

Synthèse des tendances par enjeu de politique publique

Des indicateurs aux enjeux relatifs aux forêts : une synthèse à double entrée

Des **critères (C)** et indicateurs ont progressivement été mis en place dans le domaine forestier après la conférence de Rio en 1992 dans le but de définir, suivre, guider et évaluer la gestion durable des forêts. Leur publication, depuis 1995 pour la France métropolitaine, poursuit clairement cet objectif et analyse la situation des forêts selon de multiples angles de vue partant des ressources (C1) et de leur état sanitaire (C2) pour envisager leurs grandes fonctions productrices (C3), écologiques (C4), protectrices (C5), enfin socio-économiques et culturelles (C6). Toutefois, ces critères ne permettent pas de porter un regard global sur les grands **enjeux (E)** dont font l'objet les espaces forestiers (Peyron, Bonhême, 2012), à savoir : (E1) gestion pérenne des ressources en bois, (E2) santé des forêts, (E3) biodiversité en forêt, (E4) lutte contre l'effet de serre, (E5) vulnérabilité et adaptation des forêts au changement climatique, (E6) contribution de la filière forêt-bois à l'activité économique, (E7) contribution de la forêt au bien-être social, enfin (E8) mise en œuvre de la multifonctionnalité des forêts. C'est ce à quoi s'attache à répondre la présente synthèse en s'appuyant préférentiellement sur l'édition 2015 des indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines mais également, le cas échéant, sur des éditions antérieures (Map, 1995 ; Map, IFN, 2001 ; Map, IFN, 2006 ; Maaprat, IFN, 2011), sur des démarches similaires au niveau européen ou sur des sources complémentaires.

Cette synthèse est donc doublement orientée (schéma 1) : d'une part elle mobilise explicitement les indicateurs de gestion durable des forêts pour analyser la situation de la filière forêt-bois à l'intention des décideurs ; d'autre part elle structure cette information selon les grands enjeux relatifs aux forêts. Elle est réalisée principalement au niveau national qu'elle replace cependant succinctement dans son cadre européen, biogéographique, sylvicole ou foncier. Elle s'attache, autant que possible, à saisir les tendances des dernières décennies (depuis 1980).

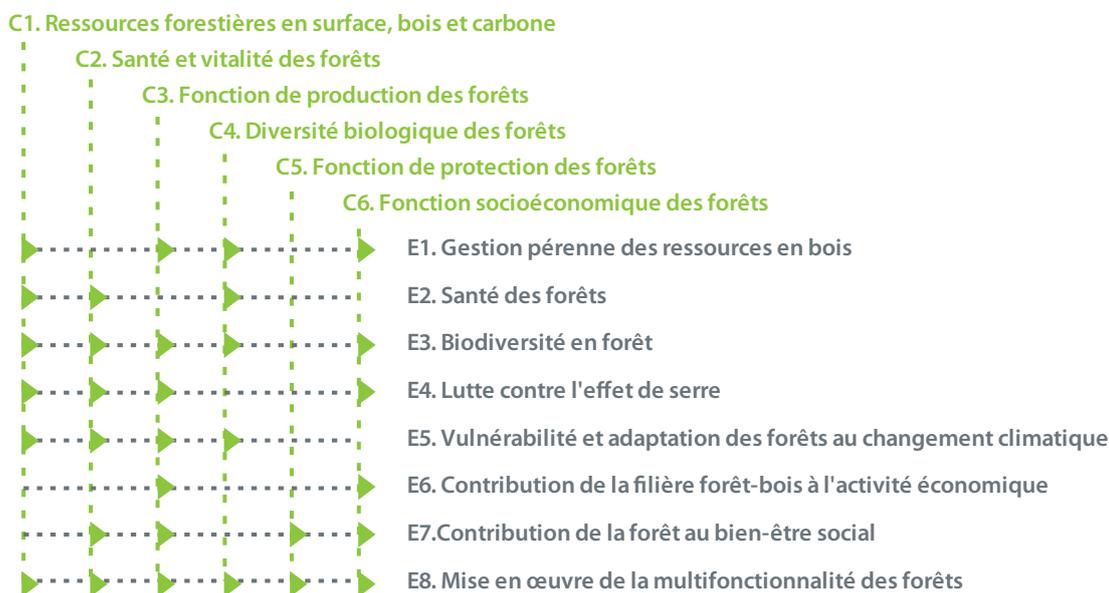


Schéma 1. Correspondance entre critères de gestion durable des forêts (de C1 à C6) et grands enjeux relatifs aux forêts (de E1 à E8). Chaque triangle vert indique qu'un indicateur au moins du critère qui le surmonte est utilisé pour caractériser l'enjeu en regard duquel il se trouve.

Avertissement

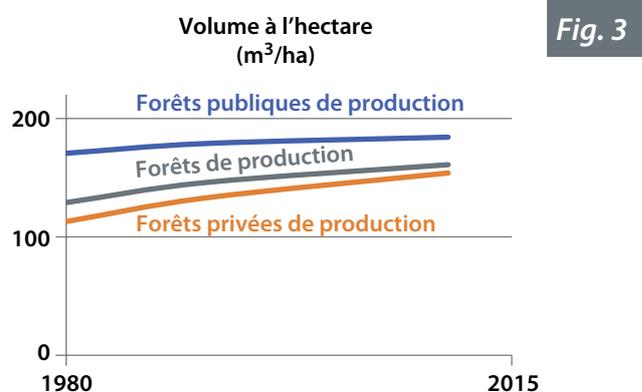
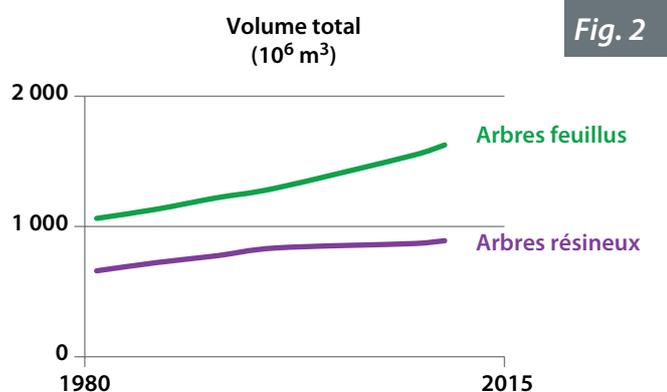
Le texte renvoie systématiquement aux indicateurs (**dont les numéros sont mentionnés entre parenthèses et en gras italique**). Les sources précises des données utilisées pour les graphiques sont fournies dans un appendice. Dans les graphiques (**qui font aussi l'objet de mentions en gras italique dans le texte**), les traits pleins sont directement issus de sources de données comparables dans le temps tandis qu'apparaissent en pointillés des informations arbitrées, corrigées ou redressées pour les besoins de l'établissement de séries chronologiques, ou bien utiles mais jugées moins robustes.

