

MÉTHODOLOGIE

Pour bien comprendre les résultats publiés

2014 - 2018



Ce document peut être reproduit ou diffusé à des fins non commerciales sans autorisation préalable spécifique de l'IGN, à condition que la mention « © IGN 2019 » soit indiquée de manière explicite.



Retrouvez les publications de l'IGN sur
www.ign.fr

Retrouvez les publications de l'IGN sur l'inventaire forestier et environnemental sur inventaire-forestier.ign.fr



Quelques précisions	5	Diversité de la forêt.....	29
Des résultats publiés sur cinq campagnes	5	Taux de couvert.....	29
Quels résultats sont statistiquement significatifs ?	5	Essence principale	29
Estimation d'une même grandeur et évolution	5	Composition des peuplements	29
Post-stratification	5	Groupe d'essences de la strate recensable.....	29
Résumé de la méthode d'inventaire.....	7	Nombre d'essences dans la strate recensable.....	30
Généralités.....	6	Nombre d'essences au couvert non nul	30
Un inventaire statistique à deux phases	8	Taux de couvert des ligneux hauts, bas et des non ligneux.....	30
Quelques précisions	9	Caractéristiques écologiques.....	31
2015, une deuxième étape de l'évolution de la méthode d'inventaire.....	9	Roche mère	31
Couverture et utilisation du sol.....	10	Texture du sol.....	31
La couverture du sol	10	Type de sol	32
L'utilisation du sol.....	12	Type d'humus.....	34
Qu'appelle-t-on forêt ?.....	13	Caractéristiques écologiques.....	34
Répartition des résultats	14	Profondeur des sols et charge en cailloux.....	35
Selon un découpage administratif	14	Indice d'hydromorphie	35
Selon un découpage écologique	14	Niveaux trophique et hydrique	36
Les classes de propriété	15	Altitude.....	36
Les classes de forêt	15	Bois mort.....	37
Principales variables quantitatives	17	Définition.....	37
Volume de bois vivant sur pied	17	De plus en plus de données sur le bois mort.....	37
Nombre de tiges.....	20	Arbre mort sur pied et chablis.....	37
Surface terrière	20	Bois mort au sol.....	38
Flux.....	21	Bois mort et tempête Klaus.....	38
Production	21		
Prélèvement.....	22		
Mortalité.....	23		
Description des peuplements.....	24		
Exploitabilité.....	24		
Classe de pente (hors peupleraie)	25		
Structure forestière	26		
Âge de l'étage dominant d'un peuplement recensable	27		
Hauteur de Lorey.....	27		
Plantation	28		
Niveau d'entretien de la peupleraie	28		



L'année 2018 correspond à la quatorzième campagne annuelle d'inventaire selon la méthode mise en place fin 2004 basée sur un sondage systématique du territoire métropolitain avec fractions annuelles.

Appliquant le principe de publication de résultats basés sur cinq campagnes d'inventaire, les résultats estampillés « issus des campagnes 2014 à 2018 » proviennent des observations et des mesures réalisées sur plus de 28 600 points d'inventaire lors des cinq campagnes annuelles menées de novembre 2013 à octobre 2018, couramment appelées « **campagnes d'inventaire 2014 à 2018** ».

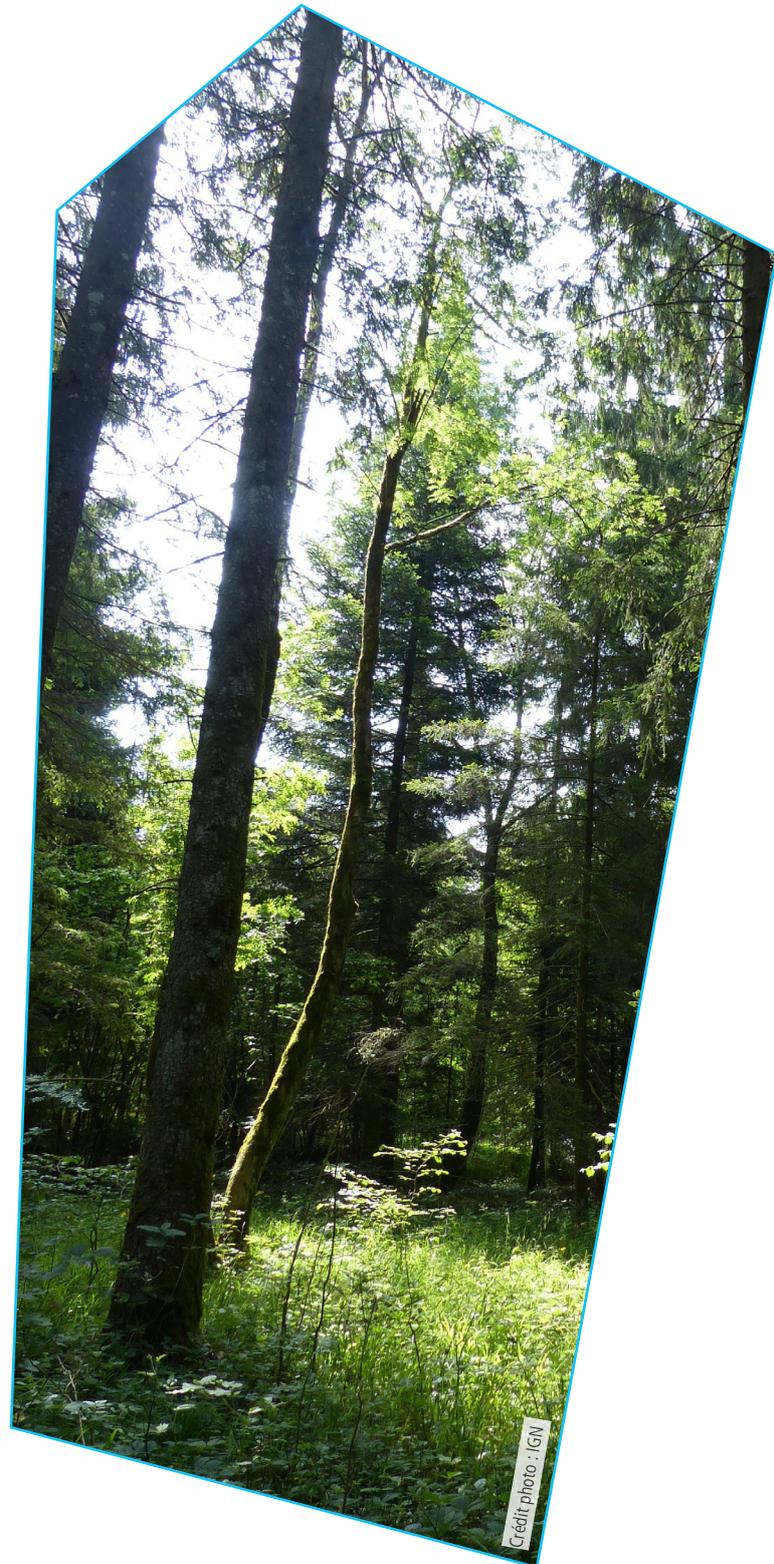
L'IGN se doit de produire et de diffuser des résultats d'inventaire standard à deux échelles géographiques :

- la région, pour la dimension administrative ;
- la sylvoécocorégion, pour la dimension écoforestière.

La diffusion des résultats se veut la plus large possible et prend plusieurs formes :

- un mémento « Le mémento - inventaire forestier » ;
- un accès à un module de tableaux personnalisés, pour des résultats spécifiques : <https://ocre-gp.ign.fr/ocregp> ;

Les éléments de méthode et les définitions de ce présent ouvrage permettent de bien comprendre la signification des résultats publiés sous les différentes formes énoncées ci-dessus.



Peuplement forestier du Doubs



Des résultats publiés sur cinq campagnes

En standard, l'IGN publie des résultats calculés à partir des données recueillies lors des cinq campagnes précédant l'année de publication. Sauf exception signalée, les statistiques publiées sont donc obtenues par combinaison des informations issues des campagnes annuelles 2014 à 2018. Ils sont donc à rapporter à une **année moyenne 2016**.

Quels résultats sont statistiquement significatifs ?

En règle générale les résultats en surface pour lesquels l'amplitude de l'intervalle de confiance est inférieur à 30 % de la valeur estimée sont considérés comme significatifs. Les autres résultats sont significatifs si :

- la surface à laquelle le résultat est associé a un intervalle de confiance inférieur à 30 % ;
- le résultat lui même (autre qu'une surface) a un intervalle de confiance inférieur à 80 %.

Les résultats non-significatifs ne sont pas publiés. Ils sont indiqués par l'expression « n.s. » dans les tableaux.

Afin de préserver une cohérence des tableaux (identiques pour toutes les unités géographiques), toutes les lignes et colonnes sont publiées même si les résultats n'y sont pas significatifs. En effet, en raison de la variabilité de la surface des unités géographiques pour lesquelles des résultats sont donnés, il arrive que les résultats de certaines cellules d'un même tableau soient non significatifs alors qu'ils le sont pour d'autres unités géographiques (plus étendues ou plus forestières).

Estimation d'une même grandeur et évolution

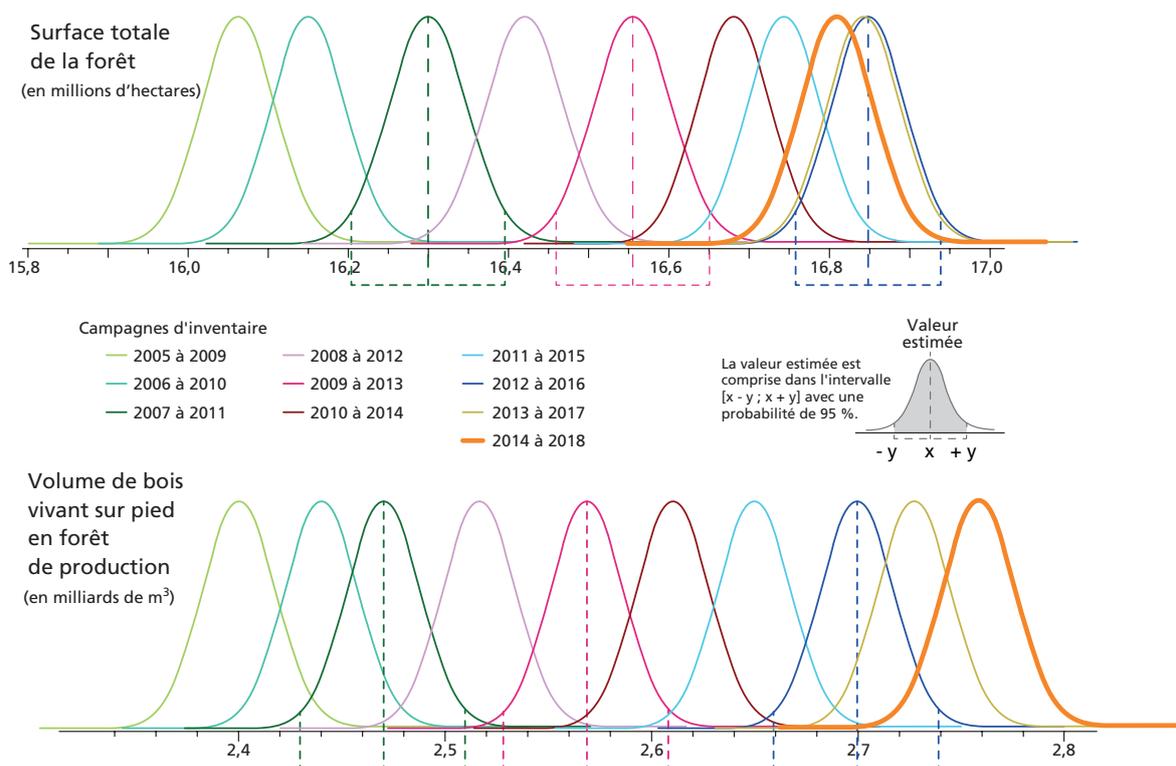
La prise en compte des données apportées par une nouvelle campagne d'inventaire se traduit pour l'estimation d'une même grandeur (le volume total de bois sur pied en France, par exemple) par des résultats différents de ceux qui ont été publiés précédemment.

Il est possible de voir dans ces variations une évolution de la grandeur estimée entre les différentes campagnes. Il est maintenant possible de réaliser ce même exercice sur cinq ensembles de campagnes, des évolutions statistiquement significatives peuvent alors être mises en valeur. Cependant l'écart entre deux valeurs d'une même grandeur sur deux périodes consécutives de cinq ans étant en général inférieur à l'intervalle de confiance (IC) à 95 % publié dans la grande majorité des tableaux, il ne permet pas dans ces cas de considérer cette différence comme une évolution statistiquement significative.

Post-stratification

Enfin, il est à préciser que les grandes régions écologiques (GRECO) et les sylvoécorégions (SER) ne font pas l'objet d'une post-stratification comme c'est le cas pour les départements et par conséquent pour les régions.

Un travail complémentaire, avec une mise en place d'une post-stratification par sylvoécorégion ou au moins par grande région écologique, est donc nécessaire pour augmenter la précision des estimations pour ces entités.



Évolution et intervalle de confiance



Résumé de la méthode d'inventaire

Depuis 2005, une méthode statistique par sondage systématique est appliquée annuellement sur l'ensemble du territoire métropolitain. Cette méthode est pratiquée dans d'autres pays tels que la Suède, la Norvège, les États-Unis et la Finlande. L'avantage de cette méthode est d'être souple et de s'adapter facilement à de multiples découpages spatiaux et à de nombreuses thématiques. Elle permet de produire annuellement des résultats nationaux et régionaux précis par agrégation de données issues de cinq campagnes annuelles.

Un échantillonnage optimisé

Chaque année, un échantillon représentatif de l'ensemble du territoire est visité. Il est cumulable avec les échantillons des années adjacentes pour produire des résultats plus précis fondés sur plusieurs échantillons annuels, selon le principe de la fenêtre glissante.

Les résultats standards portent ainsi sur cinq années successives et fournissent des estimations pour l'année médiane de la fenêtre.

L'inventaire forestier repose sur une grille à maille carrée de 1 km de côté, mise en place pour construire dix échantillons annuels différents.

Cette grille décennale est séparée en deux sous-ensembles quinquennaux, dont les fractions annuelles sont juxtaposées : la fraction 1 du premier cycle quinquennal est juxtaposée à la fraction 1 du second cycle, etc.

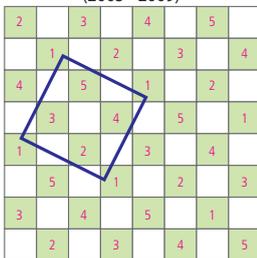
Ainsi, une grille formée de cinq ensembles de mailles rectangulaires de 2 km² se dessine, ce qui permet une optimisation logistique entre les points

« première visite » et les points « deuxième visite ». En effet, depuis 2010, le plan d'échantillonnage est composé de points revisités systématiquement cinq ans après le passage initial.

