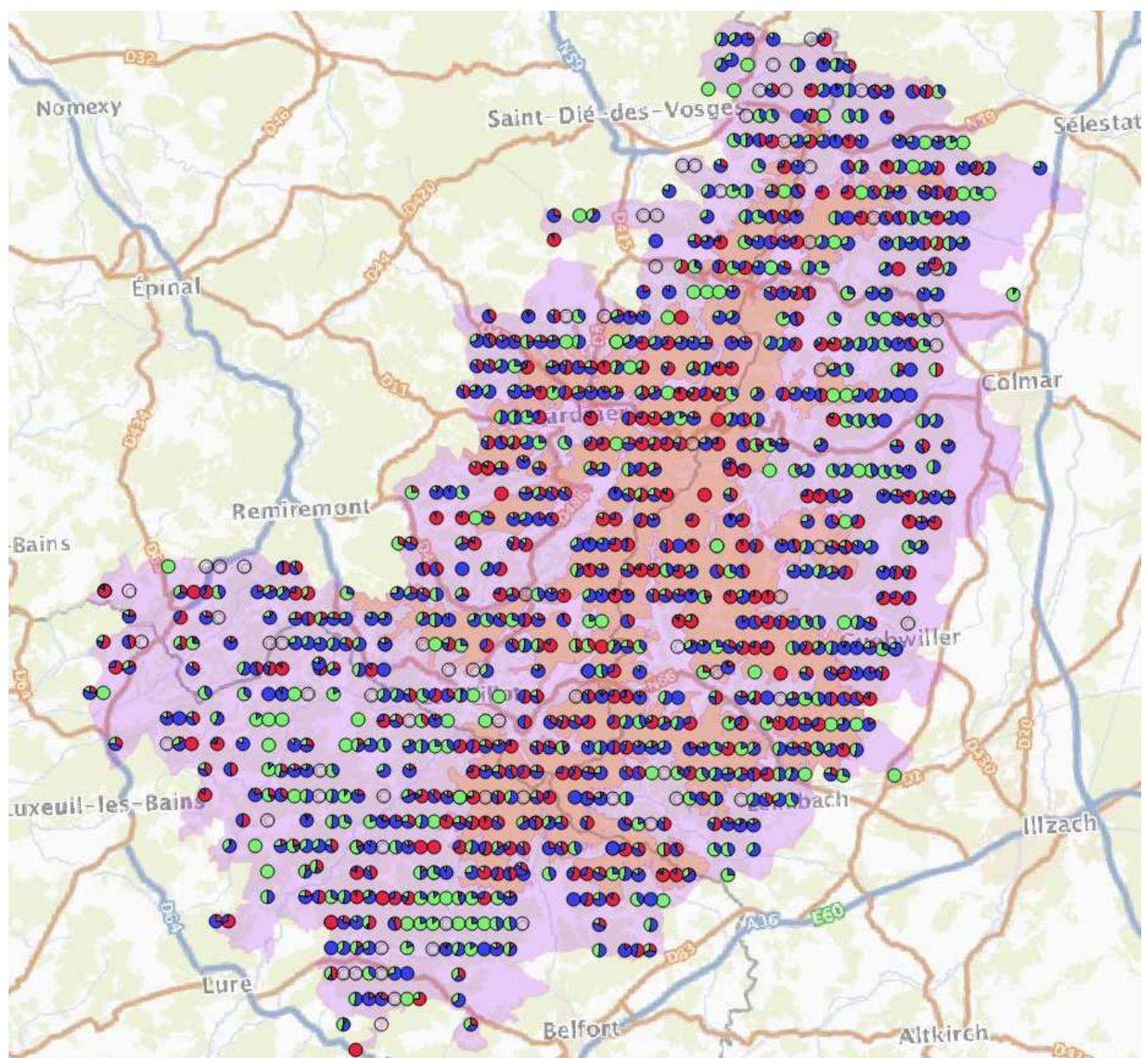


Figure 3 : proportions respectives des PB (vert), BM (bleu) et GB (rouge) sur chaque point d'inventaire. Les diagrammes vides sont les points sans arbres recensables ou à perches uniquement

Au global, sans tenir compte des perches, les bois moyens sont nettement dominants en surface terrière avec 44% de la surface terrière totale, les petits bois représentent 25%, les gros bois et très gros bois 31% (dont 9% pour les très gros bois). La tendance globale est à la capitalisation dans les gros bois, qui passent de 26% de la surface terrière totale en 2007 à 31% en 2012.

Les mêmes critères que ceux de la clé des types de peuplements du guide « Peuplements forestiers du massif Vosgien – Typologie et Sylviculture » ont ainsi été appliquée aux points IFN **pour construire une typologie des peuplements**. Ce choix est destiné à faciliter l’analogie entre les résultats produits et la dénomination des peuplements dont le PNR a l’habitude. Il faut néanmoins être prudent sur la lecture des résultats dans la mesure où l’IFN ne réalise pas un tour relascopique sur les points d’inventaire.

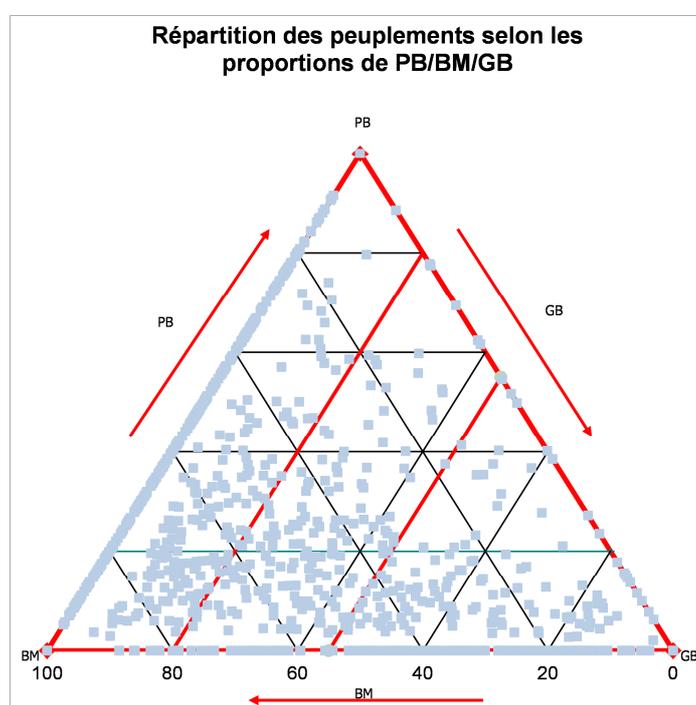
Il est en effet important de noter que les points de l’IFN ont une surface réduite avec un système de placettes concentriques (cf. III): les petits bois, bois moyens et gros bois sont mesurés sur des placettes de rayons fixes de 6 m, 9 m et 15 m respectivement. La surface terrière est alors calculée à partir des circonférences des

arbres mesurés. La méthode n'est pas la même lors d'une estimation de surface terrière effectuée par tour relascopique, l'opérateur comptabilise en effet les arbres en fonction du rapport distance/diamètre, sans rayon fixe.

De ce fait, s'il est possible de calculer une surface terrière et de donner une répartition par catégories de diamètres sur les points IFN, celles-ci ne peuvent être directement assimilées à un résultat de tour relascopique.

Il est probable que le relevé sur placettes concentriques conduit à sous-estimer la part des gros bois dans la surface terrière, par rapport à une méthode relascopique. Une comparaison plus poussée entre les deux méthodes, par exemple avec la réalisation simultanée de relevés relascopiques sur des placettes IFN, pourrait être une piste intéressante pour des approfondissements ultérieurs.

Une analyse préalable de la répartition des points IFN du PNR (toutes campagnes confondues) en fonction des proportions relatives de PB, BM et GB peut se faire à l'aide d'un diagramme ternaire. On constate une proportion globalement plus élevée des bois moyens et l'absence assez courante de petits bois ou de gros bois mais les points restent cependant assez bien répartis.



Graphique 2 : Répartition ternaire des points d'inventaire selon les proportions de PB, BM et GB

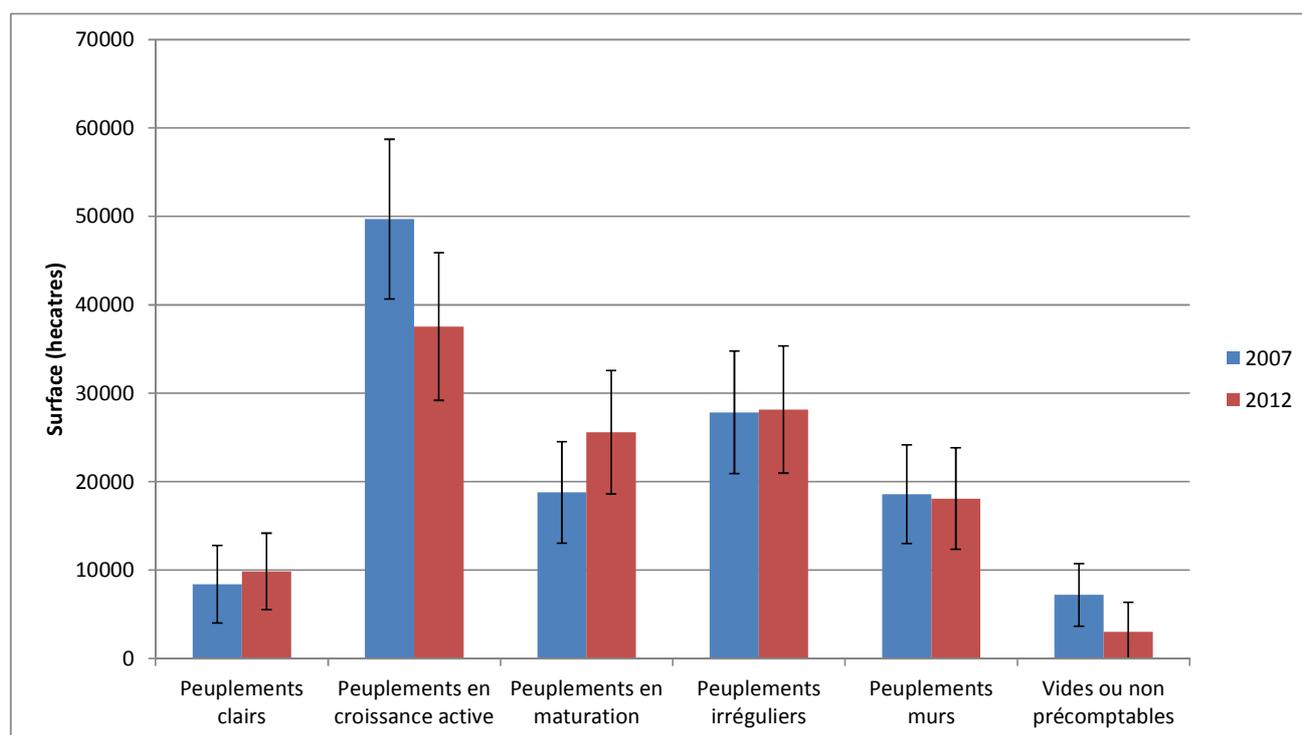
Comme dans le guide « Peuplements forestiers du massif Vosgien – Typologie et Sylviculture », les types de peuplements ont ensuite été regroupés en 5 grandes familles reflétant les stades d'évolution des peuplements dans le cycle forestier (la catégorie « Autres peuplements » est intitulée « peuplements dairs » dans les tableaux de résultats).

