

Vers l'Évaluation des services forestiers du Grand-Est

Rapport d'étude



*Forêt vosgienne à proximité du col de la Schlucht.
Cliché : Jean-Luc Peyron.*

Auteurs :

Julie Dorioz (Chargée de mission au GIP Ecofor)

Jean-Luc Peyron (Directeur du GIP Ecofor)

Cécile Nivet (Responsable de la valorisation au GIP Ecofor)

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE : CADRAGE GENERAL	4
1. Les forêts du Grand-EST.....	5
2. Les forêts fournissent à la société un ensemble de biens et services...	15
DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES FORESTIERS SUR LE TERRITOIRE DU GRAND-EST	22
3. Les services de régulation.....	23
4. Les principaux biens forestiers.....	33
5. Les services culturels.....	51
CONCLUSION.....	59
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	62
ANNEXE.....	66
TABLE DES MATIERES.....	67

Première partie

CADRAGE GENERAL

1. Les forêts du Grand-Est

1.1 Définition et place de la forêt dans la région Grand-Est

Qu'appelle-t-on « forêt » ?

Il existe une définition officielle de la forêt, établie par la FAO, et utilisée dans le cadre des différents processus d'évaluation de l'état des écosystèmes forestiers et des ressources forestières, à l'échelle internationale¹ et européenne². Au niveau national, cette définition a été adoptée en 2005 par l'inventaire forestier national de l'IGN, et reprise dans le cadre de l'Évaluation française des écosystèmes et services écosystémiques (EFESE) coordonnée depuis 2012 par le Ministère chargé de l'environnement.

La forêt est un territoire occupant une superficie d'au moins 0,5 hectare avec des arbres pouvant atteindre une hauteur de 5 mètres à maturité, un couvert boisé de plus de 10 % et une largeur d'au moins 20 mètres. Cette définition exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.

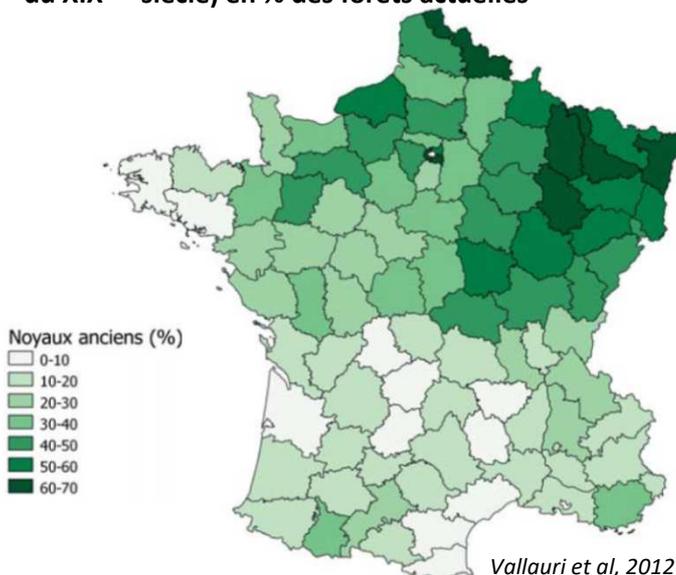
Ainsi, la définition instaure un périmètre très précis à ce qui est considéré comme un écosystème forestier. Son utilisation permet de caractériser un certain nombre d'attributs forestiers de manière continue *via* les informations collectées par l'IGN dans le cadre de l'inventaire forestier national. Elle possède cependant l'inconvénient de ne pas prendre en compte des formations végétales étroitement liées à la forêt (bosquets, corridors boisés, espaces en friches ou landes, *etc.*), particulièrement importantes au sein des paysages agro-sylvicoles pour les services qu'elles rendent notamment du point de vue de la connectivité des massifs forestiers³.

Occupation du sol (surfaces)

La forêt occupe une place de premier ordre au sein de la région Grand-Est. Elle couvre près de 2 millions d'hectares en 2015, soit 33 % du territoire régional - un taux de boisement proche de la moyenne nationale (France métropolitaine : 31%) (Tableau 1). Cette moyenne masque une répartition spatiale inégale sur la région Grand-Est (Figure 2.). Les Vosges apparaissent particulièrement boisées : la présence de relief, moins favorable à une exploitation agricole des terres, a probablement entraîné une extension plus forte des forêts sur ce territoire.

Les surfaces régionales occupées par les forêts sont en progression, mais avec des vitesses assez faibles en comparaison avec d'autres régions : à l'échelle des départements, les taux d'accroissement de la forêt du Grand-Est sont compris entre 0 et 0,7% par an sur la période 1985 – 2015, alors qu'ils sont de l'ordre de 2% en Bretagne par exemple⁴. Cela s'explique surtout par des marges de progression plus faibles dont disposent les forêts dans une région restée très forestière depuis le milieu du XIX^{ème} siècle (Figure 1).

Figure 1 : Distribution départementale de la proportion de noyaux forestiers anciens (déjà présents au milieu du XIX^{ème} siècle) en % des forêts actuelles



¹ Forest Resources Assessment (FRA) mis en œuvre par la FAO.

² Suivi de l'état des forêts en Europe dans le cadre du processus *Forest Europe* mis en œuvre par la conférence ministérielle sur la protection des forêts en Europe.

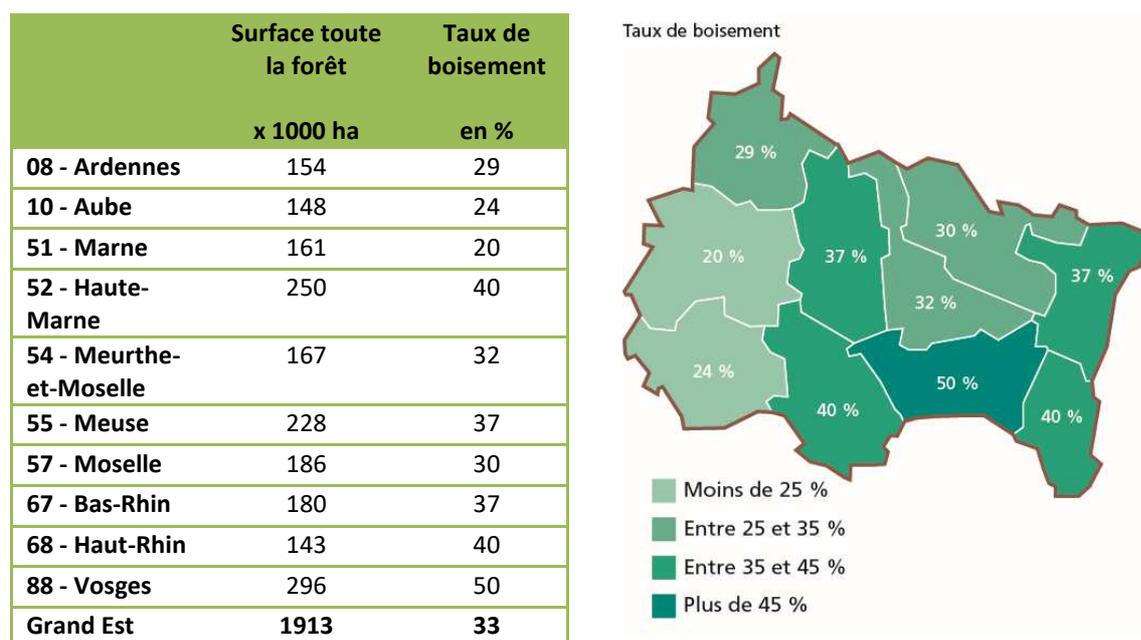
³ Les bosquets (surface inférieure à 0,5 hectare), les corridors boisés (de largeur inférieure à 20 mètres) ou encore les landes boisées (formations végétales basses ou avec des arbres épars, terrains en cours de colonisation par la forêt...), tout comme les peuplements d'arbres urbains (parcs et jardins) ou agricoles (peuplements agroforestiers, vergers) ne sont pas inclus à la définition de la forêt utilisée par l'inventaire forestier national (IGN).

⁴ IGN, 2018, p 3.

Tableau 1. Superficie des écosystèmes boisés dans la Région Grand-Est en milliers d'hectares

Inventaire forestier national – campagnes d'inventaire 2005 à 2014 ⁵			1 000 ha
Forêts	Forêts inventoriées ou forêts de production	<i>Dont peupleraies cultivées</i>	1869 29
	Autres forêts		44
	Total forêts du Grand-Est		1913
	<i>Taux de boisement</i>		33 %
Landes			n.s. ⁶
Bosquets			n.s.

Figure 2. Tableau 2. Surfaces et taux de boisement par département, région Grand-Est.



Source : Données moyennes issues des campagnes d'inventaire 2005-2014

Catégories de propriété

On distingue généralement trois grandes catégories de propriétés forestières :

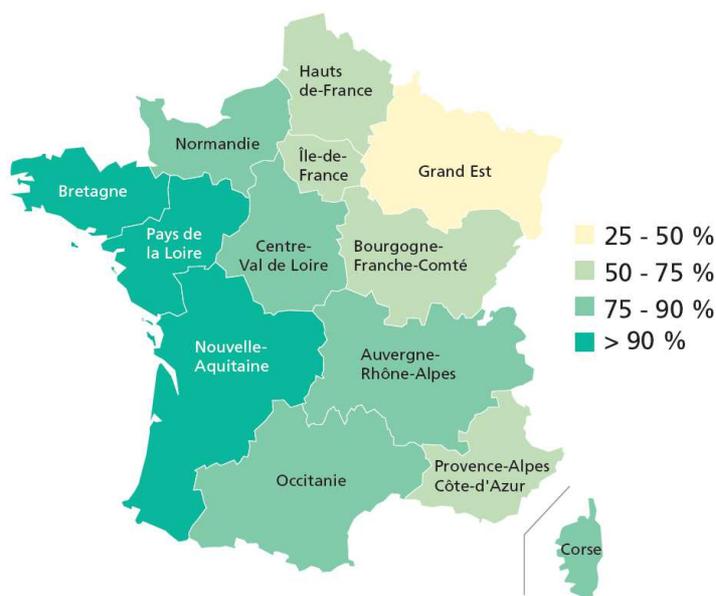
- **les forêts domaniales**, appartenant à l'État et soumises par le Code Forestier à un régime particulier (dit « régime forestier ») ;
- **les autres forêts publiques** soumises en droit à ce même régime forestier : elles appartiennent généralement à des communes (forêts communales) mais aussi à d'autres collectivités territoriales (département, région, etc.) ou à des établissements publics ;
- les forêts non soumises au régime forestier, assimilées à des **forêts privées** : elles appartiennent généralement à des propriétaires privés mais peuvent aussi comprendre des terrains militaires publics.

En France métropolitaine, les forêts privées représentent en moyenne 75% des superficies forestières. Les forêts publiques (25%) sont réparties entre les forêts domaniales (9%) et les autres forêts publiques (16%). La région Grand-Est se distingue du reste de la France métropolitaine dans la mesure où il s'agit de la seule région où la forêt privée est minoritaire (43%) (Figure 3). La forêt publique (57% des forêts) est communale pour deux tiers, domaniale pour un tiers.

⁵ Les valeurs se calculent en moyenne sur les données de 5 campagnes d'inventaires.

⁶ n.s. signifie que le résultat correspondant est non significatif, c'est-à-dire qu'il a une précision statistique insuffisante pour être publié par l'IGN.

Figure 3. Part de la surface forestière privée par région administrative



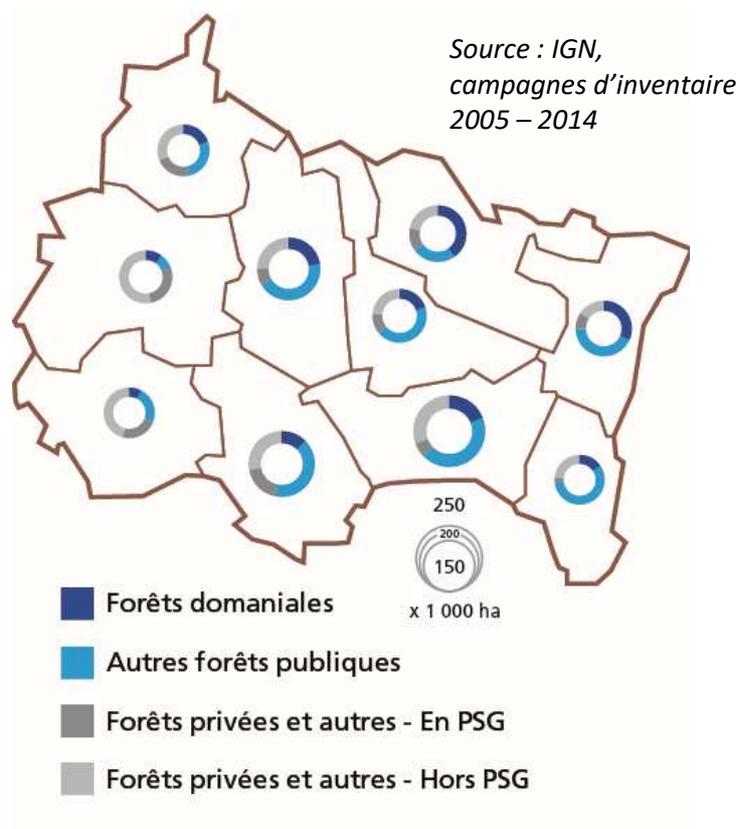
Source : IGN, 2018.
 Domaine : campagnes
 d'inventaire 2012 à 2016

Tableau 3. Répartition des forêts du Grand-Est selon les catégories de propriété

Catégorie de propriété	Surface de forêt X 1000 ha	Part de la forêt En %
Forêts domaniales	381	20
Autres forêts publiques	704	37
Forêts privées	828	43
total	1913	100

Source : IGN, campagnes d'inventaire 2005 – 2014 (domaine : toute la forêt)

Figure 4. Superficie de la forêt par classe de propriété et par département pour la Région Grand-Est



Source : IGN,
 campagnes d'inventaire
 2005 – 2014

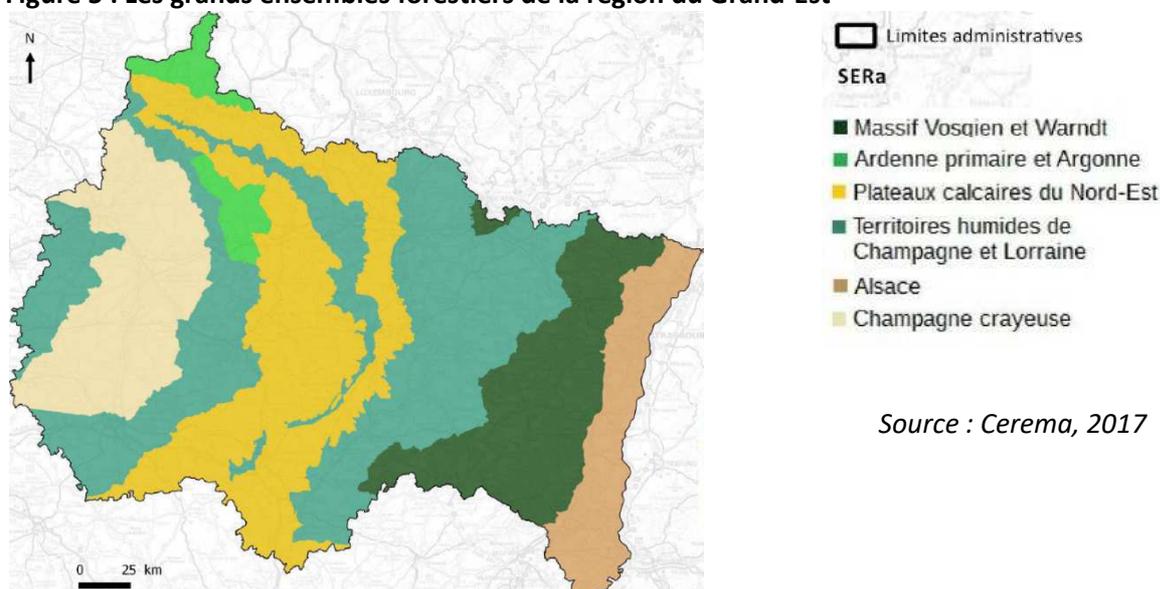
1.2 Types forestiers

Six grands ensembles forestiers

Le rapport sur l'état initial de l'environnement produit par le Cerema (2017) dans le cadre de l'élaboration du Programme Régional de la Forêt et du Bois (PRFB) distingue six grands ensembles forestiers pour la région Grand-Est (Figure 5). Ces ensembles ont été définis en effectuant des regroupements à partir des 15 sylvoécorégions (SER) présentes dans le Grand-Est, telles que définies par l'IGN⁷. Ce découpage en six grands ensembles proposé par le Cerema peut être pertinent pour communiquer sur le « paysage forestier » de la région Grand-Est :

- Plaine d'Alsace et Sundgau (101 000 ha de forêt soit 5 %)
- Massif vosgien et Warndt (506 000 ha de forêt soit 27 %)
- Territoires humides de Champagne et Lorraine (531 000 ha de forêt soit 28 %)
- Plateaux calcaires du nord-est (563 000 ha de forêt soit 30 %)
- Champagne crayeuse (74 000 ha de forêt soit 4 %)
- Ardenne primaire et Argonne (121 000 ha de forêt soit 6 %).

Figure 5 : Les grands ensembles forestiers de la région du Grand-Est



Source : Cerema, 2017

Composition en essences forestières

La forêt du Grand-Est est très majoritairement feuillue : plus des deux tiers est composée de peuplements feuillus (1,3 millions d'hectares de forêt)⁸. Les peuplements forestiers peuvent être définis par leur essence principale, c'est-à-dire l'essence dominante dans la canopée⁹. Parmi les feuillues, les plus courantes dans le Grand-Est sont le hêtre, les chênes rouvre et pédonculé, et le charme. Les surfaces de peupleraies cultivées totalisent 29 000 hectares sur l'ensemble de la région, principalement dans les vallées alluviales des départements de la Marne (11 000 hectares) et de l'Aube (8 000 hectares)¹⁰.

⁷ Selon la définition de l'IGN, une SER correspond à « la plus vaste zone géographique à l'intérieur de laquelle les valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale, c'est-à-dire différente de celle des SER adjacentes ».

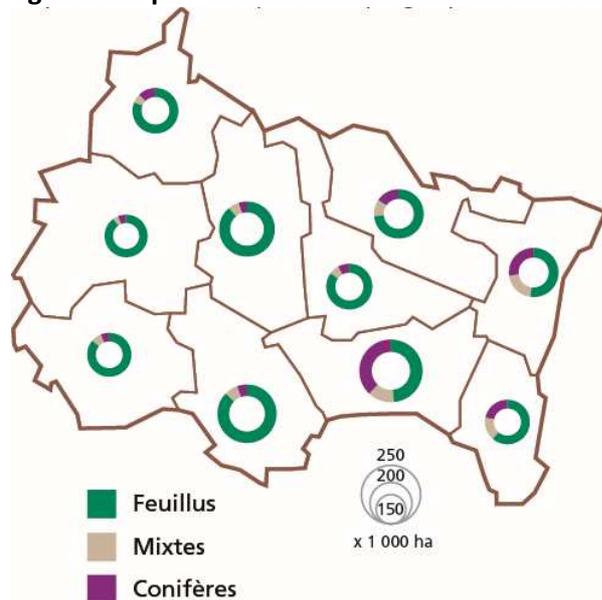
⁸ Peuplement où le taux de couvert libre en feuillus est ≥ 75 %. IGN, Données moyennes sur les campagnes d'inventaire 2005-2014.

⁹ L'essence principale est l'essence de plus fort couvert dans la strate recensable du peuplement (noté sur 25 mètres autour du point d'inventaire). Ce taux peut être très élevé (100 % par exemple dans une plantation de pin maritime) ou relativement faible (20 % par exemple dans un peuplement comportant plusieurs essences en mélange).

¹⁰ IGN, Données moyennes sur les campagnes d'inventaire 2005-2014.

Les peuplements résineux¹¹ sont surtout présents dans le massif vosgien, du Nord au Sud (104 000 hectares pour le seul département des Vosges, sur 275 000 hectares au total au niveau régional), et dans une moindre mesure dans les Ardennes et la plaine d'Alsace (exemple de la forêt de Haguenau, dans le Bas Rhin)(Figure 6). Ce sont principalement des peuplements d'épicéa commun, de sapin pectiné et de pin sylvestre¹².

Figure 6. Répartition des surfaces forestières selon la composition en essences des peuplements



Source : IGN, campagnes d'inventaire 2005-2014 (domaine : forêts de production)

1.3 Exploitabilité des forêts

L'exploitabilité d'une parcelle est évaluée par l'IGN selon la combinaison de différentes caractéristiques :

- La présence d'itinéraires de débardage pour sortir les bois, et la distance de débardage nécessaire pour acheminer les bois depuis le point d'observation jusqu'à une route accessible aux camions,
- La pente maximale sur le trajet réel ou supposé des engins d'exploitation,
- La portance du terrain,
- Le degré d'aspérité du terrain.

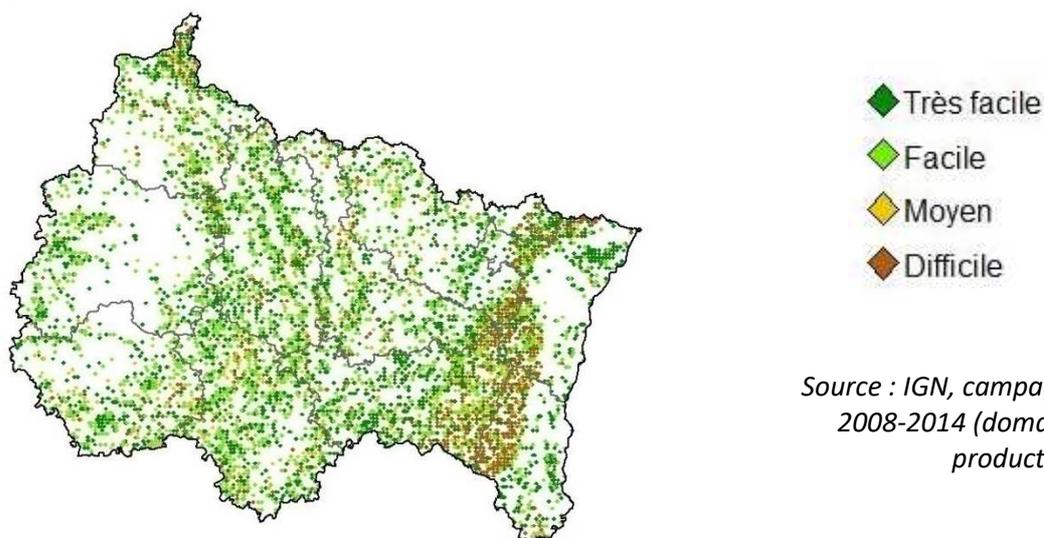
L'exploitabilité est considérée comme facile ou très facile lorsque le terrain est praticable (non accidenté, avec une portance correcte permettant la circulation d'engins au moins une partie de l'année), et qu'il possède (1) une pente inférieure à 30% et une distance de débardage inférieure à 200 mètres ou (2) une pente inférieure à 15% et une distance de débardage inférieure à 1 kilomètre. Ces critères correspondent à une large majorité des peuplements forestiers du Grand-Est (1,4 millions d'hectares soit 73%, contre 58% en moyenne sur le territoire métropolitain¹³). La situation des forêts du Grand-Est est donc plutôt favorable à l'exploitation forestière en comparaison avec le reste du territoire métropolitain. A l'inverse, l'exploitabilité est considérée comme difficile pour environ 290 000 hectares de forêts (15%) : sans surprise, c'est surtout dans le massif vosgien que l'on rencontre des conditions d'exploitation difficiles (Figure 7).

¹¹ Peuplement où le taux de couvert libre en conifères est ≥ 75 %. IGN, Données moyennes sur les campagnes d'inventaire 2005-2014.

¹² Essences principales des peuplements. IGN, Données moyennes sur les campagnes d'inventaire 2005-2014.

¹³ Données issues des tableaux personnalisés de l'IGN en ligne (site consulté en mars 2019).

Figure 7. Exploitable des forêts du Grand-Est



Source : IGN, campagnes d'inventaire 2008-2014 (domaine : forêts de production,)

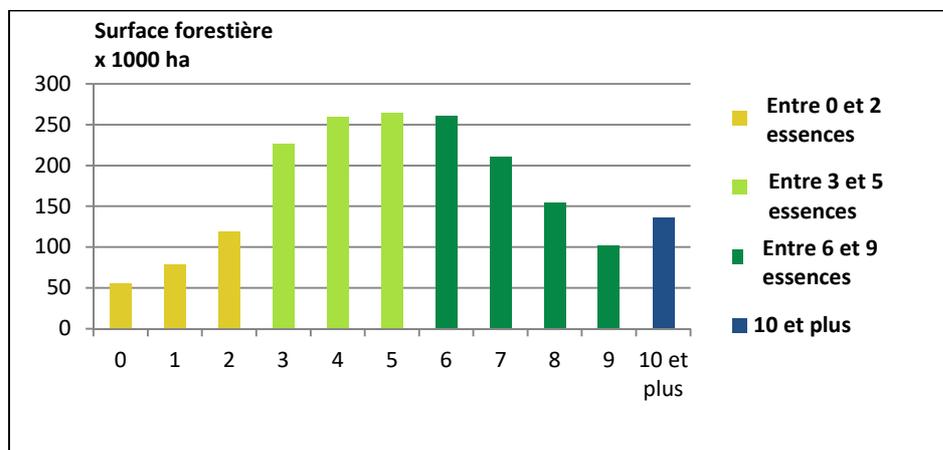
1.4 Éléments d'évaluation de l'état de la biodiversité en forêt dans le Grand-Est

Des forêts riches en essences

L'abondance et la répartition des espèces d'arbres (également appelées essences) est sous le contrôle à la fois du gestionnaire forestier (introduction, sélection des essences) et des conditions du milieu (sol, climat, relief). La diversité des essences forestières dans les peuplements est intéressante à double titre : (1) pour elle-même, car elle renseigne directement sur l'état d'un groupe taxonomique (les arbres), et (2) en tant qu'indicateur indirect d'une biodiversité plus générale au sein d'une forêt donnée. En effet, pour certains auteurs, la diversité des arbres tend à favoriser la diversité d'autres taxons (voir par exemple à ce sujet Schmit *et al.*, 2005, sur la relation entre diversité des arbres et diversité des champignons).

Un indicateur calculé par l'IGN s'intéresse à la « richesse locale en essences forestières ». Toutes les essences présentes sur une placette de 20 ares sont prises en compte, dès lors que leur dimension est supérieure au seuil de recensabilité de l'inventaire forestier¹⁴. La région Grand-Est apparaît comme remarquable de ce point de vue (« la première de France » selon Cerema, 2017) : 60% des surfaces forestières possèdent au moins 5 essences et 21% des forêts possèdent au moins 8 essences recensables.

Figure 8. Surfaces forestières selon la richesse locale en essences (mesurée sur une placette de 20 ares), Région Grand Est.



Source : à partir des données de l'IGN, campagnes 2005 à 2014

¹⁴ L'unité de mesure est le nombre d'essences recensables (arbres dont le diamètre, mesuré à 1,30 mètre du sol, est supérieur à 7,5 cm) observé sur une placette d'observation circulaire de 25 mètres de rayon autour du point d'inventaire (20 ares). Le champ de l'indicateur est celui de la forêt de production (y compris peupleraies) hors peuplements non recensables.

Des volumes de bois mort relativement élevés au regard de la moyenne nationale

Le bois mort en forêt est considéré comme un élément essentiel au maintien d'une biodiversité typiquement forestière¹⁵. En effet, le volume et la diversité des types de bois mort présents en forêt (debout, couché, à différents stades de décomposition, etc.) offrent différents types d'habitats pour un grand nombre d'espèces dites « saproxyliques » (qui dépendent du bois mort pour tout ou partie de leur cycle de vie). On estime que **les espèces inféodées au bois mort représentent près du quart des espèces forestières en métropole**, soit plus de 10 000 espèces de champignons, coléoptères, mousses, etc. (Nivet *et al.*, 2012). Dans le cadre d'une méta-analyse de données européennes, une corrélation globale faible, mais positive et significative, a été démontrée entre le volume local total de bois mort et la richesse spécifique des espèces saproxyliques, coléoptères comme champignons (Lassauce *et al.* 2011). De nombreux autres exemples de relation positive et significative ont été publiés.

Le volume de bois mort recouvre deux types d'entités : d'une part les arbres morts sur pied (parfois appelés « chandelles ») et chablis, d'autre part le bois mort au sol. Le calcul du volume d'arbres morts debout et chablis se limite aux tiges de bois dont la taille est supérieure au seuil de recensabilité de l'inventaire¹⁶, alors que le volume de bois mort au sol comprend aussi les branches de petites tailles. A l'échelle régionale, le volume moyen de bois mort au sol s'élève à 24,5 m³/ha (ce qui est relativement élevé au regard de la moyenne nationale de 16,8 m³/ha) auquel s'ajoute un volume de 5,5 m³/ha correspondant aux chandelles mortes et aux chablis. Ces chiffres doivent être considérés au regard du volume élevé de bois vivant dans les forêts du Grand-Est : en moyenne 203 m³/ha pour la région Grand-Est (contre 160 m³/ha en moyenne à l'échelle métropolitaine).

De fortes disparités géographiques peuvent être constatées (Tableau 4). Le massif vosgien présente des quantités importantes de bois mort au sol, ce qui peut s'expliquer (i) par un volume de bois vivant sur pied plus élevé en montagne qu'ailleurs et (ii) par les épisodes neigeux plus fréquents qui favorisent les chablis et bris dans le houppier des arbres.

Tableau 4. Quantités de bois morts et chablis en forêt, par département (en m³/ha)

	Bois mort sur pied et chablis en m ³ /ha	Bois mort au sol en m ³ /ha	Total
08 - Ardennes	4	13	17
10 - Aube	7,6	23,2	30,8
51 - Marne	5,6	24,8	30,4
52 - Haute-Marne	3,6	14,6	18,2
54 - Meurthe-et-Moselle	5,1	31,1	36,2
55 - Meuse	4,1	19,9	24
57 - Moselle	4,2	20,2	24,4
67 - Bas-Rhin	7,1	38,3	45,4
68 - Haut-Rhin	9,1	30,2	39,3
88 - Vosges	6,1	31,1	37,2
Grand Est	5,5	24,5	30

Source : IGN. Campagnes d'inventaire 2008-2014.

¹⁵ Il faut noter qu'un certain nombre de facteurs naturels ou anthropiques (aléas climatiques, maladies, pollution atmosphérique) peuvent occasionner des dépérissements d'arbres et augmenter fortement la présence de bois mort en forêt : ils dénotent alors une dégradation de l'état de l'écosystème.

¹⁶ Tiges de bois dont le diamètre, mesuré à 1,30 mètre du sol, est supérieur à 7,5 cm.

Une tendance à l'augmentation de la présence de très gros arbres en forêt

Les études scientifiques ont mis en lumière l'intérêt de l'abondance des gros ou très gros arbres pour certains pans de la biodiversité forestière : les coléoptères saproxyliques, mais aussi certains oiseaux ou chauve-souris, des mousses et lichens... D'autres travaux insistent plutôt sur l'importance des arbres âgés ou d'arbres à microhabitats pour la biodiversité. Les microhabitats des arbres (par exemple des cavités, des fentes de l'écorce, des champignons...) sont en effet le lieu de vie de cortèges d'espèces hyperspécialisés, aux capacités de dispersion faibles, et qui par conséquent sont particulièrement sensibles aux perturbations. Ces microhabitats sont de plus en plus considérés comme des indicateurs potentiels de biodiversité, plus spécifiques que des structures telles que le bois mort ou les très gros arbres vivants. En l'absence de données sur les microhabitats, on peut raisonnablement penser qu'il existe une relation entre le diamètre de l'arbre et la présence de microhabitats sur l'arbre (Vuidot *et al.*, 2011). Calculé par l'IGN, le volume des très gros arbres vivants est ainsi considéré comme un indicateur indirect de la biodiversité forestière, et utilisé en tant que tel dans le cadre des indicateurs forestiers de l'Observatoire national de la biodiversité¹⁷.