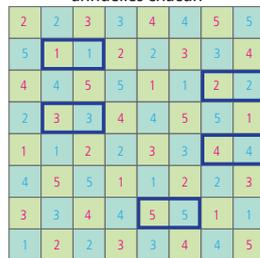
Afin de limiter les coûts de collecte, le territoire a été partagé en différentes zones dans lesquelles la densité d'échantillonnage des points à visiter peut être divisée par deux ou des optimisations du tirage mises en œuvre. On trouve :

- Des étendues homogènes de forêts, comme le massif landais ou les chênaies pubescentes du Sud-Ouest ;
- Des forêts de type garrigue ou maquis, présentant un intérêt limité pour la production de bois ;
- Les forêts de montagne (altitude > 1200 m et pente > 30 % ou altitude > 1700 m) ;
- Les zones populicoles avec une forte probabilité de présence de peupleraies.

Fractions annuelles à l'intérieur du premier cycle quinquennal (2005 - 2009)

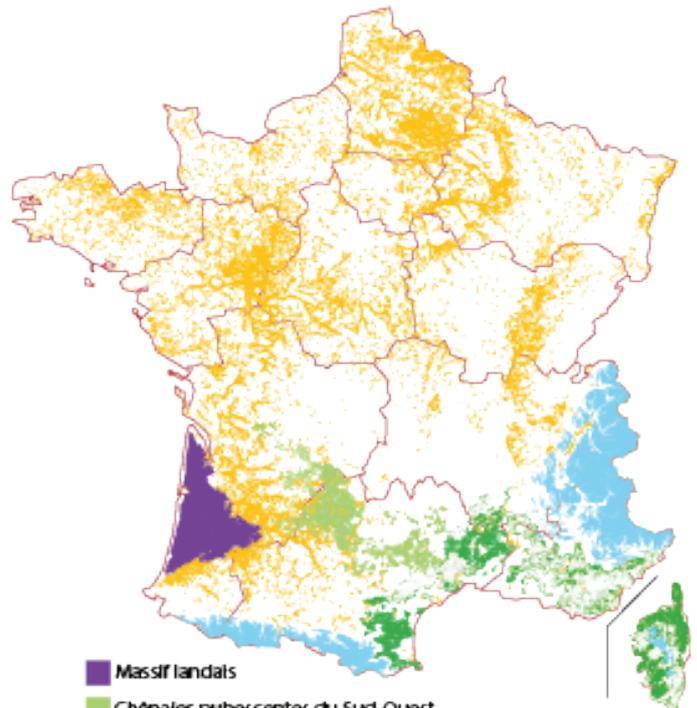


Toutes les mailles sont parcourues en 2 cycles appariés de 5 fractions annuelles chacun



Premier cycle quinquennal (2005 - 2009)
Deuxième cycle quinquennal (2010 - 2014)

Grille d'inventaire



- Massif landais
- Chênaies pubescentes du Sud-Ouest
- Forêts de chênes méditerranéens, garrigues et maquis
- Zones de montagne
- Zones populicoles

Zonages définis pour l'optimisation de l'échantillonnage

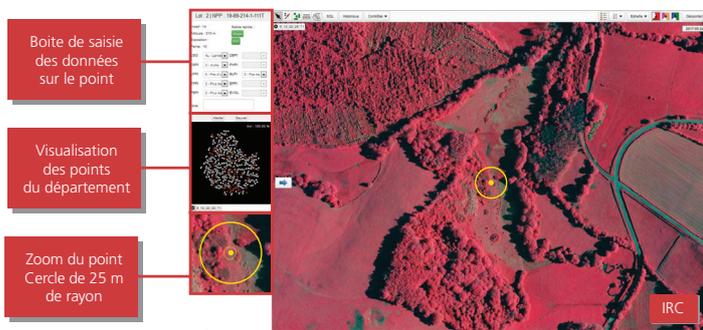


Une double photo-interprétation ponctuelle annuelle

Chaque année, la première phase statistique de l'inventaire est la photo-interprétation ponctuelle. À partir de l'orthophotographie départementale de référence en infrarouge couleur (BD ORTHO® IRC), des informations relatives à la couverture du sol (couverture boisée fermée ou ouverte, lande, formation herbacée, etc.), à son utilisation (agricole, accueil du public, production de bois, etc.) et à la taille des formations ligneuses sont notées sur des placettes de 25 mètres de rayon entourant les points d'inventaire.

La photo-interprétation ponctuelle est composée de deux échantillons différents, pour un travail de photo-interprétation à réaliser de manière homogène : un premier échantillon de points nouveaux, constitués de points photo-interprétés pour la première fois, et un deuxième échantillon de points re-photo-interprétés, constitué de points déjà photo-interprétés cinq ans auparavant. Ce sont désormais environ 100 000 points qui sont photo- interprétés chaque année.

Les résultats de ce travail initial contribuent à une première estimation de la surface du territoire selon la couverture et l'utilisation du sol. Cette valeur intervient comme post-stratification des résultats statistiques calculés à partir des variables collectées sur le terrain.



Capture d'écran de l'application de photo-interprétation ponctuelle de la campagne 2018 (Nièvre)

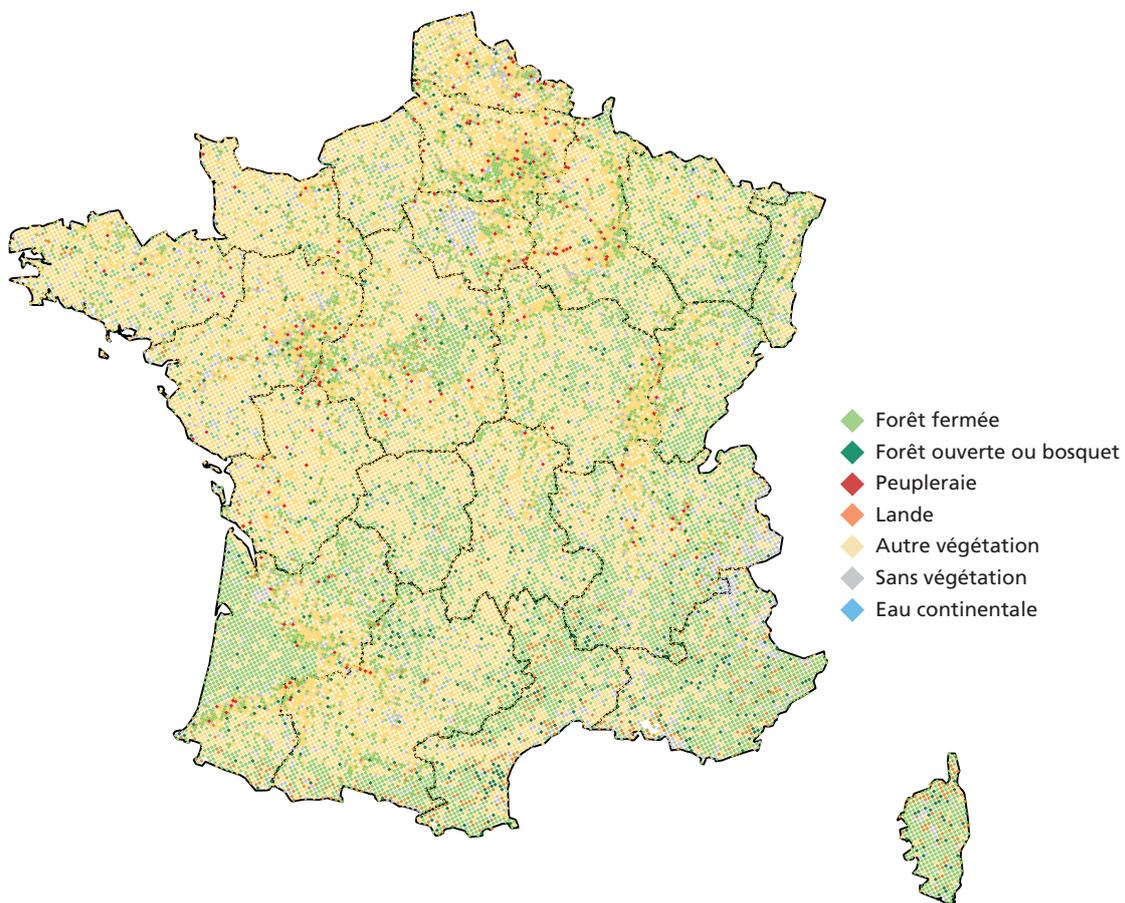


Photo-interprétation ponctuelle de la campagne 2017



Résumé de la méthode d'inventaire

Des levés de terrain complets

La seconde phase consiste à tirer un sous-échantillon parmi les points de la première phase : les couvertures boisées et les landes font l'objet d'un inventaire sur le terrain (soit environ 7 000 points visités chaque année), les couvertures agricoles et en improductif n'en font pas l'objet.

Au cours des travaux de terrain, des observations et mesures portant sur le milieu et la végétation (arborée ou non) sont effectuées sur les placettes concentriques entourant le point. Cela permet de qualifier plusieurs dizaines de caractéristiques qualitatives et quantitatives, concernant le peuplement forestier, la végétation, les conditions stationnelles (pente, exposition, sol, etc.) et les arbres (hauteur, diamètre, accroissement, âge, etc.).

La taille de ces placettes circulaires est optimisée pour le temps de mesure par rapport au diamètre des arbres (en effet, les petits bois, généralement plus nombreux, sont mesurés sur une placette de rayon faible) et pour la durée d'observation (relevé floristique).

Des données sur le bois mort au sol sont également collectées, par inventaire des pièces de bois mort au sol qui intersectent le transect de 12 m de long centré sur la placette. L'espèce concernée, le diamètre de la pièce, ainsi que son état de décomposition sont relevés. De plus, un suivi des habitats forestiers est mis en place. Il s'appuie sur des clés régionalisées par domaine biogéographique ou grande région écologique et est basé sur des indicateurs écologiques et floristiques.

Profitant de la proximité des mailles des échantillons n et n-5, depuis la campagne 2010, la visite des points d'un nouvel échantillon n permet un retour sur les points de l'échantillon n-5 (plus de 7 000 points par an). Depuis la campagne 2015, une grande majorité des informations sont ressaisies. Ce retour est destiné à estimer de manière précise et fiable les évolutions (flux) en forêt, comme l'accroissement des peuplements, la mortalité des arbres ou les prélèvements de bois. Les placettes initiales acquièrent ainsi un caractère « semi-permanent », puisqu'elles font l'objet d'une nouvelle mesure, cinq ans après leur mise en place.

XX m Rayon de la placette en mètre  Placette concentrique

Mesures des arbres



6 m
9 m
15 m



Description du sol



15 m



Relevé floristique



15 m



Description du peuplement Détermination des habitats



25 m



Relevé du bois mort au sol



transect



Informations inventoriées,
selon la taille de la placette circulaire



2015, une deuxième étape de l'évolution de la méthode d'inventaire

Décidée en 2013, l'évolution de la méthode d'inventaire a pour but d'améliorer l'efficacité du dispositif. Elle a été envisagée selon trois points complémentaires et indépendants mais cohérents entre eux. Le premier point a été mis en place lors de la campagne 2014, le deuxième s'est déployé lors des campagnes 2015 et 2016. Le troisième est un processus plus continu.

Lors de la campagne terrain 2014, une simplification et une rationalisation plus poussée du protocole de levé terrain « première visite » a permis un levé plus court sans perte d'information. Ceci a été rendu possible par la modélisation de certaines données désormais non prises sur l'ensemble des arbres (la hauteur totale et l'accroissement radial), la simplification et la suppression de données ou de modalités. Cela s'est appliqué à des données dont la reproductibilité était faible (exemple : clones de peupliers) ou dont les informations ne pouvaient être valorisées (modalités très rares). Ceci concerne les différents types de points levés (« forêt », peupleraie, lande arbustive, ligneux hors forêt.).

À partir de la campagne 2015 (où a commencé un nouveau cycle après les dix ans de la nouvelle méthode) la remesure sur l'échantillon cinq ans avant est largement étoffé pour une meilleure estimation des changements et une meilleure précision générale. En effet, cet échantillon était jusqu'en 2014 uniquement consacré à l'estimation des prélèvements. Les points « deuxième visite » deviennent de fait des points semi-permanents. Cependant, les nouvelles informations collectées ne font pas l'objet de nouveaux résultats pour le moment. En effet, d'une part, une seule campagne est disponible et non cinq ce qui est nécessaire pour les résultats standard, d'autre part, une expertise approfondie de ces nouvelles données collectées doit être menée avant toute diffusion. Par ailleurs, la campagne d'inventaire 2015 a vu se mettre en place un protocole plus robuste pour mieux identifier la forêt disponible pour la production de bois.

À côté de ces évolutions des protocoles terrain, des informations auxiliaires venues de la télédétection au sens large seront intégrées dans le post-traitement des données. Dans un second temps, des informations complémentaires pourront être collectées lors de la phase de photo-interprétation pour mieux cibler l'échantillon terrain.



Peuplement forestier résineux dans les Alpes-Maritimes



La couverture du sol

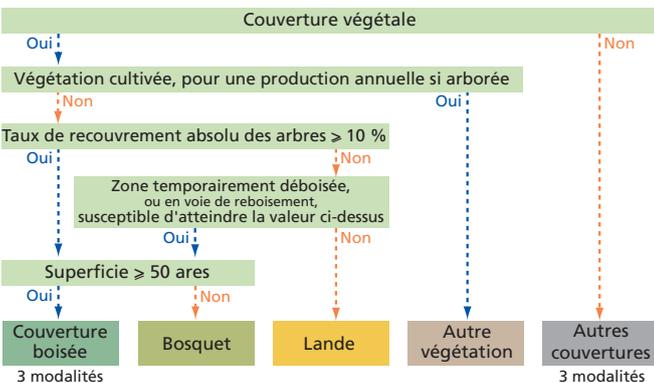
L'IGN détermine la couverture du sol* sur l'ensemble du territoire selon l'échantillonnage décrit précédemment. Les formations végétales constituant son principal champ d'activité, il définit la couverture du sol essentiellement en fonction de la présence ou de l'absence d'arbres*. Neuf types de couverture du sol sont distingués, dont trois modalités sont potentiellement forestières (cf. arbre de décision ci-dessous).

- * La **couverture du sol** dépend :
 - de la nature biophysique des principaux éléments végétaux et minéraux présents sur un site ;
 - de leurs taux de couvert respectifs ;
 - de la superficie sur laquelle ils s'étendent ;
 - de la largeur de cette superficie.

En règle générale, tout type de couverture, pour être distinguée de ce qui l'entoure, doit avoir une superficie supérieure à 5 ares (500 m² ou 0,05 ha) et une largeur supérieure à 20 m.

- * Un **arbre** est un végétal ligneux (sauf les lianes) dépassant 5 m de hauteur à maturité *in situ*.

La couverture du sol est déterminée pour chaque point de l'échantillon annuel complet par photo-interprétation d'une placette de 25 m de rayon sur la BD ORTHO® de l'IGN. On peut ainsi calculer une estimation de la superficie par type de couverture du sol pour l'ensemble du territoire. Une seconde détermination de la couverture du sol est conduite de façon indépendante sur le sous-échantillon des points d'inventaire visités sur le terrain.



Arbre de décision pour la qualification de la couverture du sol

Couverture boisée

L'IGN distingue trois types de couverture boisée.

Une **couverture boisée fermée** est un terrain de superficie au moins égale à 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des arbres* et où leur taux de couvert absolu est au moins égal à 40 %. Le taux de couvert relatif des peupliers cultivés doit être inférieur à 75 %.