E1. Gestion pérenne des ressources en bois

Le caractère renouvelable à long terme des ressources en bois invite à juger avec une attention toute particulière leur évolution en surface et volume à l'hectare, de préférence par types de peuplement et stades de croissance. L'analyse des déterminants naturels et anthropiques de cette évolution, comme la colonisation nette de terrains, la croissance, la mortalité et le prélèvement, permettent également de mieux interpréter la dynamique de ces ressources. Parmi ces déterminants, le prélèvement relève des caractéristiques des marchés du bois aussi bien sous l'angle de l'offre des propriétaires et gestionnaires (exploitabilité technique, cadre réglementaire et contexte socio-économique) que de la demande des industries et ménages (débouchés, consommation, innovation).

Le constat fait ressortir l'importance grandissante des forêts françaises métropolitaines (**1.1** ; Pignard, 2000 ; **fig. 1**), avec un taux de boisement du territoire qui est passé de 25 % en 1980 à 30 % en 2010 (+0,6 % par an). Au-delà d'un changement de définition qui a étendu les forêts aux formations de 5 à 7 mètres de hauteur à maturité *in situ*, cette évolution s'explique par des défrichements limités et une déprise agricole qui a permis le développement de plantations et, surtout, de boisements spontanés. Elle est plus faible pour les forêts publiques (+0,4 % par an) que pour les forêts privées (+0,6 % par an) dont la part s'est accrue pour atteindre 75 %.

Les forêts disponibles pour la production de bois y sont prépondérantes à 95 % et suivent la même évolution (**1.1**). Leur volume sur pied s'accroît plus que leur surface aussi bien en moyenne (+1,3 % par an) que pour toutes les essences et classes de dimension, sauf pour les petits résineux, surtout le pin maritime, très touché par les deux tempêtes de 1999 et 2009 (**1.2** ; **1.3** ; **fig. 2**). Il en résulte un fort développement du volume moyen à l'hectare (+0,8 % par an), plus marqué en forêt privée (**1.2.2** ; **fig. 3**).



Cette augmentation de volume correspond au fait que la production biologique nette (après déduction de la mortalité naturelle) est supérieure aux prélèvements de bois (destinés à être récoltés, à l'exception des rémanents). Une égalité entre prélèvements et production biologique nette porte à 100 % le taux de prélèvement qui rapporte les premiers à la seconde et maintient constant le volume sur pied. Le taux de prélèvement est en moyenne de 50 % en France métropolitaine, 64 % pour les résineux, 45 % et plus pour les grands feuillus (chêne rouvre, chêne prédonculé, hêtre, châtaignier, peuplier), mais de l'ordre de 25 % pour l'ensemble des feuillus divers (**3.1**). Compte-tenu de l'évolution du volume sur pied décrite précédemment, le taux de prélèvement est en moyenne plus faible en forêt privée (45 %) qu'en forêt publique (63 %) (IGN, 2015). Il varie selon les régions et s'avère par exemple élevé dans le massif landais pour le pin maritime ou encore, tant pour les feuillus que les résineux, dans le Nord-Est (**3.1**). Plusieurs causes peuvent expliquer un taux de prélèvement inférieur à 100 % : la jeunesse d'une partie des peuplements, des évolutions de structure ou composition des forêts tendant vers un niveau moyen plus élevé de matériel sur pied, un manque de sylviculture ou une exploitation forestière réduite, volontairement ou non.

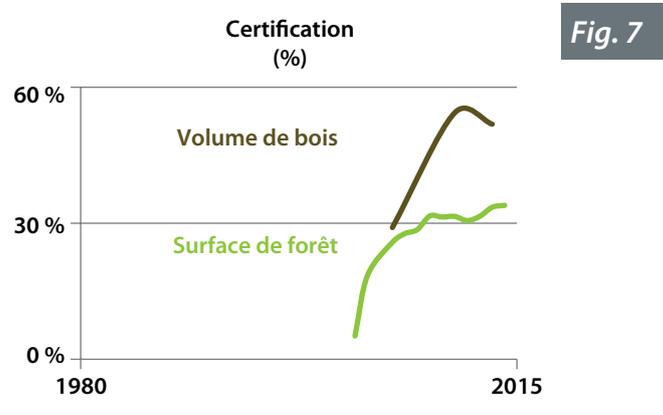
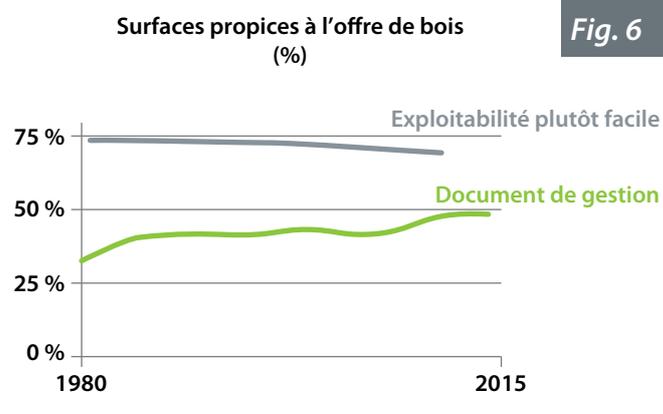
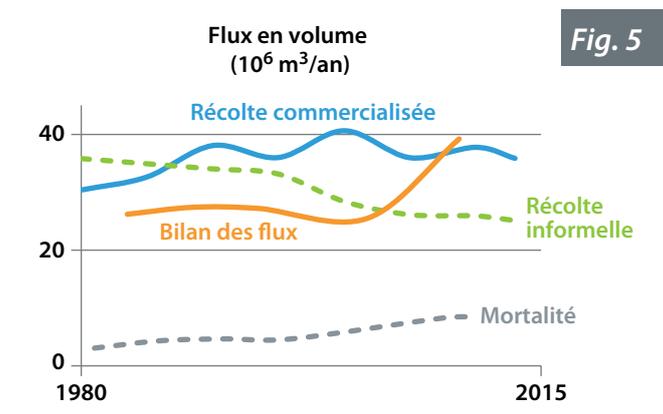
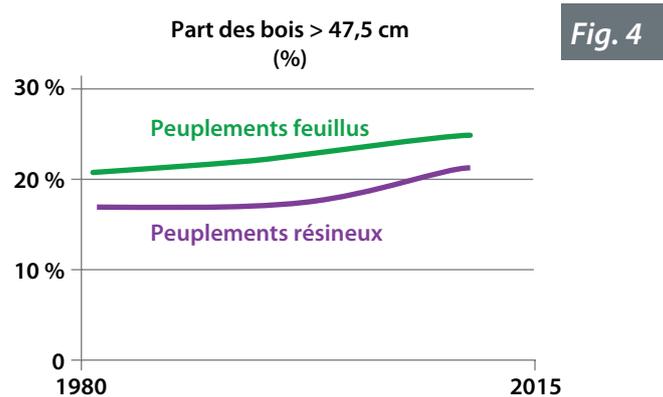
La situation française s'inscrit dans une évolution européenne (hors Russie) assez similaire en moyenne du point de vue de l'augmentation annuelle des surfaces (+0,4 %), du volume sur pied (+1,2 %) et du volume à l'hectare (+0,8 %) (SoEF, 2015). Mais le taux de prélèvement européen (66 %) est supérieur à celui de la France (50 %).