Famille de peuplements en croissance active		Famille de peuplements irréguliers	
11	à Petits Bois (et perches)	50	Irrégulier déficitaire en Gros Bois
12	à Petits Bois avec Bois Moyens	51	Irrégulier à Petits Bois
21	à Bois Moyens avec Petits Bois	52	Irrégulier à Bois Moyens
22	à Bois Moyens	54	Irrégulier à Bois Moyens et Gros Bois
Famille de peuplements en maturation		53	Irrégulier à Gros Bois
23	à Bois Moyens avec Gros Bois	55	Irrégulier type
32	à Gros Bois avec Bois Moyens	Autres peuplements	
44	à Bois Moyens et Gros Bois	R	Régénération semis à gaulis
Famille de peuplements mûrs		G	Gaulis à bas perchis
33	à Gros Bois	C1	Peuplements Clairs à Petits Bois
31	à Gros Bois avec Petits Bois	C2	Peuplements Clairs à Bois Moyens
		C3	Peuplements Clairs à Gros Bois
		S	Hêtraie sommitale

Si l'on répartit les forêts de l'ensemble du territoire du PNR selon ces familles de peuplements, 40 % sont des peuplements en croissance active (à petits bois et bois moyens dominants), 18 % des peuplements « irréguliers », et 10 % environ dans chacune des autres familles (en maturation, murs, autres peuplements clairs).

Cependant, la typologie du massif vosgien ayant été construite plus spécifiquement pour les peuplements dominés par le hêtre, le sapin, l'épicéa et dans une moindre mesure mélèze et douglas, il est possible de restreindre l'examen des types de peuplements à ceux concernés. (cf. [Composition de peuplements 2 au paragraphe VI-2-2](#)).

Ces peuplements couvrent 130 000 ha environ dans le parc. Malgré des résultats avec un intervalle de confiance élevé (c'est-à-dire globalement peu précis), du fait de la réduction de superficie, la ventilation selon les familles de peuplement montre toujours **la dominance des peuplements en croissance active (38 %), 20 % environ de peuplements irréguliers, 15 % pour chacune des familles de peuplements en maturation et de peuplements murs.**



Graphique 3 : Répartition selon les familles des peuplements sur le territoire du PNR

La proportion de peuplements en croissance active a tendance à avoir baissé entre 2007 et 2012 (de 38 % à 31 %) avec un report essentiellement sur les peuplements en maturation (passés de 14 % à 21 %). Cette évolution reste cependant non significative sur le plan statistique et mériterait d'être confirmée.

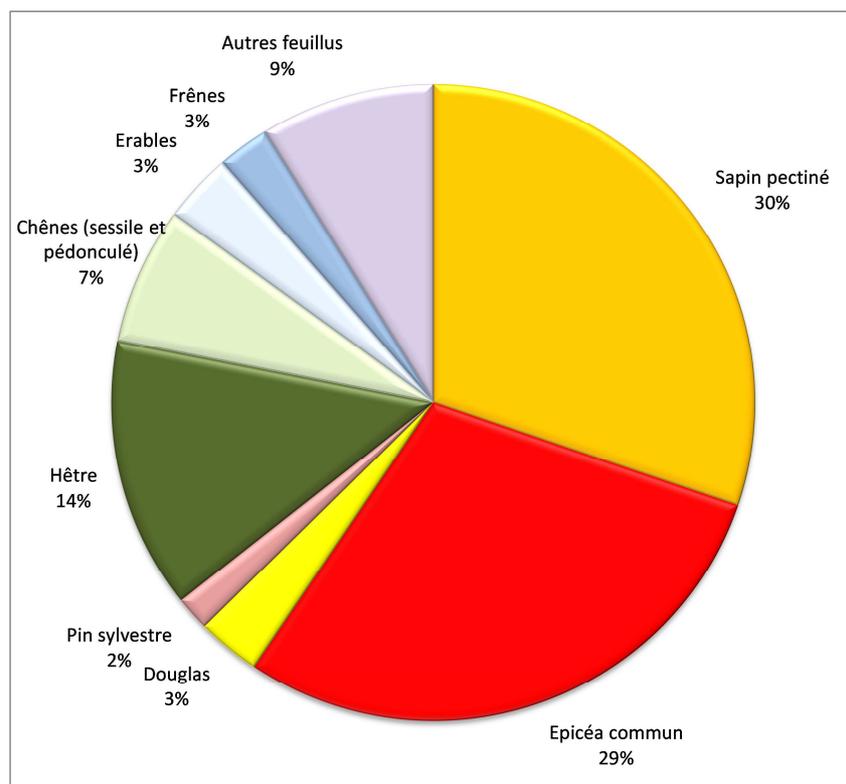
VI-3 Ressource en bois

VI-3.1 Quantification de la ressource

Le volume sur pied en 2012 est de 63,2 millions de mètres cubes, dont 45 % dans le secteur des Hautes-Vosges. Il aurait tendance à augmenter (59,6 millions de mètres cubes en 2007) sans néanmoins que cette évolution ne soit significative, la tendance restant donc à confirmer.

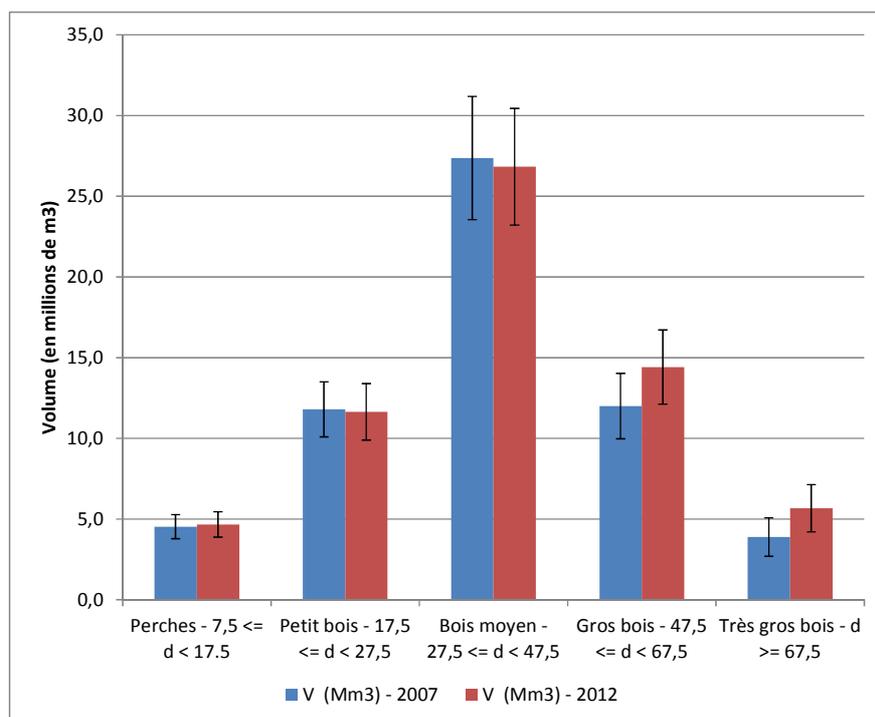
Avec une surface terrière moyenne de **33 m²/ha** et un volume moyen de **311 m³/ha**, les forêts du parc ont un capital sur pied nettement plus élevé que la moyenne française (166 m³/ha) et que celle de la région Grand-Est (212 m³/ha). Le capital à l'hectare est équivalent en forêts privées et publiques.

La ressource est essentiellement résineuse (65 %) et se répartit pour 60 % en sapin et épicéa (à moitié pour chaque essence), 14 % en hêtre, 7 % en chêne, le reste étant réparti entre les autres essences.



Graphique 4 : Répartition du volume sur pied par essence

Le volume est localisé pour 40 % dans la catégorie des bois moyens mais la capitalisation a tendance à se faire dans les gros bois et très gros bois (classes 50 cm et plus) qui passent de 27 à 32 % du stock total sur pied entre 2007 et 2012.



Graphique 5 : Répartition du volume sur pied par catégories de diamètres

VI-3.2 Exploitabilité

La facilité d'exploitation est évaluée par l'intermédiaire de la combinaison de cinq variables mesurées sur photographies aériennes ou directement sur le terrain :

- la distance de débardage pour acheminer les bois du point d'inventaire à une route accessible aux camions (distance < 200 m ; comprise entre 200 et 500 m ; comprise entre 500 et 1 km ; comprise entre 1 et 2 km ; supérieure à 2 km). Cette variable est appréciée sur photographie aérienne ;
- la présence d'itinéraire de débardage (itinéraire existant ; itinéraire inexistant mais qui pourrait être créé ; itinéraire inexistant et impossible à créer).
- la pente maximale le long du tracé supposé de débardage (0-15 % ; 15-30 % ; 30-45% ; 45-60 % ; 60 à 100 % ; supérieure à 100 %) ;
- la portance du terrain (terrain jamais portant ; terrain temporairement portant ; terrain portant toute l'année) ;
- le degré d'aspérité du terrain (terrain non accidenté, terrain accidenté, terrain très accidenté) ;

In fine, cinq catégories d'exploitabilité sont élaborées (très facile, facile, moyenne, difficile, très difficile). Elles sont présentées dans le schéma suivant :

Itinéraire de débardage	Aspérité et portance du terrain Pente Distance de débardage	Praticable (terrain non accidenté et portant au moins une partie de l'année)			Impraticable (terrain accidenté ou non portant)		
		0-15%	15-30 %	> 30 %	0-15%	15-30 %	> 30 %
Non nécessaire ou existant	< 200 m	Très facile	Facile	Moyenne	Moyenne	Difficile	Très difficile
	200-1000 m	Facile	Moyenne	Difficile	Difficile	Très difficile	Très difficile
	1000-2000 m	Moyenne	Difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile
	> 2000 m	Difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile
Piste à créer	quelconque	Difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile
Inaccessible	quelconque	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile

Exploitabilité ■ Très facile ■ Facile ■ Moyenne ■ Difficile ■ Très difficile

Figure 4: Tableau de définition des classes d'exploitabilité

Sur le territoire du PNR, **la majorité des peuplements (45 %) présentent un niveau d'exploitabilité classé « difficile »**, (explicable notamment par l'importance du facteur pente) et il n'y a pas de peuplement en situation « très difficile ». Néanmoins, le niveau d'accessibilité semble s'être amélioré entre 2007 et 2012, la part des peuplements en situation « difficile » étant passée de 58 % en 2007 à 45 % en 2012. Des efforts de création de voirie pourraient expliquer cette évolution.

VI-3.3 Qualité des bois

Trois classes de qualité des bois ont été notées par les opérateurs de l'IGN directement en forêt entre 2005 et 2013. Ces classes notées Q1, Q2 et Q3 sont établies en fonction de l'utilisation techniquement possible et économiquement souhaitable du bois, et non en fonction de son utilisation réelle qui n'est pas connue de l'IGN. On estime la répartition du volume de l'arbre (surbilles comprises) en 1/10èmes, dans chaque catégorie d'utilisation, en fonction de la qualité présumée du bois.