Couverture boisée fermée

Une **couverture boisée ouverte** est un terrain de superficie au moins égale à 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des arbres* et où leur taux de couvert absolu est au moins égal à 10 % et strictement inférieur à 40 %. Le taux de couvert relatif des peupliers cultivés doit être inférieur à 75 %.



Couverture boisée ouverte

Une **peupleraie** est un terrain de superficie au moins égale à 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des peupliers cultivés au taux de couvert relatif d'au moins de 75 % et où le taux de couvert absolu des arbres* est supérieur à 10 %.



Peupleraie



Couverture et utilisation du sol

Bosquet

Un **bosquet** est un terrain de superficie comprise entre 5 ares et 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent au moins quatre arbres* non alignés et où leur taux de couvert absolu est au moins égal à 40 %. Il peut s'agir de peupliers cultivés.

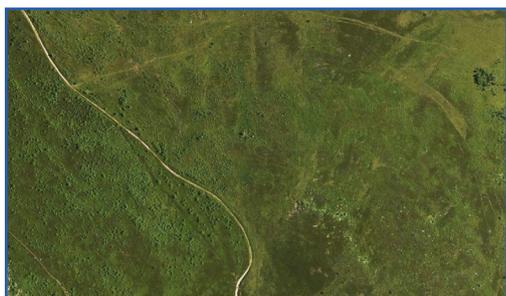


Bosquet

Lande ligneuse

Une **lande ligneuse** est un terrain de superficie au moins égale à 5 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des végétaux ligneux dont le couvert absolu est supérieur à 10 %.

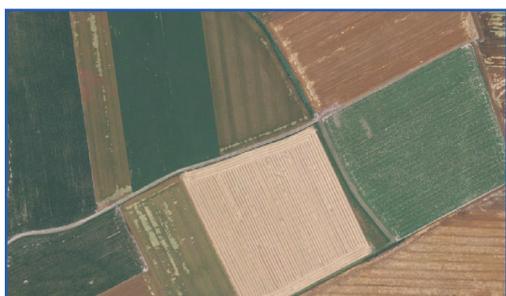
Depuis 2016, pour rapprocher notre définition de celle des « Other wooded lands » de la FAO, seuls les genêts, bruyères, ajoncs, callunes, aïelles, thym et cistes sont retenus comme végétaux ligneux. Les ronces, fougères et roseaux sont exclus.



Lande

Autre végétation

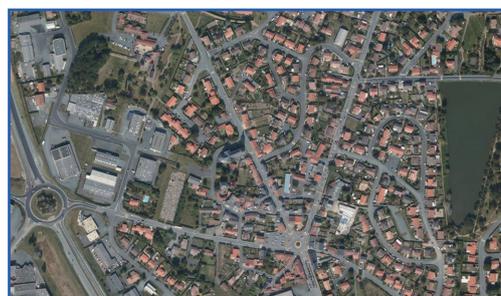
Un terrain d'**autre végétation** porte des **végétaux**, ligneux ou non. Le taux de couvert des végétaux est supérieur à 10 % et celui des végétaux ligneux est inférieur à 10 %. On y classe les vergers et les pépinières. Sa superficie est au moins égale à 5 ares et sa largeur est supérieure ou égale à 20 m.



Autre végétation

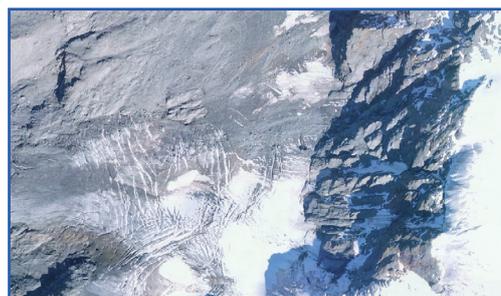
Autres couvertures

Un **terrain artificialisé sans végétation** est un terrain bâti ou au sol revêtu (routes et chemins empierrés). Sa superficie est au moins égale à 5 ares et sa largeur est supérieure ou égale à 5 m et sa longueur à 25 m.



Terrain artificialisé sans végétation

Un **terrain naturel sans végétation** est formé de glace, de roche ou de sol nu. Sa superficie est au moins égale à 5 ares et sa largeur est supérieure ou égale à 20 m.



Terrain naturel sans végétation

Une surface d'**eau continentale** est constituée d'eau douce, saumâtre ou salée, courante ou stagnante. Sa superficie couverte d'eau de façon permanente est au moins égale à 5 ares et sa largeur est supérieure ou égale à 5 m et sa longueur à 25 m.



Eau continentale



L'utilisation du sol

Pour toutes les couvertures végétales, l'utilisation du sol* est définie principalement par la destination de la végétation. Une première détermination de l'utilisation du sol est faite par photo-interprétation d'une placette de 25 m de rayon sur la BD ORTHO® de l'IGN pour les points de l'échantillon annuel dont la couverture est notée comme « couverture boisée » ou « lande ». L'utilisation des autres couvertures du sol n'est pas renseignée. La détermination de l'utilisation étant délicate par photo-interprétation, elle se limite à renseigner un rôle visible de loisirs ou d'accueil du public. Une seconde détermination est ensuite faite sur le terrain pour le sous-échantillon des points d'inventaire terrain.



L'utilisation du sol dépend de la destination donnée à un site, du point de vue économique ou social. Un terrain de couverture donnée peut avoir plusieurs utilisations différentes du sol, parfois simultanées.

Près d'une dizaine d'utilisations du sol sont distinguées sur le terrain sur les « couverture boisée » et « lande arbustive ». On peut les hiérarchiser prioritairement en cinq grands types :

Accès interdit

Le terrain est un terrain militaire en activité ou une réserve intégrale, d'accès interdit.

Accueil, loisirs, parc public ou privé, habitat, enclos

Le terrain est une zone d'accueil ou de loisirs destinée à la récréation ou partiellement à l'habitation humaine.



Accueil, loisirs, parc public ou privé, habitat, enclos

Production de bois

C'est une utilisation réservée aux trois types de couvertures boisées et aux bosquets. Le terrain doit permettre une production de bois sans qu'une autre utilisation ne vienne en empêcher l'exploitation.



Production de bois

Agricole

Le terrain, boisé ou non, est utilisé pour le pâturage d'animaux domestiques (agroforesterie ou landes herbacées pâturées) ou fait l'objet de récoltes agricoles (sous couvert boisé le cas échéant).

Autres utilisations

Toute autre utilisation du sol, mais aussi l'absence d'utilisation, rentre dans cette catégorie. On y retrouve par exemple les terrains servant comme protection des sols et des eaux, les zones de passage d'un réseau ou d'emprise d'une grande infrastructure linéaire, ou les réserves où l'accès n'est pas interdit.



Autre utilisation



Qu'appelle-t-on forêt ?

Depuis 2005, l'IGN a adopté la définition de la forêt* donnée par l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (OAA, *Food and Agriculture Organisation of the United Nations*, FAO).

Elle a été précisée¹ dans le cadre des travaux de l'action de recherche COST E43 à laquelle l'Inventaire forestier a fortement contribué. La définition de la forêt pour l'IGN est désormais celle ci-dessous.

* La **forêt** est un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares avec des arbres pouvant atteindre une hauteur supérieure à 5 m à maturité *in situ*, un couvert boisé de plus de 10 % et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres². Elle n'inclut pas les terrains dont l'utilisation du sol prédominante est agricole ou urbaine.

On ne retient donc comme forêt que ce qui a une couverture du sol de type « couverture boisée » et une utilisation du sol de type « production de bois », « autre utilisation » ou « accès interdit ».

Depuis 2016, les chemins forestiers sont comptabilisés dans la surface forestière, pour correspondre parfaitement à la définition FAO.

Les couvertures boisées avec une utilisation agricole ou urbaine prépondérante ne sont pas considérées comme de la forêt.

La forêt peut ensuite être divisée en deux grands types : « forêt disponible pour la production » et « autre forêt ».

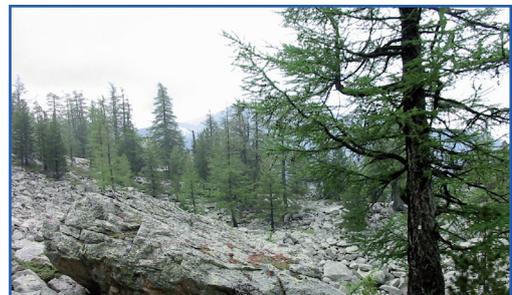
La **forêt de production** est un terrain de superficie au moins égale à 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des arbres dont le taux de couvert absolu est au moins égal à 10 % et étant disponible pour la production de bois. Cela signifie que le terrain doit permettre une production de bois sans qu'une autre utilisation ou les conditions physiques ne viennent en empêcher l'exploitation (réserve intégrale, zone inaccessible, etc.).



Forêt de production

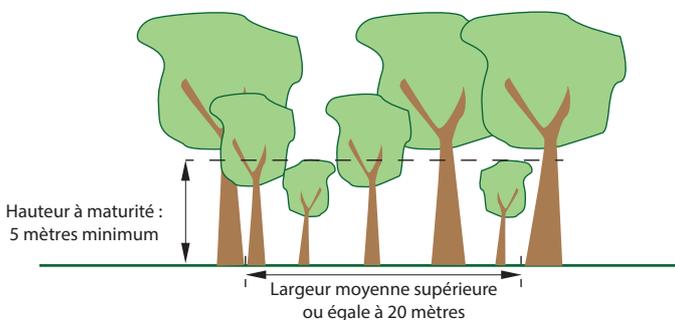
L'**autre forêt** est un terrain de superficie au moins égale à 50 ares et de largeur supérieure ou égale à 20 m où croissent des arbres dont le taux de couvert absolu est au moins égal à 10 % et qui n'est pas disponible pour la production de bois.

N.B. : À partir de la campagne 2015, si la définition de la forêt disponible pour la production n'a pas évolué, le protocole appliqué sur le terrain a été modifié afin de le rendre encore plus robuste.



Autre forêt

Superficie supérieure ou égale à 50 ares
Couvert boisé de plus de 10 %
Usage ni agricole, ni urbain



Les différentes caractéristiques d'une forêt

Désormais, dans le cas d'une couverture boisée, les opérateurs de terrain déterminent si les usages « agricole » ou « accueil, loisirs, parc, habitat » sont prépondérants ou non. Si c'est le cas, la couverture boisée ne peut être classée en forêt. Pour les autres usages, elle sera classée en forêt.

Il est ensuite nécessaire de préciser si cette forêt est disponible ou non pour la production de bois. Si la forêt n'est pas disponible, cela signifie qu'un motif précis de non-disponibilité peut être identifié sur le terrain (réglementation, terrain militaire par exemple). Il est par ailleurs possible d'indiquer une utilisation secondaire pour la forêt disponible pour la production.

¹ VIDAL C., LANZ A., TOMPPA E., SCHADAUER K., GSCHWANTNER T., DI COSMO M., ROBERT N., *Establishing forest inventory reference definitions for forest and growing stock: a study towards common reporting*, Silva Fennica, 42 (2), 2008, pages 247-266

² Les alignements d'une largeur moyenne inférieure à 20 m ne sont donc pas inclus dans la superficie forestière.



Répartition des résultats

L'IGN réalise l'inventaire forestier sur l'ensemble du territoire de la France métropolitaine, mais il ne dispose cependant d'aucune information pour les points situés dans les zones interdites à la prise de vue aérienne (ZIPVA) dite zone « occultée » pour des raisons de défense nationale. Il se contente d'en estimer la superficie.

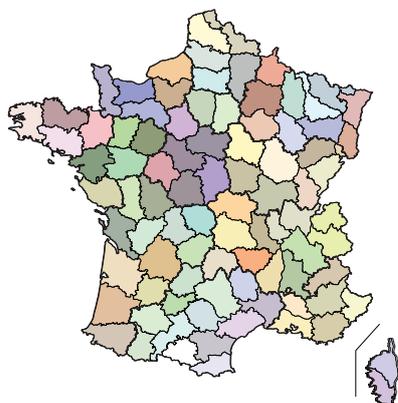
Selon un découpage administratif

Les résultats sont diffusés de manière standard au niveau national et au niveau de la région administrative. Certains résultats sont également produits au niveau départemental. Pour l'Île-de-France, la région administrative est divisée uniquement en deux « départements » : Seine-et-Marne d'une part et tous les autres départements de la région d'autre part (75, 78, 91 à 95), sous l'appellation « Île-de-France Ouest ». Ceci est rendu nécessaire du fait des faibles superficies forestières dans ces départements fortement urbanisés.

Les régions



Les départements



Le découpage de la France en région et en département

Selon un découpage écologique

L'IGN a travaillé au début des années 2010 à mettre en place un découpage écoforestier du territoire métropolitain. Cette partition écologique et forestière de la France se matérialise sous deux couches d'information géographique cohérentes :

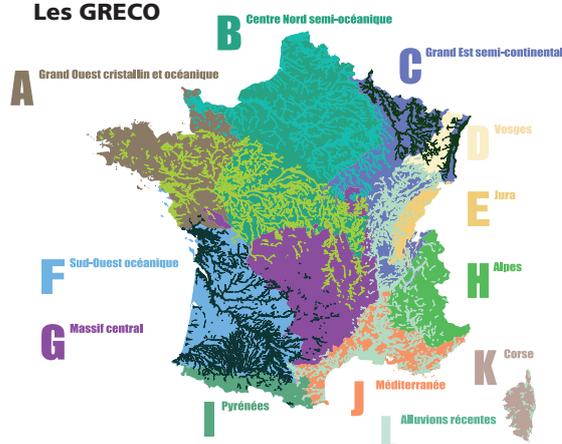
- 11 grandes régions écologiques (GRECO) rassemblant 86 sylvoécorégions (SER) regroupant elles-mêmes les 309 régions forestières initiales de l'IFN ;
- 1 GRECO constituée de 5 SER d'alluvions récentes, azonales, correspondant aux vallées des bassins des grands fleuves français et de leurs affluents, à enjeux populicoles et patrimoniaux importants.

L'ensemble des GRECO et des SER ont ensuite été caractérisées sous la forme de fiches descriptives : <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?article773>

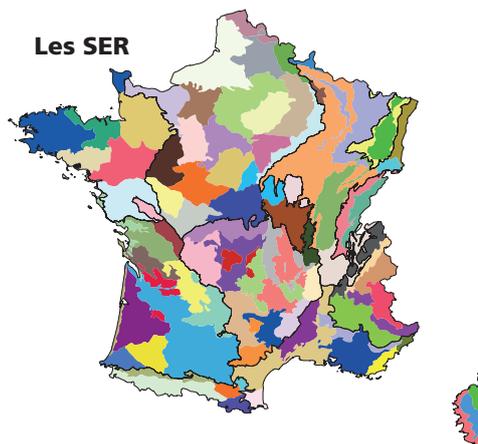
Ainsi les résultats standards sont désormais publiés par grande région écologique et par sylvoécorégion.

***** Une sylvoécorégion (SER) correspond à une zone géographique suffisamment vaste à l'intérieur de laquelle la combinaison des valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale.