Lorsqu'elle se focalise sur les gros et très gros bois, l'analyse montre qu'on ne prélève en moyenne pas plus que la production biologique nette de ces catégories de dimension dont le renouvellement s'avère par conséquent limité (3.1). Bien que la forêt française s'étende depuis longtemps, elle est marquée par une proportion de petits bois en réduction et une proportion de gros ou très gros bois en augmentation, tant pour les résineux que les feuillus (1.3 ; fig. 4).

L'inventaire forestier ne fournit directement que depuis 2011 l'ensemble des composantes du taux de prélèvement. Celui-ci ne peut donc pas être suivi de manière rigoureuse sur les dernières décennies. Cependant, l'évolution de ses différentes composantes peut être saisie (fig. 5) : depuis 1980, aux accidents climatiques près, les prélèvements ont crû puis stagné (récolte commercialisée) voire décré (récolte informelle non commercialisée) (3.2) ; la mortalité naturelle a augmenté (4.5) mais la production biologique brute aussi, si bien que la production nette a continué à croître sous l'effet différé de l'augmentation des surfaces et d'un vieillissement progressif ; ainsi, le bilan des flux qui rend compte de l'accumulation du volume de bois sur pied (1.2) est resté soutenu pour augmenter au cours des dernières années. Au final, le taux de prélèvement aurait suivi une tendance décroissante au cours de la période.

L'offre de bois sur les marchés peut être analysée à travers quelques déterminants. Elle pâtit notamment des contraintes physiques à l'exploitation qui s'étendent en raison d'une moindre accessibilité des forêts issues de colonisation naturelle et devrait au contraire bénéficier d'une augmentation des surfaces couvertes par un document de gestion (3.1.1 ; 3.5 ; fig. 6). Elle apparaît aussi largement corrélée à la certification qui couvre un tiers des surfaces de forêts en métropole et plus de la moitié des volumes de bois ronds commercialisés (3.2 ; 6.1.3 ; fig. 7). Quant à la demande de bois français, elle a augmenté par le passé avant de stagner et d'être soutenue aujourd'hui par le marché de l'énergie (3.2 ; fig. 5).

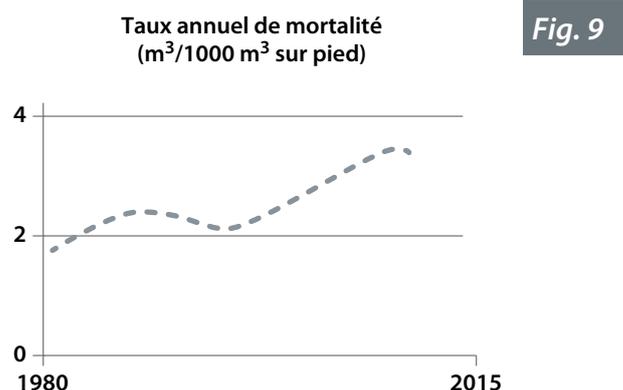
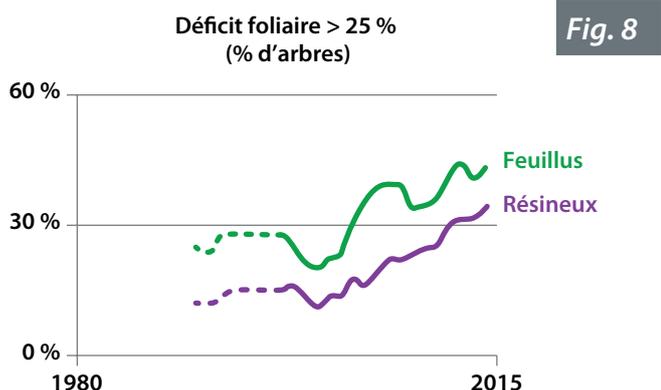
Bien que le constat mérite d'être modulé selon les catégories de propriétés, les régions et les essences, les ressources forestières françaises apparaissent ainsi en plein essor et capables, du fait de leur caractère renouvelable, de contribuer plus qu'elles ne le font actuellement au développement durable de l'économie et des territoires.



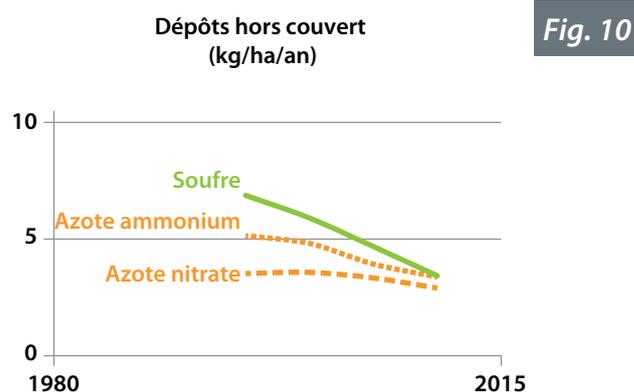
E2. Santé des forêts

L'analyse qui précède montre une ressource en bois qui se développe, notamment en surface et volume sur pied. Elle ne permet pas pour autant d'affirmer que la forêt est en bonne santé et exempte de pressions. Il convient donc de préciser d'abord son état sanitaire (défoliation, mortalité), d'observer ensuite l'action de facteurs climatiques, biotiques ou humains qui représentent pour elle autant de risques, d'examiner enfin les mesures susceptibles de maintenir la forêt en bonne santé.

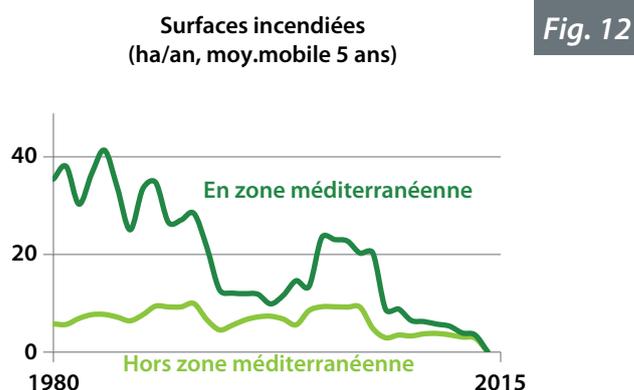
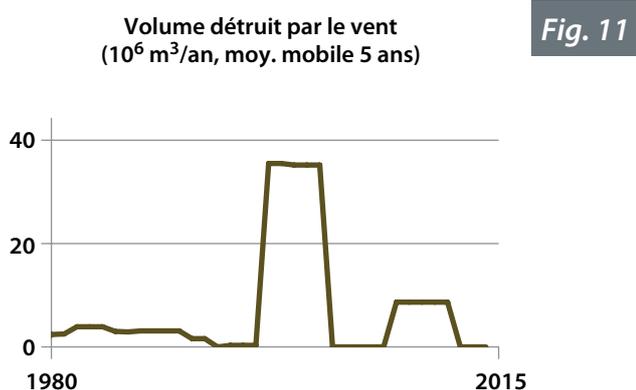
Le suivi du déficit foliaire des arbres dominants et co-dominants (2.3 ; fig. 8) montre un accroissement, tant pour les feuillus que pour les résineux. Il est particulièrement marqué dans le Sud-Est méditerranéen. Cette évolution fait suite aux tempêtes (1999, 2009) et sécheresses (notamment 2003) des deux dernières décennies. Il y a à aussi une des explications à l'augmentation de la mortalité des arbres, à laquelle s'ajoute, au-delà de l'effet de la croissance du volume sur pied, celui de prélèvements localement faibles (1.2 ; 4.5 ; fig. 9).