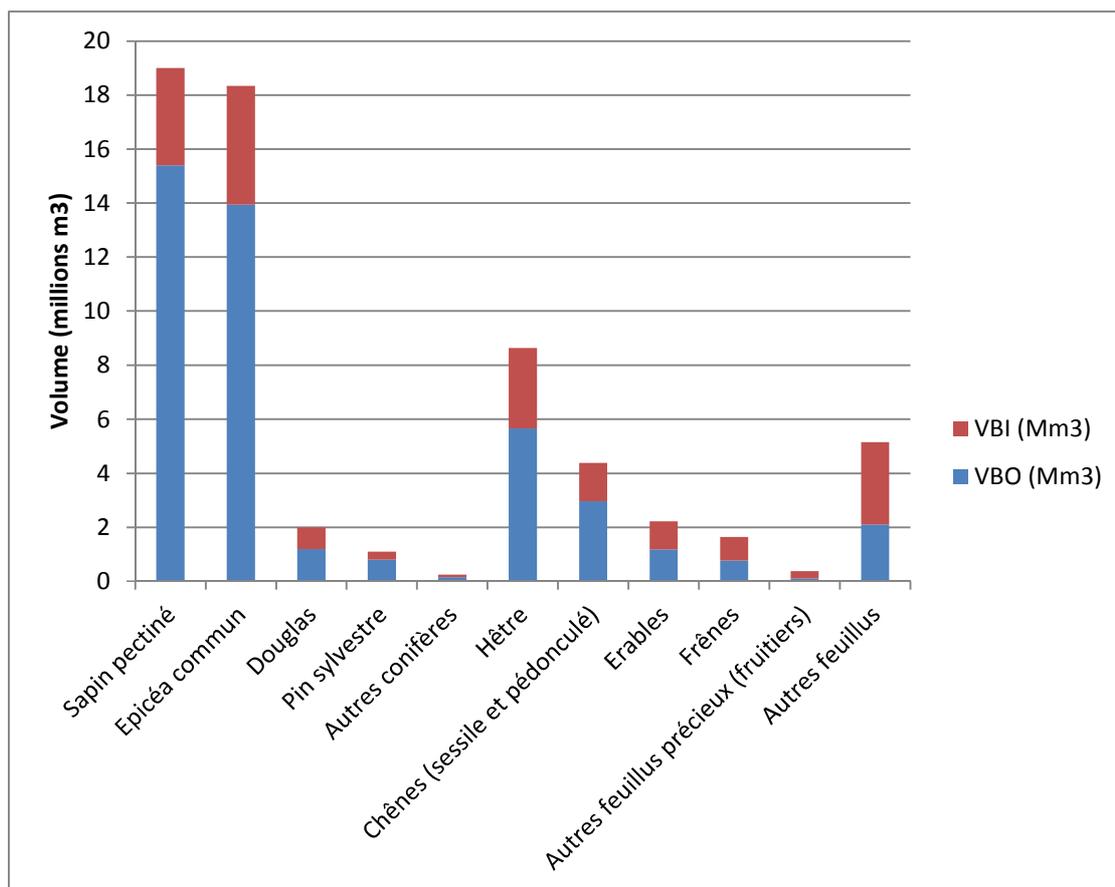
Du fait d'un changement dans la méthode de relevé de la qualité intervenu en 2014 (affectation d'une seule qualité par arbre en 4 catégories de qualité, entraînant une rupture dans la série), les calculs ventilés par qualité sont réalisés sur les campagnes 2010 à 2013 au lieu de 2010 à 2014 pour estimer la valeur moyenne « 2012 ».

Catégories	Diamètre fin bout minimal	Longueur minimale	Critères requis
Q1 (Tranchage, déroulage, ébénisterie, menuiserie fine)	Découpe marchande 20 cm	2 m	<ul style="list-style-type: none"> - Bille de pied, ou très belle surbille de tige, droite et sans défauts apparents (gélivures, fibre torse, cassure) <ul style="list-style-type: none"> • Bois sain • Maximum de nœuds admis par mètre linéaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pin maritime : 4 nœuds sains et adhérents de $\varnothing < 20$ mm ou 2 de $\varnothing < 25$ mm ○ Autres espèces : 2 nœuds de l'une ou l'autre catégorie : <ul style="list-style-type: none"> ▪ nœuds sains et adhérents de $\varnothing < 20$ mm ▪ nœuds noirs et non adhérents de $\varnothing < 10$ mm (donc 2 nœuds sains ou 2 nœuds noirs ou 1 nœud sain + 1 nœud noir)
Q2 (Autres sciages, menuiserie courante, charpente, caisserie, coffrage, traverses)	Découpe marchande 20 cm	2 m	<ul style="list-style-type: none"> - Parties de bille et surbille de tige (suffisamment rectilignes) qui répondent aux dimensions ci-contre et qui ne sont pas classées en 1. - Bois sain et sans défauts apparents (gélivure, cassure) interdisant sa mise en œuvre
Q3 (Industrie, chauffage)	Découpe terminale tige (7 cm ou plus)	Pas de délimitation sauf pour les surbilles : 1 m	<ul style="list-style-type: none"> - Tout ou partie de la tige (bille + surbille) non classé en 1 ou 2 - Bois sain

Les qualités Q1 et Q2 correspondent à l'usage potentiel de « bois d'œuvre » (BO) tandis que la qualité Q3 correspond à un usage potentiel industrie-énergie (BIBE).

Dans le PNR, **70 % du volume sur pied est constitué de BO potentiel**, soit 44 Mm³, la qualité Q1 étant assez marginale (2 %), les autres 19 Mm³ étant à usage potentiel BIBE.

En résineux, 77 % de la ressource est du BO (31 Mm³), essentiellement en sapin (15 Mm³) et épicéa (14 Mm³), tandis que dans le feuillus la part de BO est moindre (57 %).



Graphique 6 : Volume sur pied à usage potentiel de bois d'œuvre et de bois d'industrie/énergie par essence

VI -4 Production biologique et prélèvements

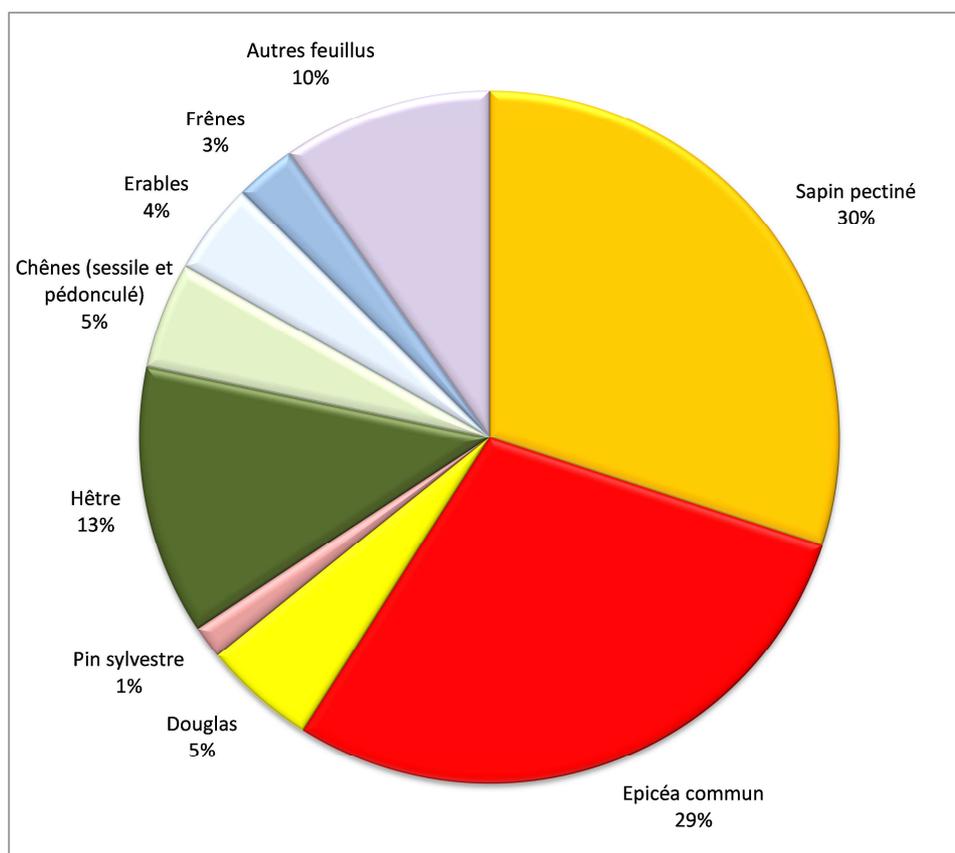
VI-4.1 Production biologique des arbres vifs

La production biologique est calculée à partir de la mesure de l'accroissement radial sur 5 ans (IR5) obtenu par carottage des arbres. Le volume produit au cours des 5 dernières années peut être calculé au niveau de chaque arbre et on en déduit la production annuelle moyenne.

Elle correspond à la production des arbres vivants et non chablis à l'année n, qui sont recensables (plus de 7,5 cm de diamètre). Le recrutement, qui correspond au volume des arbres qui sont devenus recensables (qui ont atteint les 7,5 cm de diamètre sur la même période de 5 ans), est comptabilisé dans la production des arbres vifs. La mesure faite lors de la campagne n correspond à l'accroissement des années de croissance et donc des campagnes n-1, n-2, n-3, n-4 et n-5.

La production biologique des arbres vifs fournie est calculée à partir des mesures réalisées entre 2010 et 2015. Il s'agit donc d'une production calculée **à partir des cerne de croissance des années 2005 à 2014** (cerne le plus ancien remontant à 2005 pour les mesures faites en 2010 et cerne le plus récent datant de 2014 pour les mesures faites en 2015).

Sur cette période, la production dans le territoire du parc est de **2,2 millions de m³/an** environ (près de 60 % en forêt publique) dont 0,9 millions de m³/an environ pour le secteur des hautes-Vosges. La production à l'hectare est à peu près équivalente en forêt publique ou privée (autour de 10 m³/ha/an en moyenne).



Graphique 7 : Répartition de la production en volume par essences

L'essentiel de la production (59 %) est constituée de sapin et épicéa, les deux espèces dominantes du parc. A noter qu'avec une productivité élevée, le Douglas représente 3 % du volume de bois sur pied mais 5 % de la production en volume.

VI-4.2 Prélèvements

Grâce aux revisites des points inventoriés 5 ans plus tôt, il est possible de connaître les prélèvements réalisés entre la mesure initiale (année n-5) et le retour (année n). Lorsqu'un arbre est constaté coupé à l'année n (alors qu'il était vivant à l'année n-5), on estime le volume qu'il représentait au moment de la coupe (considérée comme faite à mi période, soit à l'année n-2,5) à partir des informations (de volume et de production) relevées à l'année n-5. Le volume calculé à l'année n-5 est actualisé avec l'ajout de la production sur la mi période de 5 ans, et forme le volume de l'arbre quand il a été prélevé.

Le prélèvement ayant été effectué pendant la période de 5 ans (entre n et n-5), la somme des prélèvements est ensuite annualisée en divisant le volume total prélevé par 5, et correspond donc à un prélèvement annuel moyen.