Les GRECO



Les SER



Le découpage de la France en 12 grandes régions écologiques (GRECO) et en 86 sylvoécorégions (SER)



Les classes de propriété



Les résultats proposés de manière standard pour les campagnes 2014 à 2018, présentent une rupture de série pour la variable « catégorie de propriété » par rapport aux résultats antérieurs aux campagnes 2010 - 2014.

L'IGN attribue à chaque point d'inventaire une catégorie « juridique » de propriété :

– **Forêts de l'Etat relevant du régime forestier intitulé « Forêt domaniale RF » ou « Forêt domaniale » lors de la diffusion IGN :**

- 10 : Terrain appartenant à l'Etat et relevant du régime forestier (domaine forestier privé de l'Etat) dont la gestion est affectée à l'ONF ; cette catégorie comprend également les terrains pour lesquels l'Etat possède des droits de propriété indivis ;
- 15 : Forêt de Chambord.

– **Forêts des collectivités territoriales et autres personnes publiques relevant du régime forestier intitulé « Autres forêts publiques RF » ou « Autres forêts publiques » lors de la diffusion IGN.**

Ces terrains appartiennent en général à des communes mais aussi à d'autres collectivités territoriales ainsi qu'à des sections de commune, à des établissements publics, à des établissements d'utilité publique, etc.

Deux sous-catégories ont été mises en place pour des raisons à la fois techniques (continuité des séries) et pratiques (gestionnaire pouvant identifier facilement la forêt dont il a la charge) :

- 20 : forêts des collectivités et autres établissements publics relevant du régime forestier, gérées par l'ONF ;
- CO : ancienne forêt domaniale de Corse (forêt appartenant à la collectivité territoriale de Corse).

– **Forêts privées et autres forêts intitulé « Forêts privées et autres » ou « Forêts privées » lors de la diffusion IGN.**

Ces terrains comprennent :

- 4I : Terrain n'appartenant pas au domaine forestier privé de l'Etat, aux collectivités territoriales, à la Collectivité territoriale de Corse, etc. qui relèvent du régime forestier et forêts susceptibles d'aménagement mais non gérées par l'ONF (hors régime forestier) ;
- 2M : terrain public ne relevant pas du domaine privé de l'Etat, en zone militaire, identifié par l'IGN.

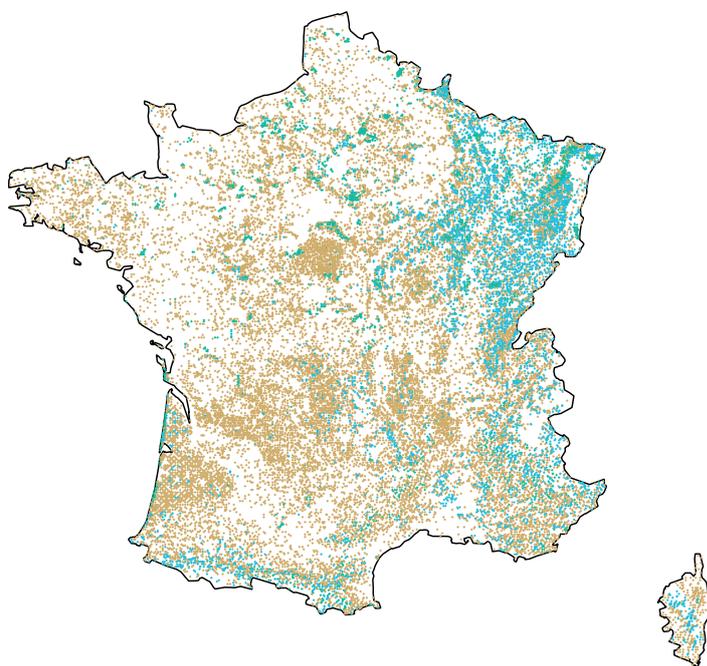
Les résultats sont publiés de manière standard en faisant les regroupements mentionnés ci-dessus. Parfois les deux premières catégories de terrain relevant du régime forestier sont regroupées sous le nom de « Forêts publiques RF » lorsque chacune des deux catégories a une précision insuffisante.

Cependant, il est tout à fait possible d'obtenir les résultats par unité élémentaire ou pour des regroupements différents. Plusieurs regroupements sont proposés dans l'outil de calcul de résultats personnalisés. Il est également possible, sur demande, de produire des résultats selon l'ancienne couche de propriété.

Pour réaliser cette ventilation, l'IGN utilise plusieurs sources d'information exogènes à l'inventaire forestier national :

- la couche SIG partenariale de l'ONF (versions de 2015 et 2016) ;
- la couche SIG des terrains militaires élaborée lors d'une étude spécifique de l'IGN en 2012.

Les catégories 10 et 20 sont issues directement, sans traitement, de la couche partenariale SIG fournie par l'ONF à l'IGN.



- Forêt domaniale
- Autre forêt publique
- Forêt privée

Répartition des catégories de propriétés forestières en France métropolitaine



Catégories de forêt

Les catégories de forêt suivantes sont distinguées en fonction des données relevées :

- **Toute la forêt** : forêt définie grâce à la couverture et à l'utilisation du sol, formant la totalité de la forêt sur le territoire, hors zones « occultées ». L'estimation de sa surface repose sur les classements confirmés sur le terrain de la couverture et de l'utilisation du sol, hors quelques cas d'inaccessibilité (entre 10 et 20 points par an sur près de 8 000) pour lesquels les informations de photo-interprétation sont utilisées ;
- **Forêt de production** : partie de la catégorie précédente qui est disponible pour la production de bois. C'est aussi la part de la forêt pour laquelle les mesures et observations spécifiques au terrain ont pu être réalisées, à quelques exceptions près avec notamment les chemins forestiers qui ne sont pas levés ;
- **Forêt de production hors peupleraie** : partie de la catégorie précédente excluant les peupleraies pour lesquelles on ne dispose ni d'informations écofloristiques ni de mesures de l'accroissement radial des arbres.

À l'intérieur de la forêt de production plusieurs sous-catégories seront distinguées par la suite. Elles seront indiquées dans l'étude de la composition du couvert. Dans la présentation des résultats, la légende de chaque tableau ou graphique indique la catégorie de forêt à laquelle les résultats s'appliquent.



Peuplement forestier en Haute-Saône



Les différentes catégories de forêts



Volume de bois vivant sur pied

Comment est estimé le volume de bois sur pied ?

Le volume des arbres est estimé à partir de mesures faites au cours des opérations de terrain. Il se rapporte donc à la forêt de production dont la surface est prise en compte pour les calculs de valeurs à l'hectare.

D'une façon générale, seuls sont pris en compte dans l'inventaire les arbres dits « recensables » dont la circonférence à 1,30 m est supérieure ou égale à 23,5 cm (7,5 cm de diamètre). Le rayon de la placette de mesure diffère selon le diamètre des arbres à mesurer.

Le volume que cherche à estimer l'IGN est le volume « bois fort tige sur écorce ». Il englobe la tige principale depuis le niveau du sol (à l'amont lorsque le terrain est en pente) jusqu'à une découpe de 7 cm de diamètre.

Ce volume est calculé par tarifs¹ de cubage, à partir de :

- la circonférence à 1,30 m ;
- la hauteur totale ;
- la hauteur de découpe (depuis 2014).

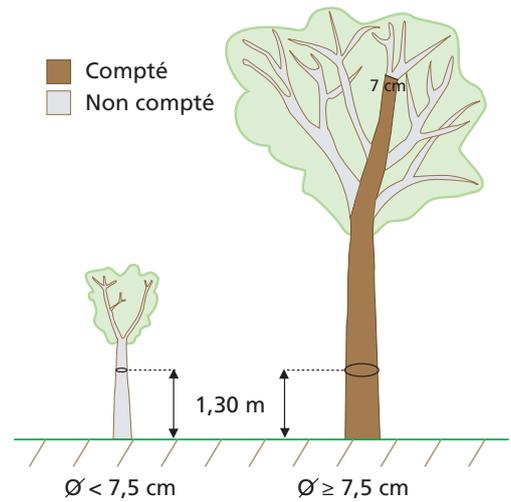
Pour chaque arbre, une part du bois en rebut (bois pourri, décheté, piqué, inutilisable même pour du chauffage voire absent : arbre creux, tige non convexe) est estimée. Cette part est systématiquement déduite dans les résultats publiés, sauf mention contraire.

Classe de diamètre des arbres

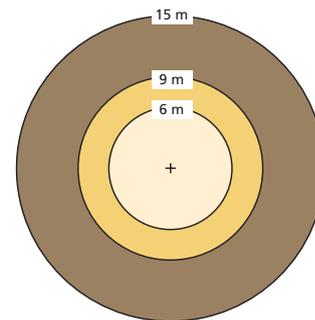
La circonférence des arbres est mesurée sur le terrain au centimètre près.

Il est donc possible de faire des classes de circonférence ou de diamètre adaptées aux besoins de l'utilisateur.

Dans les résultats standards, les résultats sont ventilés par différentes classes de diamètre. Il s'agit toujours de classes centrées. Ainsi, dans le cas de classe de 10 en 10 par exemple, la classe 30 correspond aux bois de diamètre compris entre 25 et 35 cm.



Volume de bois



Mesures réalisées sur les arbres vivants, morts sur pied et chablis :

- Gros bois (diamètre $\geq 37,5$ cm)
- Moyens et gros bois (diamètre $\geq 22,5$ cm)
- Petits, moyens et gros bois (diamètre $\geq 7,5$ cm)

Dispositif d'échantillonnage des arbres

¹ : Un tarif de cubage donne une estimation d'un volume moyen par tige d'un ensemble d'arbres en fonction d'une ou plusieurs données comme la circonférence à 1,30 m et la hauteur. Il est établi à partir de mesures comprenant à la fois la variable à prédire (le volume) et les prédicteurs (par exemple la circonférence à 1,30 m et la hauteur). Un tarif a un domaine de validité défini par l'échantillon qui a permis de le calculer (essence, zone géographique, type de peuplement, etc).



Classe de dimension des arbres

Outre la ventilation en classe de diamètre, l'IGN publie régulièrement des résultats par classe de dimension :

- **Petit bois** : circonférence au moins égale à 23,5 cm et strictement inférieure à 70,5 cm (diamètre au moins égal à 7,5 cm et strictement inférieur à 22,5 cm) ;
- **Moyen bois** : circonférence au moins égale à 70,5 cm et strictement inférieure à 149,5 cm (diamètre au moins égal à 22,5 cm et strictement inférieur à 47,5 cm) ;
- **Gros bois** : circonférence au moins égale à 149,5 cm et strictement inférieure à 212,5 cm (diamètre au moins égal à 47,5 cm et strictement inférieur à 67,5 cm) ;
- **Très gros bois** : circonférence au moins égale à 212,5 cm (diamètre au moins égal à 67,5 cm).

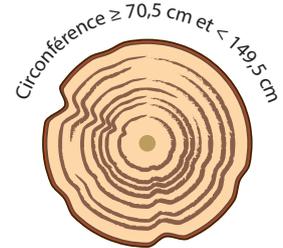
Le volume de bois peut être réparti entre ces différentes classes, ce qui est un élément d'appréciation de la dimension et de la maturité des produits potentiels présents en forêt.

PETIT BOIS



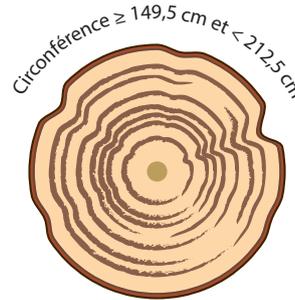
Diamètre $\geq 7,5$ cm et $< 22,5$ cm

MOYEN BOIS



Diamètre $\geq 22,5$ cm et $< 47,5$ cm

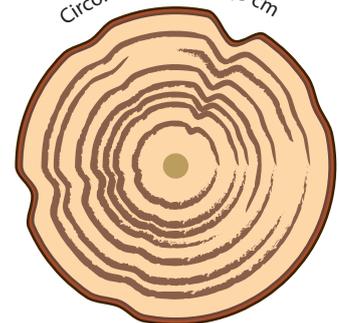
GROS BOIS



Diamètre $\geq 47,5$ cm et $< 67,5$ cm

TRÈS GROS BOIS

Circonférence $\geq 212,5$ cm



Diamètre $\geq 67,5$ cm

Les quatre catégories de dimension des arbres



Principales variables quantitatives

Qualité du bois

Jusqu'en 2014, la qualité du bois était estimée en fractionnant la tige de l'arbre en dixièmes entiers. L'estimation était faite à vue lors des opérations de terrain, sur l'aspect extérieur de l'arbre et l'usage présumé du bois. Le classement se faisait selon quatre catégories de qualité, dont le rebut*. Le volume de chaque qualité de bois était ensuite déterminé à partir des fractions estimées et du volume calculé pour l'arbre.

Les catégories de qualité (hors rebut) étaient les suivantes :

- **Qualité 1** : Utilisation en tranchage, déroulage, ébénisterie ou menuiserie fine. Diamètre minimal au fin bout de 20 cm. Longueur minimale de 2 m. Bille de pied ou très belle surbille de tige, droite et sans défaut apparent, bois sain, nombre limité de nœuds.
- **Qualité 2** : Utilisation en menuiserie courante, charpente, coffrage ou traverses. Diamètre minimal au fin bout de 20 cm. Longueur minimale de 2 m. Parties de bille et surbille de tige suffisamment rectilignes non classées en qualité 1.
- **Qualité 3** : Utilisation en industrie ou chauffage. Tout ou partie de la tige non classée en qualité 1, en qualité 2 ou en rebut.

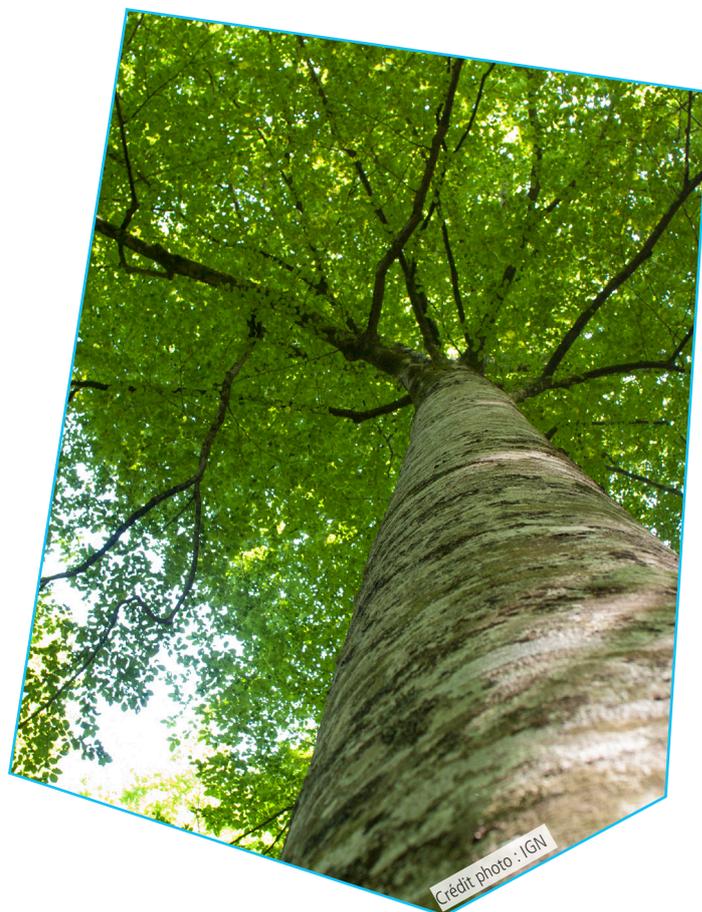
L'IGN appelle « bois d'œuvre » la somme des qualités 1 et 2.