Dans le Grand-Est, le volume des très gros arbres (dont le diamètre mesuré à 1,30 mètre du sol est supérieur à 67,5 cm) est en augmentation depuis 1984 (il est passé de 18,3 millions de m³ en 1984 à 26,3 millions de m³ en 2012, soit une croissance de 44% sur la période considérée). Cette augmentation est plus marquée pour les feuillus (taux de croissance de 49%) que pour les résineux (30%). Elle est concomitante d'une augmentation globale du volume de bois vivant dans les forêts, toutes dimensions d'arbres confondues¹⁸. La même tendance est constatée à l'échelle métropolitaine. Considérée comme positive du point de vue de la préservation de la biodiversité, cette augmentation globale constitue aussi un risque du point de la santé du peuplement forestier, plus sensibles aux aléas climatiques et aux ravageurs.

Des évolutions contrastées des populations d'oiseaux forestiers

Le protocole de Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) permet depuis 1989 un suivi systématique de l'abondance des populations d'oiseaux communs sur le territoire métropolitain. Si certaines espèces d'oiseaux sont généralistes (elles s'épanouissent dans une large gamme d'habitats, faisant usage d'une grande variété de ressources), d'autres ont des exigences écologiques plus strictes (pour leur alimentation, la reproduction, *etc.*) ne pouvant être satisfaites que dans des conditions environnementales particulières : elles sont dites « espèces spécialistes » d'un habitat donné. En cas de perturbations, ces espèces spécialisées sont affectées davantage que les généralistes *a priori* plus tolérantes aux changements. Une diminution de l'abondance des espèces spécialistes est donc le reflet d'une perturbation qualitative ou quantitative de leur habitat, concernant par exemple les ressources, le dérangement, ou la disponibilité en sites de nidification dans le cas des oiseaux. Ce suivi constitue ainsi (1) un indicateur direct renseignant sur l'état d'un groupe taxonomique donné (les oiseaux) et (2) un bon indicateur (indirect) de l'état général des habitats forestiers.

Selon les indicateurs nationaux publiés à partir des données du programme STOC, l'évolution de l'abondance des oiseaux spécialistes forestiers¹⁹ montre d'abord une phase d'érosion depuis la fin des années 80, puis une stabilisation au début des années 2000. En parallèle, on note une diminution plus importante des populations d'oiseaux spécialistes d'autres milieux (bâti, agricoles) et une nette hausse des espèces généralistes²⁰. La Figure 8 correspond à l'évolution des populations d'oiseaux forestiers pour la période 2003-2013 et pour les 22 anciennes régions administratives. Elle montre des résultats très contrastés dans le Grand-Est : hausse importante en Alsace et diminution pour le reste du territoire, très marquée en Lorraine.

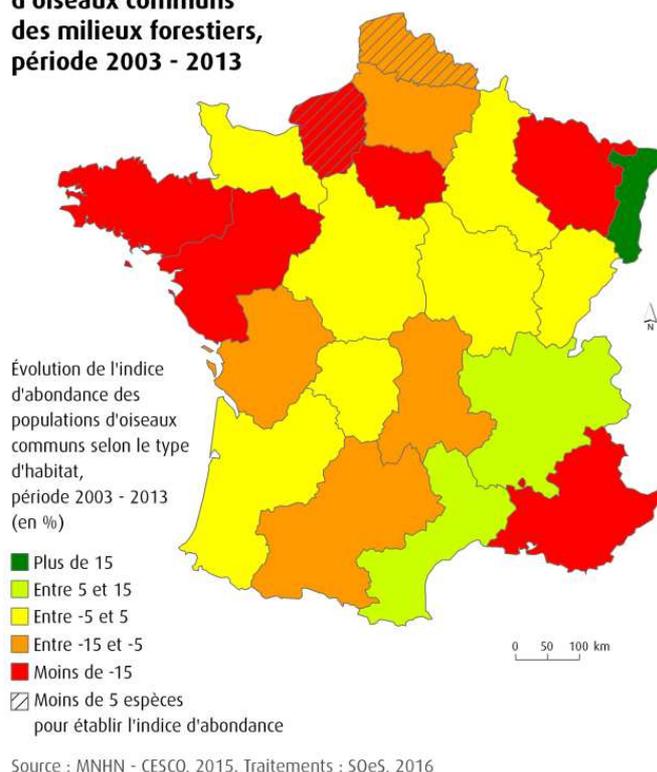
¹⁷ <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/tous> (consulté en mars 2019).

¹⁸ IGN, 2016. « Kit de données PRBF », pour l'Alsace, la Champagne-Ardenne et la Lorraine.

¹⁹ Une espèce est considérée comme spécialiste lorsqu'au moins les deux tiers de ses effectifs sont concentrés dans un seul habitat. Pour la forêt : Pic épeiche, Pic mar, Pic cendré, Pic noir, Fauvette mélanocéphale, Pouillot de Bonelli, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Pouillot fitis, Roitelet huppé, Roitelet triple-bandeau, Sittelle torchepot, Grimpereau des jardins, Grimpereau des bois, Troglodyte mignon, Grive musicienne, Grive draine, Rouge-gorge familier, Mésange huppée, Mésange noire, Mésange nonnette, Mésange boréale, Grosbec casse-noyaux, Bouvreuil pivoine.

²⁰ Cet indicateur est repris depuis 2015 par l'Observatoire national de la biodiversité (voir site internet de l'ONB).

Figure 9. Évolution de l'indice d'abondance des populations d'oiseaux communs des milieux forestiers, période 2003 - 2013



Présence d'habitats naturels à fort enjeu

L'étude sur l'état initial de l'environnement dans le Grand-Est, réalisée par le Cerema (2017) dans le cadre de l'élaboration du Programme régional de la forêt et du bois (PRFB), identifie les habitats naturels à fort enjeu sur le territoire. Elle distingue :

- 1) des habitats forestiers très spécifiques (rares), présentant de ce fait une valeur intrinsèque importante, comme les forêts alluviales (Alsace, Territoires humides de Champagne et Lorraine), les tourbières (Massif Vosgien) et érablaies sur éboulis ou de fond de vallon (Massif Vosgien principalement) ;
- 2) des habitats forestiers plus répandus sur l'ensemble du territoire, dont la valeur écologique dépend surtout de l'état de conservation : les hêtraies à luzule, hêtraies à aspérule, hêtraies calcicoles, chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies ;
- 3) et des habitats non forestiers mais intimement liés à la trame des milieux forestiers (espaces de transition notamment, présentant un intérêt écologique et paysager) : les pelouses calcaires (plateaux calcaires du nord-est, Ardenne primaire, et localement buttes calcaires en Tardenois) et pelouses acidiphiles du massif Vosgien.

1.5. Principaux facteurs de changement

Les écosystèmes sont en permanence soumis à des facteurs de changement (également appelés pressions) : activités humaines ou phénomènes naturels, ils influencent l'état de l'écosystème, son fonctionnement, sa composition (biodiversité). Ils sont de nature très diverses et interviennent à différentes échelles : ils peuvent être localisés dans le temps ou l'espace (une opération de gestion forestière, une tempête, etc.) ou posséder un caractère diffus (pollution atmosphérique, changement climatique, etc.). Le suivi des principaux facteurs de changement est indispensable dans le cadre d'une évaluation de l'état de l'écosystème et des services écosystémiques, les modifications occasionnées sur l'état (impacts) pouvant avoir un effet en retour sur la capacité de l'écosystème à fournir des services écosystémiques.

Les impacts des pressions sur les écosystèmes sont complexes et par forcément univoque. Ils diffèrent énormément selon la nature et l'intensité de la pression, mais aussi selon « l'objet » considéré. En effet, un facteur de changement donné aura des conséquences très différentes selon

que l'on s'intéresse à l'écosystème dans sa totalité, à la biodiversité « ordinaire » ou patrimoniale (espèces menacées, rares, endémiques...), au peuplement arboré, *etc.* Certaines espèces peuvent être favorisées alors que d'autres seront défavorisées. L'étude des facteurs de changement est donc empreinte de subjectivité et fortement liée à l'intérêt que porte la société pour certaines composantes de la biodiversité. L'Évaluation française des écosystèmes et services écosystémiques forestiers (Dorioz *et al.*, 2018) identifie et hiérarchise cinq grandes pressions s'exerçant sur les forêts métropolitaines qui sont abordées ci-dessous.

- **Le changement climatique** (et notamment les déficits hydriques estivaux de plus en plus fréquents) et **les risques climatiques** (au premier rang desquels les sécheresses et les incendies) sont identifiés comme les facteurs de changement principaux à l'échelle des forêts métropolitaines et vont avoir tendance à s'amplifier. La pression des incendies est néanmoins faible dans le Grand-Est (moins de 500 ha de forêts incendiées sur la période 2006-2015)²¹.
- **Les dépôts atmosphériques** en forêt (souffre, nitrate, ammonium, calcium) se sont réduits depuis les années 1980 (période où ils étaient particulièrement préoccupants) mais l'acidification des sols reste d'actualité. Sur une période récente (2005-2010), les forêts du Grand-Est restaient soumises à des dépôts relativement importants d'azote (sous forme d'ammonium et de nitrates) selon les informations cartographiques issues du Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers (RENECOFOR) et publiées dans les indicateurs de gestion durable des forêts métropolitaine (Maaf, IGN, 2016, indicateur 2.1).
- **La dégradation des habitats forestiers est une préoccupation montante pour les gestionnaires et propriétaires forestiers.** Elle principalement liée à la présence en forêt de populations d'ongulés sauvages élevées et encore croissantes, qui affectent de manière importante la composition floristique de l'écosystème ainsi que le renouvellement des peuplements arborés. Une appréciation de l'équilibre forêt-gibier, réalisée à l'échelle nationale pour les seules forêts domaniales, a montré que celui-ci était dégradé ou compromis pour environ un tiers des surfaces évaluées et de manière particulièrement marquée dans le nord et le nord-est de la France (ONF, 2015, indicateur 4.7)²².
- **Le niveau général d'exploitation du bois** est en moyenne plutôt faible en France métropolitaine et la surexploitation (qui peut cependant exister localement) n'est pas une véritable préoccupation. Dans la région Grand-Est, le taux de prélèvement de l'accroissement biologique des arbres est de 60% en moyenne pour la période 2005-2013, soit légèrement supérieur à la moyenne nationale (de l'ordre de 55%). Au niveau régional, ce taux est plus élevé pour les essences résineuses (70%) que pour les feuillues (50%) et plus fort en forêt publique (70%) que privée (50%)²³. L'augmentation des prélèvements de bois envisagée dans le cadre de la politique forestière nationale (Programme national de la forêt et du bois) doit permettre de porter le taux de prélèvement à 60% ou 65% en dix ans en moyenne pour le territoire métropolitain. Cela ne doit pas conduire à une surexploitation. Par contre, certaines pratiques d'exploitation forestière peuvent occasionner localement des impacts notables sur le fonctionnement des sols forestiers (tassement), la biodiversité et les paysages (coupes à blanc).
- **L'introduction d'espèces**²⁴, dont certaines peuvent exprimer un caractère envahissant²⁵, constitue une pression *a priori* limitée à l'heure actuelle mais avec une probabilité forte d'augmentation dans le contexte de la mondialisation des échanges et des déséquilibres nés notamment du changement climatique.

²¹ Base de données sur les incendies de forêt (BDIFF).

²² Voir le chapitre 4.2.

²³ IGN, 2016. « Kit de données PRBF », pour l'Alsace, la Champagne-Ardenne et la Lorraine.

²⁴ Déplacement par la société d'une espèce hors de son aire de répartition naturelle (Thévenot, 2013).

²⁵ Espèce introduite dont la dynamique d'expansion surpasse celle des espèces indigènes, jusqu'à provoquer la disparition de certaines (Thévenot, 2013).

2. Les forêts fournissent à la société un ensemble de biens et services

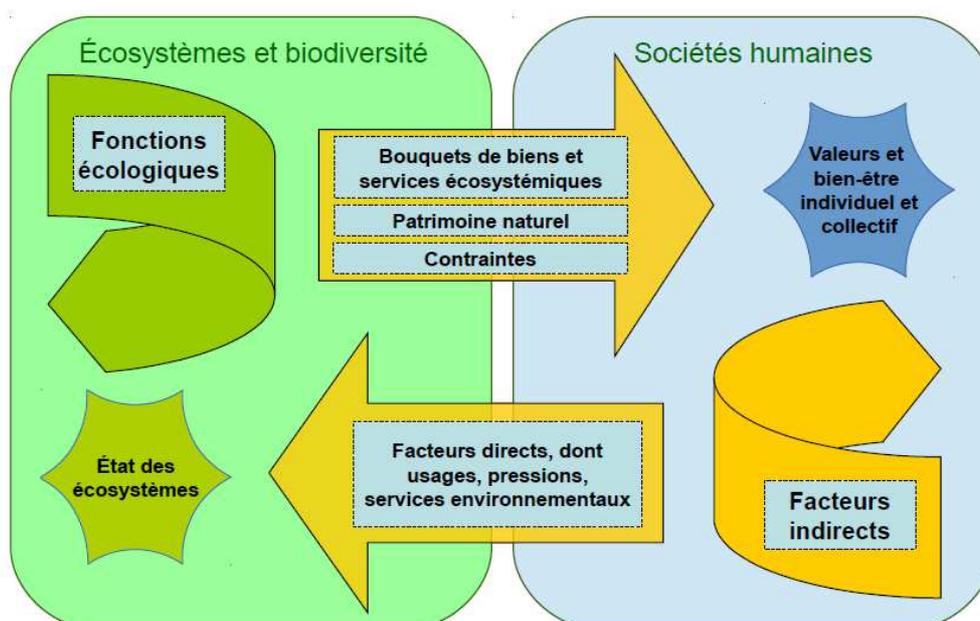
2.1 Définition et genèse des biens et services écosystémiques

Les services écosystémiques sont les bénéfiques (ou avantages), directs ou indirects, que la société retire des écosystèmes naturels et anthropisés. La genèse d'un service écosystémique est étroitement liée :

- d'une part, **au fonctionnement de l'écosystème** (processus de support propres à l'écosystème qui se déroulent en dehors de l'action de l'homme, comme l'évapotranspiration, la photosynthèse et la production primaire des végétaux, la formation des sols, etc.),
- d'autre part, **aux besoins des sociétés humaines** en ce qui concerne la santé, la sécurité physique, l'économie, le cadre de vie et les relations sociales).

La Figure 10, issue du cadre conceptuel de l'Evaluation française des écosystèmes et services écosystémiques, illustre les interdépendances entre biosphère (écosystèmes, biodiversités) et anthroposphère (les sociétés humaines). Il convient de noter que les écosystèmes ne sont pas uniquement sources d'avantages pour les sociétés humaines (à travers la production de biens et de services) mais qu'ils peuvent également être à l'origine de contraintes (effets négatifs, parfois appelés « disservices »), qui seront abordées dans le chapitre 2.4. En outre, une spécificité est reconnue aux dimensions identitaire, spirituelle et symbolique regroupées autour de la notion de « patrimoine naturel » (MEEM, 2017).

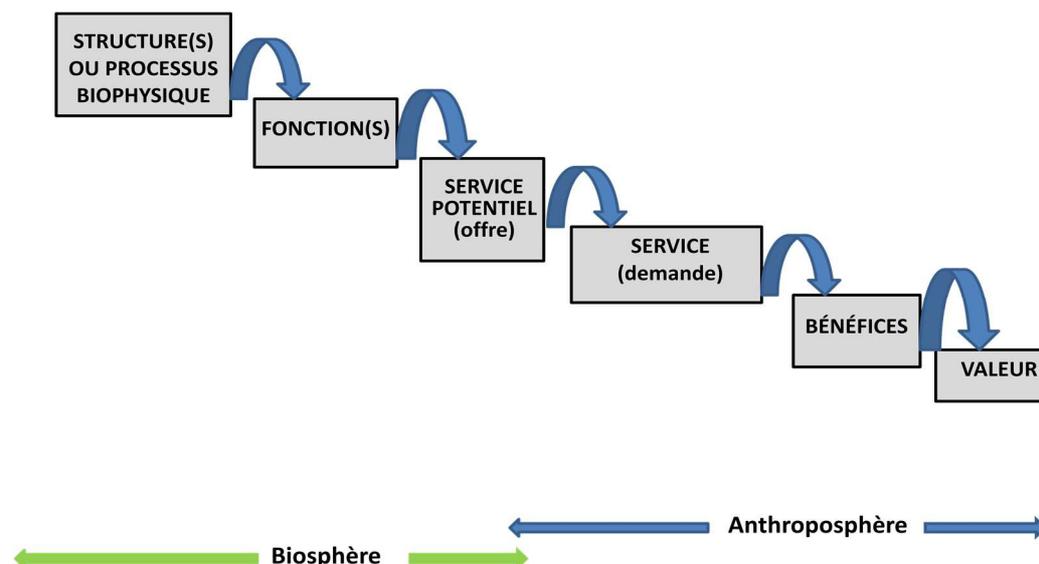
Figure 10. Cadre conceptuel simplifié de l'EFESE. Source : MEEM, 2017.



Du point de vue de la caractérisation des biens et services, le « modèle en cascade » est intéressant puisqu'il explicite une chaîne de production reliant l'infrastructure et le fonctionnement de l'écosystème aux avantages que la société en retire, dont on peut déduire une valeur (Figure 11). La caractérisation d'un service peut se faire selon deux approches :

- **par l'offre, du point de vue du potentiel offert par la nature** : l'évaluation s'intéresse aux structures et processus biophysiques caractéristiques de l'écosystème qui sous-tendent la production du service, l'idée étant de déterminer le niveau d'utilisation possible de l'écosystème dans un contexte donné,
- **par la demande** : l'évaluation s'intéresse alors aux biens et services provenant des écosystèmes et effectivement utilisés par l'Homme à laquelle une valeur d'usage peut être attribuée.

Figure 11. Le modèle en cascade. Source : librement adapté à partir de Haines-Young & Potschin, 2010 et Spangenberg, 2014.



2.2 Référentiel des biens et services écosystémiques forestiers : un vaste panorama

Les tentatives de classification des services écosystémiques ont été nombreuses et les efforts suivent leur cours.

- Le *Millenium ecosystem Assessment* (2005) est une référence importante. Cette étude, réalisée à l'échelle mondiale, distingue quatre catégories : (1) **les services de régulation** de l'environnement (par exemple la purification de l'eau ou la régulation du climat) ont des retombées indirectes sur le bien être des sociétés humaines, (2) **les services d'approvisionnement** couvrent l'ensemble des biens matériels directement prélevés au sein des écosystèmes (3) **les services culturels** sont liés à la satisfaction de besoins récréationnels, esthétiques, ludiques et spirituels, enfin (4) **les services de support** sous-tendent la production de tous les autres (production primaire, cycle de l'eau et des éléments nutritifs, etc.).
- La classification générale utilisée au niveau national dans la cadre de l'EFESE s'inspire du *Millenium ecosystem Assessment*, de la Classification Internationale des Services Ecosystémiques (CICES) et des travaux conduits au niveau européen par le groupe de travail MAES²⁶. Les services de support s'effacent au profit de la notion de « fonctions écologiques » et sont écartés de l'évaluation. Les bénéfices retirés des écosystèmes sont répartis en services de régulation, biens (matériels) et services culturels (MEEM, 2017).

Dans le cadre de ce rapport, le système de classification (divisions, classes) du cadre conceptuel de l'EFESE a été décliné aux écosystèmes forestiers. Sans être exhaustif, les tableaux 5 à 7 mettent en évidence le vaste panorama des biens et services retirés des écosystèmes forestiers.

²⁶ *Mapping and assessment of ecosystems and their services*, groupe de travail mis en place par la Commission Européenne.

Tableau 5. Les services de régulation liés à la forêt*Adapté pour les forêts, à partir du cadre conceptuel de l'EFESE (MEEM, 2017)*

Division	Classe	Exemples de services ou avantages associés issus de l'EFESE-Forêt
1.1 Régulation des flux	Régulation de l'érosion	Régulation de l'érosion hydrique et éolienne des sols Régulation de l'érosion marine et maintien du trait de côte (forêts littorales)
	Protection contre les aléas naturels	Protection contre les avalanches, chutes de pierres, glissements de terrain (forêts de montagne)
	Régulation du cycle de l'eau	Régulation des crues et inondations
1.2. Régulation de l'environnement physico-chimique	Régulation du climat global	Séquestration du carbone en forêt Services anthropiques liés aux usages du bois : stockage du carbone dans les produits bois, émissions de GES évitées liées à l'utilisation du bois (effets de substitution)
	Régulation du climat local	Régulation des températures locales, de l'eau atmosphérique et de la pluviométrie, du vent
	Régulation de la qualité de l'air	Filtration de l'air par les feuillages des arbres et réduction des concentrations de particules polluantes dans l'air
	Régulation de la qualité de l'eau	Atténuation des pollutions diffuses (nitrates, phosphates, pesticides) dans les eaux superficielles et souterraines
1.3 Régulation de l'environnement biotique	Régulation des conditions de culture et d'élevage	Hébergement d'espèces pollinisatrices Régulation des insectes ravageurs des cultures
	Régulation de la qualité écologique des écosystèmes aquatiques	Nourrissage des espèces aquatiques (apport de matières organiques aux lacs et rivières)
1.4 Régulation des nuisances associées aux activités humaines	Régulation des déchets et des pollutions	Phytoremédiation

Tableau 6. Les biens issus des forêts.

Adapté pour les forêts, à partir du cadre conceptuel de l'EFESE (MEEM, 2017)

Division	Classe	Exemples de services ou avantages associés issus de l'EFESE-Forêt
2.1 Matériaux	Matériaux biosourcés	Bois d'œuvre (sciages, placages...) Bois de trituration (panneaux et pâtes) Liège Autres matériaux divers (vannerie, paillages, résines...)
2.2 Energie	Matériaux biosourcés	Bois-énergie (production de chaleur, électricité, carburant...)
2.3 Alimentation	Plantes, champignons et animaux sauvages et leurs produits destinés à l'alimentation, l'agriculture ou l'aquaculture	Venaison (petit et grand gibier) Produits issus de la cueillette (champignons, châtaignes, plantes aromatiques, miel, baies...) Fourrage (pâturage en forêt des animaux d'élevage)
2.4 Autres biens	Molécules et substances naturelles	Ressources pharmaceutiques (herboristerie, gemmothérapie...) Ressources cosmétiques et parfumerie Ressources pour la tannerie (écorces)
	Ressources génétiques	Graines et plants pour la sylviculture
	Eléments décoratifs	Sapins de Noël Plantes ornementales (gui, houx...) Eléments animaux (trophées, insectes de collection, peaux et fourrures...)

Tableau 7. Services culturels retirés des forêts.

Adapté pour les forêts, à partir du cadre conceptuel de l'EFESE (MEEM, 2017)

Division	Classe	Exemples de services ou avantages associés
3.1 Interactions physiques et intellectuelles avec les écosystèmes et les paysages	Récréation sans prélèvement	Loisirs (promenade, sports de nature, observation de la faune et de la flore, etc.) Ressourcement, inspiration artistique Sylvothérapie Ecotourisme (parcours aventure, hébergements insolites...)
	Récréation avec prélèvement	Chasse, pêche, cueillette Ramassage du bois
	Education et connaissance	Sorties naturalistes, martélosopes,...
	Aménités paysagères	Contributions des forêts à la qualité du cadre de vie

2.3 Des biens et services à étudier prioritairement

L'analyse proposée dans la deuxième partie de ce rapport (chapitres 3 à 5) est centrée sur certains services écosystémiques et bien forestiers, tous n'ayant pu être abordés :

- Régulation du climat global
- Régulation de la qualité de l'eau
- Régulation des crues et des inondations
- La fourniture de bois
- La chasse et la fourniture de gibier
- Les produits de cueillette
- Les activités récréatives en forêt
- Les aménités environnementales et le cadre de vie.

La priorité a été donnée à ces services en faisant l'hypothèse (à dire d'experts) de leur importance au niveau du territoire Grand-Est, en tenant compte de la disponibilité de données et de la faisabilité de l'évaluation à l'échelle régionale, et en considérant les axes et actions développés dans le cadre de la proposition « Des Hommes et des Arbres » portée par la métropole du Grand Nancy. Le niveau d'analyse diffère largement d'un service écosystémique à l'autre, selon la complexité des phénomènes impliqués et la capacité des auteurs à la traiter, l'abondance de la littérature scientifique sur le sujet et la disponibilité de données à l'échelle de la région Grand-Est permettant ou non de réaliser une évaluation quantitative.

Dans tous les cas, pour chaque service étudié, un effort a été fait pour identifier des indicateurs du niveau de service, tant d'un point de vue biophysique que socio-économique.

2.4 Les forêts sont aussi sources de contraintes pour la sécurité, la santé humaine et l'économie

Les écosystèmes forestiers peuvent être perçus comme des sources de risques ou nuisances : ce sont les effets indésirables qui s'exercent sur certains secteurs économiques ou certaines catégories de personnes (contraintes d'aménagement, risques sanitaires ou physiques, *etc.*). Le cadre conceptuel de l'EFESE identifie ces contraintes mais n'en tient pas compte dans l'évaluation des services écosystémiques - tout en reconnaissant les préjudices ou coûts qu'elles engendrent pour la société. (MEEM, 2017). Elles sont identifiées ci dessous du triple point de vue de la sécurité, de la santé et de l'économie, à partir de l'analyse réalisée dans le cadre du volet forestier de l'EFESE (Dorioz *et al.*, 2018).

Les forêts sont impliquées dans des accidents, notamment liés à la grande faune sauvage

- Les **accidents de la route dus à la grande faune** sont nombreux (près de 72 000 en France métropolitaine en 2010 selon le rapport annuel du Fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages) et une fraction d'entre eux (plusieurs dizaines sur l'ensemble du territoire métropolitain) est mortelle ; ils ne sont plus suivis statistiquement de manière régulière depuis 2010 et donc mal connus aujourd'hui mais sont vraisemblablement en hausse du fait de l'augmentation des populations de grande faune et des déplacements automobiles (Ribier *et al.*, 2012).
- Les deux-tiers des **accidents de chasse** interviennent en forêt, soit 80 à 100 par an en France métropolitaine, dont une dizaine mortels (ONCFS, 2016).
- Les conditions de travail en forêt sont réputées difficiles et les **accidents du travail** y sont fréquents, bien qu'en diminution (Maaf, IGN, 2016).
- Les **chutes de branches et d'arbres** représentent un risque pour les promeneurs et les professionnels de la forêt, ainsi que pour les automobilistes. A proximité des cours d'eau, elles sont susceptibles de provoquer des embâcles, avec un risque de débordement du cours d'eau de son lit. Des assurances responsabilité civiles sont fortement conseillées pour les propriétaires forestiers et généralement incluses dans les cotisations aux associations de la fédération nationale.

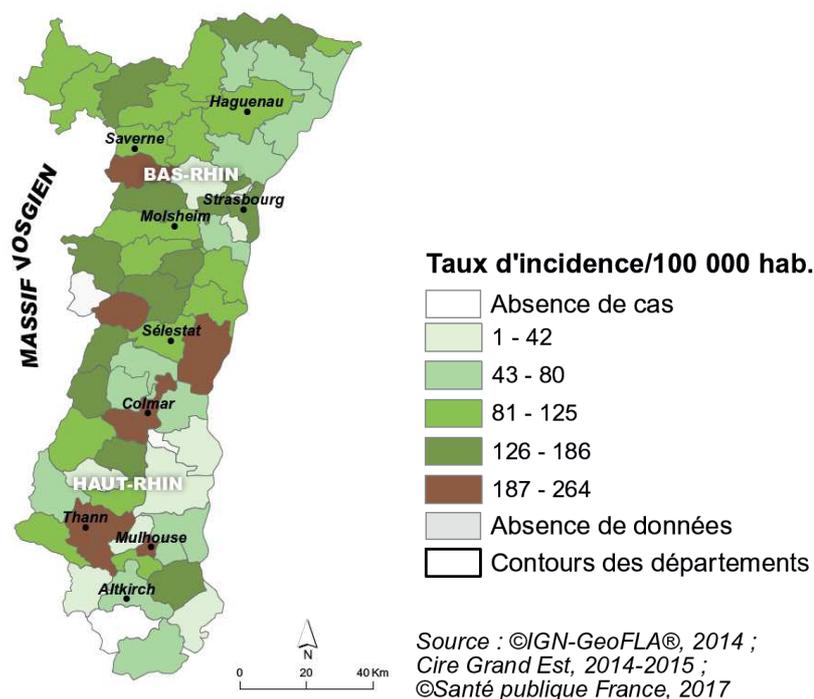
- Les **incendies de forêts** représentent un risque important mais concernent principalement la région méditerranéenne. La contrainte peut être considérée comme négligeable dans la région Grand-Est (moins de 500 ha de surfaces boisées ont subis un incendie sur la période 2006-2015²⁷).

Le risque de transmission de la maladie Lyme est particulièrement important dans le Grand-Est

On note plusieurs risques sanitaires liés à la présence, en forêt, de divers organismes végétaux et animaux pouvant affecter la santé humaine sous forme de maladies, allergies, intolérances, irritations ou urtications²⁸. Ces effets négatifs ne viennent cependant qu'atténuer les bienfaits, reconnus par ailleurs, des forêts sur la santé en termes de bien-être physique, mental et social.

- La **borréliose ou maladie de Lyme**, très répandue et en pleine expansion sous les latitudes tempérées, est une maladie infectieuse due à des bactéries transmises à l'Homme par la piqûre de tique infectée. Ces tiques trouvent en forêt un habitat privilégié et sont favorisées par la présence d'une faune sauvage riche et variée indispensable à leur alimentation. En France métropolitaine cette maladie pose une nouvelle problématique de santé publique, notamment dans les espaces forestiers périurbains souvent très fréquentés. L'étude Alsa(ce)tique 2014-2015²⁹ a permis d'estimer le nombre de cas de borréliose de Lyme sur le territoire alsacien à 2 200 cas par an, soit un taux d'incidence annuel moyen de 117 cas / 100 000 habitants. Cette incidence régionale de la maladie est plus de deux fois supérieure à celle de la moyenne de la France métropolitaine (51 cas / 100 000 habitants en 2015). Les taux d'incidence les plus élevés sur le territoire alsacien ont été détectés dans les cantons situés à proximité du massif vosgien (Figure 12) et la fréquentation de forêts est rapportée dans près de trois quart des cas.

Figure 12. Carte des taux d'incidence de borréliose de Lyme par canton d'exercice des médecins.
Source : Étude Alsa(ce)tique 2014-2015



²⁷ Chiffre issu de la base de données sur les incendies de forêt en France (BDIFF) : application internet chargée de centraliser l'ensemble des données sur les incendies de forêt sur le territoire métropolitain depuis 1992 et de mettre l'ensemble de cette information à disposition du public (prochainement).

²⁸ La contribution des composés organiques volatils (COV) émis naturellement par les végétaux forestiers dans la pollution de l'air par l'ozone n'est pas considérée dans le cadre de ce rapport.

²⁹ Etude réalisée à la demande de l'Agence Régionale de la Santé Grand Est sur les départements Bas-Rhin, Haut-Rhin. Santé publique France, 2018.