Les dépôts atmosphériques sur les peuplements forestiers (2.1) restent multiples, quoiqu'ils s'amointrissent pour les composés azotés et plus encore pour le soufre (fig. 10). De même, l'acidité des pluies tend à diminuer. On observe aussi une relative stabilité des apports d'éléments minéraux. En dépit de ces évolutions favorables, l'acidification des sols les plus sensibles se poursuit (diminution du pH et du taux de saturation en bases) mais sans appauvrissement des réserves en nutriments échangeables (2.2).



Les risques climatiques sont constitués principalement par les tempêtes et sécheresses. Les premières constituent la plus forte menace par leur brutalité et ampleur comme l'ont montré les épisodes de 1999 et 2009 (2.4 ; Schelhaas, 2015 ; fig. 11). Les secondes ont des effets plus difficilement quantifiables même si elles sont bien identifiées (sécheresse de 2003). Elles sont appelées à s'intensifier avec le changement climatique (réchauffement et déficit pluviométrique estival) et méritent un suivi amélioré. Elles influent en particulier sur les incendies de forêts qui sont relativement bien jugulés, notamment en zones méditerranéenne et aquitaine, à l'exception des années de sécheresse (2.4 ; fig. 12). Une vigilance particulière doit être accordée, dans le cadre du changement climatique, aux zones à risques d'incendie ; elles sont appelées à s'étendre et la menace dont elles font l'objet dépend non seulement des conditions météorologiques mais encore de l'aménagement du territoire et du comportement humain.



Les dommages biotiques dus aux insectes et champignons fluctuent et aggravent souvent les dommages abiotiques dus pour l'essentiel aux accidents climatiques (2.4 ; fig. 13). Ils montrent des signes d'aggravation en raison de problèmes émergents (chalarose du frêne, cynips du châtaignier, etc.). Ceux-ci sont limités mais restent sujets à l'éventualité de l'introduction d'organismes nuisibles tels que le nématode du pin, l'agent du flétrissement du chêne, les agriles du frêne et du bouleau, etc. Les dégâts dus aux grands ongulés ne sont pas tous aisément quantifiables, notamment en forêt. Mais ils s'aggravent avec une augmentation manifeste, au cours des dernières décennies, des populations suivies surtout à travers les réalisations de chasse (2.4.1 ; fig. 14). Il en résulte une pression sur le milieu, les cultures agricoles, la régénération des peuplements forestiers. Celle-ci peut compromettre, dans certains cas, l'adaptation des forêts au changement climatique, affecter la biodiversité (Martin, 2013), augmenter l'insécurité routière et faire peser le risque de zoonose, voire de maladies humaines (borréliose de Lyme notamment). De telles conséquences potentielles demandent cependant à être analysées selon les territoires.

Au premier rang des mesures susceptibles de maintenir les forêts en bonne santé et de conforter résistance et résilience naturelles des peuplements, figure l'adaptation des essences, provenances ou variétés à la station où elles sont implantées. Il s'agit de prendre en compte les vulnérabilités et potentialités actuelles et futures et d'assurer une gestion de qualité intégrant les sols ainsi que la diversité et la structure (en strates et dimensions) des peuplements. Au-delà de ces principes généraux, ce sont des mesures ciblées sur tel ou tel problème qui doivent être mises en place.

Au cours des dernières décennies, des progrès ont été faits dans la réduction des dépôts atmosphériques de composés chimiques acidifiants et dans la maîtrise des incendies de forêt. Il reste cependant des sujets d'inquiétude avec un déficit foliaire, une mortalité et des dommages qui tendent à augmenter, des populations de grands ongulés dont le développement n'est pas jugulé dans de nombreux massifs et des risques climatiques dont on peut mesurer les effets récents et pressentir les répercussions futures dans le cadre d'un réchauffement. La santé des forêts reste donc sous surveillance.

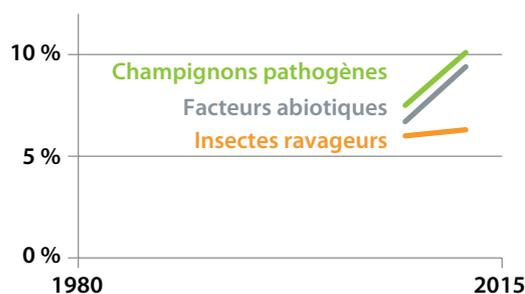
E3. Biodiversité en forêt

Les forêts françaises sont marquées par des contextes bioclimatiques et des pratiques variées qui leur confèrent globalement une grande diversité. Mais que dire de la biodiversité à un niveau plus local en termes de composition en essences et espèces, de structure et de fonctionnement ? Quelles pressions et autres influences s'exercent sur elle dans le cadre des changements globaux, au niveau des habitats (variation des surfaces boisées, fragmentation ou agrégation des massifs, artificialisation ou naturalité des peuplements) ou encore des espèces elles-mêmes ? Quelles mesures enfin sont prises pour préserver la biodiversité ou favoriser les bonnes pratiques ?

Au niveau local, on note une diversité certaine en espèces d'arbres ou essences : près de cinq en moyenne par placette de 20 ares, notamment feuillues (4.1 ; fig. 15). Cette diversité tend à croître du fait aussi bien de l'action des sylviculteurs en faveur d'essences d'accompagnement que d'une sélection modérée découlant de la faiblesse des prélèvements. Elle est plus élevée dans les peuplements mixtes. Cette diversité n'empêche pas l'essence principale des peuplements d'être dominante en volume et surface terrière à 64 % lorsqu'elle est feuillue, et

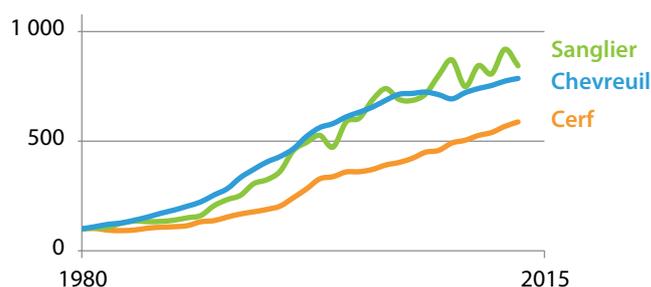
Dommages (% placettes)

Fig. 13



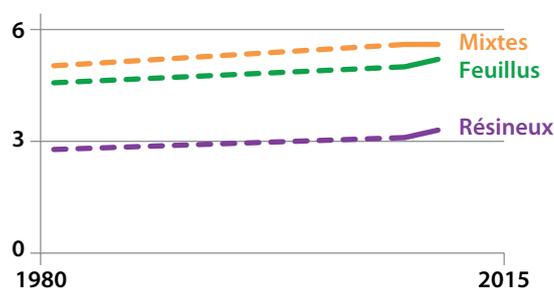
Réalisations de chasse (base 100 en 1980)

Fig. 14



Richesse en essences (nb/20 ares)

Fig. 15



respectivement à 85 et 80 % lorsqu'elle est résineuse, proportions moyennes stables au cours du temps (3.1 ; 4.1.1). Malgré un protocole de mesure variable d'un pays à l'autre, cette diversité locale moyenne apparaît plus grande que celle de l'Europe où 80 % des peuplements ont moins de quatre essences (contre 36 % en France métropolitaine).