Le prélèvement moyen annuel fourni est calculé à partir des retours faits entre 2010 et 2014 sur les points de 2005 à 2009. Il s'agit donc d'un **prélèvement moyen annuel entre mi-2005 et mi-2014**

Sur cette période, les prélèvements dans le territoire sont de **1,6 millions de m³/an** environ dont 0,6 millions de m³/an environ pour le secteur des Hautes-Vosges

VI -5 Valeur monétaire de la ressource en bois

VI-5.1 Estimation de la valeur du stock sur pied des principales essences en euros courants

L'objectif du PNR est d'estimer la valeur monétaire du stock sur pied pour les principales essences commerciales.

En l'absence de standards de prix pour les produits issus des forêts du territoire du PNR, et afin d'être le plus proche des prix des bois locaux, les prix de référence sont calculés à partir des valeurs des lots purs de bois sur pied en chaque essence, vendus par l'ONF en région Lorraine. Ces données sont celles mobilisées dans le cadre de l'Observatoire du prix des bois de Lorraine piloté par la Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt Grand-Est.

Les données de prix sont disponibles pour le chêne, le hêtre, le pin sylvestre et le sapin/épicéa (les deux essences étant regroupées) et par catégories de diamètres selon la répartition figurant au tableau suivant. Ces 5 essences représentent un volume d'environ 51 millions de m³ de bois sur pied (51,1 en 2007 et 51,7 en 2012).

Tableau 1 : Prix utilisés en euros courants

Essence	Chêne			Hêtre			Sapin-Epicéa		Pin sylvestre	
	25 et -	30 à 45	50 et +	25 et -	30 35 et	40 et +	20 et -	25 et +	20 et -	25 et +
Classes de diamètre (classes centrées de 5 cm)										
Prix au m ³ 2007 (euros courants)	14	36	96	17	23	34	15	43	7	28
Prix au m ³ 2012 (euros courants)	17	36	83	20	26	34	19	51	13	32

Pour correspondre au fait que les volumes sur pied des années 2007 et 2012 sont calculés en utilisant 5 campagnes annuelles IFN (respectivement 2005-2009 et 2010-2014), les prix de référence 2007 et 2012 ont été calculés en utilisant les lots vendus sur les mêmes périodes : 2006- 2009 (l'année 2005 n'étant pas disponible) et 2010-2014 respectivement.

Par exemple $\text{Prix de référence 2012} = \text{Chiffre d'affaire 2010 à 2014} / \text{Volume vendu 2010 à 2014}$

La valeur du stock sur pied pour chaque essence et catégorie de diamètre est alors estimée en multipliant le volume sur pied par le prix de référence. On obtient ainsi une valeur totale du stock pour ces 5 essences d'environ **1,9 milliards d'euros en 2007 et d'environ 2,3 milliards d'euros en 2012**.

La hausse en valeur est essentiellement due à la capitalisation en volume de sapin/épicéa, conjuguée à une hausse des prix sur ces essences de 20% entre 2007 et 2012. A noter que pour le pin sylvestre, les estimations de volume ne sont pas significatives, et le résultat est donc à prendre avec prudence.

Tableau 2 : Valeur estimée du stock sur pied des principales essences en millions d'euros courants

	2007	2012
Chêne	204	223
Hêtre	270	261
Pin sylvestre	60	32
Sapin/Epicéa	1326	1740
Total	1860	2256

VI-5.2 Correction des valeurs des bois en euros 2012

Dans la mesure où 2012 est l'année de référence de la charte du PNR, celui-ci a souhaité pouvoir comparer l'évolution de la valeur du stock en euros constants à la référence 2012.

Pour convertir les valeurs des lots de bois vendus en euros 2012, le déflateur retenu est la moyenne annuelle publiée par l'INSEE de l'indice général des prix d'ensemble des ménages de la France (métropole et DOM). Les valeurs utilisées sont accessibles sur <https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/001643154>. Ramené à la référence 2012, le déflateur est le suivant :

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1,1038	1,0876	1,0578	1,0569	1,0411	1,0195	1	0,9914	0,9864

Ainsi, chaque lot a été revalorisé en euros de 2012 puis les prix de référence de 2007 et de 2012 ont été recalculés (le prix de référence 2012 évolue également, dans la mesure où il moyenne notamment des lots vendus en 2010, 2011, 2013 et 2014 pour lesquels les prix ont été revalorisés). Par exemple, un lot valant 100 000 euros en 2006 est revalorisé à 110 380 euros de 2012.

Cette méthode permet de donner à chaque lot une valeur corrigée de l'inflation observée entre l'année de mise en vente et l'année de référence 2012 et de séparer l'effet d'inflation générale de la variation des cours des bois.

Tableau 3 : Prix utilisés, ramenés en euros de 2012

Essence	Chêne			Hêtre			Sapin-Epicéa		Pin sylvestre	
	25 et –	30 à 45	50 et +	25 et –	30 35 et	40 et +	20 et –	25 et +	20 et –	25 et +
Classes de diamètre (classes centrées de 5 cm)										
Prix au m ³ 2007 (euros 2012)	15	39	104	18	25	37	16	47	7	30
Prix au m ³ 2012 (euros 2012)	17	36	84	20	27	35	19	51	13	32

On obtient ainsi une valeur du stock en euros de 2012, pour ces 5 essences de **2,0** en 2007. Logiquement, la correction est moindre pour 2012 et la valeur reste proche de 2,3 milliards d'euro.

Tableau 4 : Valeur estimée du stock sur pied des principales essences en millions d'euros de 2012

	2007	2012
Chêne	220	225
Hêtre	290	263
Pin sylvestre	64	33
Sapin/Epicéa	1428	1754
Total	2002	2275

L'agence ONF Nord-Franche-Comté a ultérieurement communiqué au PNR des prix des bois vendus sur 2005-2014 provenant des secteurs « Piémont » et « Vosges cristallines » pour le chêne et le hêtre. Les prix sont globalement plus faibles que les prix lorrains pour les feuillus de petits diamètre mais plus élevés pour

les diamètres élevés (en particulier pour le chêne de 50cm et plus). De ce fait, le capital sur pied de ces deux essences serait valorisé à seulement -2% pour le hêtre mais à +19% pour le chêne par rapport à la valeur calculée à partir des prix lorrains.

La constitution d'un référentiel de prix à partir des lots provenant des différentes agences du massif vosgien permettrait d'affiner l'estimation en valeur du capital sur pied.

VI-5.3 Précisions sur la méthode d'estimation de la valeur du stock de bois sur pied

Les résultats qui sont donnés sont destinés à apporter une appréciation globale sur la valeur du stock de bois sur pied des principales essences. Il convient de prendre en compte les éléments suivants pour éclairer la lecture des résultats :

- Les volumes utilisés sont assortis d'un intervalle de confiance, l'incertitude correspondante se répercutant sur les calculs en valeur. Pour le sapin/épicéa de la catégorie 25 et +, qui représente plus de 60 % du volume sur pied des 5 essences retenues, l'intervalle de confiance sur le volume est ainsi de 17 %. Les résultats ne sont pas significatifs pour le pin sylvestre dans la catégorie 20 et -.
- Les volumes et les prix utilisés sont ventilés par catégories de diamètres, sans prise en compte de la qualité des bois. Cela revient à retenir l'hypothèse que les lots vendus et utilisés pour le calcul des prix ont la même répartition en qualité que l'ensemble du stock sur pied.
- Faute de prix calculés à partir de l'ensemble des bois vendus sur le territoire du PNR, les prix retenus sont ceux constatés en forêts publiques de la région Lorraine. Les qualités de bois et par conséquent les prix peuvent être différents sur le seul secteur du massif vosgien par rapport à la moyenne de la Lorraine (par exemple une qualité du hêtre moindre en montagne que sur les plateaux calcaires).

VI -6 Indicateurs écologiques

VI-6.1 Volumes de bois mort

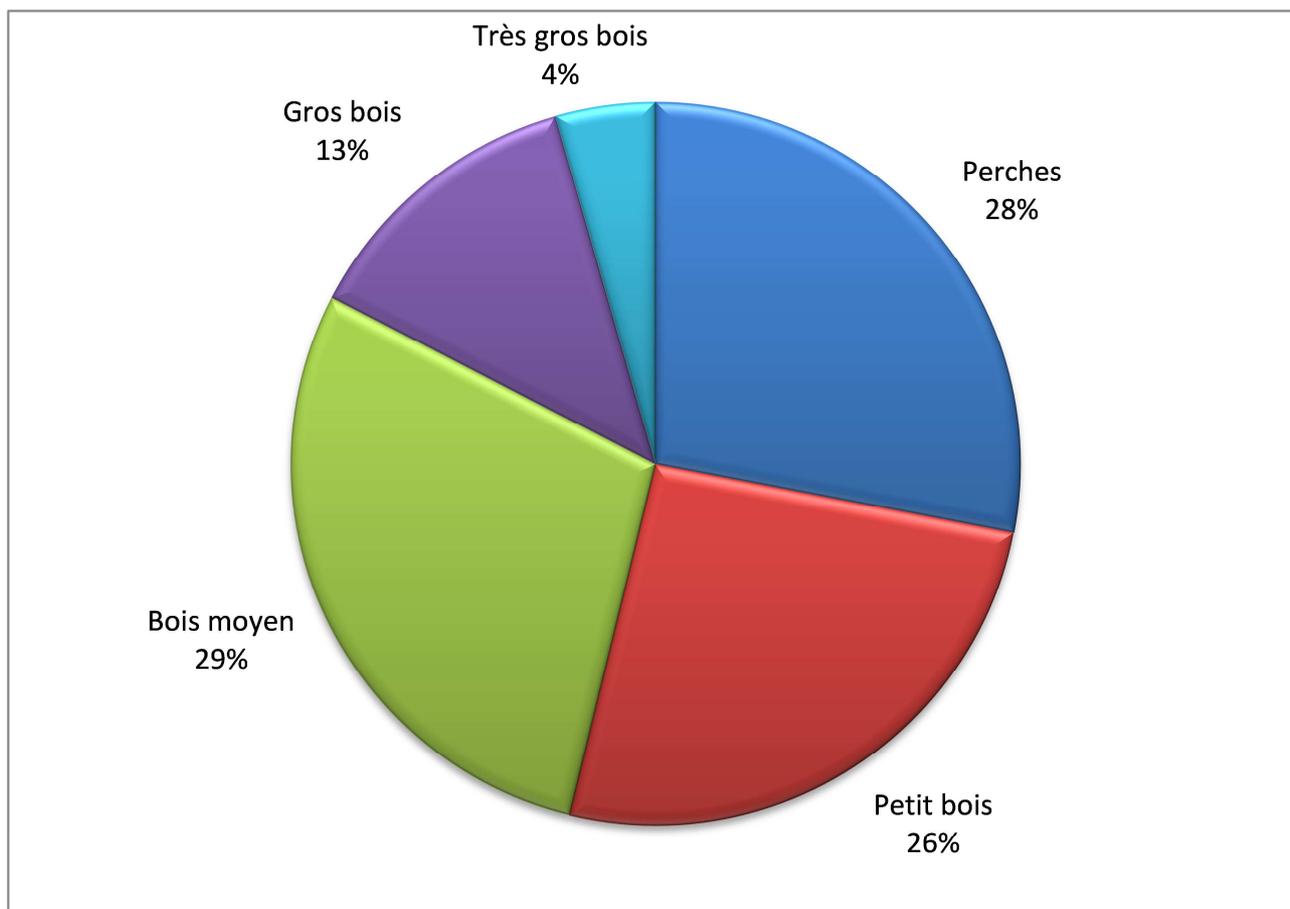
Les bois mort sur pied sont les arbres ne présentant aucun signe de vie au-dessus de 1,30 m, et toujours sur pied, cassés ou non au niveau de la tige ou du houppier. Ils sont relevés selon la même méthode que les bois vivants (placettes).