Les arbres de catégorie de dimension « petit bois » (diamètre compris entre 7,5 et 22,5 cm) sont toujours classés en qualité 3 voire en rebut.

Depuis 2014, les modalités et critères de classification sont modifiés. Le nombre de catégories de qualité a augmenté ; on en compte désormais quatre, hors rebut*. La tige de l'arbre n'est plus fractionnée, l'arbre est intégralement classé dans une seule catégorie de qualité. Le classement se fait par observation de la tige de l'arbre, du pied de l'arbre jusqu'à la découpe marchande, en retenant la meilleure qualité observée sur une longueur minimale de 2 mètres. La découpe marchande varie selon le groupe d'essences : 20 cm pour les feuillus, 14 cm pour les résineux. Les critères d'affectation (nombre de nœuds, défauts, etc.) dans une catégorie de qualité diffèrent selon que l'arbre soit un chêne (pédonculé, sessile ou pubescent), un autre feuillu ou un résineux. À partir de la qualité notée, du taux de rebut, le volume de bois dans chaque utilisation est estimé.

Les catégories de qualité (hors rebut) sont les suivantes :

- **S+** : Qualité de bois d'œuvre exceptionnelle : tranchage, déroulage, ébénisterie, menuiserie fine ou, merrains.
- **S1** : Bois de sciage de première qualité, qualité de bois d'œuvre bonne et courante : charpente ou menuiserie notamment.
- **S2** : Bois de sciage de deuxième qualité, qualité bois d'œuvre médiocre mais toujours sciable : caisserie, coffrage ou traverses.
- **BI** : Bois d'industrie et bois énergie.



Credit photo : IGN

* Le rebut est du bois de piètre qualité, ne pouvant être utilisé. Il n'est pas comptabilisé dans le volume de bois d'un arbre.

Hêtre au pont d'Holzarte (64)



Nombre de tiges

Le nombre de tiges correspond au nombre d'arbres ou au nombre de tiges en cas de cépées dont le diamètre à 1,30 m est supérieur à 7,5 cm. Il est comptabilisé en forêt de production.

Surface terrière

Les mesures sont faites en forêt de production. La surface terrière d'un arbre est l'aire de sa section à 1,30 m au-dessus du sol, écorce comprise. Elle est calculée à partir des circonférences notées sur les arbres mesurés. Aux incertitudes de mesure près et à l'approximation entraînée par l'assimilation de la section de l'arbre à un cercle, le résultat est exact, il ne provient pas d'une estimation. Les valeurs calculées sont ensuite utilisées, en fonction des dimensions des placettes sur lesquelles les arbres sont mesurés et du poids des points déterminé par la stratification, pour estimer des valeurs à l'unité de surface et sur des domaines divers.

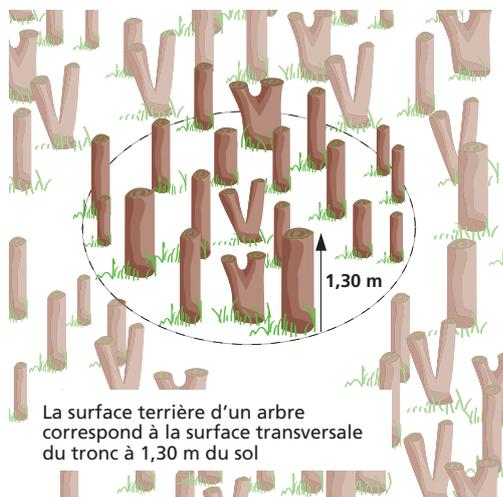
L'unité généralement utilisée est le mètre carré par hectare.

Au niveau du peuplement la surface terrière est une grandeur liée à la densité de l'occupation de l'espace horizontal par les arbres. On l'utilise souvent comme critère pour déterminer l'intensité d'une éclaircie. Dans des conditions données d'âge, de station et de traitement sylvicole, il existe pour les différentes essences des fourchettes optimales de surface terrière à l'hectare.



Credit photo : IGN

Mélèzes en région Rhône-Alpes



La surface terrière d'un arbre correspond à la surface transversale du tronc à 1,30 m du sol

La surface terrière

Production

La production biologique en volume des arbres vifs

Un arbre est un être vivant pérenne. En général, chaque année, il croît en diamètre et en hauteur et son volume de bois tend ainsi à s'accroître au cours du temps.

Chaque essence a une forme spécifique, chaque individu aussi, en relation avec les conditions édaphiques et climatiques qui président à sa croissance, et à la structure du peuplement (accès à la lumière) auquel il appartient. Enfin selon son âge, la croissance en volume d'un arbre se porte plus ou moins sur sa hauteur ou sur son diamètre (croissance en hauteur forte dans sa jeunesse, plus faible quand il est adulte).

L'IGN calcule l'accroissement annuel en volume de bois à partir de mesures faites au cours des opérations de terrain. La croissance annuelle des arbres variant beaucoup avec les conditions climatiques (pluviométrie notamment), l'IGN collecte chaque année les informations nécessaires au calcul sur une période de cinq ans pour lisser ces phénomènes.

La production biologique annuelle de l'ensemble des arbres vifs est obtenue en ajoutant à l'accroissement biologique annuel des arbres vifs recensables (diamètre \geq 7,5 cm à 1,30 m) d'un domaine, le « recrutement » à savoir le volume des arbres de ce domaine ayant atteint le diamètre de 7,5 cm durant les cinq dernières années, c'est-à-dire les arbres devenus recensables.

La production biologique en volume sur une période

La production biologique en volume sur une période comprend la production biologique des arbres vifs sur cette période (environ 95 % de la production totale) mais également la production de tous les arbres qui ne sont plus vivants en fin de période mais qui l'étaient en début de période, et qui ont produit du bois pendant une partie de la période considérée.

Il convient donc d'ajouter à la production des arbres vifs :

- la **production des arbres coupés**, c'est-à-dire des arbres vifs en début de période et qui ont été coupés au cours de celle-ci ;
- la **production des arbres chablis** (ordinaires), c'est-à-dire des arbres vifs en début de période et qui ont été renversés (chablis) ou cassés (volis) au cours de celle-ci. Ce terme peut exclure les chablis consécutifs à des événements particuliers bien datés, s'ils sont comptabilisés à part. C'est le cas en l'occurrence pour les chablis Klaus ;
- la **production des arbres morts**, c'est-à-dire des arbres vifs en début de période et qui sont morts pendant celle-ci. Étant donné que ces arbres sont souvent mourants en début de période, ils contribuent très peu à la production. C'est pourquoi leur accroissement est supposé nul et ils ne sont pas pris en compte dans les calculs de l'IGN.

Les résultats publiés en 2018 concernent les campagnes d'inventaire 2013 à 2017. En ce qui concerne la production biologique, cela correspond à la croissance moyenne des arbres sur neuf saisons de végétation. En effet, la campagne 2013 mesure l'accroissement des cinq années 2008 à 2012, et la campagne 2017 mesure celui des cinq années 2012 à 2016. Le résultat publié correspond donc à une moyenne pondérée sur neuf années, avec un poids plus élevé pour l'année centrale ; ceci permet d'atténuer partiellement les fluctuations annuelles de la production des arbres vifs.

La mesure de l'accroissement radial sur le terrain

L'accroissement radial des cinq dernières années est mesuré sur tous les arbres vifs inventoriés de la placette. Pour ce faire, les agents de terrain utilisent une tarière de Pressler qui permet d'obtenir une carotte de bois prise à une hauteur de 1,30 m (Fig. a). Cette carotte est ensuite examinée et mesurée à la loupe pour disposer d'un accroissement radial en dixièmes de millimètres sur les cinq dernières années (Fig. b).

Le cerne de l'année t n'est marqué qu'à la fin de la saison de végétation, c'est-à-dire vers la fin de l'été ou le début de l'automne. La campagne d'inventaire de l'année t débute en novembre de l'année $t-1$ à un moment où le cerne $t-1$ est pleinement constitué. C'est celui-ci qui est mesuré, ainsi que les quatre précédents, tout au long de la campagne de l'année t . Le cerne mis en place l'année t n'est pas mesuré. Les mesures de l'année n concernent donc bien les années de croissance $t-5$ à $t-1$ exactement.



Utilisation de la tarière de Pressler



Lecture d'une carotte au dixième de millimètres

NB : à compter de la campagne 2014, seule une partie des arbres vifs font l'objet d'une mesure de l'accroissement radial (1 arbre par essence et catégorie de dimension ainsi que les gros bois). Les données non prises sur le terrain sont issues de modélisation.

Prélèvement

Pour estimer les prélèvements, l'IGN revient sur toutes les placettes « forêt » et « peupleraie » inventoriées cinq ans auparavant et sur lesquelles des arbres vivants recensables avaient été observés.

Le choix du pas de temps de cinq ans correspond à la période d'évaluation des autres flux (croissance des arbres et mortalité).

À l'année $n+5$, de nouvelles observations sont réalisées au niveau de la placette :

- couverture du sol cinq ans après (forêt/non forêt) ;
- indicateur d'incident de moins de 5 ans (absence d'incident, chablis, incendie) ;
- indicateur de prélèvement de moins de 5 ans (aucune souche, au moins une souche, coupe rase).

Sur les points où au moins un prélèvement de moins de 5 ans est signalé, chaque arbre qui était vivant et inventorié au passage précédent est noté comme coupé ou non. Un arbre est noté coupé, que la grume soit vidangée ou non et que la souche soit déracinée ou non.

N.B. : Les éventuels dépressage réalisés dans le peuplement non recensable et qui ne produisent pas de bois exploitables ne sont pas recensés. En revanche toutes les interventions entraînant des coupes d'arbres recensables sont inventoriées : cloisonnement, éclaircies, coupe de régénération, coupes rases, etc.

À partir de ces nouvelles informations qualitatives de prélèvement et des informations collectées lors de la campagne n sur les mêmes arbres des mêmes points (essence, circonférence, hauteur, etc.), il est possible de calculer les prélèvements réalisés sur la période de cinq ans. Ne connaissant pas la date exacte de coupe, on considère que celle-ci a eu lieu en moyenne 2,5 ans après le premier passage des agents de terrain. La croissance des arbres coupés (= gain de volume sur les 2,5 ans théoriques précédant la coupe) est prise en compte pour actualiser les volumes prélevés à la date de coupe. C'est cet accroissement de volume des arbres coupés, qui correspond à leur apport à la production biologique de la forêt durant la période, qui est comptabilisé dans la production biologique sous le terme « production des arbres coupés ».

À l'instar des volumes sur pied, les **volumes prélevés sont exprimés en volume bois fort tige sur écorce.**

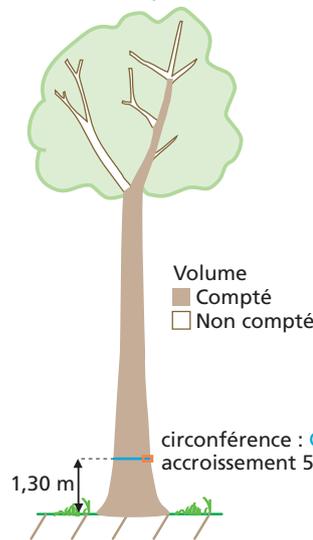
On dispose ainsi d'une estimation des volumes moyens annuels coupés entre 2008 et 2016 (à comprendre entre mi-2008 et mi-2017 en moyenne, les deux visites ayant lieu tout au long d'une campagne annuelle d'inventaire).

N.B. : les prélèvements n'incluent pas les chablis Klaus.

N.B. : à partir de la campagne 2015, des données plus nombreuses ont été collectées sur les points « deuxième visite » mais ce sont ici les données communes aux cinq campagnes qui sont exploitées.

année n :

- point visité
- arbre mesuré
volume estimé par tarif



année $n + 5$:

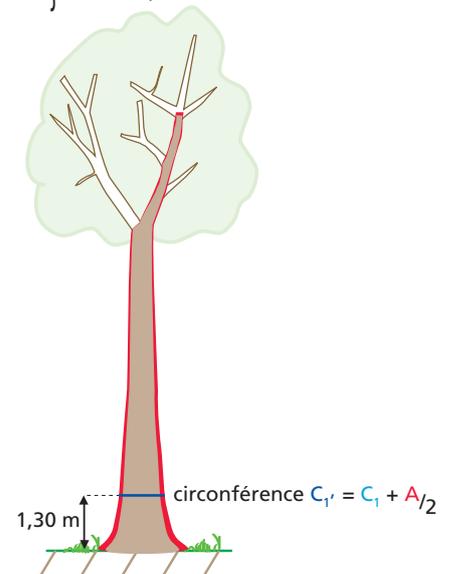
- point revisité
- arbre coupé,
entre les deux visites
à une date inconnue



Estimation du volume prélevé :

- arbre estimé prélevé à la date médiane $n + 2,5$
- volume calculé à partir des mesures faites l'année n , actualisées fin $n + 2,5$

- Volume
- Compté (l'année n)
 - Estimé
 - Non compté
- } Volume prélevé



Estimation des prélèvements

Mortalité

La mortalité est un troisième flux avec la production biologique et les prélèvements. Elle correspond aux arbres qui sont morts durant les cinq ans précédant la visite sur le terrain. Elle peut s'exprimer en volume et en nombre de tiges par an par exemple.

N.B. : La mortalité est appréciée à partir des observations et des mesures réalisées sur les arbres morts. Il subsiste une imprécision sur la date réelle de mort qui est appréciée de visu par les agents de terrain.

L'évolution de la méthode d'inventaire en cours permettra de lever cette imprécision (observation dès la campagne 2015 de tous les états de végétation des arbres présents cinq ans auparavant) et donc de ne retenir que les arbres réellement morts durant ces cinq ans.



Exploitabilité

Lors des travaux de terrain, et avec l'aide de la BD ORTHO® et du Scan25® si nécessaire, l'IGN relève actuellement sur les points d'inventaire en forêt cinq caractéristiques qui déterminent l'exploitabilité du peuplement, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles les bois peuvent être abattus et mis à bord de camion. Ce sont :

- **la distance de débardage**, distance à parcourir, mesurée à l'horizontale, pour acheminer les bois depuis le point d'inventaire jusqu'à une route accessible aux camions ; elle inclut la distance de débouquement, entre le point d'inventaire et une piste accessible aux tracteurs si elle existe ; on l'exprime selon cinq classes :
 - inférieure à 200 m
 - de 200 à 500 m
 - de 500 à 1 000 m
 - de 1 000 à 2 000 m
 - supérieure à 2 000 m
- **la présence d'itinéraire de débardage** ; on l'exprime selon trois modalités :
 - itinéraire existant ou inutile
 - itinéraire inexistant mais qui pourrait être créé
 - itinéraire inexistant et impossible à créer
- **la pente maximale de débouquement rencontrée**, c'est-à-dire la plus forte pente pour atteindre l'itinéraire de débardage existant ou si aucune piste de débardage n'a été identifiée, cela correspond à la pente maximale dans les 200 premiers mètres supposés pour le débardage.