Sont considérées comme menacées plusieurs espèces strictement forestières de plantes vasculaires (7), d'oiseaux (11), de mammifères (2), d'invertébrés (3), mais l'indicateur (4.8) ne permet pas encore de juger d'une évolution dans le temps.

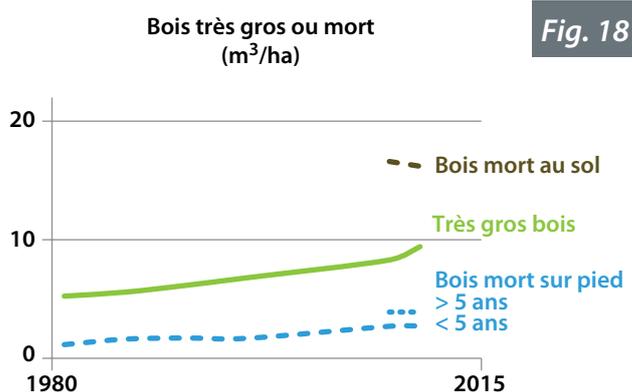
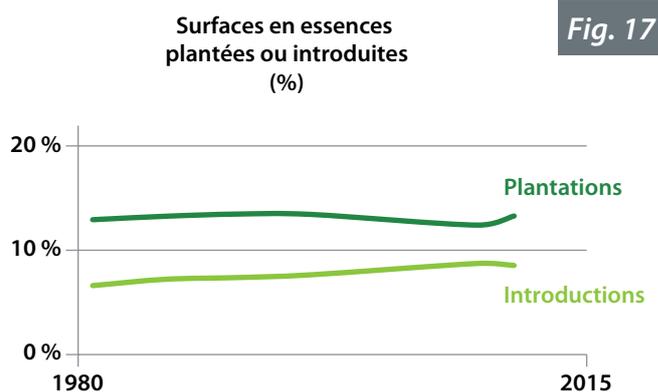
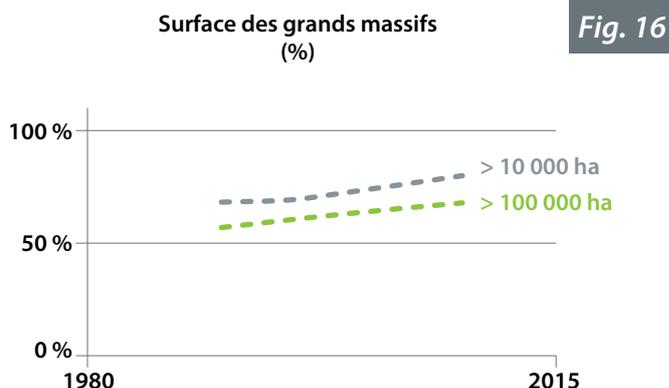
En se restreignant aux espèces et habitats d'intérêt communautaire, c'est-à-dire « en danger de disparition, vulnérables, rares ou endémiques » au sein de l'Union européenne, et en prenant comme référence un bon état de conservation, les espèces se trouvant en forêt sont dans un état favorable pour 38 % d'entre elles et en mauvais état pour 16 %, tandis que les habitats forestiers sont évalués favorablement pour 17 % d'entre eux et en mauvais état pour 25 %, ce qui laisse une grande proportion d'habitats dans des situations intermédiaires (Lévêque, Bensettiti et Puissauve, 2014). Globalement, les forêts apparaissent dans un état sensiblement moins dégradé que les autres écosystèmes, surtout du fait de la situation des espèces.

Les développements relatifs à la santé des forêts ont montré que les dépôts atmosphériques ont significativement diminué au cours des dernières décennies (2.1) sans interrompre cependant toute action, notamment acidifiante (2.3), qui affecte forcément la biodiversité. Quant aux effets du changement climatique sur celle-ci, il est encore difficile de les mettre en évidence (voir E5).

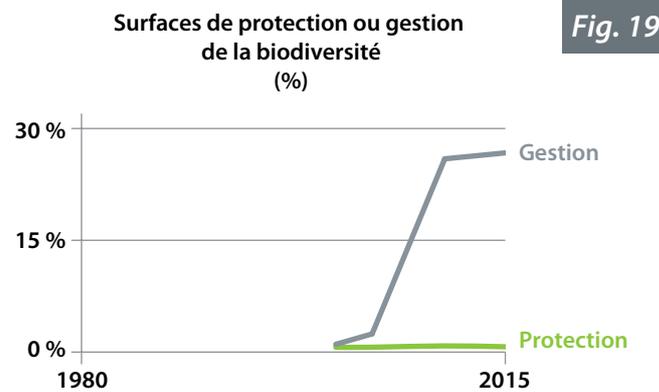
En même temps qu'elles s'étendent (1.1), les forêts font progresser le champ de la biodiversité associée aux habitats forestiers. Il serait cependant utile de mieux apprécier les composantes de cette extension nette que ce n'est le cas aujourd'hui (1.1), un défrichement n'étant pas compensé hectare pour hectare par un boisement, notamment au plan de la biodiversité. La répartition spatiale des forêts est aussi un facteur majeur pour la biodiversité au regard des continuités écologiques à assurer. Des données par classe de taille, on déduit que la surface des grands massifs augmente non seulement en valeur absolue mais aussi en proportion des surfaces de forêt, les massifs de plus de 10 000 ha couvrant dorénavant 80 % des forêts et ceux de plus de 100 000 ha en couvrant 68 % (4.7 ; fig. 16). On constate ainsi en moyenne un mouvement d'agrégation des massifs forestiers.

La naturalité des forêts est une caractéristique importante pour leur biodiversité. Or, les peuplements forestiers français métropolitains sont semi-naturels dans leur grande majorité, la proportion de ceux qui sont issus de plantation étant de 13 % et relativement stable sur les trois dernières décennies (4.2 ; 4.3 ; fig. 17). Les surfaces dominées par des essences non indigènes, introduites volontairement ou non, sont en progression mais inférieures à 10 % (4.4 ; fig. 17).

Les volumes de bois vieillissant ou mort assurent la sauvegarde d'espèces dont la sylviculture tend à réduire les habitats. Ils ont significativement augmenté (1.3 ; 4.5 ; fig. 18). Les bois morts au sol et morts sur pied depuis plus de 5 ans n'étant évalués que depuis 2008, cette affirmation s'appuie surtout sur le suivi des très gros bois et bois morts sur pied depuis moins de 5 ans. L'augmentation constatée résulte largement des accidents climatiques (1999, 2003, 2009) et du faible renouvellement des peuplements (voir en E1). Les évaluations plus complètes du bois mort qui sont dorénavant réalisées dans les forêts françaises métropolitaines donnent des résultats conformes à la moyenne européenne.