L'inventaire du bois mort au sol est réalisé depuis 2008 sur un transect de 12 mètres de long centré sur le point d'inventaire et orienté aléatoirement. Le seuil de diamètre pour prendre en compte le bois mort au sol est fixe à 2,5 cm. Le volume obtenu n'est pas directement comparable avec le volume de bois sur pied (vif ou mort) car pour le bois mort au sol le seuil de recensabilité de l'arbre n'intervient pas et les éléments pris en compte peuvent venir de la tige (volume bois fort) tout comme des branches

Dans la mesure où les données ont été relevées à compter de 2008, les résultats ne sont pas disponibles pour 2007 et sont fournis pour 2012.

Le volume de bois mort sur pied dans le PNR est de 2 Mm³ soit en moyenne 10 m³/ha. Il est à peu près équivalent en forêts privées ou publiques. 17 % du volume de bois mort est constitué de gros et très gros bois, l'essentiel (plus de la moitié du volume) étant constitué de perches et de petits bois.

Le volume de bois mort au sol dans le PNR est de 6,3 Mm³ soit en moyenne 31 m³/ha. Il est plus élevé en forêt publique qu'en forêt privée (37 m³/ha contre 22 m³/ha). Il s'agit essentiellement de bois de faible diamètre, avec près de 60 % du volume en bois de diamètre inférieur à 17,5 cm.



Graphique 8 : Répartition du volume de bois mort sur pied par catégories de diamètres

VI-6.2 Classes de valeur « Tétrás » des peuplements

Le guide de sylviculture « Des forêts pour le Grand Tétrás », édité en septembre 2012, propose un regroupement des types de peuplements élaborés dans le cadre du guide « Peuplements forestiers du massif Vosgien – Typologie et Sylviculture » (cf. VI-2-2) en fonction de la qualité de leur structure pour l'habitat du Grand Tétrás.

Les 6 groupes diffèrent des familles utilisées précédemment dans la description des types de peuplements.

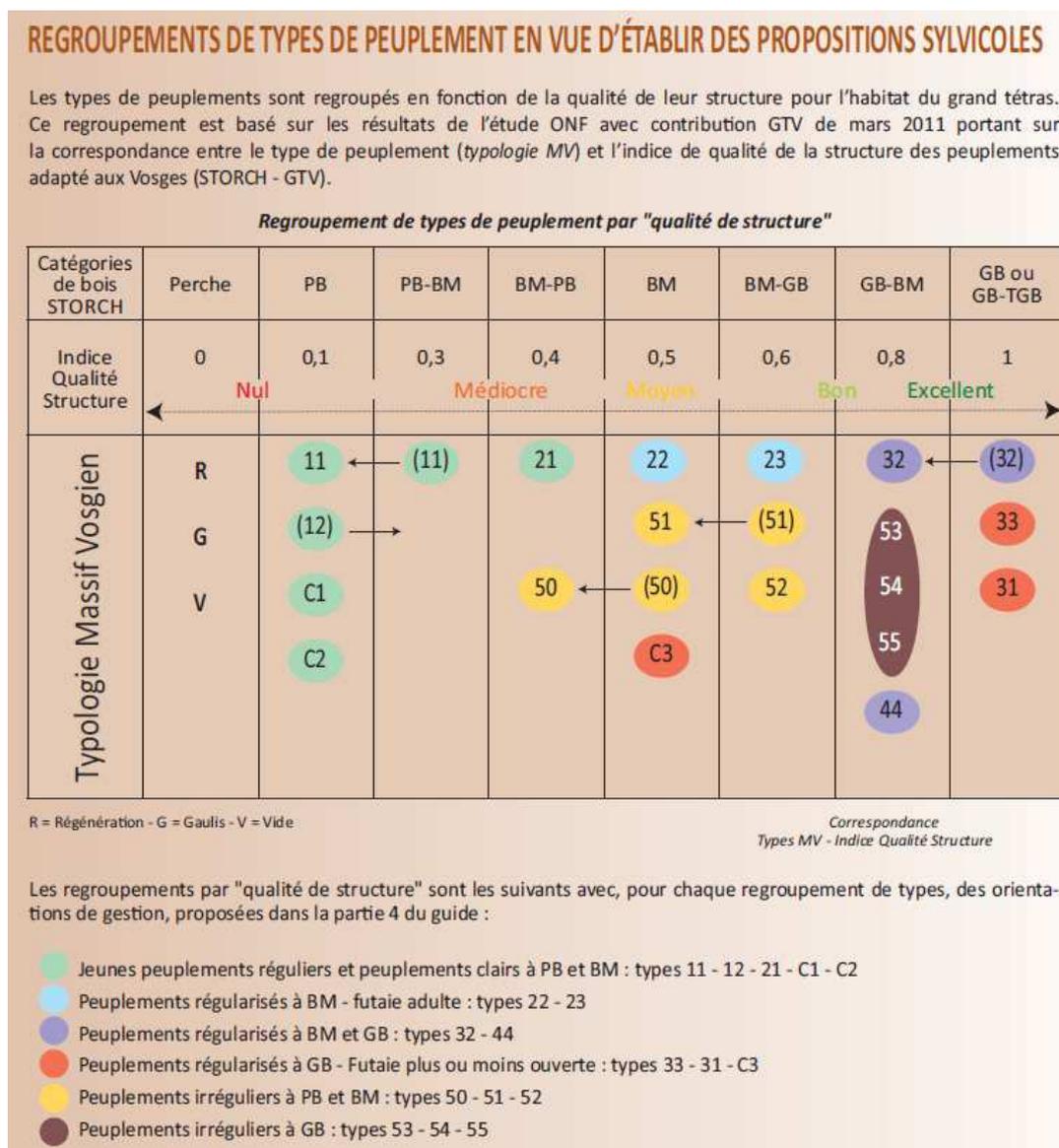


Figure 5 : Extrait du guide « Des forêts pour le Grand Tétrás », présentant les regroupements des types de peuplements en fonction de la qualité de leur structure

Les groupes de peuplements à dominantes de gros bois : « régularisés à BM et GB », « régularisés à GB » et « irréguliers à GB » sont ceux dont la structure est la plus favorable au Grand Tétrás.

L'application de cette clé à l'ensemble du territoire du PNR fait ressortir que 30% des peuplements (61 000 ha environ) appartiennent à ces groupes, pour trois quart des peuplements régularisés à BM/GB ou GB et pour un quart des peuplements irréguliers à GB.

En se limitant aux 130 000 ha de hêtraies et peuplements résineux (ou mixtes) auxquels est appliquée la typologie du massif vosgien, ce sont 38 % des peuplements dont la structure est favorable au Grand Tétrás. Les résultats obtenus pour chaque groupe de peuplements ne sont pas significatifs, et la réalisation de ventilations supplémentaires (par exemple en fonction de l'abondance de myrtille ou de classes de surface terrière) n'est pas possible.

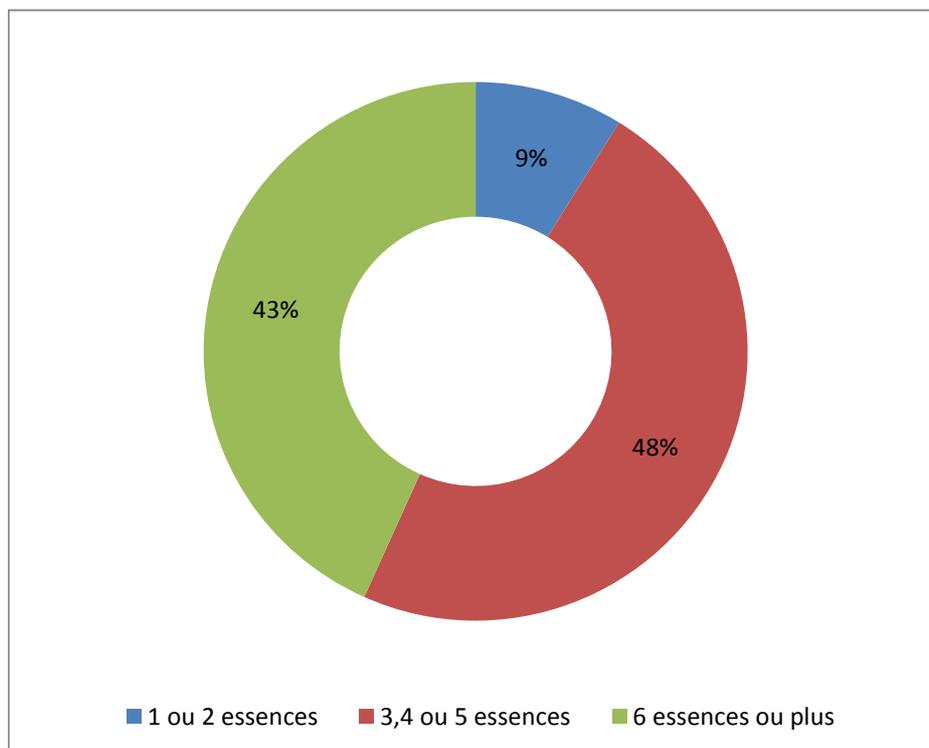
VI-6.3 Richesse locale en essences dans la strate recensable

La richesse locale apprécie le nombre moyen d'essences forestières présentes à l'échelle des placettes de 20 ares (25 m de rayon). Sont décomptées toutes les essences qui présentent des individus recensables, quel que soit leur taux de couvert. La richesse locale en essence est un facteur positif pour la diversité des autres taxons (insectes etc...)

Pour obtenir des valeurs significatives, 3 classes ont été créées :

- Peuplements peu diversifiés à 1 ou 2 essences
- Peuplements diversifiés à 3, 4 ou 5 essences
- Peuplements très diversifiés à 6 essences ou plus

Les peuplements du parc sont dans l'ensemble diversifiés (48 %) et très diversifiés (43 %), légèrement plus que la moyenne nationale (respectivement 44 % et 37 % pour les mêmes classes).



Graphique 9 : Part des peuplements selon la richesse locale moyenne en essences forestières

Au total, 42 espèces arborées différentes sont présentes dans la strate recensable des points IFN relevés dans le PNR. La moitié de ces espèces sont peu fréquentes, rencontrées à moins de 20 reprises (Pin noir d'Autriche, cytise, chêne rouge, pommier sauvage, saule cendré, saule blanc ...)

En matière d'espèces végétales, 453 espèces ont été identifiées sur les points IFN dans le PNR, dont 35 de bryophytes (ne sont pas comptabilisés les cas où seul le genre a pu être identifié et non l'espèce).