- **la portance du terrain** ; elle caractérise la zone la plus délicate vis-à-vis de la portance que devra franchir un éventuel engin sur l'itinéraire supposé de débouquement si la pente maximale est inférieure à 60 %. Elle s'exprime selon trois modalités :

- terrain jamais portant
- terrain temporairement non portant
- terrain portant toute l'année

- **le degré d'aspérité du terrain**, caractérise la zone la plus délicate en quantité et importance d'obstacles rocheux que devra franchir un éventuel engin sur l'itinéraire supposé de débouquement si la pente maximale est inférieure à 60 %. Elle s'exprime selon trois modalités :

- terrain non accidenté
- terrain accidenté
- terrain très accidenté

La combinaison de ces caractéristiques permet de définir quatre classes d'exploitabilité, de « Facile » à « Difficile » selon lesquelles différentes variables peuvent être réparties (surface forestière, volume de bois sur pied, production, etc.).

La présentation des résultats par distance de débardage et par présence d'itinéraire de débardage permet de prendre en compte les facteurs de l'exploitabilité qui ne sont pas intrinsèques au milieu.

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

Exploitabilité ■ Très facile ■ Facile ■ Moyenne ■ Difficile

Clé de détermination des classes d'exploitabilité



Classe de pente (hors peupleraie)

Lors des opérations de terrain, la valeur moyenne de la plus grande pente de la placette de 20 ares est mesurée au clisimètre ou au vertex (en forêt de production hors peupleraies).

Un terrain dont la pente est strictement inférieure à 5 % est considéré comme un terrain plat, de pente nulle.

Dans une situation complexe (fond de vallon, crête avec double versant, etc.), la pente n'est pas renseignée.

Cette donnée est ensuite discrétisée en 5 classes :

- de 0 à 5 %
- de 5 à 15 %
- de 15 % à 30 %
- de 30 % à 50 %
- plus de 50 %
- non déterminée

N.B. : Cette autre donnée sur la pente n'intervient pas dans le calcul de l'exploitabilité.

Altitude

L'altitude du point d'inventaire est renseignée de manière indirecte par l'utilisation d'un modèle numérique de terrain avec un pas de 25 m.



Terrain avec une pente de 60 %



Structure forestière

Jusqu'en 2014, la structure s'établissait à partir des taux de couvert relatif de la futaie et du taillis. La qualification comme futaie ou taillis se faisait pour partie à partir de l'origine de l'arbre (issu d'une graine ou rejet d'une souche) mais aussi de leur dimension. Tout arbre issu de semence était comptabilisé dans le couvert de la futaie. **Un arbre issu de rejet pouvait être, selon les cas, rattaché à la futaie ou au taillis.** Les arbres constituant une cépée de petits bois (souche comptant plusieurs arbres de diamètre inférieur à 22,5 cm) étaient assimilés à du taillis. Dans les autres cas (arbres de diamètre supérieur à 22,5), l'arbre était considéré comme un arbre de futaie.

Lorsque le taillis avait un taux de couvert relatif inférieur à 25 %, la distribution verticale de la futaie était également prise en compte et permettait de différencier la futaie régulière et la futaie irrégulière.

La structure du peuplement était déterminée uniquement pour les forêts fermées (forêt ayant un taux de couvert absolu supérieur à 40 %). Elle n'était pas déterminée pour les forêts ouvertes et les terrains momentanément déboisés, ils étaient indifféremment renseignés avec la modalité « pas de structure ».

Les modalités que pouvait prendre cette variable étaient 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 %.

Depuis 2014, c'est la structure verticale du peuplement qui est évaluée. La **hauteur de référence** du peuplement est définie, elle correspond à la hauteur moyenne des 10 plus hauts arbres en excluant les arbres de hauteur inférieure aux 2/3 de l'arbre le plus haut.

La **strate haute** représente alors les arbres dont la hauteur est supérieure aux 2/3 de cette hauteur de référence. La strate basse est constituée des arbres et arbustes, à partir de 2 mètres de hauteur.

La structure du peuplement est déterminée uniquement pour les forêts fermées (forêt ayant un taux de couvert absolu supérieur à 40 %). Elle n'est pas déterminée pour les forêts ouvertes et les terrains momentanément déboisés, qui sont toutefois renseignés avec la modalité « structure de boisement ouvert » ou « pas de structure ».

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

- **Futaie régulière basse** : Peuplement (fermé) régulier à une strate basse, à un stade jeune d'un régime « futaie régulière » ou composé de tiges majoritairement de franc pied ;
- **Autre peuplement régulier bas** : Peuplement (fermé) régulier à une strate basse, dont le régime n'est pas de futaie régulière et les tiges sont majoritairement issues de rejet ;
- **Structure verticale irrégulière** : Peuplement fermé avec une structure verticale irrégulière ;
- **Structure verticale régulière haute avec sous-étage** : Peuplement régulier à une strate haute avec sous étage possédant un couvert relatif supérieur à 25 % ;
- **Structure verticale régulière haute sans sous étage** : Peuplement régulier à une strate haute sans sous étage ou avec un sous étage possédant un couvert relatif inférieur à 25 %.



Remarque : Cette évolution de la donnée « structure du peuplement » permet de revenir à la véritable nature de cette donnée, c'est-à-dire à une description physique du peuplement et non à une information sur la gestion forestière du peuplement comme pouvaient le laisser croire les intitulés des modalités utilisées avant 2014.



Âge de l'étage dominant d'un peuplement recensable

L'IGN fournit des résultats par âge. Il s'agit de l'âge de l'étage dominant sur la placette d'inventaire du peuplement « cible ». Le terme « cible » signifie ici qu'en présence d'une bordure, les arbres de celle-ci ne sont pas pris en compte ou/et qu'en présence de rémanents d'un ancien peuplement, ceux-ci ne sont pas pris en compte. Par exemple, un gros rémanent au sein d'une régénération naturelle n'appartient pas au sous-peuplement dominant.

L'âge de l'arbre est établi par décompte des cernes annuels (sur une carotte prélevée à la tarière de Pressler) ou par décompte des verticilles ou des cicatrices de verticilles en particulier pour les peupliers cultivés dans les peupleraies qui ne sont jamais carottés.

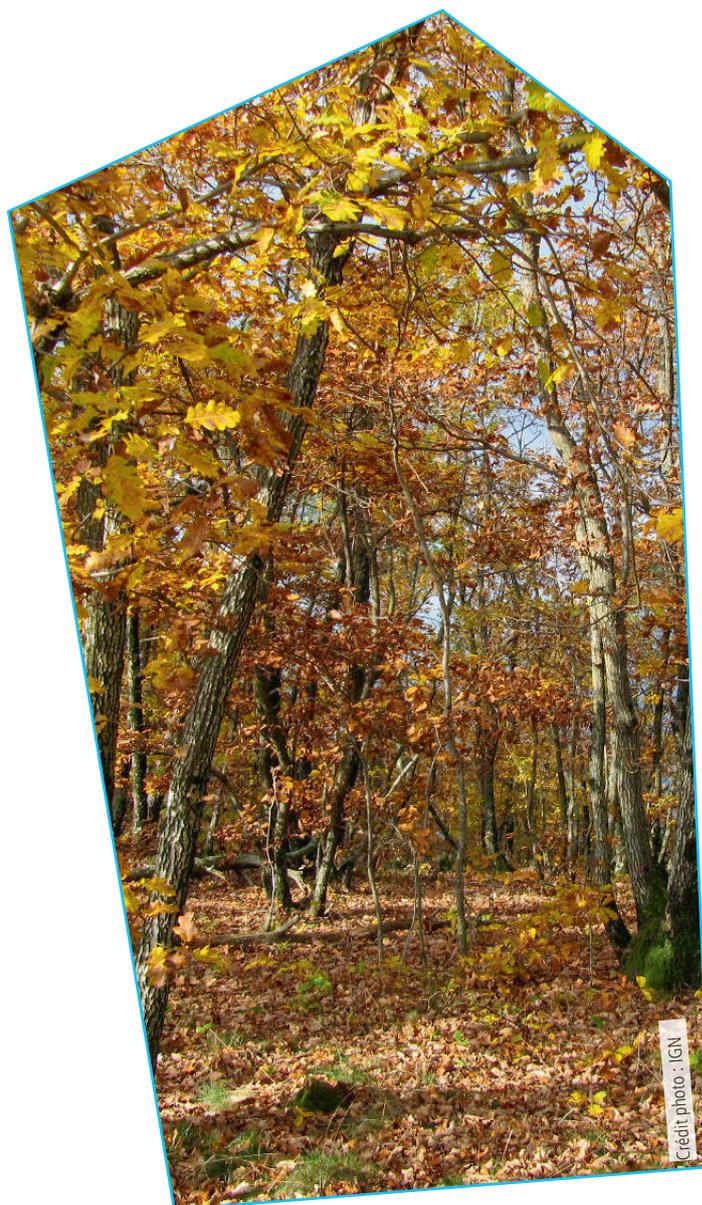
Cette évaluation est réalisée au maximum à partir de deux arbres recensables par placette d'inventaire.



Cette donnée est calculée uniquement dans les peuplements pour lesquels la strate recensable a un couvert supérieur à 15 % sur la placette de 20 ares. D'autres données, non présentées en standard doivent être mobilisées pour les peuplements non recensables, c'est-à-dire souvent les peuplements jeunes.

Hauteur de Lorey

La hauteur de Lorey est obtenue pour chaque placette en forêt de production hors peupleraie. Elle correspond à la hauteur de l'arbre de surface terrière moyenne d'un peuplement.



Chênaie en forêt ardéchoise



Jeunes rejets de souche



Description des peuplements

Plantation

Lors des travaux de terrain, l'IGN détermine sur les points d'inventaire en forêt (peupleraie comprise) si le peuplement a été constitué par plantation.

L'observation porte sur une placette de 20 ares entourant le point. Si ce point est situé dans un peuplement de moins de 5 ares, l'ensemble formé du peuplement qui l'entourne est pris en compte.

Il n'est pas tenu compte de l'âge du peuplement et la détermination n'est faite que par observation sur le terrain, sans recherche dans des documents de gestion.

Les points sont classés en trois catégories :

- **plantation régulière en plein**, selon un maillage régulier non interrompu par des îlots ou des bandes boisées ;
- **autre plantation**, pour tous les autres types de plantation (en bandes, sous abri, semis en ligne...) ;
- **absence de plantation**, dans tous les autres cas, y compris de plantation irrégulière.

Les compléments artificiels dans les régénérations naturelles ne sont pas considérés comme des plantations, ni les enrichissements (en feuillus précieux par exemple).

L'espèce arborée plantée, unique dans le cadre d'une plantation monospécifique, est notée tout comme l'espèce arborée majoritairement plantée dans le cadre d'une plantation mélangée.

Dans le cadre d'une plantation mélangée, l'espèce arborée plantée secondaire est également relevée.

Niveau d'entretien de la peupleraie

Sur les points de peupleraies une caractéristique appelée « Niveau d'entretien », est déterminée en fonction de la présence ou de l'absence d'une autre végétation que les peupliers cultivés.

Cette caractéristique peut prendre l'une des trois modalités suivantes :

- **Entretien soigné** : absence de végétation ligneuse (couvert inférieur à 10 %) autre que les peupliers cultivés et végétation herbacée à développement limité ;
- **Entretien réduit** : absence de végétation ligneuse (couvert inférieur à 10 %) autre que les peupliers cultivés mais végétation herbacée à développement libre ;
- **Absence d'entretien** : présence d'une végétation ligneuse (couvert supérieur à 10 %) autre que les peupliers cultivés.



Peupleraie



Taux de couvert

L'IGN exécute sur tous les points d'inventaire en forêt des observations relatives à la composition du couvert. Les équipes apprécient à l'œil le taux de couvert libre de chaque espèce. Celui-ci est défini comme le rapport de la surface projetée de la partie des houppiers accédant à la lumière à la surface totale du site. Cette estimation est réalisée à la fois pour le couvert recensable et pour le couvert non recensable.

Pour le couvert recensable, la surface d'observation est de 20 ares environ (placette de 25 m de rayon). Elle est de 7 ares environ pour le couvert non recensable (placette de 15 m de rayon).

À partir des taux de couvert libre, il est possible pour chaque strate (recensable et non recensable) et pour chaque espèce de déterminer un taux de couvert libre relatif.

Essence principale

Une essence principale est déterminée sur chaque point d'inventaire en forêt de production effectivement boisée. Déduction est donc faite des parties temporairement non boisées (suite à une coupe rase par exemple), c'est-à-dire sans couvert, mais dont on considère qu'elles porteront à nouveau prochainement un peuplement forestier.

S'il y a des arbres recensables sur la placette de 25 m de rayon et donc un couvert recensable sur la placette d'inventaire, l'essence principale est celle des arbres recensables dont les individus réunis ont le plus fort taux de couvert libre relatif.

S'il n'y a pas d'arbres recensables sur la placette de 25 m de rayon, l'essence principale est celle dont le taux de couvert libre relatif est le plus élevé dans la strate non recensable, c'est-à-dire sur la placette de 15 m de rayon.

L'importance absolue de l'essence principale sur une placette peut être très variable, forte s'il y a peu d'essences, faible si elles sont nombreuses.

Dans les peupleraies l'essence principale est toujours le peuplier cultivé.

Composition des peuplements

Les résultats fournis, relatifs à la composition des peuplements, ne concernent que la forêt de production effectivement boisée où le taux de couvert absolu des arbres recensables est non nul. Déduction est donc faite des parties où le taux de couvert absolu des arbres recensables est nul et où le couvert est composé uniquement d'arbres non recensables.

Ces données de composition permettent de répartir la surface en fonction :

- du nombre d'essences présentes dans la strate recensable et ainsi de caractériser la diversité des peuplements ;
- de l'importance relative des essences présentes dans la strate recensable les unes par rapport aux autres, ce qui permet de préciser les notions de peuplements monospécifiques et de peuplements mélangés.

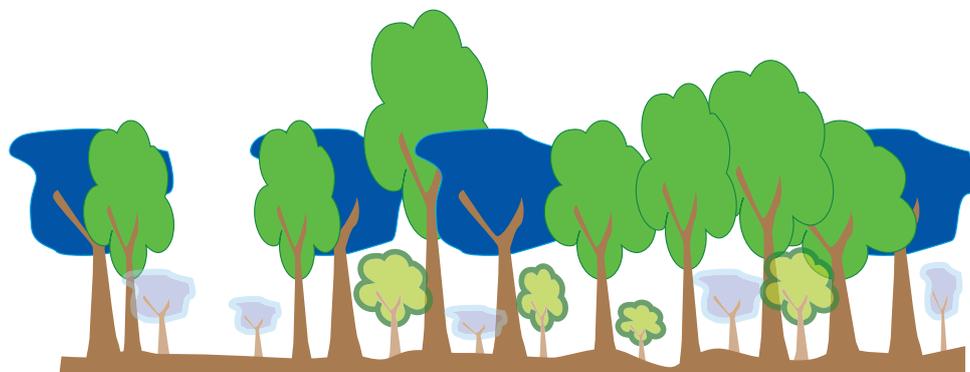
Groupe d'essences de la strate recensable

Sur le terrain, les équipes mesurent, pour chaque espèce arborée composant la strate recensable, le taux de couvert libre relatif de l'espèce dans la strate.