Outre le développement de bonnes pratiques de gestion durable des forêts (3.5 ; 6.1.3), la conservation de la biodiversité justifie des mesures de protection et de gestion. Les surfaces sur lesquelles elle est strictement protégée (réserves biologiques intégrales, zones centrales de parcs nationaux) s'accroissent mais restent à un niveau faible inférieur à 1 % et sont encore inégalement réparties. Les surfaces bénéficiant d'une gestion active en faveur de la biodiversité ont fortement progressé dans le cadre du programme européen Natura 2000 avec le développement des zones de protection spéciale et des zones spéciales de conservation (4.9 ; fig. 19). Par ailleurs, la conservation des ressources génétiques a fait l'objet de gros efforts ces dernières années (4.6) et le financement des mesures en faveur de la biodiversité a gagné en visibilité (6.4).

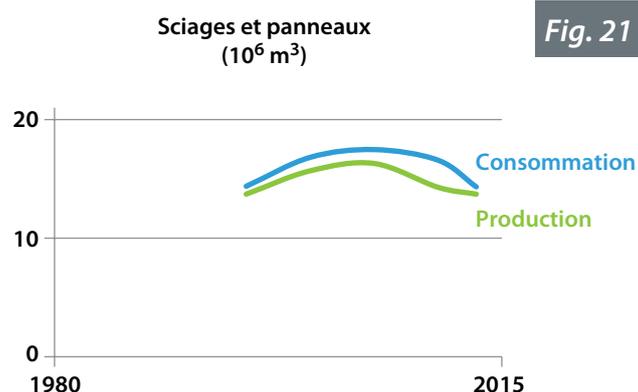
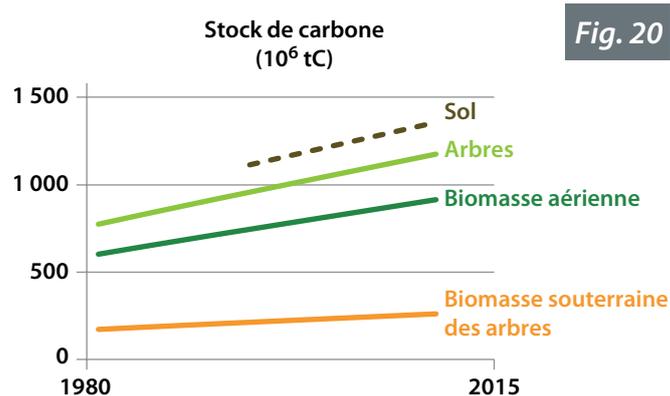


La biodiversité est un enjeu prégnant pour lequel la forêt métropolitaine possède communément des atouts majeurs avec une richesse locale en essences forte et croissante, une majorité de grands massifs qui ne cessent de s'étendre, une large part laissée aux essences indigènes régénérées par voie naturelle, des volumes croissants de très gros arbres et de bois mort et une attention qui s'est largement renforcée. Les principaux points de vigilance se situent au niveau de certains habitats vulnérables, des progrès nécessaires pour tendre vers les objectifs de la stratégie nationale de création d'aires protégées (SCAP) et de l'insuffisance actuelle de données de suivi taxonomique.

E4. Lutte contre l'effet de serre

La filière forêt-bois contribue de multiples manières à la lutte contre l'effet de serre et ainsi à l'atténuation du changement climatique. Elle interagit avec l'atmosphère essentiellement par l'intermédiaire du dioxyde de carbone. Sa contribution revêt deux aspects : accroissement du stock de carbone biogénique (en et hors forêt) et évitement d'émissions de carbone fossile grâce à l'utilisation de bois en lieu et place d'énergie fossile et de matériaux plus gourmands en énergie que le bois (Madignier *et al.*, 2014). Le premier de ces aspects repose sur le fait que la matière sèche du bois est constituée pour moitié environ de carbone ; il s'analyse à travers le suivi des réservoirs de carbone que constituent la biomasse vivante, la biomasse morte, la matière organique du sol et les produits en bois. Le second repose sur l'effet de substitution qui mesure le gain en émissions de dioxyde de carbone que représente l'utilisation de bois par rapport aux matériaux concurrents et énergies alternatives ; il dépend aussi de la possibilité de cumuler plusieurs effets de substitution grâce à une bonne valorisation de la matière première (produits connexes, recyclage, récupération) ; il bénéficie en outre des économies d'énergie permises par les qualités isolantes du bois.

L'expansion continue des forêts et l'augmentation du volume de bois sur pied dans les forêts métropolitaines se traduisent « mécaniquement » par une augmentation du stock de carbone dans la biomasse vivante aérienne et souterraine des arbres (1.4 ; fig. 20). Celle-ci est estimée à environ 19 millions tC/an ou encore 71 millions tCO₂ eq/an (Colin, 2014). L'accroissement de la mortalité au cours de la période, qui a été commenté précédemment (en E1, E2 et E3), laisse également augurer du développement d'un puits de carbone dans la biomasse morte de l'ordre de 10 millions tCO₂ eq/an. On s'attend aussi à une augmentation de la matière organique des sols sur la base des mesures effectuées dans le réseau Renecofor de suivi des écosystèmes forestiers de l'ONF (2.2 ; fig. 20). Le puits de carbone des sols forestiers pourrait ainsi être de l'ordre de 15 millions tCO₂ eq/an. Quant au stock de carbone dans les produits forestiers, il



dépend de l'évolution de la production et de la consommation de ces produits au cours du temps ainsi que de leur durée de vie. Pour les sciages et panneaux, qui constituent l'essentiel des produits à considérer ici, cette évolution apparaît peu favorable depuis quelques années (6.7 ; fig. 21) ce qui laisse présager l'absence actuelle d'un puits de carbone conséquent dans les produits forestiers.

La substitution de produits en bois à d'autres fabrications engendrant des émissions de gaz à effet de serre s'inscrit dans la suite des développements précédents. 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 de matériaux concurrents du bois et moins performants que lui en termes d'émissions de dioxyde de carbone. Cet effet de substitution mérite des évaluations complémentaires mais est estimé en moyenne à 1,1 tCO₂ eq évitée par mètre cube de bois contenu dans les produits finis, hors valorisation énergétique en fin de vie (Ademe, 2015). Cet effet peut donc être évalué à environ 16 millions tCO₂ eq/an.