- D'autres maladies sont bien connues, comme la **rage** ou l'**échinococcose** (largement véhiculées par les renards) ainsi que les allergies au pollen (en hausse dans le contexte du réchauffement climatique)³⁰. Le caractère urticant des poils de certaines chenilles peut également poser problème. En région Grand Est, c'est la **chenille processionnaire du chêne** qui est la principale espèce proliférative et en forte expansion, provoquant des défoliations chez le chêne et des troubles de la santé humaine ou animale (risque maximal pour les promeneurs, professionnels de la forêt et riverains en mai-juin)³¹. La **chenille processionnaire du pin** est implantée dans le département de l'Aube et le sud de la Marne, et le front de progression est sous surveillance³².
- De rares cas d'**empoisonnement** peuvent être observés, notamment *via* la consommation de plantes et de champignons toxiques pour l'homme, ainsi que des accidents occasionnels liés à la présence de serpents venimeux ou de mammifères prédateurs.

Les forêts sont sources de contraintes pour d'autres d'activités, notamment agricoles

- Largement inféodés à la forêt, **les ongulés sauvages causent un préjudice aux activités agricoles**. Les dégâts aux cultures font l'objet d'indemnités versées aux agriculteurs par les fédérations départementales des chasseurs (montant non connu pour la région Grand-Est). Au coût des indemnités, il faut ajouter le financement des dispositifs de protection des parcelles agricoles. Les dommages aux peuplements forestiers, quant à eux, n'ont fait à ce jour l'objet d'aucune indemnité. Les ongulés sauvages sont également porteurs de maladies transmissibles aux animaux domestiques (peste porcine, brucellose, tuberculose bovine...).
- Protectrice et largement développée, la réglementation forestière induit une **contrainte d'aménagement** en interdisant certaines activités ou usages du sol qui se développeraient sans doute en son absence.
- **Au niveau local les forêts consomment de l'eau** (pour les besoins de leur fonctionnement et par évapotranspiration) et réduisent l'écoulement annuel du bassin versant en comparaison avec d'autres occupations du sol. Willis *et al.* (2003) le conçoivent comme une externalité négative de la forêt et en déduisent un coût pour l'Angleterre et le Pays de Galle.

³⁰ La quantité de pollen de bouleau dans l'air est suivie par l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) comme indicateur du changement climatique ayant une incidence sur la santé. Le suivi montre ainsi une très nette augmentation entre 1989 et 2018. Voir Site internet : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe> (consulté en mars 2019).

³¹ Agence régionale de la santé. Grand Est. Site internet consulté le 26/02/2019.

³² Bilan 2017 de la santé des forêts en région Grand-Est (site internet de la DRAAF Grand-Est).

Deuxième partie

ÉVALUATION DES SERVICES
ECOSYSTEMIQUES FORESTIERS
SUR LE TERRITOIRE DU GRAND-
EST

3. Des services de régulation

3.1 Régulation du climat global

Définition

Les forêts influencent le climat à travers différents processus biophysiques qui affectent la composition atmosphérique, les échanges d'énergie et le cycle de l'eau (Bonan, 2008). Les forêts sont notamment susceptibles d'agir sur :

- **la concentration de tous les gaz à effet de serre déjà présents à l'état naturel dans l'atmosphère** : la vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et l'ozone (O₃). Le dioxyde de carbone est le plus important d'entre eux du point de vue de sa contribution au réchauffement global du climat et du point de vue de la capacité des forêts à le réguler ;
- **Les échanges d'eau et énergie entre la couverture terrestre et l'atmosphère**, qui jouent un rôle important sur le plan climatique. En transférant de l'eau vers l'atmosphère (évapotranspiration), les forêts consomment de l'énergie et refroidissent en contrepartie la surface ; d'autre part, elles absorbent une partie du rayonnement solaire et en réfléchissent une autre (effet albédo). Ces effets jouent surtout au niveau local et lorsque le couvert forestier est modifié : le passage d'un couvert feuillu, plus clair, surtout en hiver, à un couvert résineux, plus foncé, tend à diminuer l'albédo, donc le pouvoir réfléchissant, et à augmenter l'absorption d'énergie, donc le réchauffement. L'effet de ces échanges d'eau et énergie ne sera pas pris en compte ici.

On s'intéresse ici uniquement à **la contribution de la forêt au bilan en dioxyde de carbone**, dont les effets sont attendus au niveau global en lien avec l'atténuation du changement climatique.

Caractérisation du service : bilan carbone complet de la filière forêt-bois dans le Grand-Est

Entre la production primaire nette des écosystèmes forestiers (photosynthèse et respiration des arbres et du sous-bois) et la décomposition (par minéralisation et respiration des organismes décomposeurs), le carbone est stocké dans les réservoirs *in situ* (c'est-à-dire « en forêt ») que constituent :

- la biomasse ligneuse aérienne et souterraine vivante des arbres,
- le bois mort,
- le sol (et les humus).

Les quantités de carbone contenues dans la végétation du sous-bois et les feuilles vivantes (feuillage) ou mortes (litière) sont négligées du fait qu'elles sont relativement faibles, peu variables et temporaires.

Au-delà du fonctionnement courant, la mortalité naturelle, suscitée par la compétition et renforcée par les risques biotiques (insectes et autre faune sauvage, pathogènes) ou abiotiques (sécheresse, vent, gel...) vient réduire directement (au moins temporairement) la biomasse ligneuse vivante des arbres en augmentant le bois mort en forêt. Les risques humains (incendies notamment), d'une part et, d'autre part, l'exploitation forestière produisent un effet analogue tout en ne contribuant au bois mort en forêt que pour une fraction, les rémanents. En cas d'exploitation, le stockage de carbone perdure *ex situ*, au sein des produits en bois, dont l'utilisation (bois matériau, bois énergie) permet également d'éviter des émissions de dioxyde de carbone. Il faut cependant bien distinguer la prolongation du stockage sous forme de produit, qui est simplement une forme de bois mort *ex situ*, des effets de substitution qui dépendent exclusivement des dépenses énergétiques comparées entre le bois et ses concurrents, soit pour une utilisation en tant que matériau, soit pour une utilisation en tant qu'énergie.

Il est proposé de ne tenir compte du changement d'occupation des sols qu'à travers l'évolution du carbone dans les peuplements, le parterre et les sols, ce qui suppose que le stock de carbone du sol s'ajuste immédiatement lors d'un défrichage ou un boisement.

Tableau 8. Estimation du stock de carbone dans la biomasse ligneuse aérienne et souterraine vivante des arbres des forêts de production du Grand-Est (sources : IGN pour les volumes, campagnes d'inventaire 2005-2013).

Les coefficients utilisés pour passer de la variation du volume aérien total au puits de carbone exprimé en équivalent CO₂ sont les suivants : coefficient d'expansion des racines de 1,3 ; infradensité de 0,55 (feuillus) et 0,44 (résineux) tonnes de matière sèche par mètre cube de bois ; passage des tonnes de matière sèche aux tonnes de carbone en appliquant un coefficient de 0,475 ; conversion des tonnes de carbone (tC) en tonne d'équivalent CO₂ (tCO₂eq) à raison de 3,67 tCO₂eq/tC. Le coefficient combiné est donc de 1,25 tCO₂eq/m³bat (feuillus) et 1,00 tCO₂eq/m³bat (résineux). Il est de 0,34 tC/m³bat (feuillus) et 0,27 tC/m³bat (résineux).

	Feuillus	Résineux	Total
Variation du volume bois fort tige de bois sur pied (millions de mètres cubes bft par an)	3,9	1,6	5,5
Variation du volume de bois sur pied aérien total (millions de mètres cubes bat par an)	6,0	1,8	7,8
Puits de carbone (millions de tonnes de carbone par an)	2,0	0,5	2,5
Puits de carbone (millions de tonnes de CO₂ équivalent par an)	7,5	1,8	9,3

L'augmentation du stock de carbone dans les arbres en croissance est évaluée à **9,3 MtCO₂eq/an** à partir de données couvrant la période 2005-2013 (Tableau 8). Ce puits représente environ 13% du puits constaté au niveau métropolitain. Il est beaucoup plus fort pour les feuillus que pour les résineux du fait d'un taux de prélèvement compris entre 50 et 60% pour les premiers et entre 60 et 70% pour les seconds. Ce puits résulte en effet de l'accumulation de bois sur pied consécutive à un potentiel de récolte qui n'est pas totalement exploité (même si le taux moyen de prélèvement est proche de 60% et supérieur au taux de prélèvement moyen métropolitain).

Le stock de bois mort s'est considérablement accru en France depuis les années 1980, notamment en raison de l'accroissement de volumes de bois sur pied, d'une compétition accrue, des tempêtes (1990, 1999) et sécheresses (1976, 1990-91, 2003). Cette augmentation correspond donc à un puits de carbone qui a été chiffré au niveau français à 10 millions de tonnes de CO₂ équivalent (Doriz *et al.*, 2018). En attendant une estimation plus précise, il est évalué ici à 10% environ du puits métropolitain soit **1 million tCO₂eq/an**.

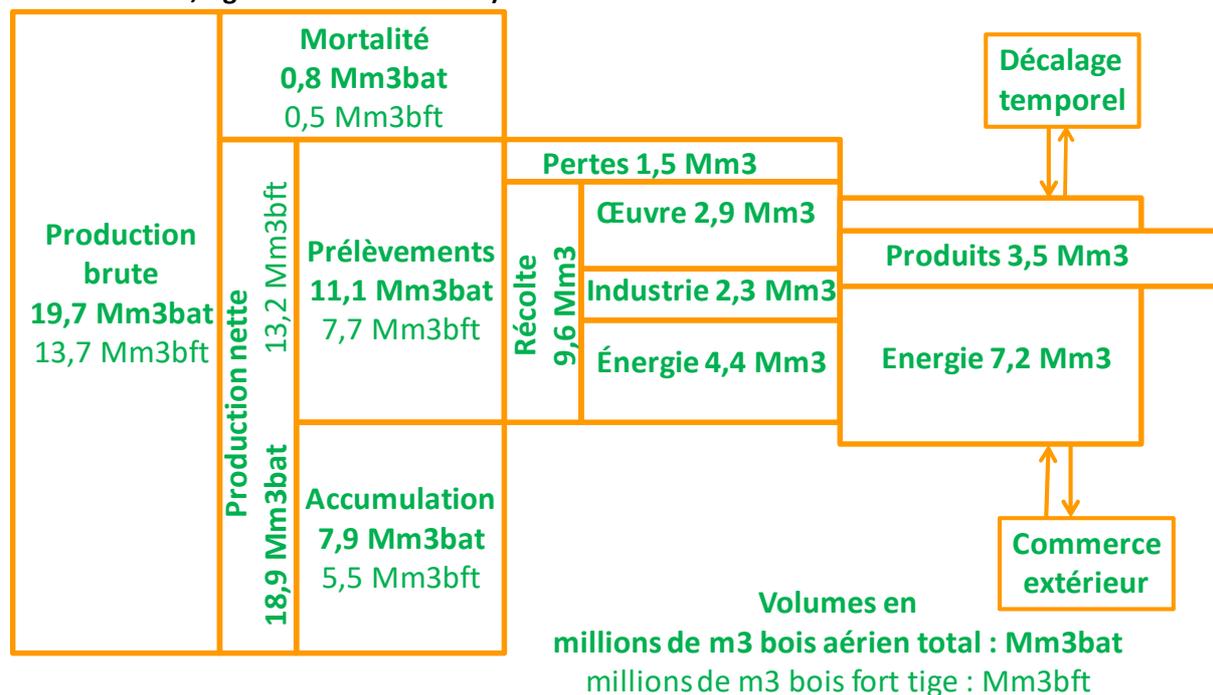
Le stock de carbone des sols forestiers a été estimé sur les placettes du réseau RENECOFOR de suivi des écosystèmes forestiers, géré par l'Office national des forêts (Jonard *et al.*, 2013) qui a fait l'objet de deux campagnes de mesure (sur les périodes 1993-1995 et 2007-2012) avec des méthodes permettant une comparaison et donc un suivi dans le temps. Une analyse détaillée montre que le stock de carbone évolue de manière significative sur la quinzaine d'années entre les deux campagnes de mesures réalisées. Plus précisément, il augmente globalement, plus pour les résineux que pour les feuillus. L'augmentation annuelle est estimée à 0,19 tonne de carbone par hectare pour les feuillus et à 0,49 tC/ha pour les résineux. Sur la base de 1,869 Mha de forêts "disponibles pour la production" (campagnes d'inventaires 2005 à 2013 de l'IGN) et d'une proportion feuillue de 82% (y compris la moitié des surfaces couvertes de peuplements mixtes), le puits est de l'ordre de 1,2 tCO₂eq/ha/an et pour la région Grand-Est de **2,3 million tCO₂eq/an**.

Le stock de carbone dans les produits en bois évolue peu, à l'image de la récolte de bois des années 1980 et 1990 (compte-tenu des durées de stockage), ce qui conduit à négliger le puits de carbone actuel dans les produits en bois.

La substitution de bois à d'autres matériaux ou énergies engendrant des émissions de gaz à effet de serre vient compléter la séquestration *in situ* et *ex situ* pour obtenir un bilan carbone complet. Dans ce cas, ce n'est pas la variation du stock de produits qui importe mais la consommation de ces produits qui évite des émissions liées à l'utilisation d'énergies ou matériaux concurrents du bois. Pour estimer ces effets de substitution, il est nécessaire de se référer à un tableau de bord simplifié

de la filière bois dans la Région Grand-Est. C'est l'objet de la Figure 13. La production biologique brute de bois est estimée en volume bois fort-tige (bft) et bois aérien total (bat). Après déduction de la mortalité naturelle, elle devient production nette qui, d'une part, fait l'objet de prélèvements, d'autre part se stocke sur pied en forêt en tant que biomasse vivante. C'est cette capitalisation qui est à l'origine du puits de carbone dans la biomasse vivante aérienne. Après soustraction des pertes d'abattage (14% environ du prélèvement), on obtient le volume de récolte qui se répartit entre bois d'œuvre, bois d'industrie et bois énergie à partir des données Agreste du Ministère chargé de l'agriculture. Compte-tenu des rendements matière en transformation et de la part de bois brut ou connexe utilisée dans l'industrie des papiers et cartons, on estime à 67% la part des bois d'œuvre et d'industrie qui deviennent des produits. L'utilisation énergétique du bois est susceptible de concerner la plus grande partie (de l'ordre de 75%) du bois récolté, en fin de vie sinon dès sa mobilisation.

Figure 13. Schématisation de la filière forêt-bois du Grand-Est vers 2010-2015 (Source de données : IGN 2005-2013, Agreste Grand Est 2018)



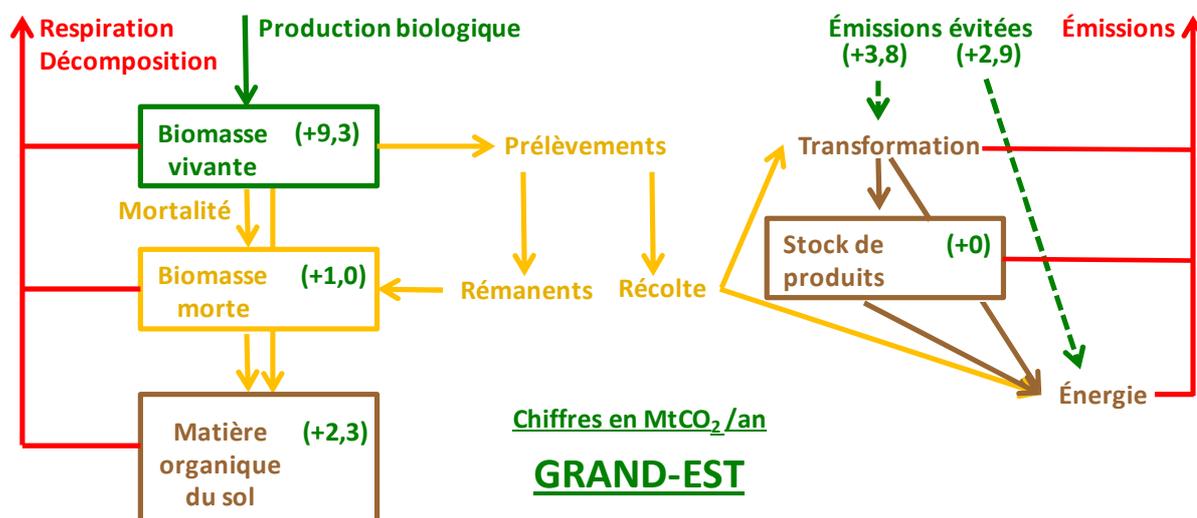
L'effet de substitution des produits en bois est estimé en moyenne à 1,1 tCO₂eq évitée par mètre cube de bois contenu dans les produits finis, hors recyclages successifs et hors valorisation énergétique en fin de vie (ADEME, 2015). Cet effet peut donc être évalué pour le Grand-Est à environ **3,8 millions tCO₂eq/an**.

La substitution directe de bois à des énergies fossiles renvoie vers l'atmosphère des gaz à effet de serre qui auraient, de toute façon, été émis du fait des processus de décomposition naturelle. L'utilisation énergétique du bois en lieu et place de ressources fossiles évite des émissions supplémentaires de gaz à effet de serre évaluées à 0,5 tCO₂ par mètre cube de bois brûlé par les secteurs industriel et collectif (ADEME, 2015). Le coefficient est sans doute plus faible pour une utilisation domestique, de telle sorte qu'un coefficient de 0,4 tCO₂eq évitée par mètre cube de bois brûlé est utilisé ici. L'application de ce coefficient à l'ensemble du bois utilisé pour l'énergie, directement ou en fin de vie, représenterait ainsi **2,9 millions tCO₂eq/an**.

La Figure 14 récapitule l'ensemble de ces estimations. Le bilan de la séquestration est donc de l'ordre de 12,6 millions tCO₂eq/an et celui de la substitution (émissions évitées) de 6,7 millions tCO₂eq/an, soit un **bilan total cumulé de 19,3 millions tCO₂eq/an**. Il s'agit là d'une estimation qu'il serait utile de pouvoir préciser à l'avenir sous la forme d'un indicateur agrégé pour caractériser cette contribution de la filière forêt-bois à la lutte contre l'effet de serre. Elle peut être mise en regard du chiffre

équivalent pour la France métropolitaine qui est de 130 millions tCO₂eq/an³³ et des émissions totales nettes de la France qui s'élèvent à environ 490 millions tCO₂eq/an (CITEPA, 2014). Prenant en compte des phénomènes qui s'inscrivent dans le temps, elle mériterait d'être projetée sous divers scénarios futurs relatifs à l'environnement (climat) comme à la gestion (stratégie sylvicole).

Figure 14. Récapitulatif des estimations, en millions de tonnes d'équivalent CO₂/an, des principales contributions au bilan carbone de la forêt du Grand-Est avec les variations de stocks (biomasses vivante et morte, matière organique du sol, produits en bois) et les émissions évitées par la consommation de produits et énergie à base de bois.



La question se pose souvent de savoir si la meilleure stratégie vis-à-vis de l'atténuation du changement climatique consiste à séquestrer du carbone en forêt ou bien à éviter autant que possible des émissions en substituant du bois à ses matières et énergies concurrentes. Lorsqu'on raisonne à long terme, il est clair que l'effet du stockage de carbone tend à s'annuler si on maintient une forêt non gérée. Mais qu'en est-il à très court terme ? Si on a une perte faible à court terme, voire un gain, tout en ayant un gain à long terme, alors on comprend que valoriser le bois soit la meilleure stratégie.

La réponse à cette question n'apparaît pas directement sur la Figure 14 représentant l'ensemble du bilan de la région. On pourrait même considérer à tort que puisque la séquestration *in situ* constitue la part la plus importante du bilan, c'est elle qu'il convient de valoriser. Pour y voir plus clair, il faut en fait s'interroger sur les effets immédiats, sur ce bilan, du prélèvement supplémentaire d'un mètre cube de bois, considéré par exemple en bois fort tige comme dans les résultats standard de l'inventaire forestier national. Le prélèvement de ce mètre cube de bois fort tige (bft) diminue l'accumulation dans la biomasse vivante aérienne en forêt de 1,44 mètres cubes de bois aérien total (bat) mais ne change rien à court terme à la biomasse souterraine ; il diminue la compétition entre arbres et améliore la situation face aux risques mais ces aspects ne sont pas pris en compte ici et sont d'ailleurs marginaux à très court terme. La diminution du puits de carbone dans la biomasse vivante qui en résulte, compte tenu de la part des feuillus et résineux dans le Grand Est, est alors de l'ordre $1,44 \text{ m}^3 \times 0,92 \text{ tCO}_2/\text{m}^3 = 1,32 \text{ tCO}_2\text{eq}$.

Dans le même temps, ce prélèvement supplémentaire de 1 m³bft ou 1,44 m³bat engendre 0,20 m³ de pertes (rémanents) dont le carbone repartira vers l'atmosphère mais plus tard, 0,68 m³ de bois d'œuvre ou d'industrie qui feront 0,51 m³ de produits finis hors papier et énergie et 0,57 m³ de bois-énergie. Ultérieurement, en fin de vie, les trois-quarts des produits finis contribueront à la production d'énergie, soit 0,38 m³. A court terme, le stock de bois mort est accru des rémanents qui représentent $0,20 \times 0,92 = 0,18 \text{ tCO}_2\text{eq}$, le stock de produits finis est accru de $0,51 \times 0,92 = 0,47 \text{ tCO}_2\text{eq}$, la substitution matériau évite l'émission de $0,51 \times 1,1 = 0,56 \text{ tCO}_2\text{eq}$ et la substitution énergie évite l'émission de $0,57 \times 0,4 = 0,23 \text{ tCO}_2\text{eq}$. Le carbone séquestré ou non émis

³³ Estimation réalisée dans le cadre du programme EFES. Voir Dorioz et al., 2018.

s'élève donc à **1,44 tCO₂eq**. Ce chiffre ne prend en compte ni le relargage vers l'atmosphère ou le sol du carbone contenu dans les rémanents, à hauteur de 0,18 tCO₂eq, ni l'utilisation énergétique en fin de vie des produits qui évitera $0,38 \times 0,4 = 0,15$ tCO₂eq, ni les éventuels recyclages qui renforceraient les effets de substitution en évitant d'autres émissions. Et il ne tient pas compte non plus des éventuels effets bénéfiques du prélèvement sur la santé et la stabilité de la forêt à moyen et long terme.

Ce petit calcul repose, certes, sur beaucoup d'hypothèses mais montre que, même à très court terme, le bénéfice d'un prélèvement supplémentaire dans la région Grand-Est peut être équivalent, voire un peu supérieur à la réduction du puits de carbone dans la biomasse vivante.

En conclusion, il serait utile de décomposer ce bilan carbone de la Région Grand-Est selon diverses entités considérant notamment la catégorie de propriété, la facilité d'exploitation des bois, les essences ou types de peuplement, les différentes zones géographiques et de projeter ce bilan dans le futur sous différents scénarios climatiques et options de gestion.

3.2 Régulation de la qualité de l'eau

Définition du service

La régulation de la qualité de l'eau est entendue comme la réduction des quantités de divers polluants diffus (nitrates, phosphates, pesticides, etc.) dans les eaux souterraines et de surfaces, en lien avec la présence ou le fonctionnement de l'écosystème forestier³⁴. La relation entre taux de boisement et pollution diffuse des eaux a été démontrée par de nombreux travaux scientifiques : sur un bassin versant, lorsque le taux de boisement augmente, les concentrations en polluants mesurées à l'exutoire ont tendance à diminuer (voir par exemple les travaux en Lorraine de Benoit et Fizaine, 1999).

Cet effet positif, constaté à l'échelle du bassin versant, est attribué à deux mécanismes distincts :

- **un effet de protection vis à vis des pollutions lié à l'occupation du sol et aux usages, valable pour toutes les forêts** : les produits phytosanitaires et fertilisants sont rarement employés en forêt (principalement sur les jeunes peuplements), le niveau d'intrant est donc très faible voire limité aux dépôts atmosphériques. La pression de pollution sur les eaux est ainsi plus faible dans un bassin versant majoritairement forestier qu'agricole ou urbain³⁵.
- **une atténuation des pollutions des eaux qui implique certaines formations forestières spécifiques** : sont notamment concernées les forêts riveraines des cours d'eau et les forêts en position d'interface avec d'autres milieux, notamment agricoles, dans le paysage (ex : un peuplement forestier localisé à l'aval de zones cultivées). Cette atténuation fait intervenir différentes fonctions (i) de filtration et de piégeage dans les sols et la végétation des forêts, qui s'appliquent aux formes particulières des polluants (ceux-ci sont alors fixés à des sédiments et non pas dissous dans l'eau) ; (ii) d'épuration active des eaux permettant d'éliminer les polluants dégradables par des transformations bio-chimiques (cas de la dénitrification microbienne au sein des forêts riveraines, en période de hautes eaux³⁶).

L'effet de protection n'existe qu'en raison des quantités plus importantes d'intrants utilisées sur les sols non-forestiers, l'eau « forestière » venant diluer la pollution à l'échelle du bassin versant : il ne correspond pas *a priori* au concept de service écosystémique tel qu'il est entendu dans le cadre du programme national d'évaluation des services écosystémiques EFSE. Il est cependant difficile (voire impossible) de distinguer la part relative des deux effets (protection versus atténuation) au sein du

³⁴ La quantité de sédiments contenue dans les eaux de surface est une autre source de pollution (turbidité) que la forêt peut contribuer à maîtriser par la régulation de l'érosion des sols (chap. 3.4).

³⁵ Par exemple, dans le cadre de leurs travaux réalisés à Vittel, Benoit et Papy (1997) constatent que les concentrations en nitrates dans les eaux d'infiltration sont bien moindre sous couvert forestier (forêt de plaine, 2 mg/L) que pour les sols agricoles (valeurs mesurés entre 19 et 126 mg/l selon les types de couvert). Ces mesures reflètent *a priori* le niveau d'intrants utilisés.

³⁶ Pour plus de références sur ce sujet, consulter par exemple la synthèse bibliographique de Broadmeadow et Nisbet (2004).

constat initial (lorsque le taux de boisement d'un bassin versant augmente, la pollution diffuse des eaux à l'exutoire diminue). Un état de l'art plus approfondi sur cette question serait utile et permettrait de définir plus précisément le périmètre du service. En attendant, le service de régulation de la qualité des eaux est considéré comme le bénéfice global lié à la présence de forêt sur un territoire, qui résulte de la combinaison de l'ensemble des mécanismes identifiés plus haut.

Les bénéficiaires du service sont les ménages (en tant que consommateurs d'eau potable) ainsi que les riverains et usagers (pêcheurs, baigneurs, etc.) des plans et cours d'eau - et par extension les secteurs d'activités économiques qui y sont liés tels que le tourisme, l'aquaculture, la pêche commerciale... Le rôle considérable des forêts riveraines vis-à-vis de la **qualité écologique des cours d'eau** n'est pas pris en compte en tant que service écosystémique. Il est néanmoins structurant du point de vue de la biodiversité : les arbres et arbustes localisés sur les berges sont à l'origine d'importants apports en matière organique aux cours d'eau (principalement sous forme de feuilles mortes) et permettent ainsi l'existence de chaînes trophiques spécifiques³⁷.

Caractérisation du service

De nombreux travaux scientifiques ont cherché à démontrer le lien entre forêt et qualité de l'eau. La plupart d'entre eux s'est focalisée sur la santé des écosystèmes aquatiques mesurée *via* des indicateurs biochimiques (concentration en nitrates ou en phosphates par exemple) ou des suivis d'espèces à enjeux. Peu d'études cherchent à traduire cet effet en termes économiques (Abildtrup *et al.* 2013). C'est sur celles-ci que nous nous concentrons ici.

Actuellement, en France, le service rendu par la forêt vis-à-vis de la qualité de l'eau n'est pas un service marchand (il n'a pas de prix). Différentes méthodes d'évaluation économique sont alors utilisées pour le valoriser. Elles se placent tantôt du point de vue des bénéficiaires (les ménages) *via* l'analyse des liens entre taux de boisement et prix de l'eau potable, ou encore par la caractérisation de valeurs plus subjectives attribuées à une eau potable d'origine forestière, tantôt du point de vue des forestiers qui contribuent à fournir le service, notamment lorsqu'est mise en place une gestion forestière spécifique.

- **Quantification de l'effet de la forêt (taux de boisement) sur le prix de l'eau potable**

Ces méthodes se basent sur des travaux de modélisation qui mettent en lien l'usage des sols et le prix de l'eau potable. Elles reposent notamment sur les hypothèses suivantes :

- les usages du sol sont déterminants dans la qualité des eaux souterraines et superficielles,
- cette qualité des eaux « brutes » (avant traitement) a un impact direct sur le prix de l'eau : une hausse des pollutions diffuses tend à accroître les coûts de traitement et donc à augmenter le prix de l'eau potable.

On s'intéresse d'abord à des travaux de modélisation réalisés à l'échelle de la France métropolitaine par Fiquepron *et al.* (2010, 2013). Basé sur l'occupation du sol³⁸ et les caractéristiques des services d'alimentation en eau (en partie déterminées par les besoins de traitement de l'eau), le modèle permet notamment d'expliquer les variations de qualité des eaux constatées dans l'environnement (pesticides, nitrates) et le prix de l'eau potable. Il repose sur une base initiale de 76 variables au total, collectées à **l'échelle des départements**. Selon les résultats de l'étude, le prix d'alimentation en eau potable est fortement expliqué (i) directement, par la présence de « nitrates » dans les eaux brutes, et (ii) indirectement, par la présence de pesticides qui implique plus souvent une délégation des services de l'eau à des entreprises privées et donc une hausse des prix. D'autre part, tous les usages du sol retenus (forêts, grandes cultures, prairies...) ont un effet significatif sur les concentrations en pesticides et nitrates dans les eaux brutes, **et le rôle bénéfique de la couverture forestière est clairement démontré** (il surpasse tous les autres usages) (Tableau 9).

³⁷ Wasson J.-G *et al.* (2010) montrent l'effet positif de la forêt riveraine – par rapport à d'autres occupations du sol - sur la qualité écologique des cours d'eau (indice « invertébré »).

³⁸ L'effet de la présence de forêt est analysé via le taux de boisement sans distinction de différents types de forêt ou modes de gestion.

L'intérêt du modèle se situe aussi dans la possibilité de simuler des changements d'usage du sol et de quantifier leurs impacts sur l'économie des services d'eau potable. Ainsi, le passage d'un taux de boisement de 28% à 33% du territoire métropolitain au détriment des grandes cultures³⁹ permet une économie de 40 millions/an sur la facture agrégée de l'ensemble des usagers (ménages), soit une économie moyenne de **15 euros par hectare de forêt supplémentaire**.

Tableau 9 : Résultats des estimations du modèle liant occupation du territoire, qualité des eaux brutes, mode de gestion des services et prix d'alimentation en eau potable.

Source : extrait de Fiquepron, 2012.

Variable à expliquer	Variable explicative	Impact
Prix d'alimentation en eau potable (partie eau potable du prix de l'eau, estimation pour un volume de 120 m ³) R ² ajusté = 0,55	Longueur de réseau	+++
	% débits eaux souterraines	---
	Mode de gestion	+++
	Nitrates	+++
Mode de gestion (% de délégation de service public) R ² ajusté = 0,32	Volume distribué	+++
	Densité de population	++
	Longueur de réseau	+
	Bilan climatique (précipitations - évapotranspiration potentielle)	---
	Population maximale	+++
	Pesticides	+++
Pesticides (proportion des débits d'eau brute contrôlés avec dépassement de la norme pesticides) R ² ajusté = 0,61	% surfaces boisées	---
	% surfaces en prairies permanentes	---
	% surfaces en grandes cultures	+
	% surfaces en vignes, arboriculture et maraîchage	+++
	% surfaces en zone de montagne	n.s.
	% débits eaux souterraines	---
Nitrates (teneur moyenne des débits d'eau brute contrôlés) R ² ajusté = 0,71	% surfaces boisées	---
	% surfaces en prairies	--
	% surfaces en grandes cultures	+++
	% surfaces en vignes, arboriculture et maraîchage	--
	% surfaces en zone de montagne	---
	Nombre de porcs par ha	+++
	% débits eaux souterraines	+++

Notes : le signe + signifie que la variable explicative a un effet positif sur la variable à expliquer. Le signe - pour un effet négatif. Un nombre croissant de + (ou de -) indique un niveau de significativité plus élevé. +/- : significatif à 10 %, ++/- - : à 5 %, +++ +/- - - : à 1 %, n.s. pour non significatif.