Ce taux est exprimé en dixième. Le regroupement des essences en deux groupes (feuillus et conifères) permet, par calcul, de déterminer le groupe d'essences de la strate.

Cette donnée est ici utilisée en 3 classes :

- peuplement feuillu : peuplement où le taux de couvert libre en feuillus est au moins égal à 75 % ;
- peuplement conifère : peuplement où le taux de couvert libre en conifères est au moins égal à 75 % ;
- peuplement de feuillus et conifères : peuplement où ni le taux de couvert libre des conifères, ni le taux de couvert libre des feuillus, n'est supérieur à 75 %.



Forêt de production

Essence principale



recensable



non recensable

Autres essences



recensable



non recensable

Déterminer l'essence principale



Nombre d'essences dans la strate recensable

Sont considérés ici les placette d'inventaire où le taux de couvert absolu des arbres recensables est au moins égal à 15 %. Toutes les essences qui entrent dans la composition de la strate recensable, à condition que leur part dans le couvert libre relatif soit au moins égale à 15 %, sont prises en compte.

La diversité en essences du peuplement est déterminée ainsi :

- Un peuplement est pur si :
 - une seule essence est relevée sur la placette,
 - le taux de couvert libre relatif de l'essence la plus représentée est supérieur à 75 % ;
- Un peuplement est dit « à une essence prépondérante » si le taux de couvert libre relatif de l'essence la plus représentée est supérieur à 50 % et que le taux de couvert libre relatif de la seconde essence la plus représentée ne dépasse pas 15 % ;
- Un peuplement est un mélange à deux essences si :
 - deux essences seulement ont été relevées sur la placette,
 - la somme des taux de couvert libre relatif des deux essences les plus représentées dépasse 75 %, celui de la troisième essence la plus présente ne dépasse pas 15 % et est différent de la deuxième essence,
 - la somme des taux de couvert libre relatif des trois essences les plus représentées dépasse 75 %, celui de la troisième essence la plus présente ne dépasse pas 15 % et est différent de la deuxième essence ;
- Un peuplement est un mélange à trois essences si :
 - trois essences seulement ont été relevées sur la placette,
 - la somme des taux de couvert libre relatif des trois essences les plus représentées dépasse 75 %, celui de la troisième essence la plus présente dépassant 15 % et celui de la quatrième essence la plus présente ne dépassant pas 15 %,
 - la somme des taux de couvert libre relatif des quatre essences les plus représentées dépasse 75 %, celui de la quatrième essence la plus présente ne dépassant pas 15 %, contrairement à celui de la troisième essence la plus représentée ;
- Un peuplement est un mélange à quatre essences si :
 - quatre essences seulement ont été relevées sur la placette,
 - la somme des taux de couvert libre relatif des quatre essences les plus représentées dépasse 75 %, celui de la quatrième essence la plus présente dépassant 15 % et celui de la cinquième essence la plus présente ne dépassant pas 15 % ;
- Dans les autres cas, le peuplement est un mélange varié.

Les quatre dernières catégories correspondent à des peuplements mélangés, les deux premières à des peuplements monospécifiques ou assimilés comme tels.

Nombre d'essences au couvert non nul

Un autre indicateur relatif au nombre d'essences a été mis au point. Il est calculé pour l'ensemble de la forêt de production hors peupleraie. Il est défini en comptabilisant toutes les essences ayant un taux de couvert non nul dans la **strate recensable** sur la placette de 25 m de rayon (soit 20 ares environ). Ce nombre est généralement compris entre 0 et 10, parfois plus.

Cet indicateur, moins discriminant que le précédent, en diffère par :

- la catégorie de forêt à laquelle il réfère : la forêt de production hors peupleraie et non pas la forêt de production où le taux de couvert absolu de la strate recensable est supérieur à 15 %.
- le taux de couvert de l'essence : il doit uniquement être supérieur à 0 et non pas à 15 %.

Taux de couvert des ligneux hauts, bas et des non ligneux

Le taux de couvert (compris entre 0 et 100%) indique le recouvrement absolu des végétaux étudiés sur la placette de 7 ares. Il est découpé en 10 classes, ici regroupées en 5 classes :

- 0-5 %
- 5-25 %
- 25-45 %
- 45-75 %
- 75-100 %

Les **ligneux hauts** sont des végétaux ligneux de plus de deux mètres de hauteur.

Les **ligneux bas** sont des végétaux ligneux de moins de deux mètres de hauteur.

Les **non ligneux** sont les espèces herbacées, mousses et fougères, absentes de la liste des espèces ligneuses.

NB : Seules les mousses poussant sur la terre sont prises en compte, celles poussant sur les rochers et sur le bois ne sont pas comptabilisées.



Caractéristiques écologiques

Les caractéristiques écologiques sont disponibles pour la forêt de production hors peupleraie.

Roche mère

Sur chaque point d'inventaire, une roche mère est identifiée. La détermination est assez précise et un type parmi plusieurs dizaines est attribué au point d'inventaire. En standard, seule une ventilation des résultats par grande famille de roches mères est fournie :

Plutonique : roche magmatique grenue (dont la cristallisation s'est faite lentement en profondeur), composée de minéraux variés.

Volcanique : roche magmatique composée de quelques minéraux insérés dans une pâte vitreuse (en liaison avec des éruptions volcaniques).

Siliceux consolidé : roche sédimentaire formée par la consolidation de particules siliceuses déposées en strates successives en milieu aquatique.

Siliceux meuble : formation superficielle siliceuse non consolidée.

Calcaire consolidé : roche sédimentaire carbonatée formée par la consolidation de particules principalement constituées de carbonate de calcium (CaCO_3) déposées en strates successives en milieu aquatique.

Calcaire meuble : formation superficielle carbonatée non consolidée.

Dolomie : roche sédimentaire calcaire, impure, constituée essentiellement de carbonate double de calcium et de magnésium.

Marne : roche sédimentaire calcaire, impure, riche en argiles (jusqu'à 80 %).

Argile : roche sédimentaire meuble, avide d'eau et imperméable.

Métamorphique : roche ayant acquis une structure li-tée (schistosité) sous l'influence de la pression ou/et de la température.

Particulière : roche de nature diverse formée dans des conditions particulières : minéral, roche saline, roche carbonée, etc.



Banc de calcaires marneux dans la vallée de l'Ubaye

Texture du sol

La classe texturale est déterminée en fonction de la présence/absence et de l'importance relative des différentes fractions : Argile (A), Sable (S), Limon (L). La texture est appréciée de façon empirique au toucher, en pétrissant entre les doigts un échantillon de l'horizon à tester, légèrement humidifié, et purgé des éléments grossiers.

La texture du sol peut être homogène sur l'ensemble du profil ou nettement hétérogène : c'est le cas des sols complexes (horizon limoneux sur horizon argileux par exemple) développés à partir de deux formations géologiques différentes ou des sols ayant subi un lessivage. Dans le cas d'un sol à texture hétérogène, l'IGN distingue deux horizons texturaux qui différencient au mieux le profil avec attribution d'une texture à chaque horizon. Cependant dans cette publication, la texture indiquée est obtenue par combinaison des deux textures observées :

Sableuse

Limono-sableuse

Limoneuse

Limon sur argile : profil complexe à deux couches superposées

Argilo-sableuse

Argilo-limoneuse

Argileuse

Autre ou non déterminée : autre, non déterminée ou absence de terre fine



Texture du sol



Type de sol

Comme pour la roche mère, sur chaque point d'inventaire, un type de sol est identifié. La détermination, à l'aide d'une clé, est assez précise et un type parmi quarante-neuf est attribué au point d'inventaire. Le type de sol est défini en référence à la classification française des sols (P. Duchaufour 1991) et au référentiel pédologique (AFES 2008). En standard, seule une ventilation des résultats par grande famille de sols est proposée.

La détermination du type de sol s'appuie sur l'observation des horizons :

- A : horizon de surface mélangeant des matières organiques et minérales ;
- E : horizon éluvial, appauvri en fer, en aluminium et/ou en argile ;
- BP : horizon podzolique d'accumulation d'aluminium, de fer et/ou de matière organique ;
- Bt : horizon d'accumulation d'argile lessivée ;
- S : horizon d'altération brunifié ;
- ca : horizon carbonaté présentant une effervescence à HCl ;
- ci : horizon calcique saturé en calcium ;
- C : matériau parental altéré ;
- R : roche mère non altérée ;
- G : horizon réductique (fer réduit) de couleur bleu, vert ou blanc-gris avec parfois des tâches rouilles fugaces ;
- g : horizon rédoxique caractérisé par des taches grises (fer réduit) et rouilles (fer oxydé) ;
- H : horizon tourbeux formé en milieu saturé par l'eau par accumulation de matière organique.

Sols brunifiés : sols évolués caractérisés par un horizon structural formé par l'altération des minéraux primaires (S). Profil A/S/C. (brunisol, alocrisol)

Sols podzolisés : sols acides caractérisés par un horizon cendré appauvri en aluminium et/ou fer (E), sous lequel se situe un horizon podzolique d'accumulation de matière organique (BPh), d'aluminium, d'argile et de sesquioxydes de fer de couleur ocre (BPs), entraînés sous forme de complexes mobiles. Profil A/E/BP/C. (podzosol)

Sols carbonatés : sols plus ou moins évolués, situés sur une roche calcaire, caractérisés par une carbonatation de la terre fine sur au moins la moitié du profil (avec souvent des éléments grossiers calcaires). Profils Aca/R à A/Sca/C. (organosol calcaire, rendosol, calcosol-calcarisol)

Sols hydromorphes : sols dans lesquels les processus liés à un engorgement temporaire ou permanent sont prédominants : réduction (mobilisation du fer), oxydation (immobilisation du fer), blocage de la décomposition de la matière organique. Horizons caractéristiques : H, Gr, Go ou g. (histosol, réductisol, rédoxisol, pélosol)

Sols jeunes : sols peu évolués, contenant un unique horizon organo-minéral (A) situé sur la roche altérée (C) ou non altérée (R). Profils A/R à A/C. (arénosol, rankosol, lithosol, colluviosol, andosol, fluviosol)

Sols calciques : sols situés sur une roche calcaire, caractérisés par une carbonatation de la terre fine en bas du profil ou par une saturation en calcium. Profils Aci/R à A/Sci/C. (organosol calcique, rendisol, calcisol, dolomitosol)

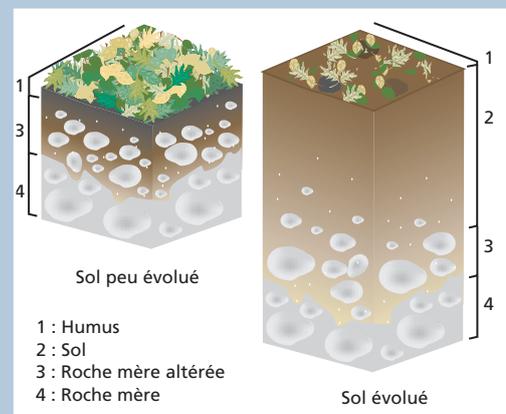
Le sol : milieu de fixation et de nutrition de l'arbre

Le sol se forme à partir de l'altération de la roche mère ainsi que par la minéralisation de l'humus, sous l'action combinée de facteurs climatiques et de l'activité biologique.

Sous l'humus se trouvent des couches généralement parallèles à la surface du terrain, appelées horizons, qui reposent sur la roche mère. L'ensemble de ces horizons forme le sol dont l'épaisseur est variable (de nulle à plusieurs mètres) et influe sur la fixation des arbres et la disponibilité en eau et en éléments minéraux.

Un horizon se différencie d'un autre par sa couleur, sa teneur en matière organique et en éléments minéraux (calcaire par exemple), la présence de tâches colorées, par sa texture (proportion d'argiles, limons, sables et cailloux) ou par sa structure (compacte, particulaire, grenue, grumeleuse, polyédrique ou fibreuse).

La succession des horizons constitue un profil de sol, caractéristique du type de sol du site. Selon les types de sol, les propriétés physiques et chimiques sont fort différentes et plus ou moins propices à l'installation et au développement des arbres. Le profil du sol est décrit par l'IGN sur une fosse de 40 cm de profondeur et par sondage à la tarière.



Le sol en forêt



Caractéristiques écologiques

Sols lessivés : sols évolués caractérisés par un horizon lessivé, appauvri en argile et en fer (E), sous lequel se situe un horizon d'accumulation des argiles et du fer (BT), profil A/E/BT/C (luvisol, néoluvisol) ou sols complexes avec un horizon de texture limoneuse surmontant un horizon argileux. (pseudo-luvisol)

Sols fersiallitiques : sols brun rouge à rouge où le fer est abondant, résultant de l'altération des minéraux sous un climat chaud et contrasté (rubéfaction) et caractéristiques de la zone méditerranéenne. (fersialsol)

Autre ou non déterminé : sol absent ou indéterminé



Sol brunifié (brunisol)



Sol podzolisé (podzosol)



Sol carbonaté (rendosol)



Sol hydromorphe (redoxisol)



Sol hydromorphe (reductisol stagnique)



Type d'humus

La détermination du type d'humus (*L'humus sous toutes ses formes*, Jabiol & al, 1995) s'appuie sur l'observation des couches :

- OLn : litière neuve de l'année, composée de feuilles entières, libres entre elles, « craquantes » ;
- OLv : litière vieillie, composée de feuilles plus ou moins transformées, décolorées, collées entre elles ;
- OF : résidus végétaux plus ou moins fragmentés, en mélange avec de la matière organique fine de taille millimétrique ;
- OH : horizon contenant plus de 70 % de matière organique fine (aspect de marc de café ou de terreau) ;
- A : horizon organo-minéral. Le degré de liaison de la matière organique et minérale est variable et est responsable de la structure de l'horizon.

La description de l'humus est effectuée en plusieurs points de la placette, sans tenir compte de zones découpées ou perturbées.

En standard, les 19 types élémentaires sont réunis en 7 groupes :

Mor ou dysmoder : humus à horizon OH supérieur ou égal à 1 cm et avec un horizon A à structure particulaire.

Moder : humus à horizon OH net mais inférieur à 1 cm et avec un horizon A à structure particulaire.

Dysmull : humus à horizons OLn et OLv continus assez épais, un horizon OF et un horizon A à structure finement grumeleuse.

Mull : ensemble d'humus à horizon OL plus ou moins présent et avec un horizon A à structure nettement grumeleuse.

Carbonaté : humus à horizon A carbonaté (faisant effervescence à l'acide chlorhydrique).

Hydromorphe : humus à horizon A marqué par l'hydromorphie, souvent épais et très humifère.

Absent ou autre : humus absent ou autre type d'humus.

L'humus : révélateur de l'activité biologique du sol

Contrairement aux sols agricoles, les sols forestiers ont la particularité d'avoir une couche d'humus différenciée et d'être peu perturbés par l'activité humaine. La couche superficielle du sol, appelée humus, est composée de matière organique plus ou moins reconnaissable. Elle provient de la décomposition de végétaux et d'animaux par les micro-organismes du sol et fournit des éléments minéraux au sol.