VI-6.4 Habitats forestiers et communautés stationnelles potentielles

a) Relevé des habitats sur les points IFN

Depuis 2013, l'IGN identifie l'habitat sur chaque point inventorié ainsi que sur tous les points « deuxième visite ». Par habitat on entend un ensemble indissociable avec une faune, une végétation et un compartiment stationnel caractérisé par ses conditions climatiques, un sol et ses propriétés physico-chimiques. Un habitat ne se réduit pas à la seule végétation, mais celle-ci par son caractère intégrateur des conditions de milieu et de fonctionnement de l'écosystème, est considérée comme un bon indicateur permettant de déterminer l'habitat. La typologie des habitats s'appuie ainsi sur une approche phytosociologique permettant de définir les associations végétales élémentaires.

A ce jour la donnée d'habitat est disponible sur 425 des 1037 points d'inventaire mesuré sur le territoire du parc.

Parmi les relevés effectués, quatre habitats sont nettement dominants et représentent un peu plus de 80 % des habitats rencontrés :

- La sapinière-hêtraie vosgienne acidiphile à fétuque des bois
- La hêtraie-sapinière acidiphile continentale à luzule blanche du montagnard inférieur ou moyen
- La hêtraie-sapinière acidiphile continentale à luzule blanche du montagnard supérieur
- La hêtraie-chênaie acidiphile à pâturin de chaix.

b) Communautés stationnelles potentielles

Le PNR a souhaité disposer d'une évaluation de la représentation de 7 grands types de forêts (que l'on désignera par le terme de « communautés stationnelles potentielle ») :

- Forêts hyperacidiphiles
- Hêtraies-chênaies collinéennes
- Hêtraies-sapinières montagnardes
- Chênaies thermophiles (du versant alsacien)
- Hêtraie subalpine
- Autres forêts feuillues : Forêts feuillues riveraines, chênaies pédonculées ou forêts de ravins (éablaies)
- Pessières sur blocs

Pour ce faire, chaque point d'inventaire IFN entre 2005 et 2014 a été codé en lui affectant une communauté potentielle. Celle-ci est prédite en fonction des données écologiques relevées sur le point (type de sol, type d'humus, indice hydrique, indice trophique, flore, altitude ...) selon la clé figurant ci-dessous.

Pour les hêtraies subalpines et les pessières sur bloc, celles-ci étant très rares, elles n'ont pas pu être individualisées (elles ne sont pas représentées parmi les points IFN pour lesquels l'habitat a été relevé sur le terrain).

La clé utilisée figure en annexe 2.

L'identification des communautés stationnelles et des facteurs déterminants est complexe. Dans la mesure où une clé assez simple a été utilisée ici, il ne s'agit pas d'identifier systématiquement la communauté stationnelle sur un point donné mais d'évaluer la répartition globale des communautés à l'échelle du parc.

Les points d'inventaires pour lesquels l'habitat a été effectivement noté sur le terrain servent ensuite de référence afin de comparer la concordance entre habitat effectif et communauté potentielle prédite (tableau de correspondance en annexe). La répartition entre communautés est globalement cohérente, avec une bonne identification des hêtraies sapinières et des hêtraies-chênaies collinéennes. Pour les communautés moins représentées (éablaies sur éboulis, chênaies thermophiles) le résultat est moins bon, avec 40% à 60% de correspondance.

Tableau 5 : Surface forestière estimée selon la communauté stationnelle

Communauté stationnelle prédite	Surface (milliers ha)	Intervalle de confiance (milliers ha)
Érablaies sur éboulis	n.s.	
Chênaies thermophiles	n.s.	
Hêtraies chênaies collinéennes	37,1	5,6
Autres forêts feuillues des milieux humides	n.s.	
Forêts hyperacidiphiles	n.s.	
Hêtraies sapinières riches	10,2	3,0

Hêtraies sapinières peu acides	34,0	5,2
Hêtraies sapinières acides	107,1	8,9
Total	205,0	11,2

Le groupe des hêtraies-sapinières est évidemment le plus représenté, avec essentiellement des hêtraies-sapinières acides ou peu acides. Les résultats, même en prenant en compte 10 campagnes successives d'inventaire ne sont pas significatifs pour les communautés les plus rares (ébraies sur éboulis, chênaies thermophiles, autres forêts feuillues de milieux humides et forêts hyperacidiphiles).

c) c) Part de l'épicéa

L'Epicéa est la principale essence implantée dans les Vosges en dehors de sa zone spontanée. C'est pourquoi le PNR a souhaité connaître son taux de présence par communauté stationnelle, comme élément pour apprécier la naturalité des peuplements.

L'Epicéa représente environ un quart de la surface terrière totale sur le territoire du parc. Sa présence est plus marquée dans les hêtraies-sapinières acides (30% de la surface terrière), et moins marquée à l'étage inférieur des hêtraies-chênaies collinéennes (13%)

Tableau 6 : Proportion d'épicéa selon les communautés stationnelles

	Surface terrière totale d'Epicéa (milliers m ²)	+/-	Surface terrière totale toutes essences (milliers m ²)	+/-	Proportion d'épicéa
Erabraies sur éboulis	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Chênaies thermophiles	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Hêtraies chênaies collinéennes	144	103	1046	230	13%
Autres forêts feuillues	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Forêts hyperacidiphiles	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Hêtraies sapinières riches	n.s.	n.s.	390	146	n.s.
Hêtraies sapinières peu acides	211	147	1166	239	18%
Hêtraies sapinières acides	1035	237	3477	385	30%
TOTAL	1637	286	6596	491	25%

Un travail dédié permettrait de mieux identifier les critères discriminants et d'améliorer ce type de prédiction à partir des données écologiques.

VI-6.5 Espèces d'intérêt particulier pour le PNR

Le PNR a retenu une liste de 40 espèces d'intérêt particulier afin de connaître leur répartition sur le territoire. Il s'agit d'espèces d'intérêt patrimonial (lys martagon, blechnum, bazzania trilobata ...), d'espèces allochtones (pin Weymouth, douglas ...) éventuellement invasives (balsamine de l'Himalaya, renouée du japon...), d'espèces à fruits (myrtille, framboisier, airelle rouge ...) ou d'espèces arborées pour lesquelles l'abondance dans la strate herbacée présente un intérêt pour apprécier la régénération.

code ifn	nom vernaculaire	code ifn	nom vernaculaire	code ifn	nom vernaculaire
1	sapin pectiné	3256	épicéa	3647	robinier faux accacia
37	adénostyle à feuilles d'alliaire	3281	pin sylvestre	3698	framboisier
283	angélique des bois	3282	pin Weymouth	4203	solidage tardif
616	blechnum	3291	pommier sauvage	4214	alisier blanc
749	callune	3369	sceau de Salomon multifleur	4215	sorbier domestique

946	charme	3370	sceau de Salomon verticillé	4345	if
954	châtaignier	3376	renouée du japon	4583	myrtille
1742	hêtre	3504	laurier cerise	4585	airelle rouge
2214	houx	3508	cerisier à grappe	4797	douglas
2223	impatience de l'Himalaya	3546	chêne pédonculé	5037	ronce des bois
2487	lis martagon	3548	chêne rouge	9371	leucobruym glaucum
2589	camérisier noir	3549	chêne sessile	9411	Bazzania trilobata
2774	mercuriale pérenne	3613	bourdaine		
3083	oxalis	3637	groseillier des alpes		

Sur chaque placette, l'IGN effectue un inventaire complet des espèces floristiques rencontrées. Pour chaque taxon observé, un coefficient d'abondance dominance est noté. Cet inventaire floristique comprend également les essences forestières présentes dans la strate recensable.

A partir de l'abondance-dominance notée dans la strate non-recensable (donnée ABONDNR) et du taux de couvert de la strate recensable, il est également possible de calculer une abondance-dominance totale (donnée ABONDC) pour les essences forestières. Par défaut pour une espèce herbacée ABONDC et ABONDNR seront identiques.

L'abondance-dominance est fournie selon les classes suivantes :

Modalité	Définition
0	Espèce absente
1	Taux de recouvrement < 25 % et présence faible
2	Taux de recouvrement < 25 % et présence nette
3	25 % <= taux de recouvrement < 50 %
4	50 % <= taux de recouvrement < 75 %
5	75 % <= taux de recouvrement

Les données figurent dans le tableau Excel joint et permettent de réaliser des cartes de points avec présence et abondance des espèces. Des exemples de cartes figurent en annexe.

VII- Pistes d'évolution

Plusieurs pistes de travail, ou d'amélioration à venir ont été discutées avec le PNR afin de mettre en place un observatoire pérenne des forêts dans le cadre de la mise en œuvre de la charte du parc.

Il s'agirait de :

- réaliser un comparatif des évaluations de surface terrière entre la méthode relascopique et le calcul réalisé à partir des mesures de l'inventaire forestier national, à l'échelle de la placette (réalisation de doubles mesures),
- améliorer l'évaluation de la valeur monétaire du capital sur pied en disposant d'un suivi des prix des bois à l'échelle du massif vosgien
- améliorer la précision des résultats et au besoin disposer de données complémentaires, par exemple en mettant en place un inventaire à façon qui complétera les relevés standards de l'IFN.

D'autre part, la poursuite de l'identification des habitats par l'IFN permettra de disposer d'un nombre croissant de points sur lesquels cette donnée sera disponible. Un bilan de l'état de conservation des habitats pourrait être envisagé.

VIII- Synthèse chiffrée

Cette synthèse est destinée à dresser un portrait des forêts dans le territoire du PNR des Ballons des Vosges à partir des principaux chiffres clés descripteurs de la forêt. Elle est organisée en ventilant les résultats par thématiques, correspondant à trois des six critères de gestion durable retenus par la FAO : « Ressources forestières », « Diversité biologique » et « Fonctions de production ».