Une deuxième étude réalisée sur le département des Vosges (Lorraine) utilise une méthode similaire (modélisation des coûts) pour mettre en lien l'occupation du sol par la forêt et prix de l'eau potable (Abildtrup *et al.* 2013). Ces travaux ont été réalisés à l'échelle des territoires desservis par les services des eaux⁴⁰. Ils ont la particularité de tenir compte des interactions spatiales entre territoires voisins. Une fois encore, les résultats montrent l'effet significatif et bénéfique de la couverture forestière sur le prix de l'eau par rapport aux usages des sols urbains et agricoles. Ce même effet bénéfique des forêts est constaté par rapport à des usages considérés comme non polluants (de type prairie naturelle) mais non significatif à petite échelle (échelle des territoires desservis par les services des eaux). Les auteurs concluent que la valeur marginale moyenne d'un hectare de forêt varie selon l'antécédent : de 138 €/ha/an (si antécédent agricole) à 99 € / ha /an (si antécédent naturel)⁴¹.

³⁹ Soit 2.676 millions d'ha de forêts supplémentaires.

⁴⁰ Travail réalisé à l'échelle des bassins desservis par les services des eaux, soit 232 territoires couvrant 459 communes (sur les 515 communes que comprend le département des Vosges, les données nécessaires n'étant pas disponibles pour les 56 communes restantes)

⁴¹ Ces valeurs correspondent à l'économie réalisée sur la facture d'eau agrégée de l'ensemble des usagés lorsqu'on augmente la couverture forestière de 1 hectare sur un territoire donné.

- **Consentement à payer des ménages pour une eau d'origine forestière**

Une dernière méthode consiste à interroger directement des individus (enquêtes par questionnaire) sur leurs préférences et leur consentement à payer par rapport à un ou plusieurs scénarios (méthode de l'évaluation contingente). Une étude réalisée en 2009 par Fiquepron *et al.* (2010) en Lorraine⁴² (dans la région de Nancy) a permis d'évaluer le consentement à payer des ménages pour une eau « naturelle » d'origine forestière (ayant subi un minimum de traitements). L'étude se base sur une enquête soumise à deux échantillons⁴³ auxquels on a proposé un scénario de changement d'origine de leur eau potable. La population du premier échantillon est alimentée par de l'eau forestière peu traitée, et celle du deuxième est alimentée par une eau pompée dans la Moselle avec un traitement important. Les travaux concluent que les ménages sont prêts à payer de l'ordre de 50 €/an en plus pour avoir ou conserver une eau du robinet d'origine forestière. À titre de comparaison, pour un ménage français, la facture d'eau pour la partie « eau potable » était de l'ordre de 230 € en 2009 (Fiquepron, 2012).

- **Coûts d'une gestion forestière dédiée à l'eau potable**

Si la forêt est en soi un atout pour qualité de l'eau (en dehors de toute intervention humaine), les pratiques de gestion et d'exploitation forestières ont une influence importante sur le service rendu. De nombreux travaux scientifiques ont établi le lien entre gestion forestière et qualité de l'eau⁴⁴: il en résulte des préconisations, notamment pour la protection de l'eau potable. La mise en œuvre, sur certains périmètres, de pratiques sylvicoles dédiées à la protection de l'eau potable et les surcoûts engendrés peuvent faire l'objet d'une analyse de coûts. Fiquepron (2012) relève notamment le cas de la ville de Masevaux (Haut-Rhin) qui finance l'adaptation de la gestion forestière sur 180 hectares, à l'amont de ses captages (sources captées en montagne). Les surcoûts de gestion réels s'échelonnent de 33 à 75 €/ha/an selon la généralisation ou non du débardage par câble des bois exploités⁴⁵. Dans tous les cas, les forages en vallée exploités par la ville de Masevaux sont entre 200% et 70% plus chers.

3.3 Régulation des crues et des inondations

La forêt régule les crues modérées, dites crues décennales, mais possède peu d'effets sur les crues extrêmes (Andréassian, 2004 ; Hurand et Andréassian, 2003). Deux mécanismes différents sont en cause :

- L'atténuation de l'amplitude des crues par rétention d'eau : de manière générale, la forêt influence le régime des eaux. Elle en retarde l'écoulement lors des précipitations (interception par les feuillages des arbres, meilleure infiltration de l'eau sous couvert forestier, capacité de rétention des sols plus grande) ce qui brise le pic de crue. Les volumes d'eau à l'exutoire des bassins versants sont donc moins importants et décalés dans le temps. Cet effet « hydrologique » des forêts devient marginal en cas de très fortes pluies ;
- L'épandage du débit de crue (effet d'étalement) : les forêts localisées le long du lit des cours d'eau (ripisylves ou alluviales) constituent des zones naturelles d'expansion des crues permettant l'étalement des volumes d'eau.

Le service rendu par les forêts ne dépend pas que de l'efficacité de ces mécanismes biophysiques sur la lame d'eau. Il est également lié à l'ampleur des enjeux économiques à l'aval qui doivent être préservés et le sont en partie grâce à la forêt, au moins pour les crues modérées. Apprécier correctement ce service suppose donc de s'intéresser non seulement à la forêt mais aussi à l'ensemble des grands bassins hydrographiques qui sont sous la dépendance de la forêt étudiée.

⁴² Dans le secteur de Nancy.

⁴³ 500 questionnaires réalisés par échantillon.

⁴⁴ Voir les synthèses bibliographiques en français de Fiquepron et Charnet (2013) et Hegg *et al.* (2006).

⁴⁵ À ces valeurs s'ajoutent un léger surcoût d'encadrement à la charge de l'ONF (estimé à 7 euros)

De ce point de vue, la Région Grand-Est présente une situation tout à fait intéressante. Elle est en effet divisée en trois grands bassins hydrographiques : Seine-Normandie, Rhin-Meuse et, pour une petite partie, Rhône-Méditerranée (Figure 15). De plus, elle est placée relativement en tête de ces bassins : la Seine prend sa source en Bourgogne-Franche-Comté mais rejoint très vite la région Grand-Est avant de partir vers l'Île-de-France ; la Meuse prend sa source dans le Grand-Est qui est donc complètement en tête de ce grand fleuve français oublié parce que l'essentiel de son cours est à l'étranger. La Moselle et l'Ill sont issues du Grand-Est et sont des affluents importants du cours moyen du Rhin. Enfin, la Saône prend sa source dans le Grand-Est (non pas dans le département de la Haute-Saône, donc, mais dans celui des Vosges).

Figure 15. Carte des bassins hydrographiques du Grand-Est (DREAL Grand-Est).



Il est utile de visualiser l'offre de service de régulation de la région Grand-Est (due essentiellement à ses massifs forestiers) en regard de la demande de régulation issue des parties aval des bassins hydrographiques en France ou à l'étranger. Ce travail a été fait dans le cadre d'une étude réalisée au GIP Ecofor (Mésenge, 2017) à partir d'une évaluation conduite à l'échelle européenne qui combine la demande pour une régulation des crues à l'égard de différents écosystèmes et la capacité de ces écosystèmes à réguler les crues, dite « offre de service » (Stürck *et al.*, 2014).

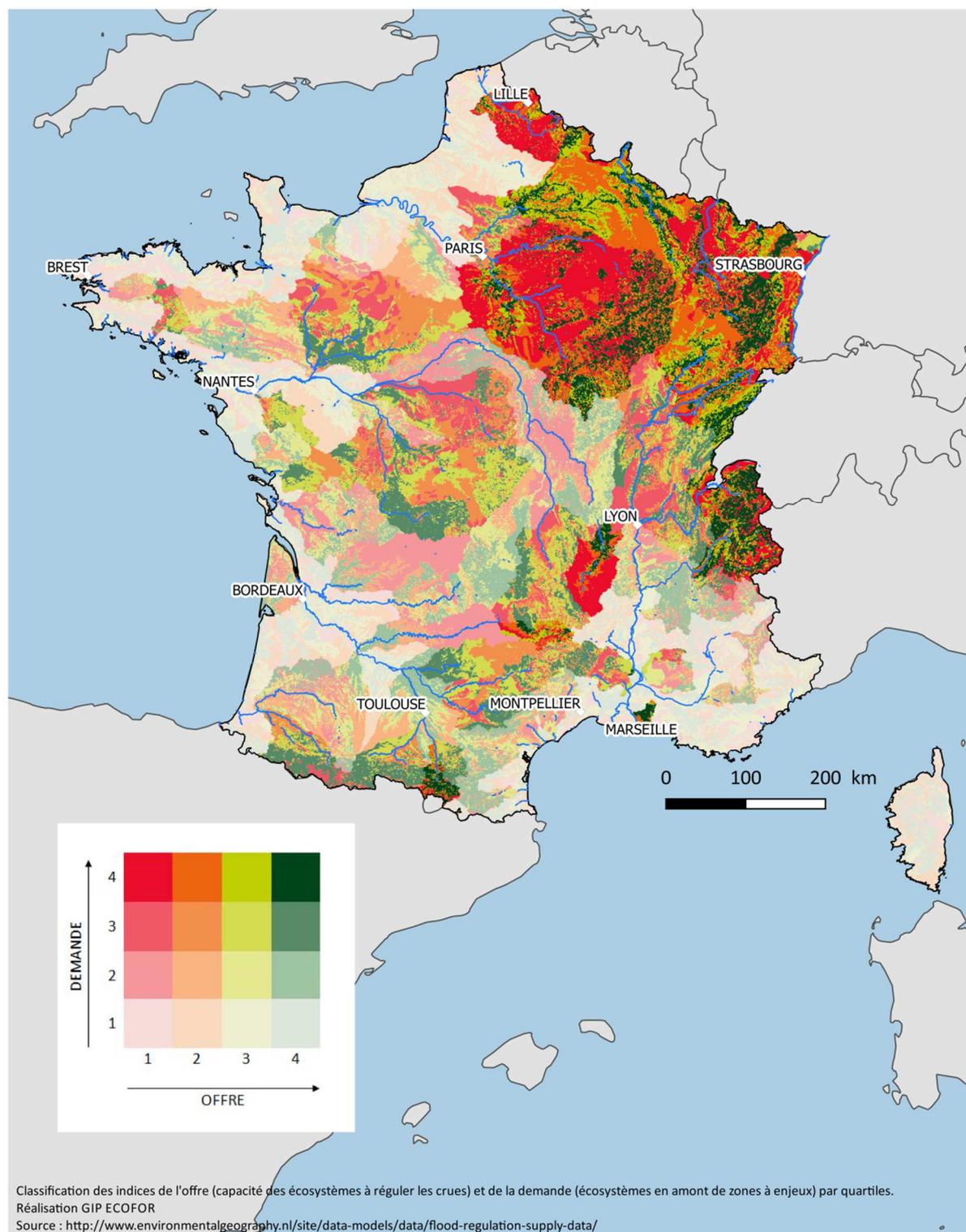
La capacité des écosystèmes à réguler les crues (« offre de service ») est représentée par **un gradient de couleur allant du rouge (faible capacité à réguler les crues) au vert (forte capacité)**. Elle dépend des caractéristiques des écosystèmes qui sous-tendent leur capacité à retenir l'eau et ralentir les écoulements pour, *in fine*, diminuer les pics de crue. Cette capacité à réguler les crues repose sur 5 variables environnementales : le type de bassin versant, la localisation au sein du bassin versant (altitude), l'aléa (pluviométrie), la capacité de rétention de l'eau des sols et les types de couverture des sols et usages associés (effets déduits de la taille des champs, usage intensif ou extensif pour les terres agricoles ; gestion forestière, production biologique et essence dominante des peuplements pour les forêts). Les niveaux d'offre forts correspondent aux zones possédant de grandes étendues de végétation naturelle ou une agriculture extensive. Néanmoins, lorsque l'offre est faible, l'un des facteurs limitant peut parfois être la capacité de rétention d'eau des sols qui ne peut pas être totalement compensée par un type d'occupation du sol supposé favorable à la régulation des crues.

La « demande » pour une régulation des crues vis-à-vis de différents écosystèmes est représentée par **un gradient allant du clair (demande faible vis-à-vis de ces écosystèmes) au foncé (demande forte)**. Elle reflète la somme cumulée des dommages potentiels (enjeux économiques) situés en aval d'un écosystème, étant donné un risque d'inondation. Ces dommages sont considérés au niveau européen, ce qui explique la forte demande vis-à-vis des écosystèmes du Grand-Est de la France

(Meuse, Moselle, Rhin, etc.) se trouvant en amont de la Belgique et du Luxembourg. Au contraire de l'offre, des niveaux de demande similaires se concentrent sur de grands blocs du territoire. Elle est forte en tête de bassin. À l'inverse, la demande est faible vis-à-vis des écosystèmes situés au niveau des embouchures des fleuves, c'est-à-dire tout le long du littoral français.

La carte présentée (Figure 16) appréhende le service de régulation des crues en combinant l'offre et de la demande de ce service. Elle permet de mettre en valeur les contextes où la prise en compte de ce service est à encourager, notamment celui où l'offre et la demande sont toutes les deux fortes, comme c'est le cas dans le Grand-Est.

Figure 16. L'offre et la demande du service de régulation des crues en France métropolitaine (adaptation des données de Stürck *et al.*, 2014).



4. Les principaux biens forestiers

4.1 La fourniture de bois

Définition du service

La fourniture de bois tient une place majeure dans la gestion forestière et au sein des services écosystémiques. Elle répond en effet à plusieurs objectifs :

- elle vient satisfaire une partie significative des besoins en matériaux, fibres, molécules et énergie qui sont nécessaires aux activités économiques et aux ménages ; elle est de ce point de vue un objectif en soi de la gestion forestière ;
- en régulant la biomasse vivante, elle limite la concurrence entre arbres et, par conséquent, l'affaiblissement et la mortalité des tiges restant sur pied : elle contribue ainsi à soutenir le niveau de santé et de stabilité des forêts ; ce rôle se répercute évidemment sur l'offre des autres services écosystémiques ; elle n'est pas elle-même un objectif dans ce cas, mais plutôt le moyen de préserver la vitalité de la majorité des arbres conservés, qui bénéficient ainsi des éclaircies (ou opérations d'amélioration) faites à leur profit ;
- de même, lorsqu'elle correspond à la récolte de bois arrivés à leur âge d'exploitabilité, elle s'organise non seulement autour de l'objectif de récolter du bois mais aussi en tant que moyen de rajeunir cette ressource renouvelable.

Ces rôles ne sont assurés que dans la limite permise par l'état des peuplements forestiers, qui détermine une offre de bois, sous réserve de l'existence de débouchés et d'une demande pour la qualité des bois proposés.

Du point de vue de l'offre, on définit une fourniture potentielle de bois sous le nom de « disponibilité ». Selon Bélouard et Hamza (2004), elle est "la quantité totale de bois qui pourra être prélevée pendant une période et dans une zone données, si l'on applique des règles raisonnables de gestion". Plusieurs études ont été conduites dans le Grand-Est au cours des dernières décennies pour mieux connaître cette ressource (Levesque *et al.*, 2007). La plus récente et complète est celle réalisée par l'IGN en 2018 (Cuny et Piton, 2018).

Du point de vue de la demande, la fourniture effective de bois rend compte des besoins, qu'on les considère en termes de prélèvement (qui modifie le stock de biomasse vivante en forêt) ou de récolte (qui considère les seules quantités effectivement sorties de forêt). La différence entre prélèvement et récolte tient aux pertes d'abattage (qui sont exclues de la récolte) mais aussi, le cas échéant, aux conventions de cubage des bois (prise en compte ou non des branches et des extrémités des tiges et branches au-delà d'un certain diamètre). Selon les cas, cette fourniture effective de bois sera donc exprimée en prélèvement ou récolte (Colin et Thivolle-Cazat, 2016)

Le service écosystémique de fourniture de bois ne concerne pas que les forêts mais aussi d'autres formations boisées ou arborées (bosquets, haies bocagères...). Il est cependant limité ici aux forêts. Par ailleurs, celles-ci comprennent des forêts qui, considérées comme étant difficilement accessibles et non disponibles pour la production de bois, ne contribuent pas effectivement à la fourniture de bois. Ce service écosystémique est donc analysé ici au sein des seules forêts disponibles pour la production de bois qui sont en outre celles qui sont suivies de manière très complète par l'inventaire forestier national réalisé par l'IGN.

Le service de fourniture de bois touche plusieurs catégories de bénéficiaires :

- **les propriétaires forestiers** en tirent une grande partie de leurs revenus forestiers mais utilisent aussi ce service comme moyen de gestion au profit de l'ensemble des services écosystémiques ainsi que de la santé et de la stabilité de leur forêt face aux menaces potentielles ;
- **l'ensemble de la filière forêt-bois** fonde ses activités sur le bois qui est mobilisé en forêt (exploitation forestière, transport forestier) puis transformé éventuellement par sciage, fendage, tranchage, déroulage, trituration, imprégnation jusqu'à sa mise en œuvre et à son utilisation dans l'ameublement, des objets divers en bois, la construction, l'emballage, les papiers et cartons, la chimie et l'énergie ;

- **les consommateurs** utilisent les produits en bois ou dérivés du bois, dont l'énergie qui en provient ; ceux-là comptent bien sûr parmi eux les propriétaires forestiers en tant qu'autoconsommateurs de bois ;
- **l'ensemble de la société** bénéficie des activités engendrées par le bois, à plusieurs niveaux de l'économie :
 - l'emploi est fortement favorisé par un secteur traditionnellement plus intensif en main d'œuvre qu'en capital (Daly-Hassen et Peyron, 1996), même s'il évolue structurellement à la baisse (Maaf, IGN, 2016, indicateur 6.5) ;
 - les activités du bois contribuent à atténuer le déficit de la balance commerciale de la France (Maaf, IGN, 2016, indicateur 6.8) ;
 - la balance commerciale énergétique est elle aussi déficitaire mais, dans la mesure où les activités du bois réduisent les consommations d'énergie par rapport aux matériaux concurrents et évitent des importations, elles atténuent aussi le déficit de ce commerce extérieur de la France (Peyron, 2015).

Caractérisation de l'offre : quelles ressources forestières « disponibles » ?

La fourniture de bois repose en premier lieu sur les forêts disponibles pour la production de bois dont la surface s'élève à 1,869 millions d'hectares dans le Grand-Est (moyenne de la période 2005-2014), soit 98% des 1, 913 millions d'hectares couverts de forêts (source MAAF-IGN, kit PRFB, cf. chap. 1.1).

Sur cette surface disponible pour la production de bois, la population d'arbres se développe à chaque instant, en pratique annuellement, du fait de la production biologique nette annuelle des arbres, après photosynthèse, respiration autotrophe et mortalité naturelle. Elle est estimée par l'IGN à 13,2 millions de mètres cubes bois fort tige (bft, tige seule dans sa partie où son diamètre est supérieur à 7 cm) en moyenne sur la période 2004-2013.

L'offre potentielle du service de fourniture de bois ne peut être purement caractérisée à l'aide d'éléments objectifs : elle fait forcément intervenir des considérations fondées sur la stratégie de production qui conduit à éclaircir plus ou moins fortement en amélioration et à renouveler plus ou moins rapidement les arbres ou peuplements atteignant l'âge d'exploitabilité fixé. La dernière étude de disponibilités relative au Grand Est (Cuny et Piton, 2018) s'appuie sur la référence de la récolte actuelle pour asseoir des scénarios qui récoltent dans le futur des proportions identiques ou accrues dans chaque classe de diamètre. Ils montrent ainsi qu'à environnement et gestion constante, les disponibilités augmenteraient de 11% entre 2017 et 2027, et de 20% entre 2017 et 2037. Deux autres scénarios fondés sur une augmentation des prélèvements conduisent à des récoltes supplémentaires de 22% ou 18% à l'horizon 2027 selon que l'équilibre sylvo-cynégétique sera rétabli ou non.

En parallèle à de telles études détaillées, il est également possible de proposer un indicateur de prélèvement potentiel (PP) de bois fondé sur la production biologique nette, d'une part, dont une fraction est régulièrement récoltée dans le cadre de l'amélioration des peuplements en place, et d'autre part, sur le volume de bois atteignant ou dépassant la dimension-objectif, dont une fraction doit également être récoltée dans le cadre de la régénération des peuplements en place (Peyron et Hervé, 2012). Il s'exprime sous la forme :

$$(Formule 1) \quad PP = a.A + E/d, \quad \text{ou encore} \quad d = E/(PP - a.A) \quad \text{avec :}$$

- PP est le prélèvement potentiel ;
- A est la production biologique nette annuelle (ou accroissement courant net) des bois ;
- a est la fraction de l'accroissement net qu'on prélève en moyenne au cours du temps en amélioration avant régénération ;
- E est le volume de bois sur pied au-delà d'un seuil d'exploitabilité, qu'il s'agit de prélever progressivement pour assurer le renouvellement des arbres et peuplements arrivés à maturité ;
- d est la durée que l'on se donne pour résorber le volume R de bois arrivant à exploitabilité.

A l'instar des analyses de disponibilité qui testent d'abord la poursuite des pratiques sylvicoles actuelles avant d'envisager des options différentes de gestion, il est utile d'estimer les deux paramètres a et d dans le cadre de la gestion actuelle. Il faut d'abord se fixer un seuil d'exploitabilité

qui pourrait varier selon les types de peuplements (selon notamment leur composition et leur structure) et qu'il est proposé ici de se fixer à 47,5 cm de diamètre à 1,3 m de hauteur (seuil séparant les petits bois et bois moyens – PBBM – des gros et très gros bois – GTGB). Le coefficient α de la formule est alors calculé en rapportant les prélèvements effectifs des petits bois et bois moyens à leur production biologique nette, ce qui permet ensuite de calculer le paramètre d en utilisant la formule 1. Cette procédure conduit aux résultats du tableau 10.

Tableau 10. Évaluation des coefficients de prélèvement des bois en amélioration et régénération de l'indicateur de disponibilité en bois lorsque celui-ci est calé sur les prélèvements actuels. Cette évaluation distingue les petits bois et bois moyens (PBBM), d'une part, et les gros et très gros bois (GTGB), d'autre part. Source des données : Inventaire forestier national de l'IGN pour la période 2005-2014 (d'après Maaf, IGN, 2016, Kit PRFB) ; volumes de référence bois fort tige.

Domaine	Prélèvements PBBM 10 ⁶ m ³ bft/an	Production nette PBBM 10 ⁶ m ³ bft/an	Fraction de la production prélevée %	Production nette totale 10 ⁶ m ³ bft/an	Prélèvements totaux 10 ⁶ m ³ bft/an	Volume sur pied GTGB 10 ⁶ m ³ bft	Durée de résorption GTGB années
Feuillus	3,2	7,4	43%	8,5	4,6	79	85
Résineux	2,3	4,1	56%	4,7	3,1	29	63
Ensemble	5,5	11,5	48%	13,2	7,7	108	78

Ces résultats montrent que 48% de la production biologique nette est prélevée en amélioration en moyenne dans les forêts de production du Grand-Est, un peu moins dans les feuillus (43%) que pour les résineux (56%). Dans le même temps, on récolte chaque année environ 1,3% du volume des bois gros et très gros (1/78^e), là encore un peu moins pour les feuillus (1,2%) que pour les résineux (1,6%).

Comme dans le cas des études de disponibilités, on peut faire l'hypothèse d'un changement de sylviculture, par exemple celui qui prélèverait en feuillus des proportions de la production biologique nette et du volume des gros et très gros bois identiques à ce qu'elles sont en réalité pour les résineux. On obtiendrait alors un prélèvement potentiel égal à :

$$PP = 0,56 \times 13,2 + \frac{108}{63} = 9,110^6 m^3 \text{ au lieu de } D = 7,7 \cdot 10^6 m^3, \text{ soit une augmentation de 18\%.$$

Il serait utile, dans une analyse ultérieure, d'appliquer ce même indicateur à entités considérant notamment la catégorie de propriété, la facilité d'exploitation des bois, les essences de manière plus détaillée et les différentes zones géographiques.

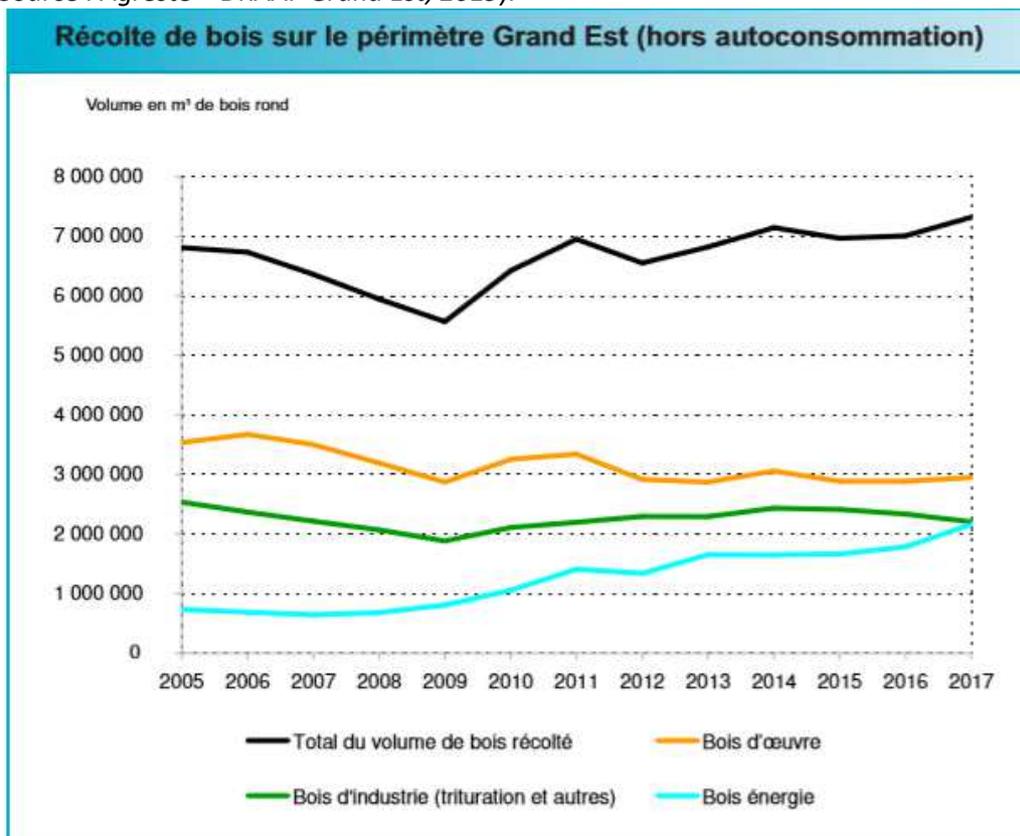
Caractérisation de la demande : récolte et prélèvement de bois

La récolte de bois alimente toute une filière industrielle qui est marquée par certaines évolutions. Au cours des dernières années, le phénomène marquant est une rupture multifactorielle qui intervient entre 2009 et 2010. Avant 2010, on note une chute importante de la récolte, traduisant sans doute le contrecoup de la tempête Lothar de 1999 qui a abattu d'un seul coup plusieurs années d'approvisionnement dans le Grand-Est. Cette chute vaut pour le bois d'industrie (pâte et panneaux) comme pour le bois d'œuvre. Cependant, depuis 2010, la baisse a été jugulée tant pour le bois d'œuvre qui s'est stabilisé autour de 3 millions de mètres cubes que le bois d'industrie qui, après une certaine reprise, s'effrite un peu depuis 2014. Par ailleurs, un facteur est intervenu avec le développement du bois énergie qui, stable jusqu'en 2009 où il représentait encore moins d'un million de mètres cubes commercialisés par an, vient de dépasser les 2 millions de mètres cubes, représentant maintenant de l'ordre de 30% de la récolte totale commercialisée et faisant jeu égal avec le bois d'industrie. Au total, la remontée depuis 2009 fait plus que compenser la crise de 2005 à 2009 et les 7 millions de mètres cubes sont maintenant dépassés (Figure 17).

Au niveau du sciage, secteur important pour la valorisation du bois d'œuvre local, on retrouve la rupture de 2009-2010 avec une forte chute avant 2010, tant pour les feuillus que pour les conifères, suivie non pas d'une reprise nette mais plutôt de paliers séparés par une baisse (Figure 18).

Figure 17. Evolution de la récolte commercialisée de bois dans le Grand-Est.

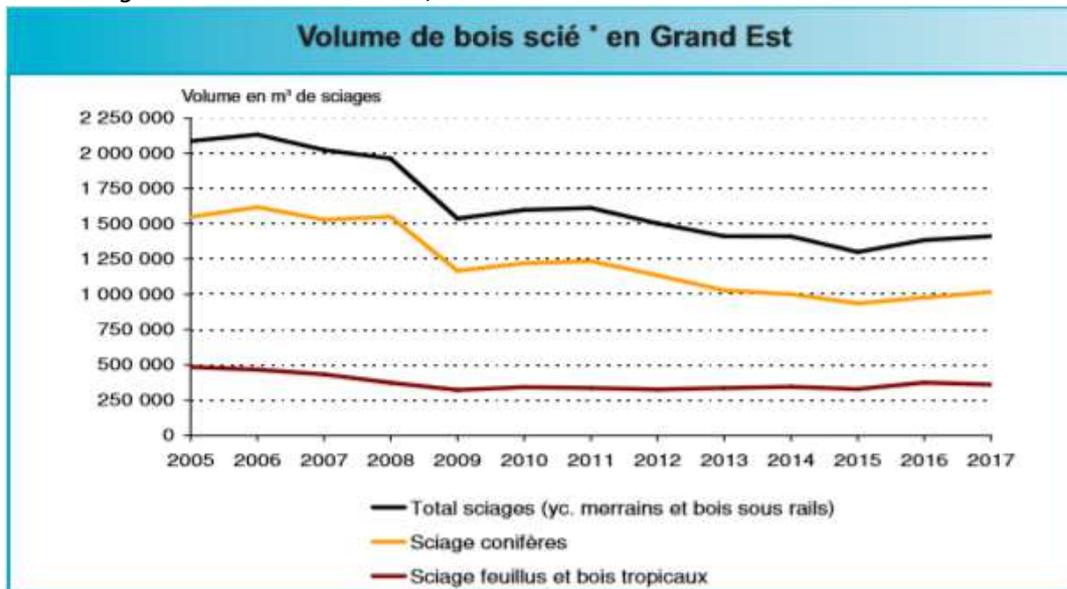
Source : Agreste – DRAAF Grand Est, 2019).



Source : Agreste - Enquête de branche Exploitation forestière

Figure 18. Evolution des volumes de bois scié.

Source : Agreste – DRAAF Grand Est, 2019.



Source : Agreste - Enquête de branche Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois
 (*) Les volumes sciés incluent les volumes commercialisés ou utilisés par les entreprises du Grand Est. Les volumes sciés dans le cadre de travaux à façon sont exclus.

Pour préciser le service de fourniture de bois, on peut se référer d’abord aux prélèvements donnés par l’Inventaire forestier national, en volume bois fort tige (tige seule des arbres tant que le diamètre reste supérieur à 7 cm) et bois aérien total (tige et branches quel que soit le diamètre). C’est l’objet du tableau 11.

Tableau 11. Prélèvements par essences dans le Grand-Est en volumes bois fort tige (bft) et bois aérien total (bat).

Source : à partir de Maaf, IGN, « Kit de données PRBF ».