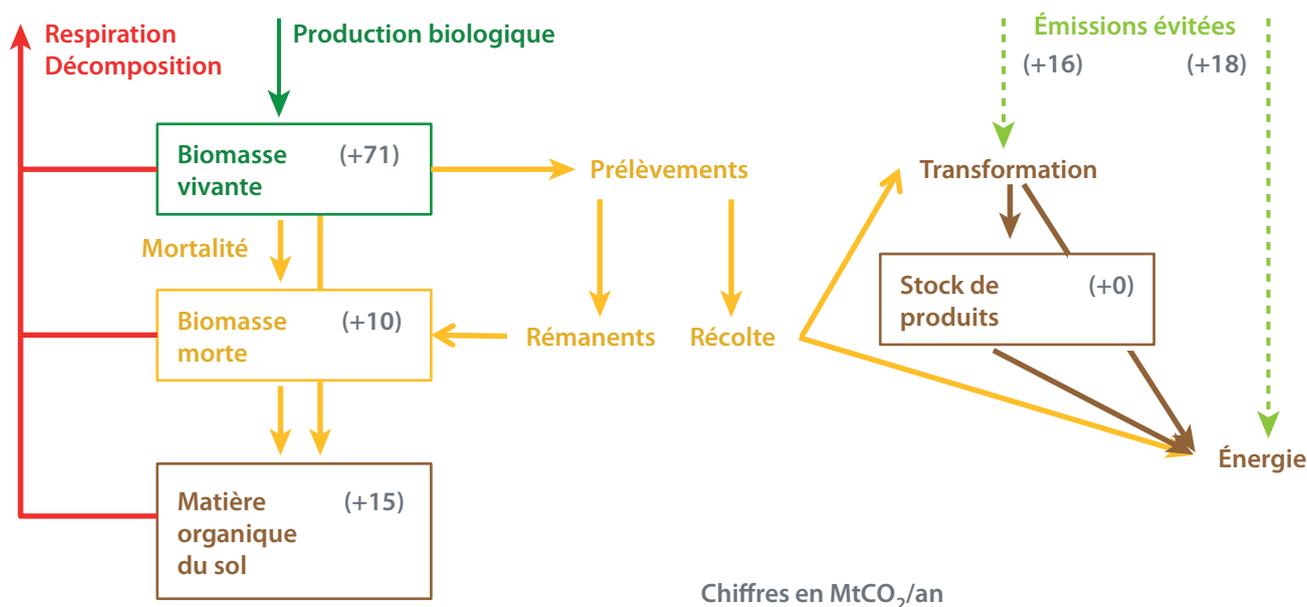


Schéma 2. Récapitulatif des estimations, en millions de tonnes d'équivalent CO₂, des principales contributions au bilan carbone de la forêt française métropolitaine avec les variations de stocks (biomasses vivante et morte, matière organique du sol, produits en bois) et les émissions évitées par la consommation de produits et énergie à base de bois.

La 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 tCO₂ eq évitée par mètre cube de bois brûlé est utilisé ici. La plus grande partie (de l'ordre de 75 %) du bois récolté (3.2) a vocation à recevoir une utilisation énergétique en fin de vie sinon dès sa mobilisation. Cela représenterait environ 45 millions m³/an évitant au total 18 millions tCO₂ eq/an.

Cumulant absorptions, stockages et émissions évitées, le bilan total de la filière forêt-bois serait donc de l'ordre de 130 millions tCO₂ eq/an à raison de plus de la moitié du fait de l'augmentation de la biomasse vivante en forêt et de près d'un quart par effet de substitution du bois à d'autres énergies ou matériaux. 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 des émissions nettes de la France qui s'élèvent à environ 490 millions tCO₂ eq/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).

E5. Vulnérabilité et adaptation des forêts au changement climatique

Le renforcement de l'effet de serre et le changement climatique qu'il induit modifient l'environnement général des forêts et l'occurrence d'événements tels que vagues de chaleur, sécheresses, pluies saisonnières intenses (hiver et printemps). Les effets présumés portent sur la répartition, la croissance, la survie et la régénération des espèces, ainsi que sur l'état de santé des arbres. Ils restent difficilement observables du fait de modifications encore limitées, de l'inertie de nombreux phénomènes et des interactions avec d'autres facteurs. Au-delà de l'observation

des phénomènes actuels, l'analyse de la capacité d'adaptation s'avère particulièrement utile dans un domaine nécessitant prévention et précaution.

Le réchauffement se traduit par des évolutions de l'état hydrique de la végétation sous l'effet de la température, de l'humidité de l'air, de la vitesse du vent et des précipitations. L'indice feux de forêts météorologique (Météo-France, Meem/Onerc ; **fig. 22**) en rend compte annuellement sous la forme de la part du territoire métropolitain qui a été quotidiennement sensible aux feux de forêts pendant plus d'un mois. Il met en évidence les années particulièrement sèches, notamment autour de 1990 et 2003. Il montre également une tendance croissante au fil du temps et fait prendre conscience de l'extension des surfaces à risque d'incendie (Chatry et al., 2010). Des indices similaires peuvent être établis sur la base du bilan hydrique des sols (modèle Biljou©).

La sensibilité des forêts à la sécheresse apparaît clairement sur les suivis de l'état foliaire et de la mortalité des arbres (**2.3**), ou encore sur les surfaces boisées incendiées les années exceptionnellement chaudes et sèches (**2.4**), comme cela a été présenté précédemment (en E2). L'impact du réchauffement est également mis en évidence en observant l'émission de pollen ou une espèce inféodée aux forêts comme la chenille processionnaire. L'indicateur sur les pollens de bouleau estime la quantité moyenne annuelle de pollen dans l'air autour de six grandes villes françaises (Réseau national de surveillance aérobiologique, Meem/Onerc ; **fig. 23**). Il est particulièrement lié à l'évolution de la température, celle-ci stimulant l'émission de pollen et allongeant la période correspondante. Il constitue de plus un indicateur utile pour la santé humaine du fait du potentiel allergisant du pollen de bouleau. Quant à la chenille processionnaire du pin, elle bénéficie d'une levée des contraintes thermiques qui la cantonnait jusque-là au sud de la Loire et son aire s'étend en surface et vers le nord au rythme moyen de 4 km/an (Inra, Meem/Onerc ; **fig. 24**). Cet indicateur présente un intérêt non seulement pour la forêt (défoliation) mais également pour la santé humaine et animale (allergies, urticaire, choc anaphylactique).

Face à ces impacts déjà avérés du changement climatique, dont on pourrait multiplier les exemples, l'adaptation des pratiques est importante car on sait que le réchauffement va se poursuivre encore plusieurs décennies et que la plupart des arbres d'aujourd'hui auront à le subir sans pouvoir tous le supporter. Une première façon de s'adapter consiste à favoriser une diversification de la forêt. Présentée précédemment (en E3), l'augmentation moyenne de la diversité locale en essences y contribue (**4.1**). À une échelle plus large, il est aussi utile de s'intéresser à la part que prennent les essences majeures dans la forêt française. Or celle-ci tend à diminuer, qu'on la suive en surface (**1.1.4 ; fig. 25**), ou en volume (**1.2.2 ; fig. 26**). En surface, cette diminution est accentuée par le changement de méthode d'identification de l'essence principale des peuplements, mais le sens de la tendance n'est pas modifié. Par ailleurs, la diversification globale qui en résulte n'est pas sans lien avec l'expansion des dernières décennies qui a favorisé les essences pionnières et méridionales.