	Unité	2007		2012		
		Valeur	+ ou -	Valeur	+ ou -	
Ressource forestière	Surface de forêt	milliers ha	209	16	205	17
	<i>Dont surface disponible pour la production</i>	milliers ha	206	16	202	17
	Surface relevant du régime forestier	milliers ha	123	12	121	12
	Volume total sur pied	M m ³	59,6	7,6	63,2	8,2
	<i>Dont sapin pectiné</i>	M m ³	17,3	4,1	19,0	4,7
	<i>Dont épicéa commun</i>	M m ³	16,2	4,8	18,3	6,2
	<i>Dont hêtre</i>	M m ³	9,9	2,4	8,6	2,5
	Volume moyen à l'hectare	m ³ /ha	290	30	311	31
	Surface terrière à l'hectare	m ² /ha	31	2	33	2
	Surface terrière totale	M m ²	6,5	0,7	6,7	0,7
	<i>Perches - 7,5 <= d < 17,5</i>	%	14%	ND	14%	ND
	<i>Petit bois - 17,5 <= d < 27,5</i>	%	23%	ND	22%	ND
	<i>Bois moyen - 27,5 <= d < 47,5</i>	%	41%	ND	38%	ND
	<i>Gros bois - 47,5 <= d < 67,5</i>	%	16%	ND	19%	ND
<i>Très gros bois - d >= 67,5</i>	%	6%	ND	7%	ND	
Fonctions de production	Superficie difficilement exploitable	milliers ha	119	13	90	12
	Volume sur pied d'usage potentiel bois d'œuvre	M m ³	41,2	5,8	44,3	6,9
	Production biologique (sur 2005-2014)	m ³ /ha/an	11	1		
	Prélèvement moyen annuel (sur 2005-2014)	M m ³ /an	1,6	0,5		
	Prélèvement moyen annuel (sur 2005-2014)	m ³ /ha/an	8	1		
	Valeur estimée du stock sur pied en chêne, hêtre, sapin, épicéa et pin	M € de 2012	2003	ND	2275	ND
	<i>Dont part de sapin et épicéa</i>	M € de 2012	1428	ND	1754	ND
Diversité biologique	Part de la surface à plus de 3 essences dans la strate recensable	%	81%	ND	91%	ND
	Nombre d'espèces arborées présentes dans la strate recensable		42			
	Nombre d'espèces végétales identifiées		453			
	Volume de bois mort au sol	(m ³ /ha)	ND	ND	31	6
	Volume de bois mort sur pied	(m ³ /ha)	ND	ND	10	2
	Part des gros bois (>47,5cm de diamètre) en volume	%	27%	ND	32%	ND

IX- Bibliographie

The French National Forest Inventory - J.C Hervé in National Forest Inventories, C. VIDAL et al, 2016

L'inventaire des ressources forestières en France : un nouveau regard sur de nouvelles forêts – J.C. Hervé, S. Wurpillot, C. Vidal et B. Roman-Amat - Revue forestière française LXVI - 3-2014

Peuplements forestiers du massif Vosgien, typologie et sylviculture - S. ASAEL, CRPF de Lorraine-Alsace 1999

Des forêts pour le Grand Tétrás, guide de sylviculture – Ouvrage collectif – 2012

Cartographie prédictive des stations forestières du massif vosgien - Elaboration, validation et applications C. Piedallu, J.C. Gégout, F. Cornu Jean, C. Cluzeau.-. 2006

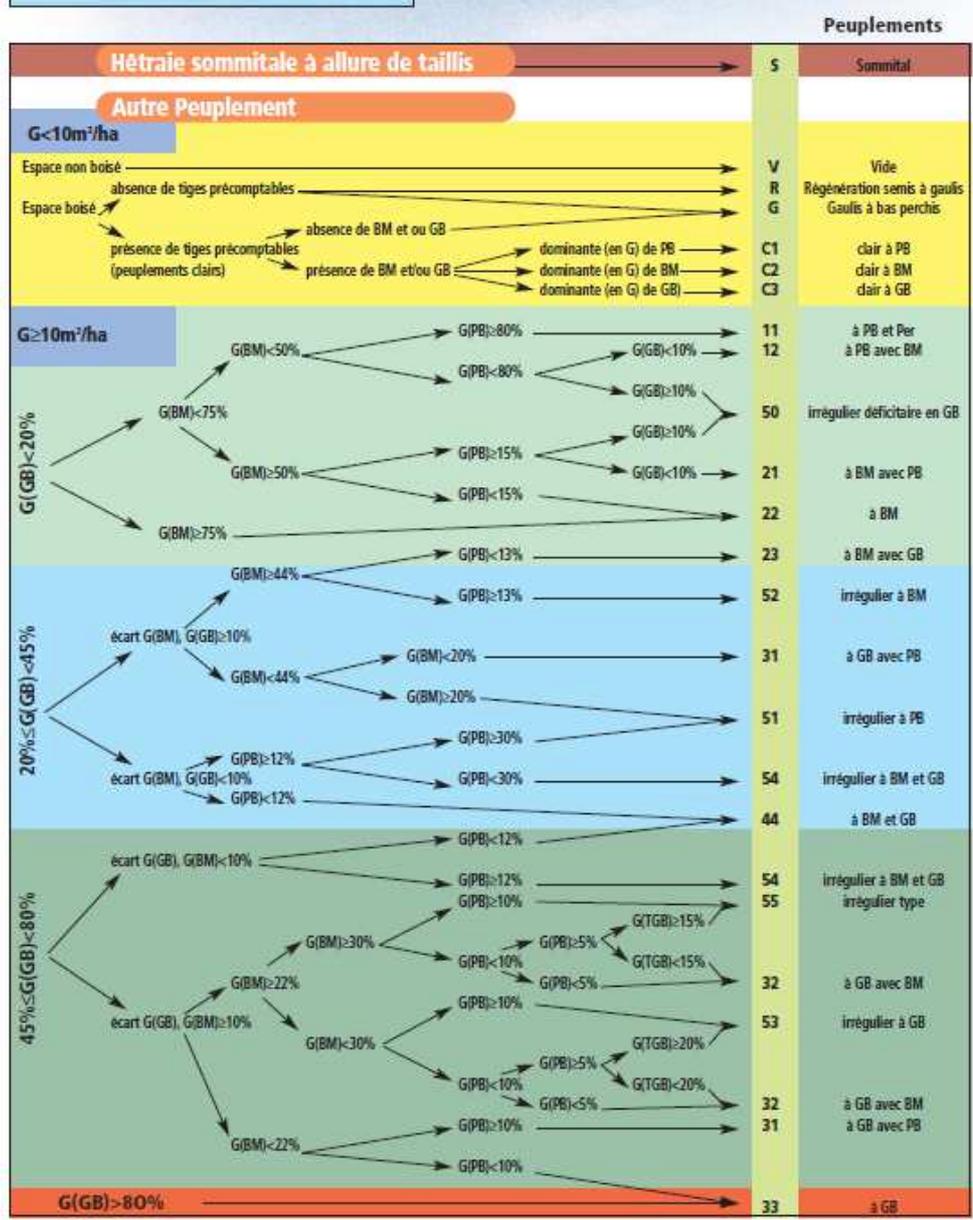
Annexe 1 : Clé des types de peuplements

Clé extraite du guide « Peuplements forestiers du massif Vosgien – Typologie et Sylviculture »

Clef d'identification des types de structure

Catégories de bois :
 - Perches : 10-15 cm
 - PB (Petits Bois) : 20-25 cm
 - BM (Bois Moyens) : 30 à 45 cm
 - GB (Gros Bois) : 50 cm et plus comprenant la sous-catégorie des Très Gros Bois (70 cm et plus)

Les surfaces terrières sont mesurées uniquement sur les arbres d'un diamètre supérieur à 17,5 cm.
 G(...) correspond au pourcentage de la surface terrière dans la catégorie de diamètre désignée.



Richesse en perches
 La structure sera dite riche en perches si dans un cercle de 15 m de rayon (jugé à l'œil), on trouve plus de :
 Par exemple : Type 33 "pauvre en perches" 330
 "riche en perches" 331

Remarque : Les types 11, 12, 31 et 51 sont toujours riches en perches.

AUS - Communication - 03 88 83 36 37 - Document ONF CRPF Alsace-Lorraine. Extrait du Guide «Peuplements forestiers du Massif Vosgien - Typologie et Sylvicultures ».

Annexe 2 : Clé utilisée pour prédire les communautés stationnelles

1) **HA** : Communauté des forêts hyperacidiphiles

Indice trophique « hyperacidiphile » ou « acidiphile »

ET Type d'humus « mor ou dysmoder »

ET Présence d'airelle rouge

OU Type de sol « tourbeux »

OU Type de sol « brun acide » ET myrtille très abondante ($\geq 75\%$)

OU Type de sol « ranker à moder », « podzolique » ou « podzol » ET myrtille abondante ou très abondante ($\geq 50\%$)

2) **AF** : Communauté des forêts feuillues autres que les hêtraies, hêtraies-chênaies et chênaies thermophiles :

2-a **AFH** Sous-groupe des forêts feuillues de milieux humides

Type de sol « sol alluvial » ou « gley » (gley, pseudogley, stagnogley, gley humifère, pelosol, pseudogley podzolique)

ET Niveau hydrique : hygrophile, mésohygrophile ou mesohydrocline

2-b **EB** Sous-groupe des érablaies sur éboulis

Type de sol : lithosol sur éboulis

ET hêtre absent ou rare

ET indice de rayonnement faible (< 110)

3) **CHT** : Chênaies thermophiles

Niveau hydrique assez sec (au maxima mésohydrocline), absence de myrtille et hêtre absent ou rare

ET Présence d'affleurements rocheux sur au moins 1/3 de la surface

ET Indice de rayonnement ≥ 115

ET Indice trophique mésoacidiphile à acidiphile

4) **HCC** : Hêtraies chênaies collinéennes

Autres peuplements avec altitude compensée inférieure à 500m

5) **HS** : Hêtraies sapinières

Autres peuplements avec altitude compensée supérieure à 500m

Variantes :

Hêtraies sapinières sur sols assez riches (mésoneutrophile, neutrophile voire neutrocalcicole)

Hêtraies sapinières sur sols peu acides (neuroacidiline ou acidiline)

Hêtraies sapinières sur sols acides (mésoacidiphile ou acidiphile)

Définitions :

Indice de rayonnement : estimé à partir d'abaques, en fonction de la latitude, de la pente, de l'exposition et du masque opposé du point. Un indice supérieur à 100 reflète une situation ensoleillée, inférieur à 100 une situation ombragée.

Altitude compensée : altitude compensée par le rayonnement, avec la formule Altitude compensée = Altitude + $400 * (1 - \text{Indice de rayonnement} / 100)$

Annexe 3 : Tableau de correspondance entre communauté végétale prédite et habitat relevés sur les points d'inventaire

Habitat noté sur le terrain	Communauté prédite								Total général
	AFH	CHT	EB	HA	HCC	HS Acidicline	HS Acidiphile	HS Neutro	
AFH (Autres forêts feuillues de milieux humides)	9				4	2			15
AULN. À GLYCÉRIE FLOTTANTE	1								1
AULN. MARECAG.	3								3
AULN.-FREN. À LAÎCHE ESPACÉE					1	1			2
AULN.-FREN. À STELLAIRE DES BOIS	2								2
CHEN. PED. ACIDICLINE À CRIN VÉGÉTAL					1				1
CHEN. PED. CALC. À MÉSONEUTRO. À CERISIER À GRAPPES	1				1	1			3
FREN. À CERISIER À GRAPPES	1								1
RIPISYLVE NON ENGORGÉE À BOIS DUR	1				1				2
CHT (chênaies thermophiles)		3			3	1			7
CHEN. MIXTE-BOUL. XERO. MÉDIOEUROP.		3			2				5
CHEN. SESSIL. CONT. À CHARME ET GAILLET DES BOIS					1				1
CHEN.-CHARM. ACIDICLINE À STELLAIRE HOLOSTÉE						1			1
EB (Erablaies sur éboulis)			4			1		2	7
ÉRABL. À CORYDALE CREUSE DE VALLÉE OU DÉPRESSION			1					1	2
ÉRABL. À LUNAIRE SUR ÉBOULIS GROSSIERS ET PENTES FROIDES			1					1	2
ÉRABL. ACID. À DICRANE À BALAI			2			1			3
HA (Forêts sur sols hyperacides)	4			9	1		2		16
PESS. TOURB. AU CONTACT DES TOURBIÈRES BOMBÉES	1								1
SAP. HYPER ACID. MONT.	2			4			1		7
SAP. HYPERACID. À AIRELLE ROUGE				1					1
SAP. HYPERACID. DE SOLS HUMIDES À BOUL.	1								1
SAP-HET. HYPERACID. MONT. À MYRTILLE				4	1		1		6
HCC (Hêtraies-chênaies collinéennes)					44	4	12	3	63