Prélèvements IGN Période 2005-2013	Grand-Est Prélèvements x 1 000 000 m ³ /an	
	bft	bat
Chêne pédonculé	0,6	0,9
Chêne rouvre	0,8	1,1
Hêtre	1,4	2,3
Charme	0,6	1,1
Frêne	0,3	0,5
Autres feuillus	0,6	1,0
Ensemble des feuillus	4,6	7,2
Pin sylvestre	0,3	0,4
Sapin pectiné	1,0	1,3
Épicéa commun	1,5	1,8
Autres conifères	0,3	0,4
Ensemble des résineux	3,1	3,9
Total	7,7	11,1

Le service statistique du Ministère chargé de l'agriculture et de la forêt suit quant à lui la récolte de bois commercialisé, en distinguant les essences principales pour le bois d'œuvre, les feuillus des résineux pour le bois de trituration, et sans distinction pour les autres bois d'industrie et le bois énergie. S'il est possible de considérer que les autres bois d'industrie sont principalement feuillus, ce n'est pas le cas pour le bois énergie qui est majoritairement feuillu mais incorpore aussi des résineux (Tableau 12).

Tableau 12. Récolte commercialisée par essences et catégories de bois dans le Grand-Est

Source : Agreste - DRAAF Grand-Est, 2019. Données de 2017.

Agreste Grand-Est 2017	Récolte commercialisée x 1 000 000 m ³ /an
Bois d'œuvre feuillu	
Chêne	0,51
Hêtre	0,47
Peuplier	0,11
Autres feuillus	0,18
Bois de trituration feuillu	1,57
Bois d'industrie	0,08
Ensemble des feuillus	2,92
Bois d'œuvre conifères	
Sapin-épicéa	1,41
Pin sylvestre	0,10
Autres conifères	0,18
Bois de trituration conifères	0,55
Ensemble des conifères	2,24
Total réparti entre feuillus et conifères	5,16
Bois-énergie d'essence non précisée	2,16
TOTAL GENERAL	7,32

A partir de ces éléments, on peut reconstituer le passage des prélèvements à la récolte des différentes essences réparties selon leur catégorie d'utilisation. Dans un premier temps, une réconciliation entre les deux sources de données est faite sur la base de la seule distinction feuillus/résineux. Elle retire aux prélèvements une part de rémanents ou pertes d'abattage (14%), ce qui permet de répartir ensuite le bois énergie entre feuillus et résineux. Dans un deuxième temps, on répartit bois d'industrie et bois-énergie entre les essences feuillues d'une part, résineuses d'autre part, sur la base des proportions constatées sur le bois d'œuvre (Tableau 13).

Tableau 13. Réconciliation entre les données de l'inventaire forestier national (IGN 2005-2013) et les données de l'enquête exploitations forestières et scieries (Données Agreste Grand-Est 2017). L'hypothèse est faite que les prélèvements de la période 2005-2013 sont représentatifs de ceux de 2017.

Réconciliation IGN/AGRESTE	Prélèvements 1 000 000 m ³ /an bat	Pertes d'abattage 1 000 000 m ³ /an bat	Récolte commercialisée œuvre et industrie 1 000 000 m ³ /an	Récolte totale bois-énergie 1 000 000 m ³ /an	Récolte commercialisée bois-énergie 1 000 000 m ³ /an	Récolte auto- consommée bois-énergie 1 000 000 m ³ /an
Feuillus	7,20	1,01	2,92	3,27	1,61	1,66
Résineux	3,90	0,55	2,24	1,12	0,55	0,57
TOTAL	11,10	1,55	5,16	4,39	2,16	2,23
Chêne	2,00	0,28	1,18	0,54	0,27	0,27
Hêtre	2,30	0,32	1,07	0,91	0,45	0,46
Autres feuillus	2,90	0,41	0,67	1,83	0,90	0,93
Sapin-épicéa	3,10	0,43	1,88	0,79	0,39	0,40
Pin sylvestre	0,40	0,06	0,13	0,22	0,11	0,11
Autres résineux	0,40	0,06	0,23	0,11	0,05	0,06

Cette récolte peut être évaluée à partir du prix des bois sur pied. Les données les plus suivies dans le domaine sont celles qui sont publiées au niveau national par l'Office national des forêts. Du fait du poids de la forêt publique dans le Grand-Est et du poids de cette forêt en France, on fait l'hypothèse que les prix de bois sur pied en France sont un bon indicateur du prix des bois sur pied dans le Grand-Est. On obtient alors le Tableau 14 qui donne une estimation de la valeur des bois.

Tableau 14. Estimation de la valeur de la récolte sur pied.

La récolte commercialisée est fournie par les données Agreste et sa répartition en essences est affinée avec les données de prélèvement IGN. La récolte non commercialisée est calculée par différence entre prélèvements nets des pertes d'abattage ou rémanents (14%) et récolte commercialisée. Les prix utilisés sont ceux des grandes ventes de l'ONF au niveau national. A ce stade, ils sont utilisés en moyenne par essence sans décomposition par classe de diamètre. Le prix des autres feuillus est supposé égal à la moitié de celui du hêtre. Le prix de l'ensemble sapin-épicéa est considéré comme étant égal à la moyenne du prix du sapin et de l'épicéa. Le prix des autres résineux est pris égal à celui du pin sylvestre. Le prix des petits bois est utilisé pour donner une valeur (non marchande) à l'autoconsommation de bois.

Réconciliation IGN/AGRESTE	Prix des bois commercialisés €2017/m ³	Récolte commercialisée		Récolte autoconsommée	
		1 000 000 m ³ /an	1 000 000 €2017	1 000 000 m ³ /an	1 000 000 € 2017
Feuillus		4,5	328	1,7	23
Résineux		2,8	100	0,6	8
TOTAL		7,3	428	2,2	31
Chêne	172	1,4	248	0,3	4
Hêtre	35	1,5	53	0,5	6
Autres feuillus	17	1,6	27	0,9	13
Sapin-épicéa	39	2,3	89	0,4	6
Pin sylvestre	21	0,2	5	0,1	2
Autres résineux	21	0,3	6	0,1	1
Petits bois	14				

Finalement, hors rémanents, la récolte annuelle de bois dans le Grand-Est s'élèverait à **9,5 millions de mètres cubes dont 7,3 sont commercialisés et 2,2 autoconsommés**. Cette récolte alimente les bois d'œuvre et d'industrie pour un peu plus de la moitié (54%) et, pour le reste, le secteur énergétique qui se partagerait actuellement de manière équilibrée entre composantes formelle et informelle. En valeur, cette récolte totale représente de l'ordre de **460 millions d'euros** dont plus de la moitié (55%) est due au chêne et un peu moins d'un quart (21%) au sapin-épicéa.

L'évaluation de ce service peut être améliorée en recherchant des prix locaux, en décomposant la récolte et les prix par catégorie de diamètre, en détaillant les résultats par catégorie de propriété, par classes d'exploitabilité et zone géographique. Une liaison peut également être établie entre potentiel de prélèvement et potentiel de récolte de manière à rendre les résultats plus prospectifs.

4.2 Chasse et fourniture de gibier

Définition du service

La chasse est à la fois une activité économique qui produit des biens (le gibier) et un loisir pour ceux qui la pratiquent (un service culturel). Elle est évaluée ici surtout selon les biens qui sont tirés de l'écosystème par sa pratique (gibier ou venaison) et que l'on peut subdiviser en deux catégories :

- le grand gibier (sangliers, chevreuils, cerfs élaphe, auxquels s'ajoutent daims et cerfs sika, voire, pas seulement en montagne, chamois et mouflons) ;
- le petit gibier (faisans, perdrix, lapins, lièvres, etc.).

Il est principalement ici question de la grande faune (la première catégorie) qui est surtout inféodée aux milieux forestiers dans le Grand-Est, et est par ailleurs responsable de dommages aux cultures, à la sylviculture (régénération et jeunes arbres), de collisions avec les véhicules ou de transmission de maladies vers les animaux domestiques ou les hommes (Rathouis *et al.*, 2012). Ces effets sont parfois considérés comme des externalités négatives de la chasse (qu'il faudrait retirer à la valeur économique globale de l'activité) (*cf.* chap. 2.4). Cependant la chasse contribue aussi à réguler les populations d'ongulés sauvage et à prévenir les dégâts, mais parfois de façon insuffisante. De ce point de vue, elle constitue un service environnemental (dont les bénéficiaires sont les agriculteurs et les forestiers, ainsi que la société de manière générale pour les risques sanitaires et d'accident avec les véhicules, voire les promeneurs).

Dans le Grand-Est, la chasse s'exerce de trois grandes manières :

- en Moselle, Bas-Rhin et Haut-Rhin, le droit local a dévolu l'administration de la chasse à la commune qui concède en général le droit de chasse à bail de 9 ans ;
- le régime des associations communales ou intercommunales de chasse agréées (ACCA, AICA) s'applique de manière obligatoire en Meuse et Meurthe-et-Moselle, de manière volontaire selon les communes dans les Ardennes (9 communes sous ACCA), la Marne (39 communes) et la Haute-Marne (18 communes) ;
- dans les Vosges et les communes sans ACCA des départements où le régime des ACCA est volontaire, il n'y a pas de régime particulier.

Dans le Grand Est, les forêts sont largement accessibles à la chasse hormis les terrains en réserve ou appartenant à des propriétaires ne souhaitant pas exercer le droit de chasse sur leur propriété ou ayant fait valoir leur droit de non-chasse. Les ACCA sont tenues de mettre au moins 10% de leur territoire en réserve. Par ailleurs, il existe par exemple la réserve nationale de grande faune des milieux forestiers de La Petite Pierre (Bas-Rhin), gérée par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS). Compte tenu des déclarations des propriétaires privés hors Alsace Moselle (Enquête sur la structure de la propriété privée de 2012, Agreste), du régime local d'Alsace et Moselle et de la stratégie de l'Office national des forêts, on peut estimer que les forêts du Grand-Est sont en réserve de chasse pour 5% de leur surface, mises à disposition gratuite des chasseurs pour 11%, apportées obligatoirement ou volontairement à des associations de chasse pour 14% et louées pour 70%.

Caractérisation des prélèvements de chasse

Les réalisations de chasse sont quantifiées grâce aux données de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) et reproduites dans le **tableau 15**. Elles représentent un tableau de chasse annuel de plus de 100 000 têtes de sangliers, 100 000 têtes de chevreuils, 10 000 têtes de cerfs et 1000 têtes d'autres grands animaux. **La valeur totale correspondante est estimée à 53 millions d'Euros/an** à raison de 55% pour le sanglier, 35% pour le chevreuil, 9% pour le cerf et moins de 1% pour les mouflons, chamois, daim et cerf sika.

Tableau 15. Réalisations annuelles de chasse dans le Grand-Est par département pour la période 2013-2017. Estimations correspondantes du poids et de la valeur de la venaison.

moyenne des années 2013-2017 départements	sanglier réalisations/an	chevreuil réalisations/an	cerf réalisations/an	mouflon, chamois, daim, sika réalisations/an
Ardennes (08)	6 991	5 930	530	17
Aube (10)	8 120	7 659	968	5
Marne (51)	11 536	8 394	1 234	3
Haute Marne (52)	8 449	12 126	909	8
Meurthe-et-Moselle (54)	8 609	9 815	530	0
Meuse (55)	14 452	10 933	489	0
Moselle (57)	18 137	14 789	1 275	55
Bas-Rhin (67)	16 463	20 165	2 222	184
Haut-Rhin (68)	11 513	9 389	1 542	834
Vosges (88)	8 630	9 296	1 473	97
TOTAL en nombre	112 900	108 496	11 171	1 203
Part Région/France	17%	19%	19%	6%
Poids moyen en kg	35	12	50	30
TOTAL en tonnes	3952	1302	559	36
Prix/kg	7,4	14,2	8,8	11,5
Valeur en M€	29,2	18,5	4,9	0,4

Sources : ONCFS pour les réalisations, indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines pour le poids moyen des animaux (complété pour la dernière catégorie) et FranceAgriMer pour le prix de la venaison (séries du Réseau des Nouvelles des Marchés, prix de gros de Rungis)

Le **tableau 16** rapporte les réalisations départementales à la surface boisée du département en se référant aux 100 hectares boisés pour les sangliers et chevreuils et aux 1000 ha boisés pour les autres grands animaux. Les réalisations de sangliers sont très élevées en Moselle (57) et Alsace (67, 68) où elles représentent plus de 7 têtes aux 100 ha tandis qu'elles sont en dessous de 3,5 en Haute-Marne (52) et dans les Vosges (88). Les réalisations de chevreuils sont particulièrement élevées dans le Bas-Rhin (67) et en Moselle (57) où elles dépassent là aussi 7 têtes aux 100 ha et sont comprises entre 3,5 et 7 têtes aux 100 hectares dans les autres départements sauf, à nouveau, les Vosges (88). Quant aux réalisations de cerfs, elles sont supérieures à 10 /1000 ha en Alsace (67, 68) et de l'ordre de 7 / 1000 ha en Moselle (57) et dans la Marne (51). En ce qui concerne les autres espèces, la densité reste relativement faible à l'exception du Haut-Rhin (68) où la présence de chamois et daims justifie des tirs équivalant à la moitié de ceux du cerf. Finalement, on peut établir schématiquement trois catégories de départements : la Moselle (57), le Bas-Rhin (67) et le Haut-Rhin (68) où les réalisations sont globalement très supérieures à la moyenne régionale ; l'Aube (10), la Marne (51), la Meurthe-et-Moselle (54) et la Meuse (55) où elles sont proches de la moyenne régionale ; les Ardennes (08), la Haute Marne (52) et les Vosges (88) où elles sont en dessous de la moyenne régionale.

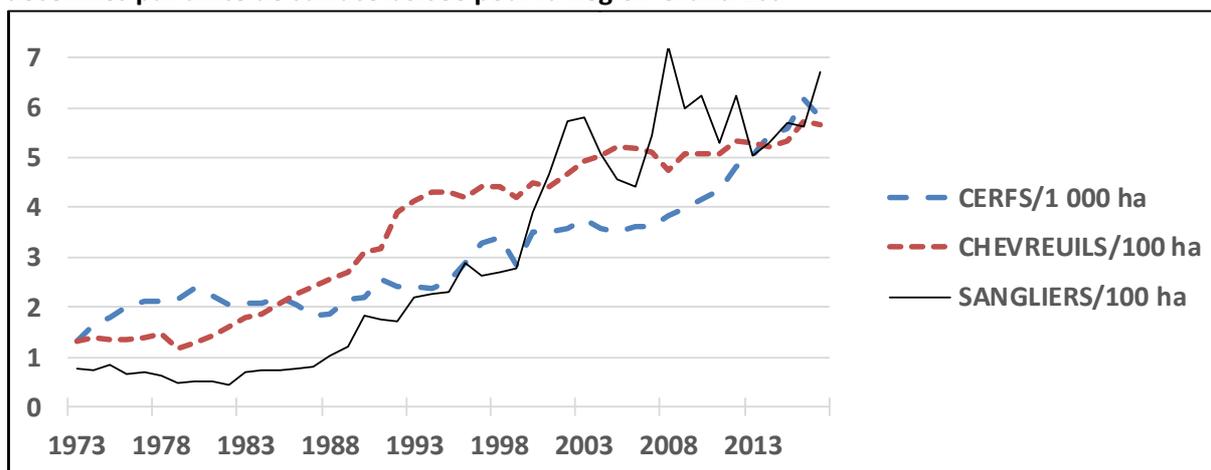
Tableau 16. Réalisations annuelles de chasse dans le Grand-Est par département pour la période 2013-2017.

moyenne des années 2013-2017 départements	sanglier réalisations /an/100 ha	chevreuil réalisations/an/100 ha	cerf réalisations /an/1 000 ha	mouflon, chamois, daim, sika réalisations /an/1 000 ha
Ardennes (08)	4,6	3,9	3,5	0,1
Aube (10)	5,3	5,0	6,3	0,0
Marne (51)	6,7	4,9	7,2	0,0
Haute Marne (52)	3,2	4,6	3,4	0,0
Meurthe-et-Moselle (54)	5,3	6,0	3,2	
Meuse (55)	5,9	4,5	2,0	
Moselle (57)	9,6	7,9	6,8	0,3
Bas-Rhin (67)	8,7	10,7	11,8	1,0
Haut-Rhin (68)	7,7	6,3	10,3	5,6
Vosges (88)	2,7	2,9	4,6	0,3
ENSEMBLE	5,7	5,4	5,6	0,6

Sources : ONCFS pour les réalisations, Agreste-Teruti Lucas pour les surfaces autour de 2015. La ligne rouge marque la séparation entre les données rapportées aux 100 ha (pour le sanglier et le chevreuil) et les données rapportées aux 1000 ha (pour le cerf et les autres animaux).

La **figure 19** représente l'évolution des réalisations dans le Grand-Est entre 1973/74 et 2017/18. Sur cette période, l'évolution des réalisations est manifestement à la forte hausse ce qui indique, à cette échelle de temps, que les populations suivent la même l'évolution. Selon les espèces et les sous-périodes, on distingue cependant certaines différences. Sur les quinze dernières années, les populations de sangliers semblent fluctuantes autour d'une moyenne, celles de chevreuils sont légèrement croissantes et celles de cerfs beaucoup plus franchement croissantes.

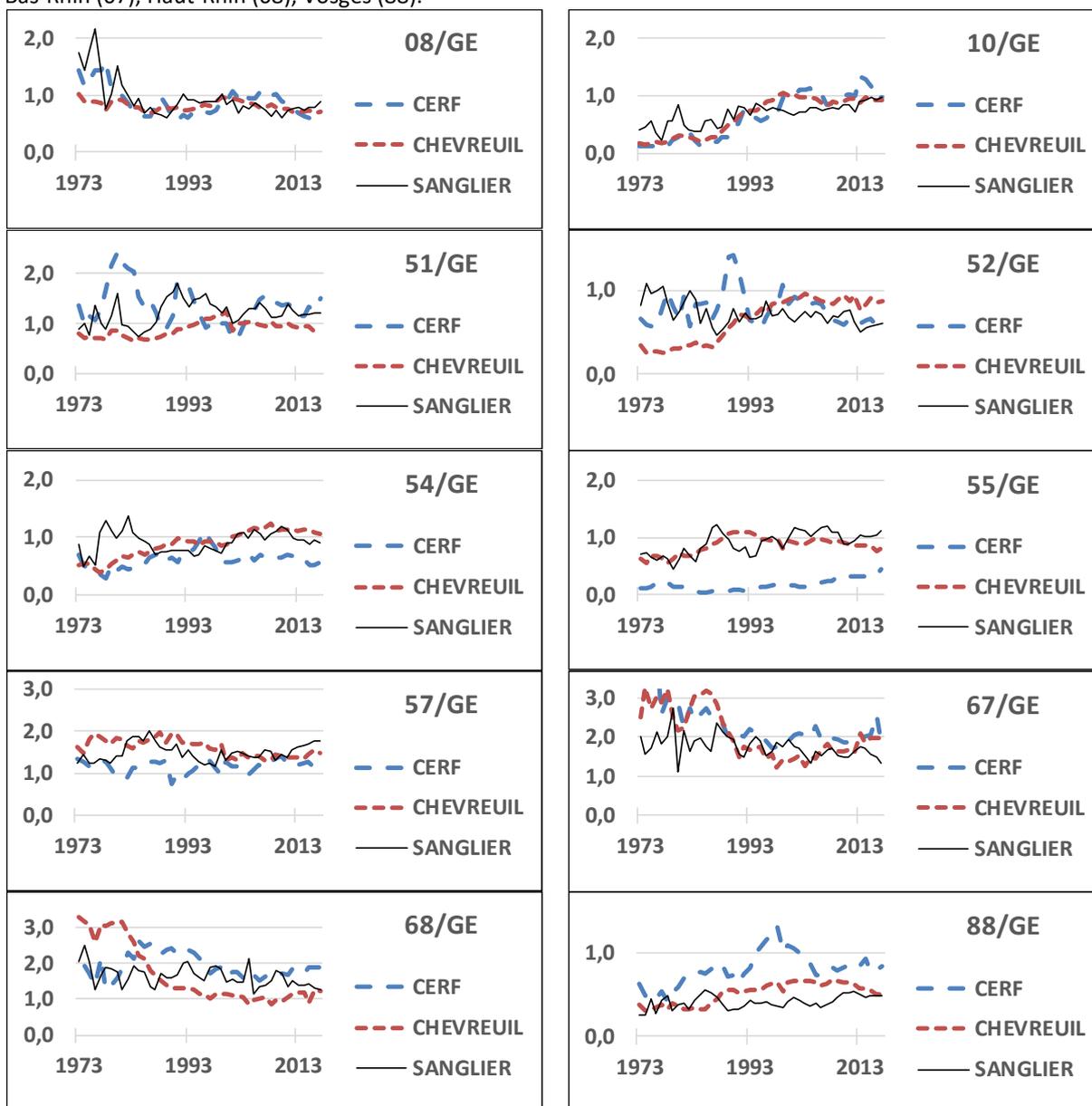
Figure 19. Evolution des réalisations de sangliers, chevreuils et cerfs au cours des dernières décennies par unité de surface boisée pour la Région Grand-Est.



Sources ONCFS (réalisations), IGN (surfaces interpolées et extrapolées).

Figure 20. Evolution des réalisations, rapportées à la surface boisée et à la moyenne de la région Grand-Est pour les sangliers, chevreuils et cerfs dans les 10 départements du Grand-Est.

Ardennes (08), Aube (10), Marne (51), Haute-Marne (52), Meurthe-et-Moselle (54), Meuse (55), Moselle (57), Bas-Rhin (67), Haut-Rhin (68), Vosges (88).



Sources : ONCFS (réalisations), IGN (surfaces interpolées et extrapolées).

La **figure 20** illustre les différences entre départements en rapportant ceux-ci à la moyenne régionale. Parmi les départements qui se situent aujourd'hui nettement au dessus de la moyenne régionale, le Haut-Rhin (67) croît encore plus que la moyenne régionale tandis que la situation apparaît conforme à la moyenne en Moselle (57) et en évolution vers la moyenne dans le Haut-Rhin (68). Parmi les départements qui se situent dans la moyenne régionale, la Meurthe-et-Moselle (54) et la Meuse (55) restent dans cette moyenne tandis que l'Aube (10) croît plus qu'elle. Quant aux départements qui se situent aujourd'hui nettement en dessous de la moyenne régionale, les Vosges (88) resserrent leur écart à la moyenne tandis que les Ardennes (08) et la Marne (52) tendent à le maintenir.

Bénéficiaires et avantages associés

La pratique de la chasse bénéficie à différentes catégories d'acteurs et tout d'abord aux chasseurs dont 84 000 environ sont licenciés dans le Grand-Est. Parmi ceux-ci, on estime que les chasseurs de grand gibier représentent une fraction de 80 à 85%, soit de l'ordre de 70 000 chasseurs pratiquant la

chasse au bois dans le Grand-Est⁴⁶. Le nombre de chasseurs a été divisé par deux en France depuis le milieu des années 1970 et la population de chasseurs continue à vieillir et à se réduire. Le bénéfice de cette pratique de la chasse peut être approché de diverses manières (des Robert *et al.*, 2016) :

- les dépenses consacrées par les chasseurs à leur loisir constituent la borne inférieure du bénéfice qu'ils en retirent ; en effet, si leur bénéfice était inférieur à ce que la chasse leur coûte, cette dernière ne trouverait pas grâce à leurs yeux ; ces dépenses de chasse couvrent les formalités pour pouvoir chasser (adhésion à une association, validation du permis de chasser, location personnelle de la chasse), l'équipement et les auxiliaires (vêtements, armes, munitions, chiens, appelants...), les frais de déplacement, les assurances, les prestations d'entretien et d'aménagement du territoire, la documentation... ; on peut leur ajouter la valeur de l'effort bénévole auquel ils consentent pour l'aménagement des structures, installations et territoire de chasse ; par ailleurs, ils sont conscients qu'ils prennent un risque en chassant : chutes, blessures pouvant, rarement, s'avérer mortelles ;
- la valeur attribuée par les chasseurs à leur loisir a toutes les chances d'être beaucoup plus forte que les dépenses qu'ils consentent à faire ; elle peut être appréciée par exemple par le préjudice que ressentiraient les chasseurs s'ils étaient privés de chasse durant une année ;
- le bénéfice comprend évidemment la valeur de la venaison (et les trophées...) ;
- il comprend aussi le bénéfice éventuel pour la santé de pratiquer un sport ;
- la pratique de la chasse correspond également à des progrès en compétences et autres satisfactions personnelles en termes de récréation, d'ancrage au territoire, d'accomplissement personnel et de relations sociales.

La chasse apporte en outre des services environnementaux à la nature en général sous forme de :

- régulation de la faune sauvage au plan quantitatif et en termes sanitaires,
- entretien du territoire (chemins, taille, collecte de déchets...).

La chasse agit aussi sur les services écosystémiques retirés par d'autres catégories d'utilisateurs :

- les agriculteurs et les forestiers qui bénéficient d'une prévention des dégâts de gibier aux cultures et aux peuplements ; cet avantage est souvent masqué par les dommages subis par les cultures agricoles (et indemnisés à environ 90%) ou les peuplements forestiers (et non indemnisés du fait d'une procédure existante mais trop contraignante) ; pourtant, ces dommages seraient très supérieurs sans la chasse, même si on peut penser qu'il existe encore souvent une marge de réduction supplémentaire ; par ailleurs, la chasse contribue à financer la partie des dégâts agricoles qui fait l'objet d'une indemnisation et ajoute donc, pour l'agriculture, une forme de réparation à la prévention qu'elle effectue ;
- les promeneurs avec lesquels la chasse entretient une position ambiguë : d'une part dans le cadre de conflits d'usage pouvant aller, rarement mais d'une manière marquante, jusqu'à l'accident de chasse ; d'autre part, sous forme moins visible mais très significative, en entretenant le paysage et ses accès et aussi en régulant les populations, ce qui limite la propagation de certaines maladies (borréliose par exemple), voire certains risques d'accidents liés à la faune sauvage (*cf.* chap. 2.4).

La chasse agit enfin au niveau anthropique :

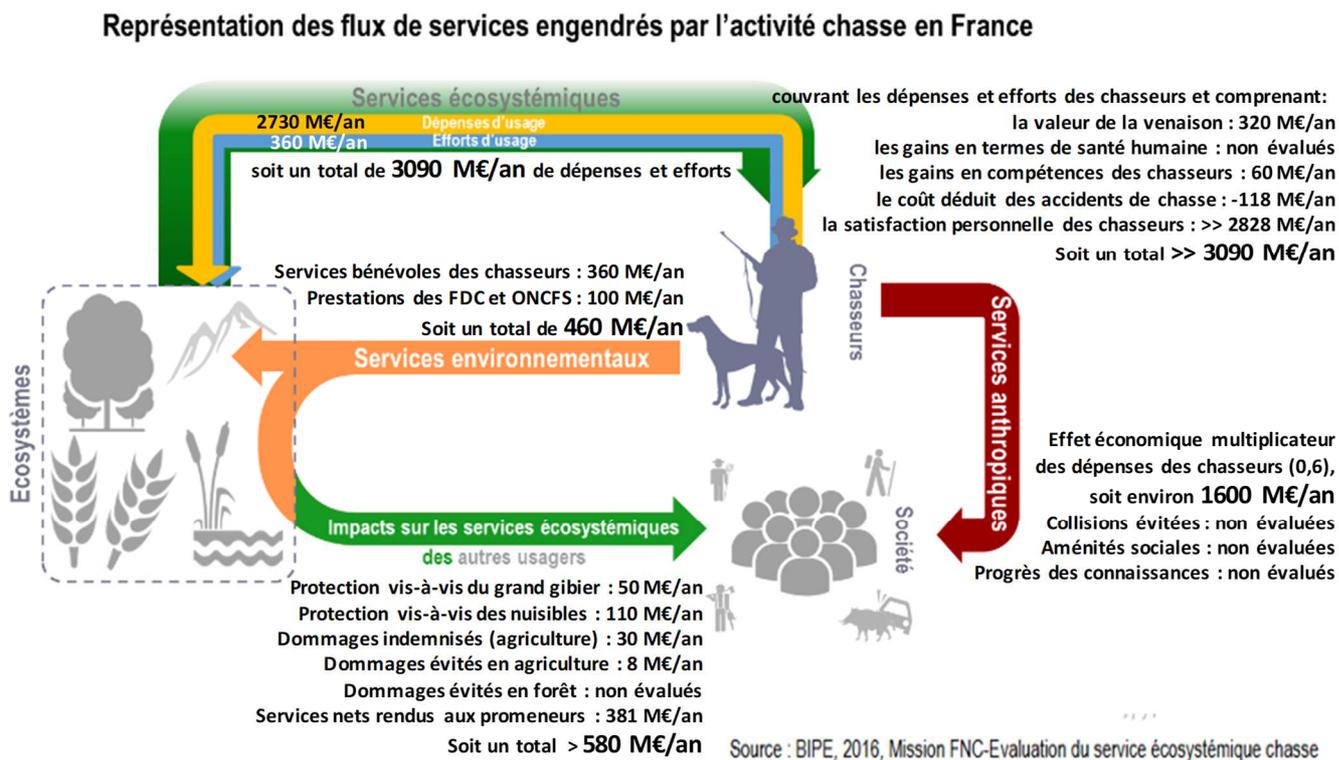
- en prévenant les collisions de voiture ;
- en alimentant la connaissance ;
- en irriguant toute une économie fondée sur la chasse ;
- en suscitant une forme de socialisation pour une partie de la population.

Chiffrer ces dépenses et ces bénéfices est un exercice difficile qui a cependant été tenté par le BIPE au niveau français en distinguant autant que possible quatre types d'écosystèmes (des Robert *et al.*, 2016) : les forêts en dessous de 1000 mètres d'altitude (soit environ 90% des forêts), les zones agricoles, les milieux montagneux et les zones humides. L'exploitation qui en est faite ci-dessous utilise largement les résultats de cette étude, tout en les synthétisant cependant de façon

⁴⁶ Communication personnelle de Christophe Urbaniak, Fédération régionale des chasseurs du Grand-Est.

légèrement différente⁴⁷. La **figure 21** résume schématiquement les flux de services correspondants pour l'ensemble de la chasse et l'ensemble de la France.

Figure 21. Evaluation des grands flux de services engendrés par l'activité chasse en France. D'après l'étude du BIPE (des Robert *et al.*, 2016).



La **figure 22** se situe encore au niveau de l'ensemble de la France qu'elle décline pour la forêt. Cette déclinaison est effectuée à partir des informations forestières spécifiques lorsqu'elles existent et, en leur absence, au prorata des dépenses de chasse en forêt par rapport à l'ensemble des écosystèmes, qui se trouve être égal à 0,5 (des Robert *et al.*, 2016).

La **figure 23** applique la figure 4 au Grand-Est à partir des informations spécifiques disponibles (surtout pour la venaison) et, sinon, au prorata du nombre de chasseurs au grand gibier estimé à 13% de l'effectif français total (ce qui correspond aussi à la proportion de la surface forestière du Grand-Est).

⁴⁷ Parmi les différences d'appréciation, on peut signaler les suivantes : (i) dans l'étude du BIPE, seule une partie des efforts des chasseurs est mentionnée au titre des dépenses et efforts d'usage tandis que l'ensemble des efforts est ici comptabilisé, en tenant donc compte aussi des efforts d'amélioration du territoire de chasse qui n'est comptabilisé dans l'étude que dans le cadre des services environnementaux ; (ii) l'ensemble de la prévention des dégâts de grand gibier mérite d'être affecté à l'écosystème forêt même si les effets visés le sont sur les zones agricoles ; (iii) le montant des indemnités des dommages agricoles est ajouté à celui des actions de prévention dans la mesure où s'il s'agit d'un préjudice qui n'a pu être évité mais est compensé financièrement à partir des contributions des chasseurs ; il ne s'agit pas d'une conséquence de la chasse sur les services écosystémiques retirés par les agriculteurs mais son rôle est similaire.