Les **mull** (et **dysmull**) sont des formes d'humus qui sont liées à une forte activité de la faune et des micro-organismes du sol. Leurs principales caractéristiques se définissent ainsi : décomposition rapide des litières, incorporation partielle des débris végétaux au sein d'un horizon mixte organo-minéral où se forment également des agrégats « argilo-humiques ». La structure de l'horizon A est grumeleuse à microgrumeleuse.



Profil d'un humus de type mull

Les humus de types **moder** se caractérisent par un processus de décomposition-humification nettement ralenti, la formation d'une couche brun-noir de matière organique fine (OH) et une accumulation des couches de litière des années précédentes (OLv et OF). L'horizon A, dit de juxtaposition, est souvent massif ou particulaire.



Profil d'un humus de type moder

Les **dysmoder** suivent le même modèle mais les couches sont plus épaisses (couche OH > 1 cm). Ils se rapprochent des humus de type **mor**, caractérisés par un passage brutal entre l'horizon OH et l'horizon minéral.



Profil d'un humus de type mor

Dans deux cas particuliers, ces humus prennent les modalités suivantes :

- les humus **carbonatés** : mull, moder ou mor carbonatés avec présence de calcaire dès la surface du sol (horizon A réagissant à l'acide) ;
- les humus **hydromorphes** : hydromull, hydromoder ou hydromor lorsqu'il existe en surface une nappe d'eau temporaire ou tourbe, anmoor lorsque l'engorgement est permanent. La décomposition de la matière organique est ralentie ou stoppée et l'horizon A est fortement humifère et épais.



Profondeur des sols et charge en cailloux

Cet indice apporte une indication sur les possibilités de prospection racinaire des arbres dans le sol.

La profondeur de sondage est limitée en cas de forte charge en cailloux. L'indicateur de charge en cailloux permet de combiner ces deux types de données : pierrosité et profondeur.

L'indice est ainsi calculé à partir de :

- la charge en éléments grossiers, qui est la proportion des éléments grossiers (cailloux, blocs, gravillons : taille > 2 mm) exprimée en dixièmes du volume total du sol.
- l'affleurement rocheux, qui est la proportion de blocs affleurants (blocs > 20 cm), exprimée en dixièmes de la surface de la placette de description de 7 ares (15 mètres de rayon).
- la profondeur de sol observée sur une fosse de 40 cm de profondeur et par sondage à la tarière pédologique.

L'indice prend les modalités suivantes :

Sol très caillouteux :

plus de 75 % d'éléments grossiers.

Sol caillouteux :

entre 55 et 75 % d'éléments grossiers.

Sol superficiel :

profondeur inférieure à 15 cm.

Sol peu profond :

profondeur entre 15 et 34 cm.

Sol moyennement profond :

profondeur entre 35 et 64 cm.

Sol profond :

profondeur supérieure à 65 cm.



Sol caillouteux

Indice d'hydromorphie

Cet indice apporte une vue synthétique sur les conditions d'engorgement de la placette, facteur qui limite la croissance de certaines essences forestières.

L'indice d'hydromorphie du sol est calculé à partir du type de sol, du type regroupé d'humus et de la profondeur d'apparition des horizons hydromorphes (taches d'oxydation, pseudogley, gley).

Il prend les modalités suivantes :

Hydromorphie forte en surface

Hydromorphie forte à moins de 35 cm

Hydromorphie forte entre 35 et 64 cm

Hydromorphie faible ou forte à partir de 65 cm

Non hydromorphe

Non déterminé



Trace d'hydromorphie



Caractéristiques écologiques

Niveaux trophique et hydrique

L'indicateur du niveau trophique, calculé à partir du relevé floristique, révèle la richesse minérale du sol, dépendant elle-même de différents facteurs, en particulier de l'humus.

L'indicateur du niveau hydrique, calculé également à partir du relevé floristique, intègre les conditions macro- et micro-climatiques de l'écosystème y compris pédoclimatique.

Leur fiabilité dépend du nombre d'espèces indicatrices présentes sur la placette et des conditions de perturbations de la flore.

Leur calcul part du principe exposé dans la *Flore Forestière Française*, selon lequel les plantes observées en un point donné renseignent sur la richesse du sol, la disponibilité en eau, etc. Ainsi, il est possible d'établir un diagnostic rapide en un point à partir des espèces qu'on y observe et du contexte dans lequel elles sont observées.

Les valeurs indicatrices, différentes pour une même espèce en fonction du contexte dans lequel celle-ci est observée, sont définies à partir des indications de la *Flore Forestière Française*. Pour la définition du contexte, l'IGN utilise quatre critères (domaine biogéographique, étage de végétation, type de substrat et régime d'hydromorphie) calculés à partir du relevé écologique.

Ce calcul s'appuie ainsi sur les relevés écologiques et floristiques réalisés sur les points d'inventaire, aboutissant à un résultat objectif, homogène et reproductible.

Les modalités pour le niveau trophique sont les suivantes :

Acidiphile ou hyperacidiphile

Mésoacidiphile : regroupe faiblement acidiphile et mésoacidiphile

Acidicline : regroupe acidiphile et neutroacidiphile

Neutrophile : regroupe mésoneutrophile et neutrophile

Neutrocalcicole

Calcicole ou calcaricole

Non déterminé

Les modalités pour le niveau hydrique sont les suivantes :

Xérophile : regroupe xérophile et hyperxérophile

Mésoxérophile : regroupe xérocline et mésoxérophile

Mésophile : regroupe mésophile frais et mésophile sec

Hygrocline : regroupe hygrocline et mésohygrocline

Hygrophile : regroupe hygrophile et mésohygrophile

Non déterminé

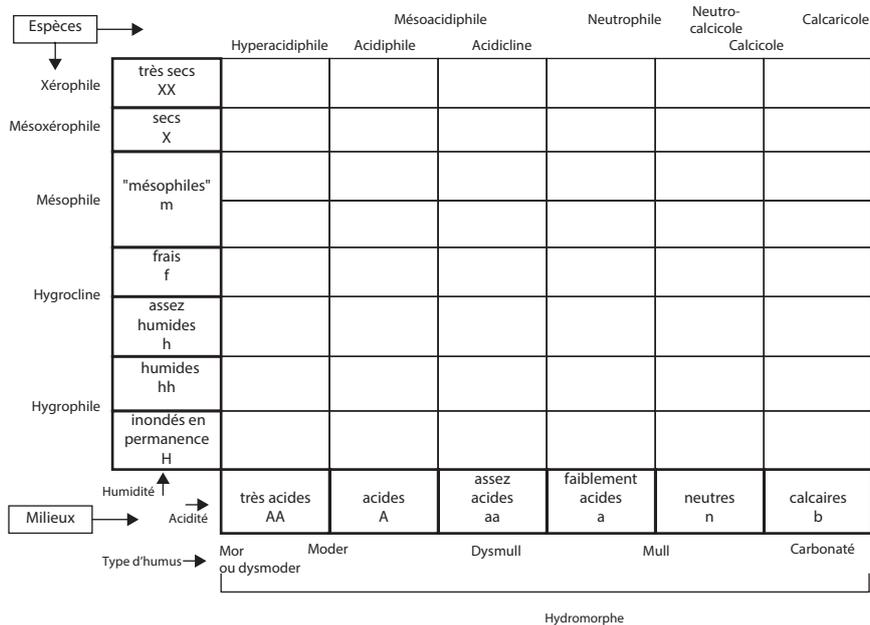
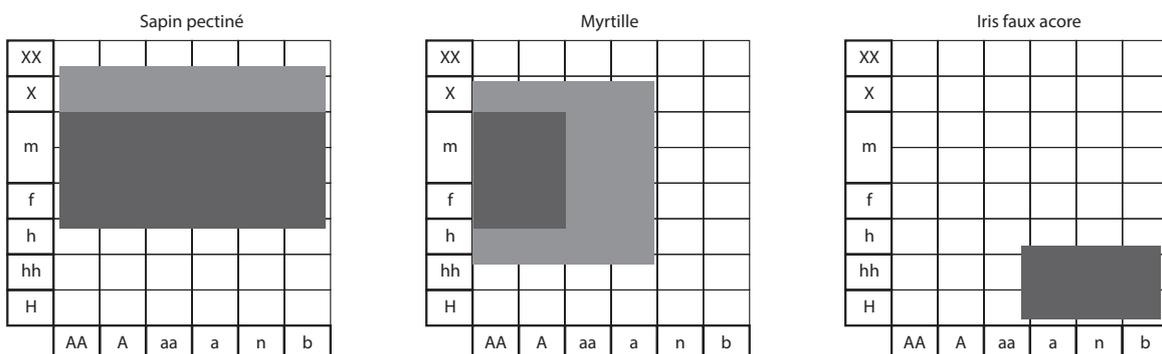


Diagramme combinant les gradients trophiques et hydriques de répartition des espèces



Exemple de position d'espèces par rapport à l'acidité et à l'humidité

Définition

Bois mort sur pied : arbre ne présentant aucun signe de vie au-dessus de 1,30 m, et toujours sur pied, cassé ou non au niveau de sa tige ou de son houppier. Par convention, on considère que tout arbre mort (sans signe de vie au-dessus de 1,30 m) avec un angle d'inclinaison supérieur à 30 grades par rapport à la surface du sol appartient à cette catégorie.

Chablis : arbre vivant ou mort qui n'est plus sur pied suite à un accident de moins de 5 ans. Par convention, on considère que tout arbre vivant ou mort, avec un angle d'inclinaison inférieur à 30 grades par rapport à la surface du sol (en raison d'un accident) appartient à cette catégorie.

Bois mort au sol : pièce de bois (branche ou tronc) détachée de sa souche naturellement ou artificiellement, ou arbre chablis mort, en contact ou non avec le sol, avec toutes les branches qui lui sont restées attachées

De plus en plus de données sur le bois mort

L'inventaire du bois mort sur pied et des chablis ordinaires de moins de 5 ans est réalisé pour l'ensemble de la forêt de production hors peupleraie depuis la campagne d'inventaire 2005.

Depuis la campagne 2008, l'inventaire du bois mort sur pied a été élargi aux peupleraies. Il concerne de plus depuis 2008 l'ensemble du bois mort sur pied et pas seulement celui du bois mort de moins de 5 ans. Enfin, depuis 2008, un protocole spécifique a été mis en place pour le bois mort au sol. Il est également appliqué dans les peupleraies.

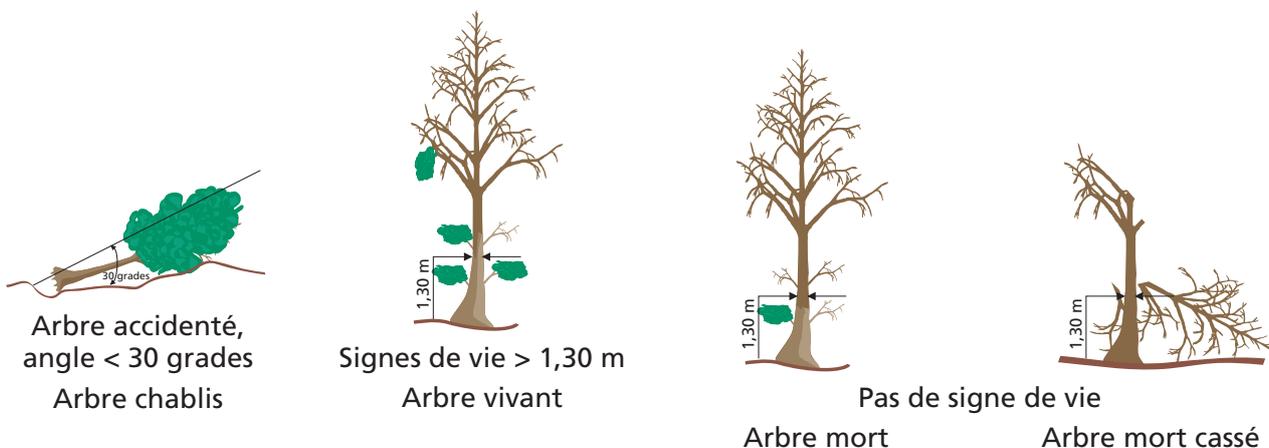
Arbre mort sur pied et chablis

Concrètement, lors de la saisie des arbres levés, l'état de végétation de l'arbre (vivant, mort sur pied, mort sur pied cassé ou chablis) est noté et en découlent différentes informations à renseigner, propres à cet état.

Les arbres morts sur pied (cassés ou non) font l'objet d'une identification de l'espèce, de l'origine de l'arbre (rejet ou semence), de la date présumée de mort (moins de 5 ans ou plus de 5 ans) et de la mesure de la circonférence à 1,30 m. La hauteur de casse est également notée pour les arbres cassés sur pied.

Le volume des arbres morts est ensuite calculé grâce à un tarif à une entrée (la circonférence).

Les mêmes informations sont saisies pour les arbres chablis.



Déterminer l'état de végétation d'un arbre

Bois mort au sol

L'inventaire du bois mort au sol est réalisé sur un transect de 12 mètres de long, centré sur le point d'inventaire. L'azimut du transect est aléatoire et fourni aux opérateurs de terrain.

Le seuil de diamètre pour prendre en compte le bois mort au sol est fixé à la classe de 3 centimètres ; les classes sont centrées et la première correspond donc à des diamètres allant de 2,5 à 3,4 cm. En revanche, il n'y a pas de seuil de longueur pour la prise en compte du bois mort au sol.

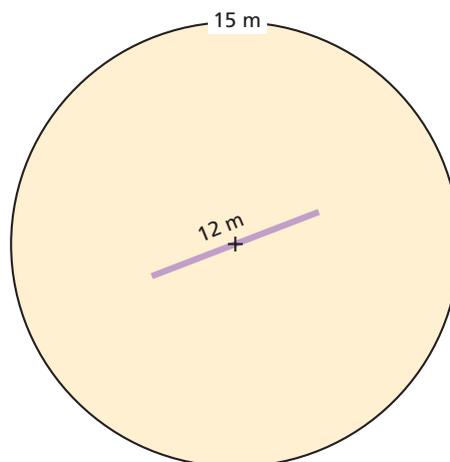
L'essence, le diamètre et l'état de décomposition sont notés pour :

- les arbres chablis ne présentant aucun signe de vie ;
- les résidus de branches ou de bois façonnés épars sur un parterre de coupe datant de plus d'un an ;
- les résidus d'élagage ou de travaux forestiers (dépressages), non considérés comme des résidus de coupe, quelle que soit la date des travaux ;
- les branches d'un houppier au sol, suite à une exploitation de plus d'un an, ou suite à un accident.

Il est donc possible pour le bois mort au sol de fournir des résultats par essence, par classe de diamètre (diamètre au niveau de l'intersection avec le transect) et par état de décomposition. **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.**

La donnée relative à l'état de décomposition comporte cinq classes :

- **nulle** : texture solide, non décomposée, avec ou sans écorce ;
- **faible** : texture partiellement molle, avec ou sans écorce ;
- **moyenne** : texture molle, avec ou sans écorce ;
- **forte** : pourriture moyenne à forte ;
- **très forte** : pourriture complète et forme altérée.



Dispositif d'échantillonnage du bois mort au sol

MÉTHODOLOGIE

**Pour bien comprendre
les résultats publiés**

2014 - 2018