HET.-CHEN. ACID. COL. CONT. À LUZULE BLANCHÂTRE				11		4		15
HET.-CHEN. ACIDICLINE À PÂTURIN DE CHAIX				28	3	8	3	42
HET.-CHEN. NEUTRO. MÉDIOEUROP. À ASPÉRULE ODORANTE				4				4
HET.-CHEN. NEUTRO. SUBATL. À MÉLIQUE				1	1			2
HSAcidicline (Hêtraies sapinières acidiclins)	1	2		12	51	59	8	133
SAP-HET. VOSGIENNE ACIDICLINE À FÉTUQUE DES BOIS	1	2		12	51	59	8	133
HSAcidiphile (Hêtraies sapinières acidiphiles)		1	1	3	15	3	149	2
HET.-SAP. ACID. CONT. À LUZULE BLANCHE DU MONT. INF OU MOYEN		1		15	2	108	2	128
HET.-SAP. ACID. CONT. À LUZULE BLANCHE DU MONT. SUP.			1	3		1	41	46
HSNeuro (Hêtraies sapinières neutrophiles)				2	1	1	6	10
SAP-HET. NEUTRO. VOSGIENNES À MERCURIALE PÉRENNE				2	1	1	6	10

Annexe 4 : Exemples de cartes de points avec présence et abondance d'espèces

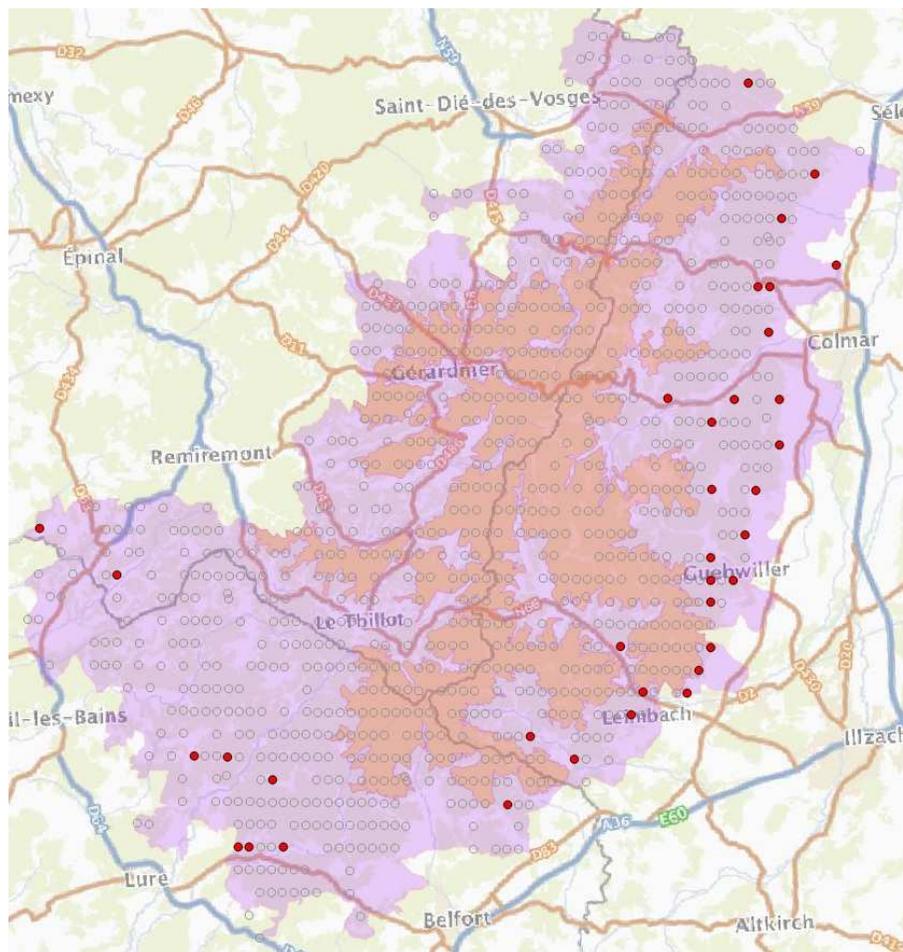


Figure 7 : Présence de robinier accacia (strate recensable ou non)

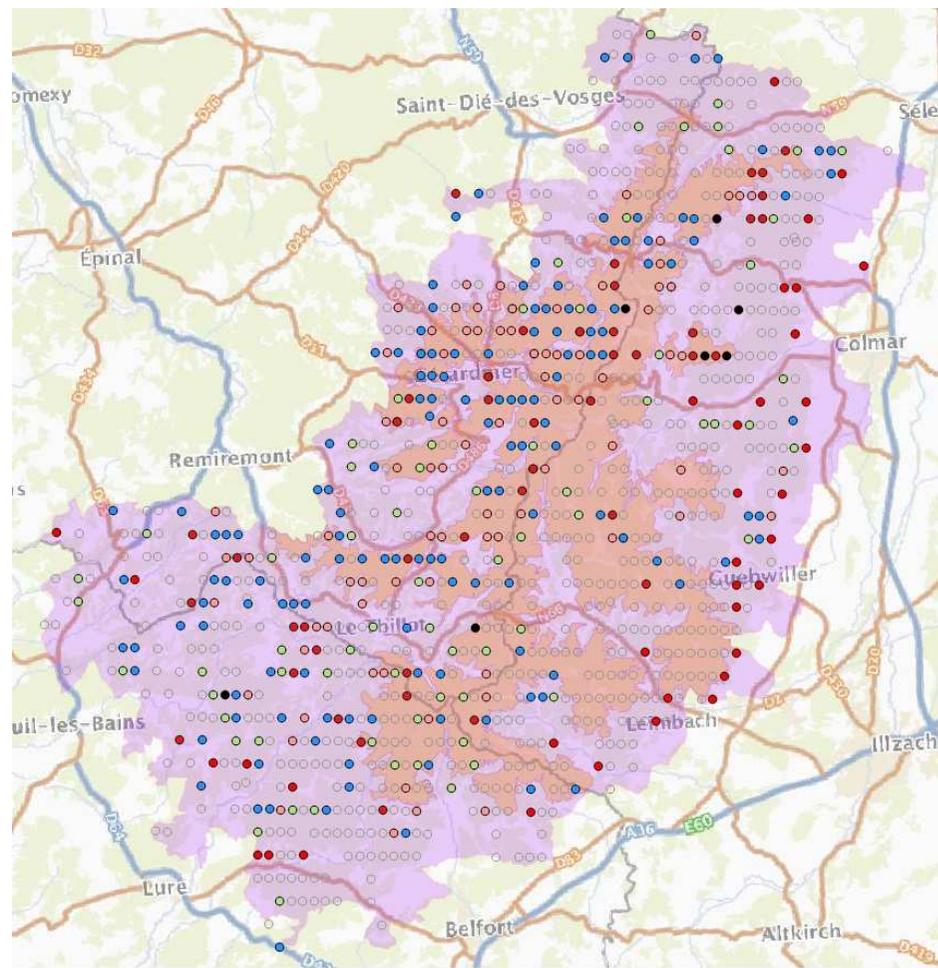


Figure 6: Abondance de la Myrtille (vert<bleu<orange<rouge<noir)

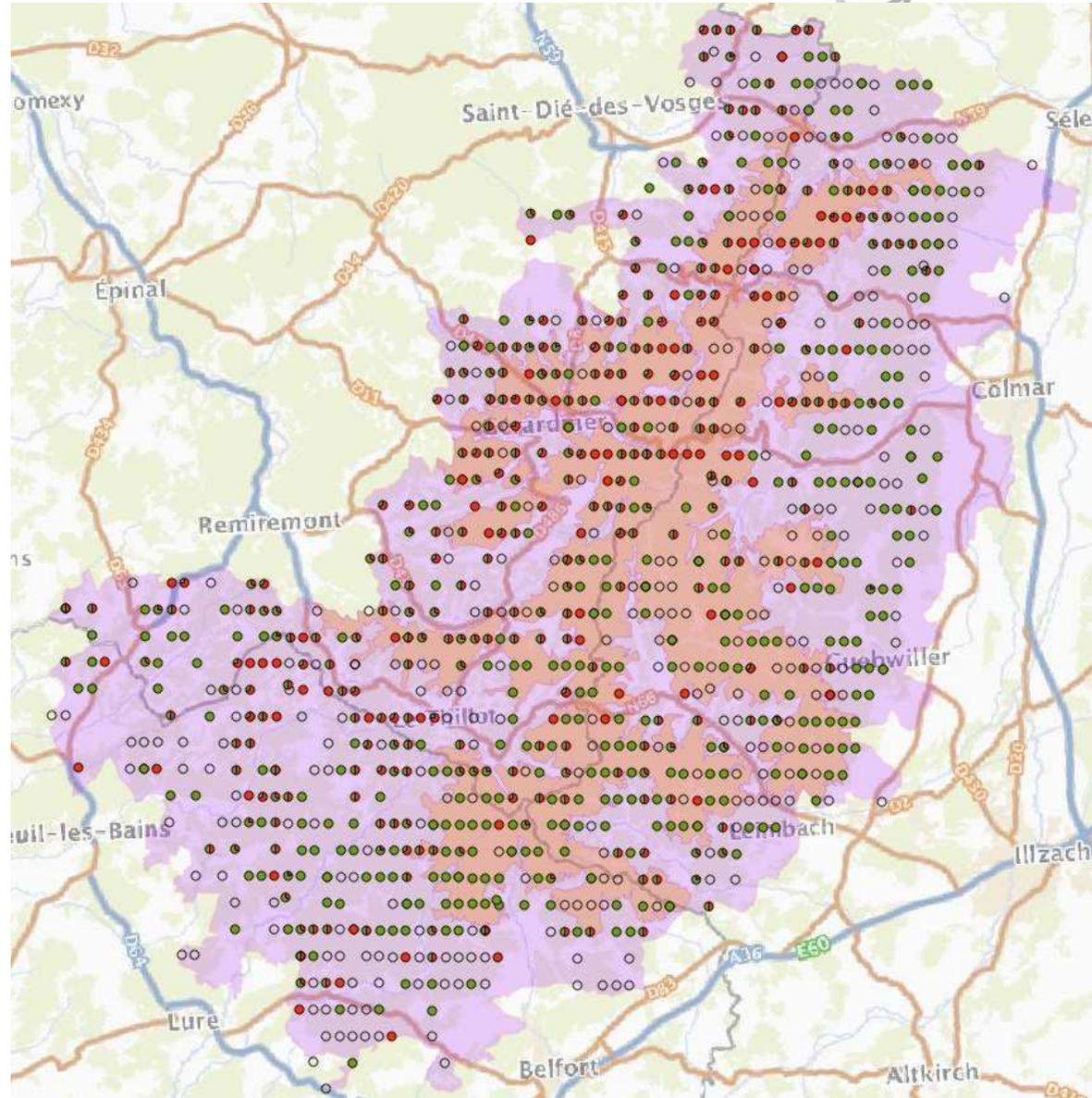


Figure 8 : Présence de sapin (vert) et d'épicéa (rouge) dans la strate non recensable