Figure 22. Evaluation des grands flux de services engendrés par l'activité chasse en forêt et en France. D'après l'étude du BIPE (des Robert *et al.*, 2016) et les indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines (MAAF, IGN, 2016). Les dépenses de chasse en forêt représentent 50% des dépenses totales de chasse.

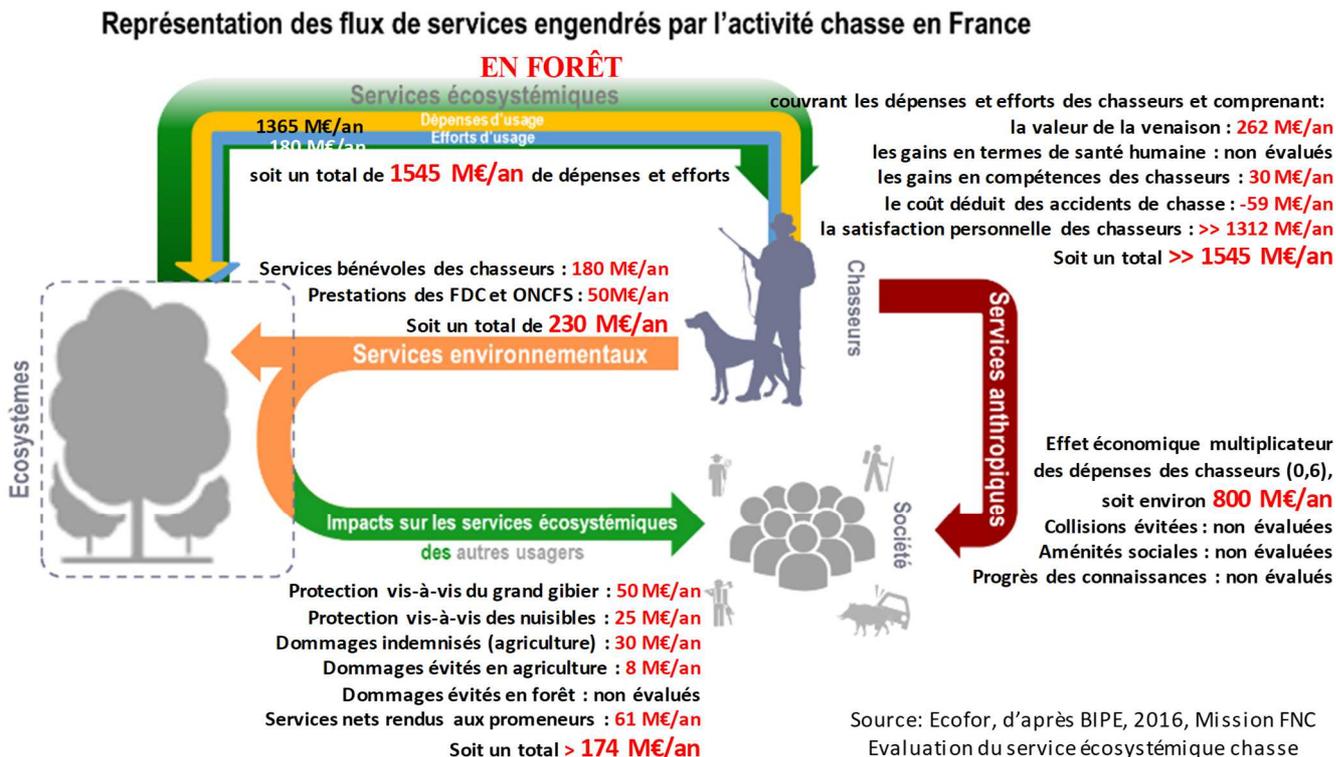
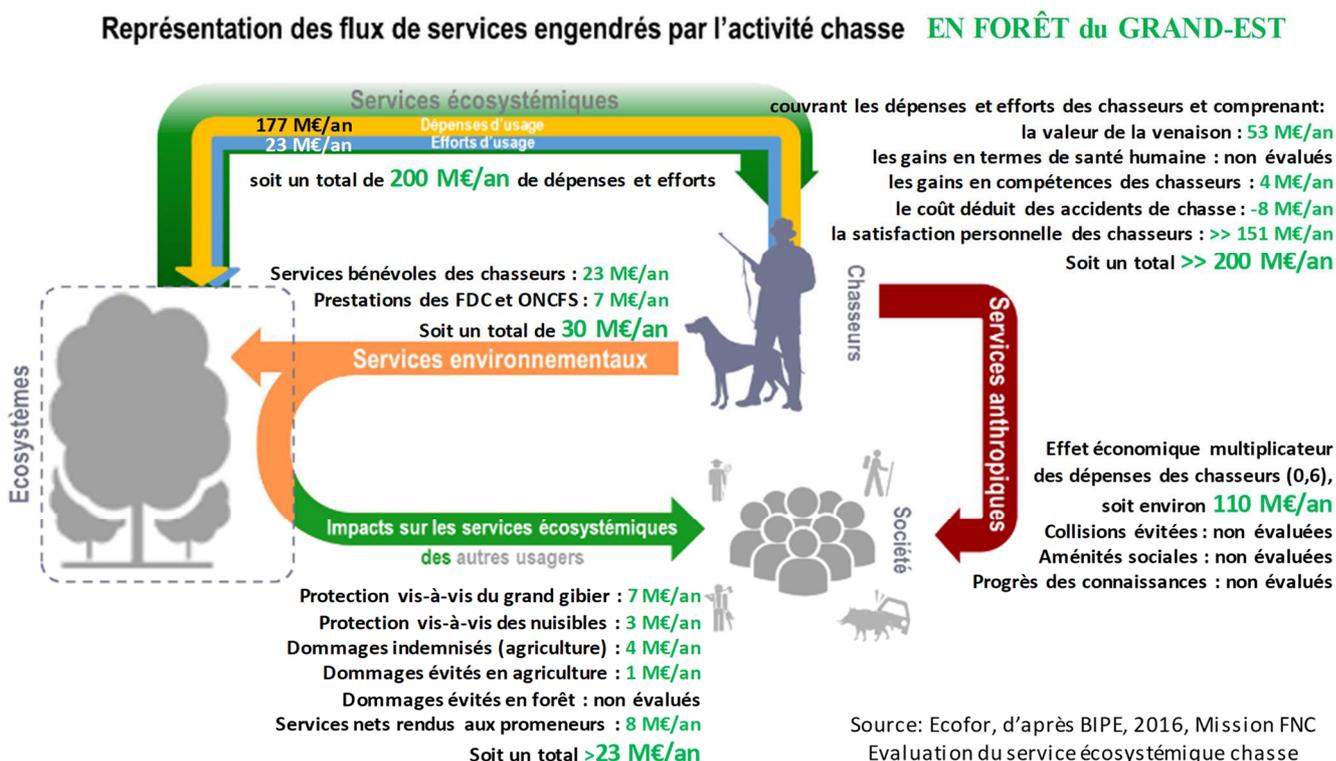


Figure 23. Evaluation des grands flux de services engendrés par l'activité chasse en forêt dans le Grand-Est. D'après l'étude du BIPE (des Robert *et al.*, 2016) et les évaluations de la venaison faites précédemment. Le Grand-Est compte pour environ 13% de la forêt française.



On déduit de ces estimations que les chasseurs de grand gibier du Grand-Est dépensent chaque année **environ 200 millions d'euros par an** (M€/an), soit encore environ **100 €/ha/an**, y compris l'estimation de leur travail bénévole pour aménager leur territoire de chasse. Les avantages qu'ils retirent de la chasse sont mal connus, probablement nettement supérieurs à cette somme, d'un facteur 2 à 6 non mentionné sur les graphiques. Ils comprennent notamment la venaison pour 53 M€/an à laquelle s'ajoute une satisfaction mal appréhendée de plus de 150 M€/an (pouvant aller jusqu'à 750 M€/an).

Les chasseurs et les structures cynégétiques du Grand-Est réalisent des services environnementaux au bénéfice des écosystèmes pour 30 M€/an, soit encore environ **15 €/ha/an**.

La chasse a un impact sur les services écosystémiques retirés par les agriculteurs, les sylviculteurs et les promeneurs du Grand-Est qui est évalué à 23 M€/an, soit encore **au moins 12 €/ha/an et bien plus si les dommages évités aux peuplements forestiers par la chasse étaient pris en compte**.

Enfin, le rôle de la chasse pour l'ensemble de la société du Grand-Est serait de l'ordre de 110 M€/an, soit encore environ **55 €/ha/an** si on se réfère à un effet multiplicateur classiquement utilisé en économie (Le Goffe et Vollet, 2008 ; des Roberts *et al.*, 2016).

Un équilibre sylvo-cynégétique à maintenir ou à restaurer

L'analyse qui précède reste insuffisante du point de vue forestier notamment pour ce qui concerne les dommages des grands ongulés à la forêt : d'une part on n'est pas capable d'évaluer le gain que représente la prévention de ces dommages par la chasse, comme on vient de le voir, et d'autre part on a également du mal à évaluer les dommages restants qui sont importants. La connaissance de ces deux grandeurs, évidemment, faciliterait le dialogue entre chasseurs et forestiers, d'autant plus si on était en mesure de la décliner au niveau des différents territoires de chasse.

La difficulté d'évaluation des dommages causés par les ongulés sauvages tient au fait que des protocoles différents doivent être adaptés aux différents types de peuplement, que les dégâts sont difficiles à repérer visuellement, qu'ils ne sont d'ailleurs pas que physiques mais s'expriment aussi en termes de moral et d'ambition des sylviculteurs, qu'ils doivent être mis en regard des objectifs sylvicoles qui varient considérablement d'une propriété à l'autre, qu'il doivent aussi tenir compte des alternatives qui pourraient raisonnablement être suivies, qu'ils engagent le long terme et nécessitent donc des projections pour comprendre leur impact à cette échéance, qu'ils prennent une nouvelle dimension avec le changement climatique et le frein qu'ils peuvent représenter pour adapter la gestion et les peuplements forestiers...

Une appréciation des dégâts a été réalisée à l'échelle nationale dans le cadre de la procédure de location des baux de chasse en forêt domaniale. La qualification de l'équilibre forêt-gibier⁴⁸ selon trois niveaux (satisfaisant, dégradé, compromis) a été réalisée pour chaque lot, de manière concertée entre l'ONF et le chasseur concerné, et inscrite dans le contrat signé entre les deux parties. Les résultats publiés dans le bilan patrimonial des forêts domaniales (ONF, 2015, indicateur 4.7, pp.193-194) montrent qu'environ un tiers des surfaces de forêts domaniales présentent un équilibre forêt-gibier non satisfaisant, 8 % voient cet équilibre compromis et 26 % dégradé. Ces forêts sont majoritairement situées dans le nord et le nord-est de la France, zones où les enjeux de production de bois sont élevées (**Figure 24**).

Dans le cadre de l'élaboration du Programme régional de la forêt et du bois du Grand-Est, un comité paritaire forestiers-chasseurs a identifié des zones à enjeux, avec un déséquilibre sylvo-cynégétique avéré, pour lesquelles l'objectif est la mise en œuvre d'actions rapides avec une obligation de

⁴⁸ ou équilibre sylvo-cynégétique. L'article L425-4 du code de l'environnement précise que « L'équilibre agro-sylvo-cynégétique consiste à rendre compatibles, d'une part, la présence durable d'une faune sauvage riche et variée et, d'autre part, la pérennité et la rentabilité économique des activités agricoles et sylvicoles. [...] L'équilibre sylvo-cynégétique tend à permettre la régénération des peuplements forestiers dans des conditions économiques satisfaisantes pour le propriétaire [...]».

résultats, et des zones à surveiller, avec un degré de sensibilité moindre (**Figure 25**). Dans les deux cas et surtout pour les zones à enjeux, un plan d'action de retour à l'équilibre forêt/gibier est prévu.

Figure 24. Surface des forêts domaniales selon l'état de l'équilibre forêt-gibier, par département. Source : ONF, 2015, pp. 193-194.

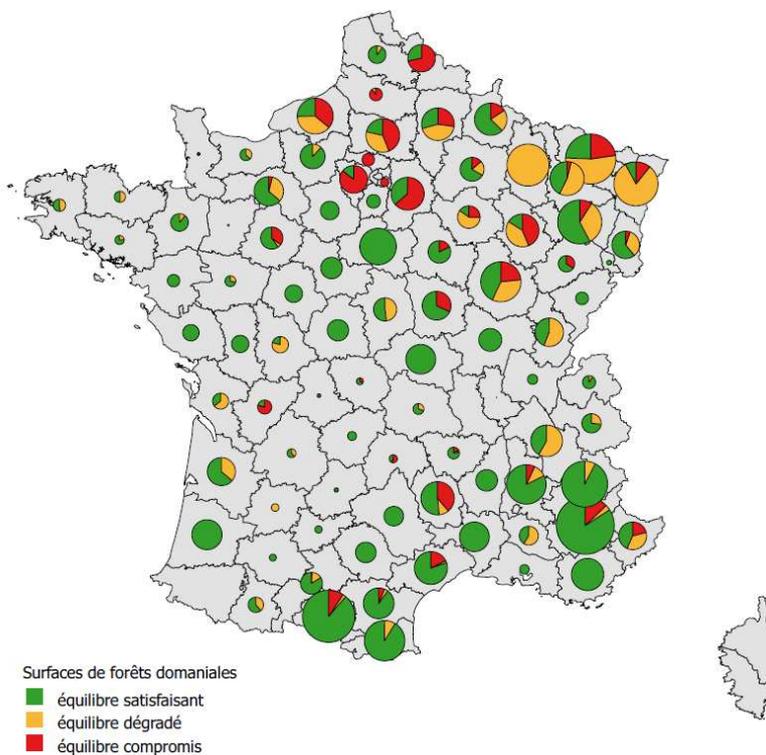
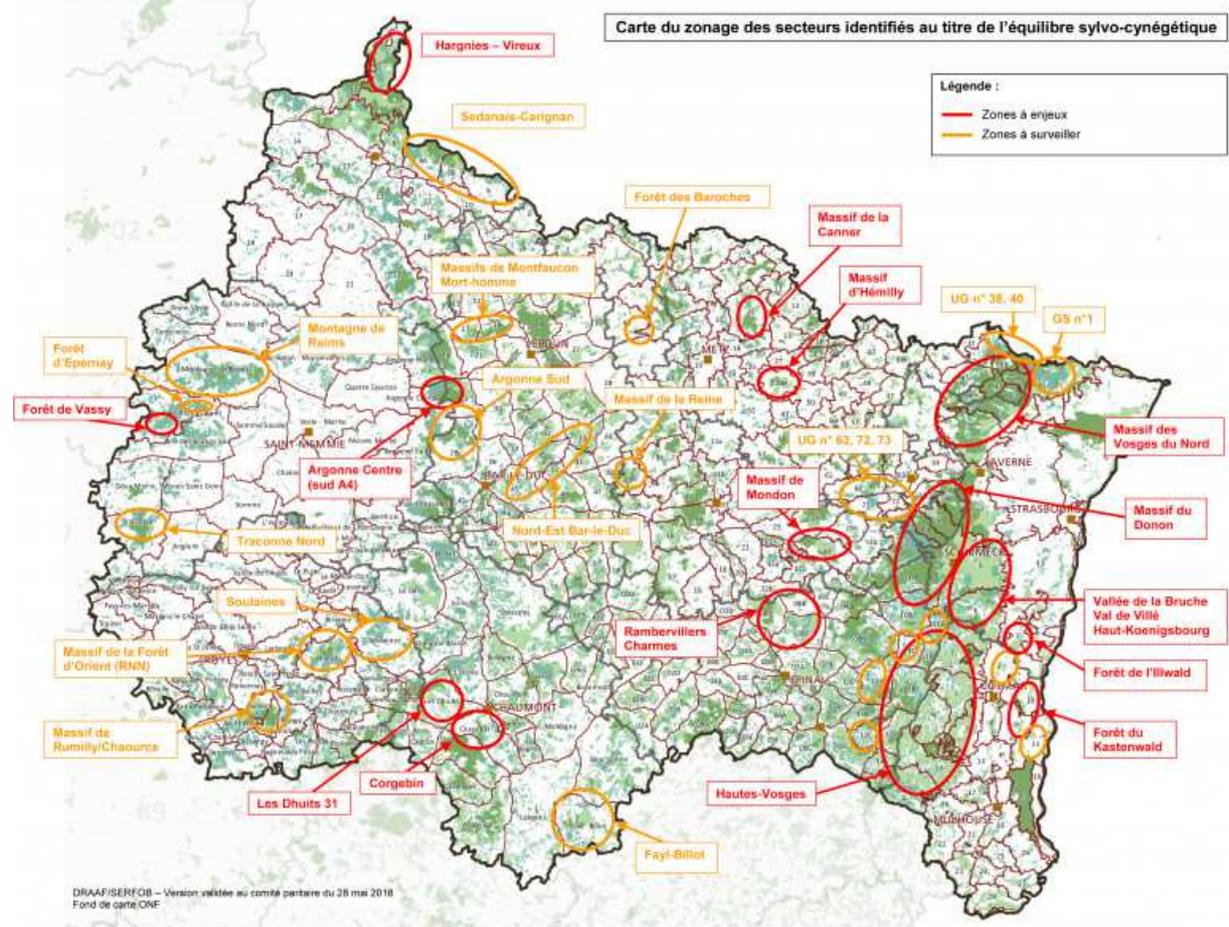


Figure 25. Secteurs du Grand-Est identifiés au titre de l'équilibre sylvo-cynégétique.

Source : DRAAF-SERFOB Grand-Est.



L'ampleur des impacts floristiques et des dommages économiques occasionnés par des populations élevées et encore croissantes d'ongulés sauvages en forêt est probablement importante mais doit encore être documentée, notamment dans but de disposer d'un outil d'évaluation des différents territoires. Il semble par ailleurs essentiel de progresser aussi dans l'évaluation des dommages évités par la chasse. Cette question peut en effet fournir une base de discussion plus constructive que la seule observation des dommages actuels. Dans l'étude du BIPE (des Robert *et al.*, 2016), une telle analyse est proposée pour les dégâts agricoles grâce à la connaissance des dommages et à leur indemnisation. Elle a permis de mettre en évidence non seulement les dégâts évités mais encore, au sein des dégâts constatés, une partie structurelle (69%), une partie imputée au manque de chasseurs (11%) et une partie liée aux contraintes de chasse (20%), que ces dernières soient volontaires ou imposées.

Quoi qu'il en soit, on se trouve en présence d'une question fondamentale qui porte à la fois sur la chasse, la venaison qu'elle procure, les autres services écosystémiques ou anthropiques qu'elle rend et les contraintes (ou disservices) qu'elle entraîne en n'évitant pas certains dommages. Elle est d'autant plus fondamentale dans le Grand-Est où elle mérite d'être encore analysée et discutée entre forestiers et chasseurs pour aboutir à une situation satisfaisante pour les deux communautés.

4.3 Les produits de cueillette

Définition du service

Ce chapitre est dédié à l'identification et, lorsque c'est possible, à la caractérisation des produits issus de la cueillette en forêt. Dans certains cas, cette activité est un loisir (une pratique de récréation avec prélèvement, telle que la chasse et la pêche) en même temps qu'elle pourvoit la société en biens forestiers. La valeur de la cueillette en tant que loisir est considérée comme incluse à l'évaluation de la récréation en forêt (*cf.* chap. 5) ; seules les quantités de biens prélevées en forêt sont envisagées ici.

Les produits issus de la cueillette, commerciale ou non, sont de nature très variée et satisfont des besoins divers (alimentation, santé, cosmétique, besoins esthétiques, *etc.*). En dehors de la venaison qui est traitée séparément du fait de son importance économique (*cf.* chap. 4.2), la cueillette en forêt concerne à la fois des espèces végétales (*e.g.* plantes diverses, graines), des champignons, des espèces animales (*e.g.* escargots) et des matériaux (*e.g.* liège, écorces). Les ressources génétiques (graines et plants forestiers) et les substances naturelles (ou molécules) exploitées par les secteurs de la pharmacie, de la cosmétique ou de la nutraceutique sont également concernées. Une liste (non exhaustive) de produits prélevés dans les forêts françaises métropolitaines est donnée dans le Tableau 17. Si certains d'entre eux sont tout à fait marginaux voire inexistant au niveau de la région Grand-Est (liège, ...), d'autres ont une importance culturelle et économique non négligeable (notamment les champignons, les châtaignes, les baies et fruits...).

Toute la forêt est potentiellement concernée par la fourniture de produits de cueillette, hormis certains peuplements totalement inaccessibles pour des raisons réglementaires (réserves intégrales ou terrains militaires, par exemple) ou des raisons physiques (forêts localisées sur des falaises). Cela correspond donc à la totalité des forêts inventoriées par l'inventaire forestier dans le Grand-Est (1,9 millions d'hectares)⁴⁹. Des restrictions peuvent cependant exister au sein des aires protégées.

⁴⁹ Chiffre correspondant aux « forêts de production » de l'IGN (ce qui exclut les forêts totalement inaccessibles pour des raisons physiques ou réglementaires, appelées les « autres forêts »). *cf.* Tableau 1, chap. 1.

Tableau 17. Une grande diversité de produits issus de la cueillette commerciale et non commerciale

Catégorie	Types de biens ou produits
Matériaux biosourcés	Liège (absent dans le Grand-Est), vannerie, paillages, résines...
Plantes, champignons et animaux sauvages et leurs produits destinés à l'alimentation, l'agriculture ou l'aquaculture	<p>Champignons sylvestres comestibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Truffes : la principale espèce de truffe rencontrée en milieu forestier est <i>Tuber uncinatum</i> Chatin dite truffe de Bourgogne, elle nécessite une symbiose avec le chêne, le noisetier, le charme, le hêtre et le pin ; ▪ Cèpes, girolles, chanterelles, trompettes, morilles, pieds de mouton, lactaires, coulemelles, mousserons, etc. <p>Fruits et baies :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Châtaignes ▪ Autres fruits et baies (fraises des bois, pommes, poires, merises, noisettes, noix, prunelles, framboises, mûres, myrtilles, groseilles, etc.) <p>Produits animaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Miel de sapin (miellats) ou miel de fleurs d'arbres ou arbustes forestiers (d'acacia, de bourdaine, de châtaignier, de tilleul, d'érable...), ▪ Escargots <p>Plantes aromatiques (intérêt culinaire) : genévrier, marjolaine, menthe sauvage, ail des ours, ciboule, aspérule, laurier, thym, etc.</p> <p>Alimentation animale</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fourrages (pâturage en forêt des animaux d'élevage, zone méditerranéenne principalement) ▪ Faines, glands, etc.
Molécules et substances naturelles	<p>Herboristerie (plantes médicinales)⁵⁰</p> <p>Gemmothérapie (médecine non conventionnelle utilisant les bourgeons)⁵¹</p> <p>Ressources cosmétiques et parfumerie (huiles essentielles, lichens)⁵²</p> <p>Ressources moléculaires (produits pharmaceutiques et nutraceutiques)</p> <p>Ressources pour la tannerie (écorces)⁵³</p>
Ressources génétiques	<p>Graines forestières :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principales essences feuillues : <i>Juglans major</i> et <i>regia</i> (noyers), <i>Quercus rubra</i>, <i>quercus robur</i> (chênes), <i>Castanea sativa</i> (châtaignier) (pour les feuillus) ▪ Principale essence résineuse : <i>pinus pinaster</i> (pin maritime) <p>Plants forestiers :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principales essences feuillues : <i>Quercus petraea</i> (chêne rouvre) ▪ Principale essence résineuse : <i>pinus pinaster</i> (pin maritime), <i>pseudotsuga menziesii</i> (Douglas)
Éléments décoratifs	<p>« Sapins de Noël » : parfois issus de plantations spécifiques, parfois issus de l'étêtage d'arbres en éclaircie, parfois prélevés directement en forêt par les usagers</p> <p>Plantes ornementales (fleurs, gui, houx...)</p> <p>Éléments animaux (trophées, insectes de collection, peaux et fourrures, animaux naturalisés...)</p>

⁵⁰ Liste des principales plantes forestières exploitées en France métropolitaine (33 espèces) disponible dans les indicateurs de gestion durable des forêts (Maaf, IGN, 2016, indicateur 3.3).

⁵¹ Liste des principales plantes forestières exploitées en France métropolitaine (34 espèces) disponible dans les indicateurs de gestion durable des forêts (Maaf, IGN, 2016, indicateur 3.3).

⁵² Liste des principales essences forestières exploitées en France métropolitaine (10 espèces) disponible dans les indicateurs de gestion durable des forêts (Maaf, IGN, 2016, indicateur 3.3).

⁵³ Les principales essences à tannins sont les chênes, le châtaignier, le robinier, les acacias ; les tannins naturels ont été supplantés par les extraits tannants synthétiques, mais restent utilisés pour les produits de luxe (Peyron, 1998).

Bénéficiaires et avantages associés

Les produits forestiers de cueillette sont prélevés :

- par les propriétaires au sein de leur propre forêt, à des fins d'autoconsommation ou de vente,
- pour le compte d'entreprises ou d'industriels, pour une exploitation commerciale,
- par des visiteurs « cueilleurs » (activité de loisir) au sein de forêts publiques ou privées, avec l'accord du propriétaire ou non. Les produits sont supposés autoconsommés, du moins majoritairement. La cueillette peut alors être la source de conflits d'usage entre propriétaires et cueilleurs, voir entre cueilleurs (Maaf, IGN, 2016).

Les produits commercialisés génèrent des revenus ainsi que des emplois directs et indirects. Les quantités et valeurs de ces produits sont suivies à l'échelle du territoire métropolitain, dans le cadre des indicateurs de gestion durable des forêts : le suivi est toutefois partiel (il se limite aux produits forestiers commercialisés pour lesquels des informations quantitatives étaient disponibles⁵⁴) et non régionalisé (Maaf, IGN, 2016, indicateur 3.3).

Les produits prélevés ont, pour certains, un effet bénéfique ou supposé bénéfique pour la santé du consommateur. Au moins 77 espèces forestières métropolitaines font l'objet d'une exploitation commerciale pour leurs propriétés médicinales (herboristerie, gemmothérapie). L'intérêt nutraceutique de certains aliments (on parle parfois « d'alicaments ») est mis en avant pour certaines espèces forestières et en plein développement. La sève de bouleau en est un bon exemple et son extraction assez bien implantée dans le Grand-Est : consommée par « cures » au printemps, on lui attribue de nombreux bienfaits sur le foie, les reins, la peau, les articulations...

Éléments de caractérisation de l'activité de cueillette par le public

L'enquête de fréquentation de Peyron *et al.* (2002), réalisée sur l'année 2001, apporte des éléments de caractérisation de l'activité de la cueillette pratiquée par les visiteurs des forêts du Grand-Est. Selon cette enquête, 30% des ménages ayant déclarés se rendre dans une forêt du Grand-Est pratiquaient la cueillette :

- ils cueillent en premier lieu des champignons : 3,3 kg par ménage cueilleur et par an,
- ils cueillent ensuite des châtaignes : 0,9 kg par ménage cueilleur et par an,
- ils cueillent encore des fruits (baies, framboises, myrtilles) : 0,3 kg par ménage cueilleur et par an,
- pour le reste, il s'agit surtout de fleurs, mousse et glands (non quantifiés).

Ainsi, chaque ménage collectait en moyenne **4,5 kg de champignons, châtaignes et fruits par an**.

Cette même enquête révèle que deux-tiers des ménages se rendent en forêt en 2001 dans le Nord-Est (donc dans le Grand-Est)⁵⁵. On en déduit que 20% des ménages du Grand-Est sont « cueilleurs » (deux tiers de 30%). Au moment de l'enquête (en 2001), il y avait environ 2,27 millions de ménages dans le Grand-Est dont 454 000 pratiquaient donc la cueillette et ramassaient au total de l'ordre de **2 000 tonnes de champignons, châtaignes et autres fruits à raison de 1 500 tonnes de champignons, 400 tonnes de châtaignes et 100 à 200 tonnes de fruits**. Ces chiffres sont à considérer avec précaution du fait de l'ancienneté de l'enquête, et du fait que l'ensemble repose sur un nombre de répondants cueilleurs assez limité (57 ménages). Ils donnent néanmoins un ordre de grandeur et montrent avant tout l'importance d'une activité très répandue dans le Grand-Est. Il serait particulièrement utile de procéder à une nouvelle enquête afin de prétendre à une véritable caractérisation de ce service, dont la valeur économique ne saurait être négligée.

Gardons cependant à l'esprit que l'importance de la cueillette ne se limite pas à ces aspects économiques : l'activité de cueillette elle-même et les espèces forestières concernées revêtent aussi des valeurs patrimoniales particulièrement fortes et difficiles à saisir.

⁵⁴ Truffes, miel, graines et plants forestiers, « sapins de Noël » et liège. Des informations qualitatives sont données pour les plantes médicinales (herboristerie, gemmothérapie) et les huiles essentielles.

⁵⁵ Le Nord-Est incluait à l'époque l'Alsace, la Lorraine, la Franche-Comté et la Bourgogne. Le même taux est appliqué à la seule région Grand-Est.

5. Les services culturels

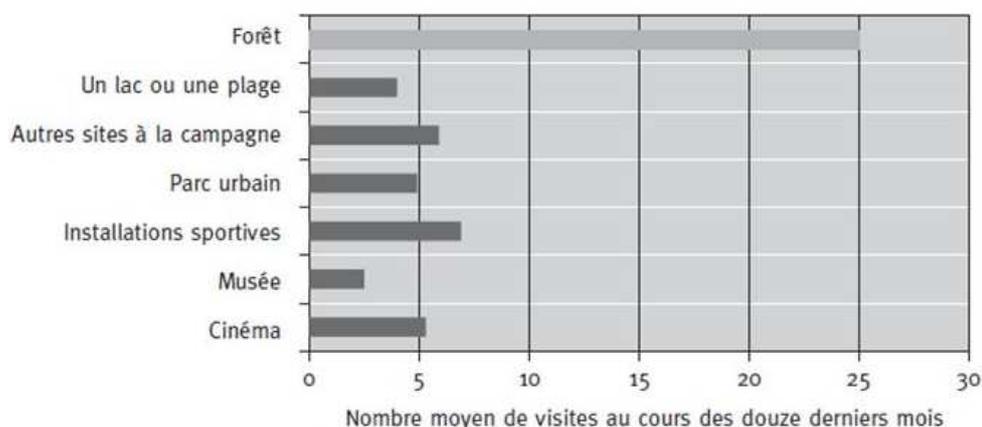
5.1 Les activités récréatives en forêt

Définition et contexte

Les forêts sont parmi les sites récréatifs préférés des Français et la région Grand-Est n'y fait pas exception : fortement et anciennement boisée, elle fait l'objet d'une culture forestière assez marquée comme le montrent plusieurs enquêtes réalisées en Lorraine⁵⁶ (Desprès et Normandin, 1998 ; Marchesi, 2000 ; Abildtrup *et al.*, 2012)⁵⁷. Une enquête nationale réalisée en 2001 (Peyron *et al.*, 2002) incite même à penser que le service récréatif s'exprime en moyenne de façon plus intense dans le Nord-Est⁵⁸ qu'ailleurs en France : la proportion d'individus étant allés au moins une fois en forêt est supérieure dans le Grand-Est (66%) qu'en moyenne en France métropolitaine (56%). Réalisée en Lorraine (Abildtrup, 2012), une région où le taux de boisement est assez élevé et la densité de population moyenne, une enquête de fréquentation montre que les forêts arrivent même en tête des loisirs des ménages, loin devant la campagne, espace « naturel » pourtant le plus fréquenté à l'échelle nationale (Figure 26).

Figure 26. Les principaux sites où les lorrains pratiquent leurs activités de loisir et de détente.

Source : Abildtrup, 2012.



Les activités récréatives englobent l'ensemble des activités qui suscitent l'attrait du public pour les forêts et leur fréquentation. Si les motifs de fréquentation sont nombreux, la promenade arrive loin devant les autres activités, notamment la cueillette et le sport. Ceci se vérifie aussi bien dans les enquêtes nationales (Peyron *et al.*, 2002 ; Dobré et Cordellier, 2010⁵⁹) qu'à travers les études régionales réalisées en Lorraine (Desprès et Normandin, 1998 ; Marchesi, 2000 ; Peyron, 2000).

Toutes les forêts ouvertes au public sont concernées par ce service récréatif. À l'échelle de la France métropolitaine, cela concerne environ 80 % de la surface forestière totale, équivalant à 100 % des forêts publiques et 72 % des forêts privées (Doriz *et al.*, 2018). Dans la région Grand-Est, la part des forêts publiques est bien supérieure aux autres régions françaises, dépassant les 70 % en Alsace (Bas Rhin et Haut-Rhin) (*cf.* chap.1.1). De plus, l'enquête sur la structure de la forêt privée (Agreste, 2014) (basée sur la déclaration des propriétaires en 2012) indique que la part des forêts privées ouvertes au public y est relativement élevée (comprise entre 50 et 100 %), en particulier en Alsace (Haut, Bas-Rhin). Sur cette base, on peut considérer que l'ensemble des forêts de la Région Grand-Est sont concernées par le service récréatif (1,9 millions d'hectares)⁶⁰. Le bénéficiaire principal de ce service est le visiteur, quel que soit le motif de sa visite et son lieu d'habitation.

⁵⁶ Inclut les départements suivants : Meurthe et Moselle, Meuse, Moselle, Vosges.

⁵⁷ Une majorité de personnes interrogées pense que les surfaces boisées sont stables ou en augmentation à l'échelle nationale et régionale, tout en ayant conscience qu'elles diminuent au niveau mondial.

⁵⁸ Le Nord-Est ou « Grand-Est » incluait à l'époque l'Alsace, la Lorraine, la Franche-Comté et la Bourgogne.

⁵⁹ Enquête « Forêt et Société » réalisée dans le cadre d'un partenariat entre l'ONF et l'Université de Caen.

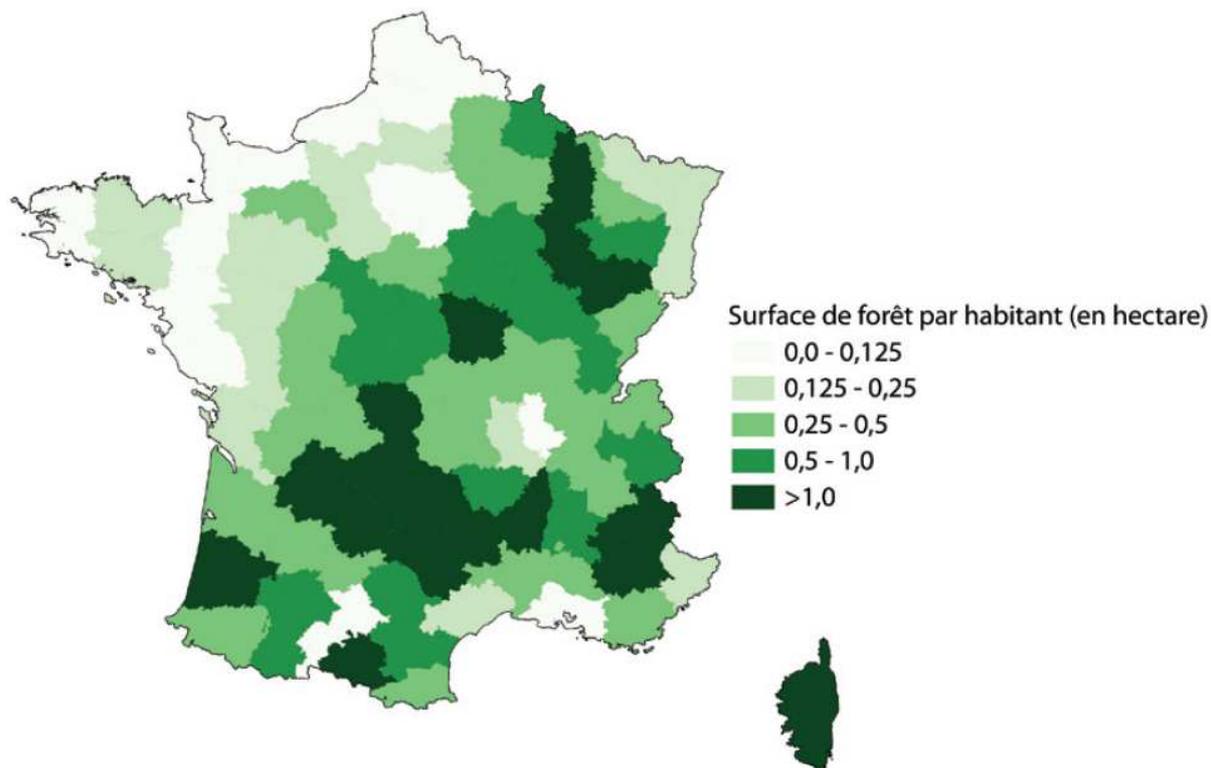
⁶⁰ Chiffre correspondant aux « forêts de production » de l'IGN (ce qui exclut donc les forêts totalement inaccessibles pour des raisons physiques ou réglementaires, appelées les « autres forêts »). *cf.* Tableau 1, chap. 1.

▪ Indicateurs existants pour refléter l'offre de service

La **surface de forêt par habitant** et la **part des forêts privées ouvertes au public** sont des indicateurs existants qui permettent de se faire une première idée de l'offre de service récréatif. En France métropolitaine, la surface moyenne de forêt par habitant est de 0,26 hectare (période 2008-2012, Maaf, IGN, 2016). Cette valeur est stable depuis 1993 grâce à l'augmentation de la surface forestière en parallèle à l'augmentation de la population.

Figure 27. Surface de forêt par habitant, par département.

Source : IGN (BD Forêt) et INSEE.



À l'échelle nationale, la carte ci-dessus (Figure 27) permet de faire quelques observations générales :

- Dans les zones peu peuplées et relativement bien boisées (ex : Hautes Alpes, Alpes de Haute-Provence, Landes, Dordogne, Haute-Saône...), la surface disponible par habitant est supérieure à l'hectare ;
- À l'inverse, elle est faible (inférieure à 0,125 ha) dans les zones très urbanisées comme l'Île-de-France ou les Bouches du Rhône (ce département est pourtant fortement boisé) ;

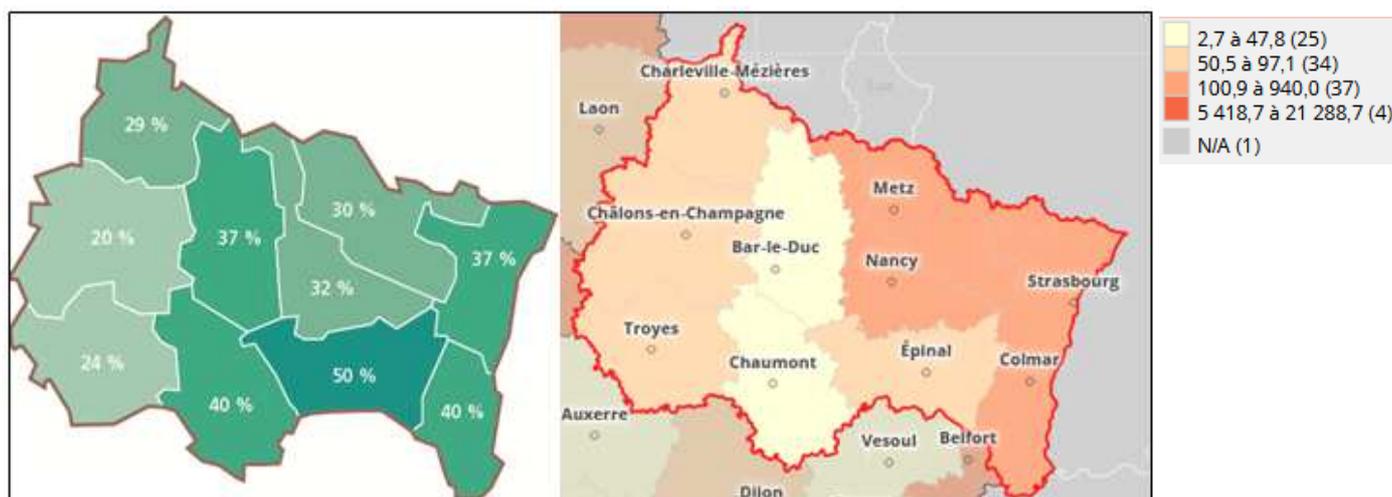
En comparant le taux de boisement des départements de la **région Grand-Est** avec les données de l'INSEE relatives à la densité de population (Figure 28), il est possible de faire quelques observations supplémentaires :

- Certains départements dont le taux de boisement est supérieur à la moyenne nationale comme le Haut et le Bas-Rhin présentent cependant une surface de forêt par habitant inférieure à la moyenne (entre 0,125 et 0,25 ha/habitant) du fait de la densité de population relativement élevée de ces territoires. La part des forêts privées ouvertes au public étant de surcroît très supérieure à la moyenne dans ces deux départements d'Ex-Alsace (supérieur à 70%), l'offre de service y est particulièrement élevée ;
- À l'inverse, certains départements fortement boisés mais relativement peu peuplés présentent une surface de forêt par habitant très élevée (supérieure à un hectare par habitant) comme les Vosges, la Meuse et la Haute-Marne. Dans ces trois

départements, la part des forêts privées ouvertes au public y est forte, quoique moins élevée (comprise entre 50 et 70%) ;

- Les autres situations sont intermédiaires : certains départements faiblement boisés et peuplés (ex : l'Aube, la Marne) présentent une surface de forêt par habitant plutôt bonne (entre 0,25 et 1 ha/habitant). À l'inverse, certains départements bien boisés et peuplés (ex : Meurthe et Moselle, Moselle) présentent une surface de forêt par habitant plus faible (entre 0,125 et 0,5 ha/habitant).

Figure 28. Taux de boisement par département (à gauche) vs. densité de population (à droite), région Grand-Est. Sources : IGN (campagnes d'inventaire 2005-2014) et INSEE (année 2010)



▪ **Caractéristiques biophysiques des forêts corrélées à la valeur récréative**

À partir d'une vaste revue de la littérature menée à l'échelle européenne (330 études considérées) par Edwards *et al.* (2011), douze caractéristiques structurales des peuplements sont supposées pouvoir refléter les préférences du public vis-à-vis de la forêt. Ces attributs ont été choisis de manière à pouvoir être mesurés dans toutes les forêts, indépendamment de leur mode de gestion ou de leur non gestion. Menée auprès de plusieurs groupes d'experts selon la méthode Delphi⁶¹, l'enquête couvre quatre grandes régions d'Europe (Grande-Bretagne, Régions nordique, Europe centrale qui inclut la France et ibérique). Elle (i) teste le type de corrélation (positive, négative, en forme de cloche⁶²) entre les caractéristiques structurales des peuplements et la valeur récréative de ces derniers et (ii) estime l'importance relative de chaque caractéristique. Les résultats sont assez homogènes dans les quatre grandes régions sélectionnées. Parmi les attributs jugés globalement les plus importants par les experts sollicités, l'étude montre notamment une forte **corrélation positive entre la taille des arbres et la valeur récréative du peuplement. À l'inverse, elle montre une forte corrélation négative avec les coupes à blanc** (Tableau 18).

⁶¹ Les experts sont choisis en fonction de deux critères principaux : (i) leur capacité à remplir le questionnaire d'enquête pour une région donnée sur la base des informations qui leur sont fournies. Ils doivent être capables de conceptualiser les peuplements forestiers à partir d'une description verbale plutôt qu'à partir d'images, (ii) leur capacité à répondre au nom des visiteurs potentiels susceptibles de se rendre en forêt dans une région donnée, en prenant en compte par exemple les préférences culturelles et les attitudes négatives du public vis-à-vis de certaines pratiques sylvicoles. Ces deux critères sont susceptibles d'être trouvés en priorité chez des experts ayant eux-mêmes entrepris des recherches sur les préférences forestières du public dans leur région. Des chercheurs et gestionnaires travaillant dans le domaine de la récréation en forêt peuvent éventuellement venir compléter le panel.

⁶² La valeur récréative est favorisée par l'attribut, sauf quand le niveau de ce dernier est très faible ou très élevé.

Tableau 18. Caractéristiques structurelles des peuplements et préférences du publicSource : Edwards *et al.* (2011)

	Corrélation globale avec la valeur récréative* (%**)	Classement selon l'importance moyenne accordée***				Classement global****
		Grande-Bretagne	Région Nordique	Europe Centrale	Région Ibérique	
1- Taille des arbres dans le peuplement	P(91%)	11	12	11,5	10	12
2- Variation de la taille des arbres dans le peuplement	P(63%)	12	2	6	2	5
3- Variation de l'espacement des arbres dans le peuplement	P(59%)	9	4	8	1	5
4- Nombre d'espèces d'arbres dans le peuplement	P(52)	4,5	5	2	8	3
5- Diversité des peuplements le long d'un sentier forestier de 5 km	P(59)	3	9	11,5	5,5	8
6- Naturalité des lisières forestières	P(93)	6	3	9	4	5
7- Taille des coupes à blanc	N(93)	10	10	10	9	11
8- Rémanents issus de la récolte et des éclaircies	N(69)	8	11	1	11	10
9- Etendue du couvert végétal arboré dans le peuplement	B(74%)	7	6	7	7	7
10- Densité de la végétation au sol jusqu'à 50 cm de hauteur dans le peuplement	B(59%)	1	1	3	5,5	1
11- Quantité de bois mort (sur pied et au sol)	B(59)	2	7	4	3	2
12- Pénétration visuelle à travers le peuplement	B(54%)	4,5	8	5	12	9

*P=positive; N=négative; B=en forme de cloche

**% = pourcentage des participants de tous les pays/régions ayant choisi la relation (P,N,B) la plus fréquemment identifiée

***système de notation sur 10 points

****12=premier; 1=dernier

Dans la Région Grand-Est, l'enquête réalisée par Desprès et Normandin (1998) a permis d'appréhender les préférences du public pour deux caractéristiques de la forêt que sont la **composition en essences** et la **structure des tiges** (appréciée à travers le mode de traitement régulier versus irrégulier des peuplements). Conformément aux résultats précédents et à d'autres enquêtes, la composition en essences n'apparaît pas comme un critère déterminant de la valeur récréative (relative indifférence des répondants). En revanche, la structure forestière semble avoir une importance plus grande pour les personnes interrogées : trois-quarts (77 %) des répondants se prononcent en effet en faveur des peuplements irréguliers⁶³. Ce résultat coïncide globalement avec les résultats ci-dessus de Edwards *et al.* (2011) ainsi qu'avec une autre étude menée par Edwards *et al.* en 2012 qui montre une préférence très marquée des participants pour les stades de développement les plus avancés (phase mature en tête) et, quoique plus modérée, pour les degrés de gestion les moins intensifs (Dorioz *et al.*, 2018).

Plus récemment, une autre enquête menée à nouveau en Lorraine (Abildtrup *et al.*, 2013) a permis de comparer les résultats issus de l'enquête précédente et d'estimer les préférences des lorrains pour cinq attributs utilisés pour décrire les forêts⁶⁴ : essences dominantes (forêt de feuillus, de

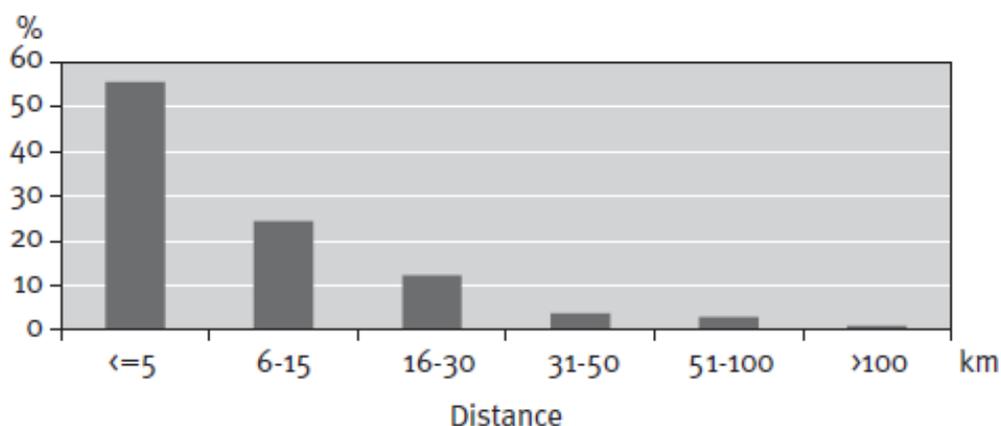
⁶³ L'âge des personnes interrogées semble influencer les réponses à ce niveau, la préférence pour les peuplements irréguliers étant d'autant plus forte que le répondant est jeune (sensibilité écologique).

⁶⁴ Le choix de ces cinq attributs est basé en partie sur les résultats d'une discussion avec un « groupe test » portant sur les principaux déterminants orientant leur choix de visite parmi différentes forêts.

conifères, forêt mixte), chemin de randonnée balisé (aucun, un, plusieurs), équipement (aucun, parking ou pique-nique, parking et pique-nique), présence d'eau (aucun, cours d'eau ou lac), distance (km). Basée sur la méthode d'expérimentation des choix, cette étude montre notamment que la distance entre le lieu de résidence et la forêt est un déterminant important pour choisir une forêt à visiter. Pour la majorité des répondants, la forêt la plus souvent fréquentée durant les douze derniers mois se trouve en effet à une distance inférieure à cinq kilomètres du lieu de résidence (Figure 29). Cette corrélation nette entre la distance à la forêt et l'intensité de la fréquentation se retrouve dans toutes les enquêtes de fréquentation régionales ou nationales (et notamment dans : Peyron *et al.*, 2002 ; Desprès et Normandin, 1998 ; Marchesi, 2000). À titre de comparaison, à l'échelle nationale, Peyron *et al.* (2002) évaluent la distance moyenne parcourue pour se rendre en forêt à 10 ou 15 km, tous moyens de transport confondus.

Figure 29. La distance entre la résidence et la forêt la plus souvent fréquentée en Lorraine.

Source : Abidtrup *et al.*, 2013



Par ailleurs, les résultats montrent que la forêt préférée par les enquêtés est une forêt de feuillus ou une forêt mixte avec plusieurs chemins de randonnée balisés, avec un parking ou un point de pique-nique, et la présence d'eau.

▪ Indicateurs socio-économiques : nombre de visites et évolution de la fréquentation

La fréquentation constitue la manifestation la plus évidente de l'existence d'un tel service. Par rapport à d'autres milieux naturels, la forêt a l'avantage d'être une entité bien identifiée et circonscrite. De ce fait, elle a fait l'objet d'assez nombreuses études de fréquentation au niveau local, départemental ou régional.

Les enquêtes menées par Deprès et Normandin (1998) et Abildtrup *et al.* (2012) montrent que les forêts de Lorraine font l'objet d'une fréquentation importante. Sur la base des enquêtes réalisées par ces derniers à l'échelle de la Lorraine et d'une enquête nationale réalisée en 2001 (Peyron *et al.*, 2002), on peut dire que le nombre de visites par an en forêt était en moyenne trois fois plus élevé en Lorraine (25 à 40 visites/habitant/an⁶⁵) que dans le reste de la France métropolitaine (Tableau 19).

⁶⁵ Enquête de Deprès et Normandin (1998). Dans l'enquête de Marchesi (2000), ce nombre de visite est bien inférieur.

Tableau 19. La fréquentation en forêt : résultats de deux enquêtes réalisées en Lorraine (2010 et 1997) et d'une enquête France entière (2001). Source : *Abildtrup et al., 2013.*

	2010 (Lorraine)		1997 (Lorraine) ⁽¹⁾		2001 (France) ⁽²⁾	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Nombre d'individus dans l'échantillon.	1 102	-	647	-	2 576	-
Nombre d'individus étant allés au moins une fois en forêt	1 037	94	629	97	1 436	56 (66) ⁽³⁾
Nombre moyen de visites (visites/individu/an)	25	-	40	-	9	-

(1) Desprès et Normandin (1998).

(2) Peyron *et al.* (2002).

(3) Entre parenthèses : Nord-Est de la France (Alsace, Lorraine, Franche-Comté, Bourgogne).

Entre 2004 et 2010, les enquêtes nationales « Forêt et Société » de l'ONF et l'Université de Caen (Dobré et Cordellier, 2010) montrent un recul (-16 points) de la part des français déclarant s'être rendus au moins une fois en forêt durant l'année écoulée (Tableau 20). Cette tendance à la baisse n'est plus observée en 2015, lors de la troisième vague d'enquête (Dobré et Cordellier, 2016). Celle-ci montre au contraire que 87 % des français se sont rendus en forêt au moins une fois par an cette année là, soit une augmentation de 16 points par rapport à 2004 et de 32 points par rapport à 2010. Du fait de l'évolution de la méthode d'enquête en 2015 qui a été réalisée en ligne et non plus en face à face, cette évolution est à considérer avec prudence. Malgré tout, on peut raisonnablement penser que la fréquentation des forêts reste stable, à un niveau élevé et que la sortie en forêt reste un loisir populaire touchant une très large part de la population française.

Tableau 20 : fréquence des visites en forêt par le public durant l'année écoulée (forêts publiques et privées)

Fréquentation durant l'année écoulée	2015* %	2010* %	2004* %	Fréquentation durant l'année écoulée	1996** %
Au moins une fois par semaine	21	12	15	Très souvent	22
Au moins une fois par mois	51	33	42	Assez souvent	33
Au moins une fois par an	87	55	71	Rarement	26
Jamais (ou presque)	13	45	29	Jamais	19

*Sources : Enquêtes "Forêt et société", ONF / Université de Caen, Années 2015 (enquête internet), 2010 et 2004 (enquête face à face)

**Source: les opinions des français sur l'environnement et la forêt, IFEN, DERF/Credoc, 1996

L'évolution de la fréquentation n'apparaît pas homogène sur le territoire. Dans une interregion à fort taux de boisement telle que l'Est, la fréquentation reste cependant **quasiment stable et à un niveau élevé.**

Perspectives en matière d'évaluation économique du service récréatif

Comme vu précédemment, les enquêtes de fréquentation montrent que les visites en forêt s'effectuent pour la grande majorité d'entre elles à proximité du domicile : elles mettent en évidence l'existence d'une corrélation nette entre la distance à la forêt et l'intensité de la fréquentation. Basée sur les données de l'enquête nationale de Peyron *et al.* (2002), une étude réalisée en 2010 (Garcia et Jacob, 2010) évalue le consentement à payer des ménages pour fréquenter les forêts. Basée sur la méthode des coûts de déplacement, elle montre notamment que :

- le consentement à payer des français est considérable pour fréquenter les forêts : la valeur totale de la récréation en forêt en France métropolitaine est estimée à **8,5 milliards d'euros**. Cette valeur mériterait d'être mise à jour. Dans l'EFES Forêt (Dorioz *et al.*, 2018), elle est actualisée grossièrement (notamment pour tenir compte de l'augmentation légère du coût du véhicule) en se basant sur les données issues de l'enquête de Peyron *et al.* (2002). La valeur totale actualisée

est d'environ **10 Milliards d'euros**, une valeur probablement sous estimée au vu des nombreuses simplifications effectuées ;

- le consentement à payer pour une visite en forêt varie significativement selon les régions : l'estimation des surplus individuels par visite (le coût d'entrée qu'un visiteur serait prêt à payer pour profiter de la forêt) montre en effet des variations de la valeur récréative des forêts en France allant de 0 à 47 €⁶⁶.

Tableau 21. Surplus du consommateur par visite par région forestière. Source : Garcia et Jacob, 2010

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉
ZICS _i ^y en €	24,04	21,55	34,25	76,34	-27,93	27,10	8,20	46,73	20,37
(Écart-type)	(4,16)	(5,99)	(7,21)	(674,65)	(127,59)	(36,82)	(2,29)	(24,23)	(15,45)

Notes : Estimations réalisées à partir du modèle ZINB. Écarts-types calculés par développement de Taylor de second ordre (Englin *et al.*, 2003). Surplus significativement différents de zéro en gras.

R₁ : Régions cotières du Nord-Ouest ; R₂ : Ile-de-France Centre Poitou-Charente ; R₃ : Champagne-Ardenne Bourgogne ; R₄ : Alsace Lorraine Franche-Comté ; R₅ : Aquitaine ; R₆ : Auvergne-Limousin ; R₇ : Rhône-Alpes ; R₈ : Midi-Pyrénées ; R₉ : Sud-Est.

La nouvelle région Grand-Est recoupe les régions R3 (Champagne-Ardenne-Bourgogne) et R4 (Alsace-Lorraine-Franche Comté)⁶⁷ : la valeur du surplus du consommateur apparaît globalement très élevée, comprise entre 34 (R3) et 76 (R4) € par visite. L'UMR BETA (Bureau d'économie théorique et appliqué) est actuellement en train de mettre à jour les précédentes enquêtes nationales (Abildtrup *et al.*, 2019). À l'issue de cette nouvelle enquête, les chercheurs prévoient notamment :

- d'estimer à nouveau la valeur économique du service de récréation des forêts françaises ;
- de cartographier le service de récréation, notamment pour évaluer la variation spatiale de l'offre (caractéristiques biophysiques des forêts) et la demande de récréation (caractéristiques socio-économiques).

Une liste de références bibliographiques pertinentes pour traiter ce service de façon approfondie à l'échelle régionale (plus complète que les seules références citées dans le cadre de ce chapitre) est donnée en Annexe.

5.2 Aménités environnementales et cadre de vie

Depuis quelques années, une conscience accrue de la notion de « qualité du cadre de vie » s'est développée : elle influence désormais grandement le sentiment de bien être des individus. Elle est entendue ici comme la valorisation d'un certain nombre d'éléments naturels proches du lieu de vie et considérés comme appréciables par les habitants parce qu'ils contribuent à la beauté des paysages, aux pratiques récréatives et à la régulation de certaines nuisances liées ou non à l'activité humaine (bruit, mauvaises odeurs, pollution, vent, etc.). La qualité du cadre de vie est donc un concept assez englobant et particulièrement subjectif, donc difficile à évaluer.

Au niveau du cadre de vie et de manière assez triviale, la présence de forêts participe aux aménités environnementales *via* trois dimensions assez différentes :

- **La forêt conditionne d'abord largement le paysage** par son étendue, la grande dimension et l'esthétisme de ses arbres. Cet aspect, particulièrement subjectif et étroitement lié aux valeurs et représentations des individus, mériterait une analyse détaillée : les massifs forestiers sont parfois appréciés (surtout lorsqu'ils sont en équilibre dans le paysages avec d'autres milieux naturels ou agricoles, le tout formant une « mosaïque » hétérogène typique), et d'autre fois ils font l'objet d'une lutte contre la « fermeture » ou la « banalisation » des paysages.

⁶⁶ L'échantillon est ainsi segmenté en neuf inter-régions formant des ensembles forestiers cohérents.

⁶⁷ Bourgogne et Franche Comté sont hors périmètre d'étude.

- **La forêt accueille une variété d'activités récréatives** (promenades, sorties sportives ou naturalistes, etc.) très appréciées par les populations locales. L'analyse de la récréation (cf. chap. 5.1) a montré que les forêts étaient particulièrement fréquentées dans le Grand-Est (Peyron *et al.*, 2002) et que la pratique d'une activité de loisir ou de détente en forêt arrivait en tête des loisirs des ménages, loin devant la campagne, le cinéma ou la fréquentation d'une salle de sport (enquête réalisée en Lorraine, Abildtrup, 2012). Il est donc logique de penser que la présence d'une forêt à proximité du lieu d'habitation est valorisée par les ménages et participe à la qualité du cadre de vie,
- **Elle améliore les conditions environnementales** par l'atténuation des températures et des vents, la régulation de certaines nuisances liées aux activités humaines (pollution de l'air principalement). **La régulation des températures** est particulièrement intéressante et désormais bien documentée : les forêts atténuent les températures extrêmes (rôle de « tampon ») en accumulant de la chaleur pendant la journée avant de la réémettre la nuit. Cet effet rafraichissant en journée est d'autant plus important en été, alors même que les températures sont les plus élevées⁶⁸. Il bénéficie aux zones urbaines et péri-urbaines par échanges thermiques entre massifs forestiers et leur entourage. **L'effet « brise-vent »** (les peuplements forestiers sont des obstacles auxquelles se heurtent les flux d'air) peut également être recherché. Enfin, **la filtration de l'air** par les feuillages des arbres (l'interception et l'absorption des particules polluantes présentes dans l'atmosphère) a des conséquences non négligeables sur la qualité sanitaire de l'environnement⁶⁹.

Au niveau du cadre de vie, les aménités environnementales sont généralement évaluées par l'analyse du prix des biens immobiliers en lien avec la présence dans l'environnement immédiat de différents éléments ou espaces naturels (méthode dite des prix hédoniques). Ainsi, en Angleterre, une étude réalisée sur l'ensemble du territoire a confirmé que la présence de forêts de feuillus ou de résineux avait des conséquences significatives et importantes sur les prix de l'immobilier, faisant valoir l'importance accordée par la population à la proximité avec ces espaces (Gibbons *et al.*, 2014)⁷⁰. A notre connaissance, il n'y a pas eu de travaux similaires, ni à l'échelle de la France métropolitaine ni au sein de la région Grand-Est : il serait intéressant de l'envisager dans un le cadre du projet « Des hommes et des arbres », ce type d'étude étant particulièrement parlante vis-à-vis du grand public et des élus.

⁶⁸ Une étude réalisée à l'échelle mondiale à partir de données satellitaire de températures au sol (Li *et al.*, 2015) a montré pour les forêts tempérées de l'hémisphère nord ont un effet rafraichissant en journée ($-1,82 \pm 0,06$ °C en moyenne sur l'année) et réchauffant la nuit ($+1,29 \pm 0,03$ °C). Ces effets varient aussi selon les saisons et deviennent très intéressants en été : entre juin et aout par exemple, en journée, la même étude met en évidence un rafraichissement local des températures de $-3,7$ °C en moyenne.

⁶⁹ Plus d'arguments sont développés dans le rapport sur les forêts du programme d'évaluation des écosystèmes et des services écosystémiques EFES (Dorioz *et al.*, 2018, chap. 7.2.2.1).

⁷⁰ L'étude est notamment basée sur l'analyse d'environ 1 million de transactions immobilières réalisées sur la période 1996-2008.

Conclusion

Une occupation forestière étendue et ancienne au sein de la région Grand-Est.

La forêt du Grand-Est s'étend sur **près de 2 millions d'hectares** (33% du territoire régional) et continue de s'étendre, malgré des marges de progression assez faibles dans cette région restée très forestière depuis le milieu de XIX^{ème} siècle (**jusqu'à 60-70 % des forêts considérées comme anciennes** dans les départements Bas-Rhin, Meurthe et Moselle, Meuse, Haute-Marne ; 29% en moyenne à l'échelle métropolitaine)⁷¹. Le volume de bois des arbres vivants y est particulièrement élevé (en moyenne 203 m³/ha pour la région Grand-Est contre 160 m³/ha à l'échelle métropolitaine⁷²).

Les forêts du Grand-Est sont composées de **peuplements feuillus pour deux tiers d'entre elles**⁷³ et sont globalement bien accessibles à l'exploitation forestière, hormis dans le massif montagneux des Vosges où les peuplements (principalement résineux) présentent des conditions d'exploitation plus difficiles, notamment liées à la pente⁷⁴. La région se distingue également par le régime de propriété de ses forêts, **majoritairement publiques (57%)** alors qu'elles sont privées à 75% en moyenne en France métropolitaine⁷⁵.

Une région remarquable du point de vue de la biodiversité en forêt.

Plusieurs indicateurs généralement utilisés pour évaluer l'état de la biodiversité en forêt présentent dans le Grand-Est des valeurs plutôt supérieures à la moyenne du territoire métropolitain. **La région est la première en France métropolitaine pour la richesse en essences de ses forêts** (mesurée au niveau local sur une placette de 20 ares) : 60% des forêts possèdent au moins 5 essences et 21% au moins 8 essences⁷⁶. En outre, certaines structures forestières considérées comme importantes pour la biodiversité, comme le **bois mort** et les **très gros arbres vivants**, sont particulièrement **bien représentées** (en moyenne 24,5 m³/ha pour le bois mort au sol contre 16,8 m³/ha au niveau national) **ou en forte progression** (+44% de volume des très gros arbres entre 1984 et 2012)⁷⁷. Les résultats sont plus contrastés en ce qui concerne le suivi des oiseaux inféodés aux habitats forestiers, avec une **hausse importante des populations d'oiseaux spécialistes des forêts en Alsace** (+15% sur la période 2003-2013 pour les départements Bas-Rhin, Haut-Rhin) et une **forte baisse pour tout le reste du territoire régional** (-15% en moyenne sur la même période)⁷⁸.

Les indicateurs présentés dans le cadre du présent rapport, principalement indirects hormis les suivis des arbres et oiseaux, ne reflètent que très partiellement l'état de la biodiversité en forêt. Il serait particulièrement intéressant de déployer à l'échelle régionale, dans le cadre du projet « Des Hommes et des Arbres », un **réseau de surveillance de la biodiversité en forêt** à proprement parler, s'appuyant sur les dispositifs existants tout en développant certains aspects de ces suivis (indicateurs taxonomiques notamment), le tout en articulation avec les projets en cours à l'échelle métropolitaine (en particulier le Projet PASSIFOR 2 - Propositions d'Amélioration du Système de Suivi de la biodiversité FORestière⁷⁹). En outre, l'état de conservation d'habitats forestiers à fort enjeu, notamment ceux (rares) localisés en zone alluviale, sur éboulis ou en fond de vallon, doit être

⁷¹ Chap. 1.1.

⁷² Chap. 1.4.

⁷³ Chap. 1.2.

⁷⁴ Chap. 1.3.

⁷⁵ Chap. 1.1.

⁷⁶ Chap. 1.4.

⁷⁷ Chap. 1.4.

⁷⁸ Chap. 1.4.

⁷⁹ Expertise coordonnée par le GIP Ecofor et Irstea, soutenue par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, qui démarre en 2019 et prendra fin en 2021.

surveillé⁸⁰, tout comme **l'état sanitaire et le renouvellement des peuplements forestiers fragilisés** par les **sécheresses**⁸¹ et des **populations d'ongulés sauvages** fortes et encore en augmentation⁸².

Un vaste panorama de biens et services sont fournis par les forêts du Grand-Est, une partie d'entre eux a pu être évaluée.

Le référentiel⁸³ et l'évaluation conduite dans la deuxième partie de ce rapport mettent en évidence la multitude et l'importance des biens et services fournis aux populations humaines par les forêts de la région Grand-Est.

Les services de régulation (du climat, de la qualité de l'environnement local, du cycle de l'eau, de l'érosion...) sont généralement difficiles à caractériser en dépit de leur importance pour le bien être et la sécurité des populations humaines. La contribution des forêts à l'**atténuation du changement climatique** fait exception et a pu être approchée en réalisant un bilan carbone complet de la filière forêt-bois à l'échelle régionale : il en ressort un **puits de carbone évalué à 19,3 millions de tCO₂eq/an** (soit 15% du puits métropolitain attribué à la filière)⁸⁴. Ce chiffre tient compte de la séquestration de carbone par les écosystèmes forestiers (12,6 millions de tCO₂eq/an) et des émissions de carbone évitées par l'utilisation du bois en lieu et place de matériaux et d'énergies concurrents (effets de substitution évalués à 6,7 tCO₂eq/an). Il s'agit là d'une estimation qu'il serait utile de pouvoir préciser, décomposer selon diverses entités (catégories de propriété, facilité d'exploitation des bois, essences, zones géographiques...) et projeter dans le futur sous différents scénarios climatiques et options de gestion. D'autre part, les effets bénéfiques et significatifs de la couverture forestière des bassins versants sur les eaux (**atténuation des crues et des inondations**⁸⁵) et sur leur qualité (**régulation des pollutions diffuses des nappes et cours d'eau**⁸⁶) semblent établis mais restent néanmoins difficiles à quantifier précisément, notamment en termes économiques.

Principal bien marchand issu des forêts, la **récolte de bois** dans le Grand-Est s'élève à **9,5 millions de m³/ an** dont 7,3 sont commercialisés et 2,2 autocosommés. Cette récolte alimente les bois d'œuvre et d'industrie pour un peu plus de la moitié (54%), et pour le reste, le secteur énergétique. En valeur, cette récolte totale représente **environ 460 millions d'euros**. Les prélèvements de bois restent inférieurs à l'accroissement biologique des arbres (même si le taux moyen de prélèvement est proche de 60% et supérieur au taux de prélèvement moyen métropolitain⁸⁷). Ainsi la ressource disponible dans les forêts du Grand-Est est plus importante que la récolte actuelle et offre donc des possibilités de développement sur le territoire⁸⁸.

Au-delà du bois, les forêts fournissent une multitude d'autres biens. Dans le Grand-Est, elles sont largement accessibles à la chasse dont la valeur des **prélèvements de grand gibier** (sanglier, chevreuil et cerf principalement) est **estimée à 53 millions d'euros/an** (de l'ordre de 20% du chiffre national⁸⁹). La valeur économique totale de cette activité, qui compte **environ 70 000 pratiquants** au niveau régional, est cependant bien supérieure à la seule valeur de la venaison ; elle couvre les dépenses et efforts consentis par les chasseurs et comprend également une satisfaction personnelle estimée à plus de 150 millions d'euros. Il faut noter que la chasse est un soutien nécessaire à la sylviculture pour maintenir les populations à un niveau compatible avec un bon état de santé et une capacité correcte de renouvellement de la forêt. C'est d'autant plus le cas dans le contexte actuel et futur du changement climatique.

⁸⁰ Chap 1.4.

⁸¹ Chap. 1.5.

⁸² Chap. 4.2

⁸³ Chap. 2.2.

⁸⁴ Chap. 3.1.

⁸⁵ Chap. 3.3.

⁸⁶ Chap. 3.3.

⁸⁷ Chap. 1.5.

⁸⁸ Chap. 4.1.

⁸⁹ Si l'on se réfère aux chiffres publiés dans les indicateurs de gestion durable des forêts métropolitaines, Maaf, IGN, 2016, indicateur 3.3 p 162.

La **cueillette** (pratiquée par un ménage sur 5 en moyenne dans le Grand-Est) permet en outre le ramassage d'une grande diversité de produits forestiers, dont **les plus importants - champignons, divers fruits - représenteraient un volume de l'ordre de 2000 tonnes/an**⁹⁰. Elle constitue par ailleurs un enjeu fort du point de vue culturel et patrimonial. Son importance au niveau régional doit encourager la réalisation d'une nouvelle enquête afin de caractériser ce service plus précisément.

La forêt offre également **un espace de récréation de grande valeur** pour un public en quête de nature, qui y pratique des activités variées : promenade, activités sportives, chasse, cueillette, ressourcement, observation naturaliste ou inspiration artistique. Dans le Grand-Est, la totalité des forêts publiques et la plupart des forêts privées sont ouvertes au public. **Leur fréquentation est particulièrement forte et ancrée dans les pratiques récréatives des habitants** (25 à 40 visites par habitant et par an en Lorraine, soit trois fois plus qu'en moyenne au niveau national)⁹¹. L'estimation du coût moyen qu'un visiteur serait prêt à payer⁹² (obtenue dans le cadre d'une enquête nationale réalisée 2010) laisse penser que la valeur du service de récréation est particulièrement élevée dans le Grand-Est⁹³. Des travaux sont en cours (UMR BETA) pour actualiser et spatialiser plus précisément la valeur de ce service.

Enfin, la forêt participe à la **qualité du cadre de vie** en contribuant à la beauté des paysages et aux activités récréatives, et en améliorant la qualité de l'environnement local (atténuation des pics de températures, filtration de l'air et diminution de la pollution par les particules fines, effet brise-vent...). À l'image de ce qui a été fait dans d'autres pays, **une évaluation de ces aménités environnementales liées à la forêt pourrait être entreprise** par l'analyse du prix des biens immobiliers en lien avec la présence de forêts dans leur environnement immédiat (méthode des prix hédoniques)⁹⁴.

Un premier tour d'horizon à compléter et à affiner dans le cadre de travaux ultérieurs

Ce rapport d'étude constitue donc **un premier tour d'horizon** pour une évaluation des biens et services fournis par les forêts du Grand-Est. Il reste **à compléter et à affiner**, notamment :

- **au niveau du panorama des services** pris en compte : huit services ont été évalués au moins partiellement, d'autres mériteraient une analyse (régulation de l'érosion, de la qualité de l'air, phytoremédiation...);
- **en termes de désagrégation** (par catégorie de propriété, classe d'exploitabilité, type de forêt...) et de spatialisation des valeurs (cartographie des services) ;
- **au niveau temporel**, par l'étude des évolutions passées et des projections futures des valeurs des services, sous l'effet de différents scénarios de changement climatique ou de gestion ;
- **en matière d'interactions entre services**, pour mettre en évidence les synergies et compromis existants, tout en s'interrogeant sur la durabilité et la résilience des bouquets de services forestiers sous les effets cumulés des grands facteurs de changement – notamment climatiques ou biotiques - auxquels sont confrontés les écosystèmes forestiers.

Ce rapport met aussi en évidence l'intérêt d'un meilleur suivi :

- **de la biodiversité**
- **de l'état sanitaire des arbres et ongulés**
- **des pratiques de récréation, notamment de la cueillette**
- **de la valeur attachée au cadre de vie offert par les forêts.**

⁹⁰ selon une enquête réalisée sur l'année 2001 – Chap. 4.3.

⁹¹ Chap. 5.1.

⁹² Cette valeur est également appelée « surplus du consommateur » ; elle s'ajoute généralement aux coûts de déplacement pour évaluer le consentement à payer total d'un visiteur.

⁹³ Chap. 5.1.

⁹⁴ Chap. 5.2.

Références bibliographiques

- Abildtrup J., Garcia S., Olsen SB, Stenger A., 2012. Les déterminants de la valeur récréative des forêts : l'exemple de la Lorraine. *Revue Forestière Française*, LXIV - 3-2012, 8 pages.
- Abildtrup, J. Garcia S. Olsen, SB, Stenger, A. 2013. Spatial preferences heterogeneity in forest recreation. *Ecological Economics*. 92. 67-77.
- Abildtrup, J. Garcia S. Olsen, SB, Stenger, A. 2013. Spatial preferences heterogeneity in forest recreation. *Cahier du LEF* 2013-01. 26p.
- Abildtrup J., Garcia S. et Stenger A., 2013. The effect of forest land use on the cost of drinking water supply : a spatial econometric analysis. *Ecological Economics* 92, pp 126-136.
- Abildtrup J., Garcia S., Tardieu L., 2019. Attractivité récréative des forêts françaises. colloque SEHS 2019 "Biens et services retirés des écosystèmes forestiers: de l'évaluation à la gestion intégrée". Communication orale, Paris, Gip Ecofor. http://docs.gip-ecofor.org/public/ColloqueSEHS2019/ecofor24jan2019_LT_JA.pdf.
- ADEME, 2015. Forêt et atténuation du changement climatique. Les Avis de l'ADEME, juin 2015, 12 p.
- Agreste, 2014. Enquête sur la structure de la forêt privée en 2012. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Numéro 222 - décembre 2014, 79 pages.
- Agreste - DRAAF Grand Est, 2019. La récolte de bois et l'activité des scieries en 2017. Chiffres et données, n°1, Février 2019, 4 pages.
- Andréasson V., 2004. Couvert forestier et comportement hydrologique des bassins versants. *La Houille Blanche*, N°2 (Mars-Avril 2004), pp. 31-35.
- Bélouard T., Hamza N., 2004. Ressource et disponibilité forestières : une valorisation importante de l'inventaire. *IF* n°6, décembre 2004, 8 p.
- Benoît M., Fizaine G., 1999. Qualité des eaux en bassins forestiers d'alimentation. *Revue Forestière Française*, 2-1999, pp 162-172.
- Benoit M., Papy F., 1997. Pratiques agricoles sur les territoires et qualité de l'eau alimentant un captage. In : *L'eau dans l'espace rural*, INRA pp 323-338.
- Bonan, G.B., 2008. Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests. *Science* (320), pp. 1444-1449.
- Bouvarel P., 1989. Le gaz carbonique dans l'atmosphère : le rôle des forêts. *Revue forestière française*, n°4-1989, pp.301-307.
- Cerema, 2017. Etat initial de l'environnement. Rapport, CEREMA Centre-Est, Département Environnement Territoires Climat, Isle d'Abeau, 168 pages.
- CITEPA, 2014. Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et du Protocole de Kyoto. Paris : Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique, 631 p.
- Colin A., Thivolle-Cazat A., 2016. Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035. Etude Ademe, IGN, FCBA, rapport, 91 p., annexes, 84 p., synthèse, 19 p.
- Cuny H., Piton B., 2018. Disponibilités en bois des forêts de la région Grand-Est à l'horizon 2037. IGN, DRAAF Grand-Est, 51 p
- Daly-Hassen H. & Peyron J.L., 1996. L'emploi salarié dans la filière-bois : situation et évolution récente. *Revue Forestière Française*, XLVIII (2), pp.153-166
- Després A, Normandin D. 1998. Une évaluation de la demande sociale de services environnementaux de la forêt Inra sciences sociales 2 1998/06

- des Robert Marie-Laetitia, Radureau Stéphane, Jobard Etienne, Prigent Quentin, Marquay Jacques, 2016. Evaluation du service écosystémique chasse en 2015. Rapport final de l'étude. BIPE, Fédération nationale des chasseurs, Fondation François Sommer pour la chasse et la nature, 82 p.
- Dobré M., Cordellier M., 2010. Usages et images de la forêt en France. ENQUÊTE « FORÊT ET SOCIÉTÉ ». Observatoire Sociétal de la Forêt. Baromètre Forêt et société, 2ème vague 2004-2010. décembre 2011. 232 pages.
- Dobré M., Cordellier M., 2016. Enquête nationale Forêt et Société 2015. 3ème vague 2010-2015. Communication présentée au Colloque SEHS d'ECOFOR « Regards croisés sur les valeurs de la forêt », Paris.
- Doriot J., Peyron J.L., Nivet C. 2018. EFESE, l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques : les écosystèmes forestiers. Ministère de la transition écologique et solidaire, Paris, epub.
- Edwards D., Jay M., Jensen F. S., Lucas B., Marzano M., Montagné C., Peace A. and Weiss G., 2012. Public preferences across Europe for different forest stand types as sites for recreation. *Ecology and Society* 17(1): 27. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04520-170127>
- Edwards D., Jay M., Jensen F.S., Lucas B., Marzano M., Montagné C., Peace A., Weiss G., 2011. Public preferences for structural attributes of forests: Towards a pan-European perspective. *Forest Policy and Economics*, 19 (2012) 12–19. doi:10.1016/j.forpol.2011.07.006
- FIQUEPRON J., 2010. L'Aspect naturel de l'eau potable d'origine forestière a une valeur pour les ménages. *Forêt Entreprise*, n° 193, pp. 36-38.
- Fiquepron, 2012. Des forêts pour l'eau potable : l'eau paiera ? *Revue Forestière Française*, 3-2012, pp 293-304.
- Fiquepron J., Charnet F., 2013. LIFE SEMEAU - action 2.2 : Expertise et synthèse bibliographique – effets des pratiques forestières sur la qualité des eaux, 32 p.
- Fiquepron J. (coord.), Charnet F., Garcia S., Stenger A. Wilhelm N., Formery M., Persuy A., 2010. Forêt et eau potable, des services à mettre en valeur, Dossier Forêt entreprise n°193, pp 11-42
- FIQUEPRON J., GARCIA S., STENGER A., 2010. La Forêt, un bien pour la qualité et le prix de l'eau. — *Forêt Entreprise*, n° 193, 2010, pp. 29-32.
- Fiquepron J., Garcia S., Stenger A., 2013. Land use impact on water quality: valuing forest services in terms of the water supply sector. *Journal of Environmental Management* 126, pp 113-121.
- Garcia S., Jacob J., 2010. "La valeur récréative de la forêt en France : une approche par les coûts de déplacement", *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 91(1), p. 43-71.
- Gibbons, Stephen, Mourato, Susana and Resende, Guilherme Mendes (2014) The amenity value of English nature: a hedonic price approach. *Environmental and Resource Economics*, 57 (2). pp. 175-196. ISSN 0924-6460
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being (chap. 6). In: Raffaelli, D., Frid, C. (Eds.), *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 110–139.
- Hegg C., Jeisy M., Waldner P., 2006. La forêt et l'eau potable : une étude bibliographique. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, WSL, Birmensdorf, 62 p.
- Hurand A., Andreassian V., 2003. Le couvert forestier et l'hydrologie des bassins versants, *Rendez-vous techniques N°2 – Automne 2003*, ONF, pp 37-40.
- IGN, 2018. Le Mémento – Inventaire forestier, Édition 2018. IGN, Saint-Mandé, 30 p.
- Jonard M., Caignet I., Ponette Q., Nicolas M., 2013. Evolution du carbone des sols forestiers de France métropolitaine - Détection et quantification à partir des données mesurées sur le réseau RENECOFOR. Rapport préliminaire, 31 p.

- Lassauce A, Paillet Y, Jactel H, Bouget C (2011) Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecol Indic* 11: 1027–1039. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.02.004
- Le Goffe Philippe, Vollet Dominique, 2008. Economie et politique de la chasse : constat, analyse et idées pour l'action. Colloque SFER. Chasse, Territoires et Développement durable Outils d'analyse, enjeux et perspectives, Mar 2008, Clermont-Ferrand (FR), France. <hal-00729123>
- Levesque C., Vallet P. Ginisty C., 2007. Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés énergétiques et industriels ; Partie 1 : Analyse et synthèse des études existantes recensées au niveau national. Cemagref et DGFAR, octobre 2007, 124 p.
- Li Yan, Maosheng Zhao, Safa Motesharrei, Qiaozhen Mu, Eugenia Kalnay et Shuangcheng Li, 2015. Local cooling and warming effects of forests based on satellite observations. *Nature Communications* 6, Article number: 6603 (2015), doi:10.1038/ncomms7603
- Maaf, IGN, 2016. Indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines, édition 2015, Résultats, Maaf-IGN, Paris, 343 p.
- Marchesi, 2000, Evaluation des services environnementaux des forêts en Lorraine. Rapport de fin d'études promotion FIF 1997-99. Engref. 59p. + annexes
- Mésenge A.-L., 2017. Note explicative du service écosystémique de régulation des inondations évalué au niveau européen par Stürck et al. (2014) et prolongement graphique des résultats pour l'EFESE. Rapport interne, MTES, Ecofor, 22 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). — Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. — Washington, DC : Island Press, 2005.
- Ministère de l'environnement, de l'énergie, et de la mer (MEEM), 2017. L'Evaluation française des écosystèmes et services écosystémiques - Cadre conceptuel. Document édité par le Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, Collection Thema – Avril 2017, 88 p.
- Nivet C., Bonhême I., Peyron J.-L. (coord.), 2012. Les indicateurs de biodiversité forestière : Synthèse des réflexions issues du programme de recherche « Biodiversité, gestion forestière et politiques publiques ». Paris, Gip Ecofor-Medde, 144 p.
- ONF, 2015. Bilan patrimonial des forêts domaniales, Edition 2015, ONF, 248 p.
- ONCFS, 2016. Accidents de chasse 2015-2016 : le nombre d'accidents mortels au plus bas. Page internet <http://www.oncfs.gouv.fr/Chasser-dans-les-regles-ru18/Bilan-des-accidents-de-chasse-2015-2016-news1867> consultée le 11/03/2019.
- Peyron, 1998. Élaboration d'un système de comptes économiques articulés de la forêt au niveau national. Thèse de doctorat, 364 p.
- Peyron J.-L., 2000. Résultats de l'enquête de fréquentation auprès du public lorrain en 1990/2000. — Nancy : Laboratoire d'économie forestière UMR ENGREF/INRA, novembre 2000. — 6 p.
- Peyron, 2015. Synthèse des tendances par enjeu de politique publique. In : Maaf, IGN, 2016. Indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines, édition 2015. — Paris : Maaf-IGN, 2016, 343 p.
- Peyron J.-L., Harou P., Niedzwiedz A., Stenger A., 2002. National survey on demand for recreation in French forests. Laboratoire d'Economie Forestière UMR EENGREF/INRA, Nancy.
- Peyron J.-L., Hervé J.-C., 2012. Comment apprécier le niveau d'exploitation des ressources forestières françaises ? *Revue forestière française* n°5-2012, pp.599-611.
- Ribier A. de, Galbert M. de, Lévêque J., Monnier A., Rathouis P., 2012. Mission sur les dégâts de grand gibier. Paris : CGEDD, CGAAER, 53 p.

Rathouis Pierre, de Ribier Armelle, de Galbert Michel, Lévêque Jean, Monnier Alain, 2012. Mission sur les dégâts de grand gibier. Conseil général de l'environnement et du développement durable, Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux. 30 p. + 23 p. d'annexes.

Santé publique France, 2018. Etude alsacienne 2014-2015 : incidence de la borréliose de Lyme dans les départements alsaciens. Saint-Maurice : Santé publique France, 8 p.

Schmit, J.P., Mueller, G.M., Leacock, P.R., Mata, J.L., Wu, Q., and Huang, Y. 2005. Assessment of tree species richness as a surrogate for macrofungal species richness. *Biological Conservation* 121(1):99-110.

Spangenberg J., Haaren C., Settele J., 2014. The ecosystem service cascade: Further developing the metaphor. Integrating societal processes to accommodate social processes and planning, and the case of bioenergy. *Ecological Economics* 104 (2014) 22–32

Stürck, J., Poortinga, A., Verburg, P. H., 2014. Mapping ecosystem services: The supply and demand of flood regulation services in Europe. *Ecol. Ind.* 38, 198-211.

Thévenot J. (coord.), 2013. Synthèse et réflexions sur des définitions relatives aux invasions biologiques. Préambule aux actions de la stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) ayant un impact négatif sur la biodiversité. MNHN, SPN, Paris, 31 p.

Vallauri D., Grel A., Granier E., Dupouey J.L., 2012. Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles, WWF/Inra, Marseille, 64 p.

Wasson J.-G., Villeneuve B., Ital A., Murray Bligh J., Dobiasova M. *et al.*. Large-scale relationships between basin and riparian land cover and the ecological status of European rivers. *Freshwater Biology*, Wiley, 2010, 55, pp. 1465 -1482.

Vuidot, A., Paillet, Y., Archaux, F., and Gosselin, F. 2011. Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats in France. *Biological Conservation* 144(1):441-450

Willis K.G., Garrod G., Scarpa R. *et al.*, 2003. The social and environmental benefits of forests in Great Britain. Report to Forestry Commission, Edinburgh, pp 25-26. (en ligne : [https://www.forestry.gov.uk/Pdf/Sebreport0703.Pdf/\\$File/Sebreport0703.Pdf](https://www.forestry.gov.uk/Pdf/Sebreport0703.Pdf/$File/Sebreport0703.Pdf))

- Sites internet :

Agence régionale de la santé Grand Est, Chenilles urticantes (article du 11 juin 2018) : <https://www.grand-est.ars.sante.fr/chenilles-urticantes-0> (consulté le 26/02/2019)

DRAAF Grand Est, Bilans annuels de la santé des forêts : <http://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/Bilans-annuels> (consulté en mars 2019)

IGN, Tableaux personnalisés : <https://inventaire-forestier.ign.fr/ocre-gp/ocregp/initCP> (consulté en mars 2019)

DREAL Grand-Est, Hydrographie, article publié le 29 décembre 2017. <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/hydrographie-a17223.html> (consulté en mars 2019)

Observatoire national de la biodiversité (ONB), indicateurs : <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/tous> (consulté en mars 2019)

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), Santé et société : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe> (consulté en mars 2019).

Annexe

Liste complète de références bibliographiques pour l'étude de la récréation en forêt dans la région Grand-Est

- Abildtrup J., Garcia S., Tardieu L., 2019. Attractivité récréative des forêts françaises. colloque SEHS 2019 "Biens et services retirés des écosystèmes forestiers: de l'évaluation à la gestion intégrée". Communication orale, Paris, Gip Ecofor. http://docs.gip-ecofor.org/public/ColloqueSEHS2019/ecofor24jan2019_LT_JA.pdf.
- Abildtrup, J. Olsen, SB, Stenger, A. 2015. Combining RP and SP data while accounting for large choice sets and travel mode – an application to forest recreation. *Journal of environmental economics and policy*. 4(2): 177-201.
- Abildtrup, J. Garcia S. Olsen, SB, Stenger, A. 2013. Spatial preferences heterogeneity in forest recreation. *Ecological economics*. 92. 67-77.
- Abildtrup J., Garcia S., Olsen SB, Stenger A., 2013. Spatial preferences heterogeneity in forest recreation. *Cahier du LEF* 2013-01. 26p.
- Abildtrup J., Garcia S., Olsen SB, Stenger A., 2012. Les déterminants de la valeur récréative des forêts : l'exemple de la lorraine. *Revue Forestière Française*, LXIV - 3-2012, 8 pages.
- Agreste, 2014. Enquête sur la structure de la forêt privée en 2012. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Numéro 222 - décembre 2014, 79 pages.
- Després A., Normandin D., 1998. Une évaluation de la demande sociale de services environnementaux de la forêt *Inra sciences sociales* 2 1998/06
- Després A., 1998. Non-market benefits of forestry in managed forests and valuation methods: the case of forests in Lorraine (France). In: *Institutional aspects of managerial economics and accounting in forestry*. IUFRO division 4. Human capital and mobility programme. Project: the economics of managerial and mountainous areas and forests – timber – environmental systems 15-18 April 1998. Roma. Italia.
- Dobré M., Cordellier M., 2016. Enquête nationale Forêt et Société 2015. 3ème vague 2010-2015. Communication présentée au Colloque SEHS d'ECOFOR « Regards croisés sur les valeurs de la forêt », Paris.
- Dobré M., Cordellier M., 2010. Usages et images de la forêt en France. ENQUÊTE « FORÊT ET SOCIÉTÉ ». Observatoire Sociétal de la Forêt. Baromètre Forêt et société, 2ème vague 2004-2010. décembre 2011. 232 pages.
- Edwards D.M., Jay M., Jensen F. S., Lucas B., Marzano M., Montagné C., Peace A. and Weiss G., 2012. Public preferences across Europe for different forest stand types as sites for recreation. *Ecology and Society* 17(1): 27. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04520-170127>
- Edwards D., Jay M., Jensen F.S., Lucas B., Marzano M., Montagné C., Peace A., Weiss G., 2011. Public preferences for structural attributes of forests: Towards a pan-European perspective. *Forest Policy and Economics*, 19 (2012) 12–19. doi:10.1016/j.forpol.2011.07.006
- Garcia S., Jacob J., 2010. "La valeur récréative de la forêt en France : une approche par les coûts de déplacement", *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 91(1), p. 43-71.
- IFEN. 2002 Rapport de la Commission des Comptes et de l'Economie de l'Environnement sur la forêt Chapitre 3 : Fonctions et services non marchands de la forêt. pp.83-124
- Marchesi, 2000, Evaluation des services environnementaux des forêts en Lorraine. Rapport de fin d'études promotion FIF 1997-99. Engref. 59p. + annexes
- Normandin, 1998, Opinion et Attitudes des Lorrains par rapport à la l'environnement et la forêt. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* n°34. 5p.
- Peyron J-L., Harou P., Niedzwiedz A., Stenger A., 2002. National survey on demand for recreation in French forests. *Laboratoire d'Economie Forestière UMR EENGREF/INRA, Nancy*. Peyron J.-L., 2000. Résultats de l'enquête de fréquentation auprès du public lorrain en 1990/2000. — Nancy : Laboratoire d'économie forestière UMR ENGREF/INRA, novembre 2000. — 6 p.
- Peyron J-L., Bakouma J., Berthier A., Colnard O., Normandin D., Stenger A., Tessier A., 2000 (mise à jour en novembre 2001). Première évaluation économique globale des dégâts forestiers dus aux tempêtes de décembre 1999. *Laboratoire d'Economie Forestière UMR EENGREF/INRA, Nancy*. 42 pages.

Table des matières

1. Les forêts du Grand-Est.....	5
1.1 Définition et place de la forêt dans la région Grand-Est.....	5
<i>Qu'appelle-t-on « forêt » ?</i>	5
<i>Occupation du sol (surfaces)</i>	5
<i>Catégories de propriété</i>	6
1.2 Types forestiers.....	8
<i>Six grands ensembles forestiers</i>	8
<i>Composition en essences forestières</i>	8
1.3 Exploitabilité des forêts	9
1.4 Eléments d'évaluation de l'état de la biodiversité en forêt dans le Grand-Est.....	10
<i>Des forêts riches en essences</i>	10
<i>Des volumes de bois mort relativement élevés au regard de la moyenne nationale</i>	11
<i>Une tendance à l'augmentation de la présence de très gros arbres en forêt</i>	12
<i>Des évolutions des populations d'oiseaux forestiers particulièrement contrastées</i>	12
<i>Présence d'habitats naturels à fort enjeu</i>	13
1.5. Principaux facteurs de changement	13
2. Les forêts fournissent à la société un ensemble de biens et services	15
2.1 Définition et genèse des biens et services écosystémiques.....	15
2.2 Référentiel des biens et services écosystémiques forestiers : un vaste panorama	16
2.3 Des biens et services à étudier prioritairement.....	19
2.4 Les forêts sont aussi sources de contraintes pour la sécurité, la santé humaine et l'économie	19
<i>Les forêts sont impliquées dans des accidents, notamment liés à la grande faune sauvage</i>	19
<i>Le risque de transmission de la maladie Lyme est particulièrement important dans le Grand-Est.</i>	20
<i>Les forêts sont sources de contraintes pour d'autres d'activités, notamment agricoles</i>	21
3. Des services de régulation	23
3.1 Régulation du climat global	23
<i>Définition</i>	23
<i>Caractérisation du service : bilan carbone complet de la filière forêt-bois dans le Grand-Est</i>	23
3.2 Régulation de la qualité de l'eau.....	27
<i>Définition du service</i>	27
<i>Caractérisation du service</i>	28
3.3 Régulation des crues et des inondations.....	30
4. Les principaux biens forestiers	33
4.1 La fourniture de bois.....	33
<i>Définition du service</i>	33
<i>Caractérisation de l'offre : quelles ressources forestières « disponibles » ?</i>	34
<i>Caractérisation de la demande : récolte et prélèvement de bois</i>	35

4.2 Chasse et fourniture de gibier	39
<i>Définition du service</i>	39
<i>Caractérisation des prélèvements de chasse</i>	40
<i>Bénéficiaires et avantages associés</i>	42
<i>Un équilibre sylvo-cynégétique à maintenir ou à restaurer</i>	46
4.3 Les produits de cueillette.....	48
<i>Définition du service</i>	48
<i>Bénéficiaires et avantages associés</i>	50
<i>Éléments de caractérisation de l'activité de cueillette par le public</i>	50
5. Les services culturels	51
5.1 Les activités récréatives en forêt.....	51
<i>Définition et contexte</i>	51
<i>Éléments de caractérisation du service récréatif</i>	52
<i>Perspectives en matière d'évaluation économique du service récréatif</i>	56
5.2 Aménités environnementales et cadre de vie	57
Conclusion	59
Références bibliographiques	62
Annexe	66