Une autre adaptation possible touche à la régulation de l'ampleur du capital de bois sur pied. Celle-ci permet en effet de limiter le niveau d'enjeu vis-à-vis du changement climatique et des aléas en général (tempête, sécheresse, incendie, organismes pathogènes, etc.). Elle réduit également la sensibilité à certains de ces aléas, en évitant la présence d'arbres vulnérables, en restreignant la hauteur totale des peuplements, leurs exigences en eau et la masse de combustible dans les zones à risque d'incendie. Elle augmente la part du renouvellement des peuplements et donc la rapidité de l'adaptation possible. Elle favorise le développement structurel des industries

Fig. 22

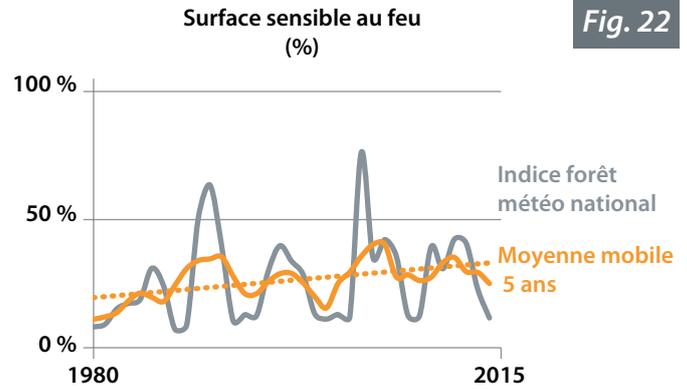


Fig. 23

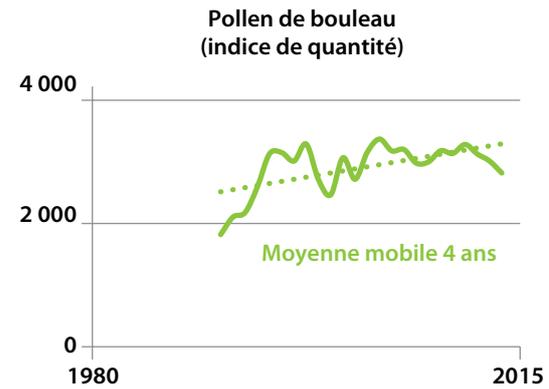
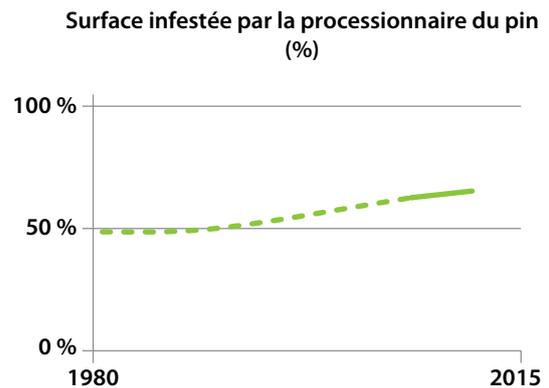
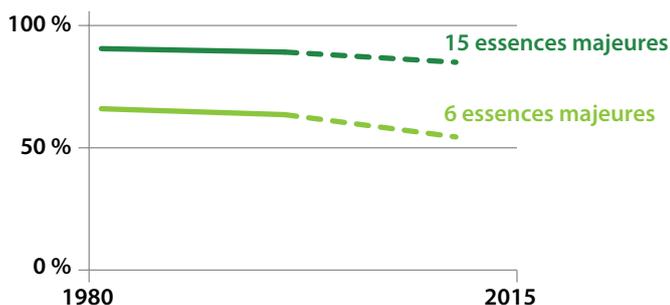


Fig. 24



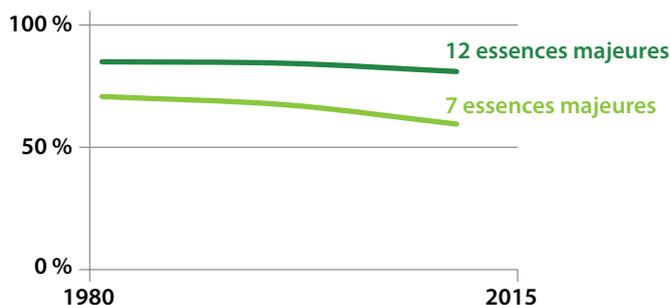
Surface des essences majeures (%)

Fig. 25



Volume des essences majeures (%)

Fig. 26



et pépinières dont le dynamisme est important en général mais aussi pour la gestion des crises susceptibles de survenir. L'augmentation actuelle du capital sur pied (1.2) qui a été mise en évidence précédemment (en E1) rend pour l'instant difficile une application étendue de ce mode d'adaptation en augmentant l'âge ou la dimension des arbres (1.3) et en limitant le renouvellement (3.1).

De même, l'augmentation des populations de grands ongulés (2.4.1) analysée précédemment (en E2) est susceptible de perturber le renouvellement des peuplements, donc aussi leur adaptation au changement climatique, dans les massifs en déséquilibre sylvo-cynégétique.

Finalement, on note d'ores et déjà en forêt des signes du changement climatique qui incitent fortement à s'adapter dans les zones vulnérables. De ce point de vue, une certaine diversification semble à l'œuvre aussi bien au niveau local qu'au niveau d'ensemble. En revanche, l'évolution actuelle des forêts françaises s'avère moins favorable à l'application de stratégies fondées sur une maîtrise du volume sur pied des peuplements et notamment de ceux qui, susceptibles d'être gérés, ne le sont pas actuellement.

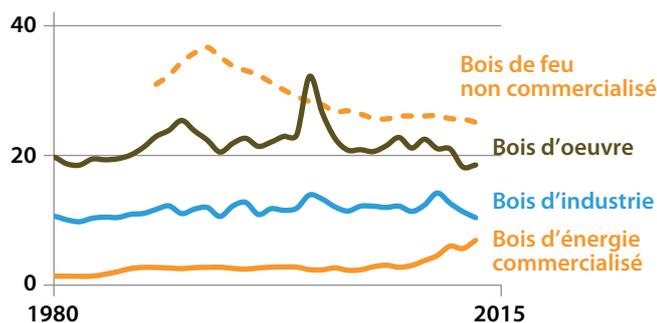
E6. Contribution de la filière forêt-bois à l'activité économique

La filière forêt-bois alimente des activités économiques en fournissant du bois, des produits non ligneux et des services. Elle génère une valeur ajoutée qui accroît le produit intérieur brut, rémunère des emplois et régule le commerce extérieur.

La récolte de bois d'œuvre est restée globalement constante depuis 1980 à l'exception d'une embellie à la fin des années 1980 et des effets des tempêtes de 1999 et 2009 (3.2 ; fig. 27). Elle diffère selon les essences avec une hausse pour les résineux (+0,6 %/an) et une baisse pour les feuillus (-1,3 %/an). Les récoltes de bois d'industrie et d'énergie se sont régulièrement accrues jusqu'en 2007 (respectivement de +0,5 %/an et +2,7 %/an), avant de varier sous l'effet de la tempête, pour le bois d'industrie, et de s'accroître fortement, pour le bois d'énergie (+15 %/an), avec l'essor de la demande d'énergie renouvelable. Selon les enquêtes auprès des ménages (SOEs), la récolte de bois de feu non commercialisé a décliné dans les années 1990 (-3,3 %/an) pour se stabiliser durant les années 2000. La récolte fait également l'objet d'un suivi en valeur (3.2 ; fig. 28). En monnaie constante, au moins sur la première partie de la période et à l'exception du bois d'énergie commercialisé, on assiste à une baisse conséquente de la valeur des bois qui s'explique en partie par un prix élevé au moment du second choc pétrolier de 1979-1980 (pour le bois d'œuvre comme le bois d'énergie). Cette évolution traduit donc largement un retour à la valeur d'avant le premier choc pétrolier de 1973.

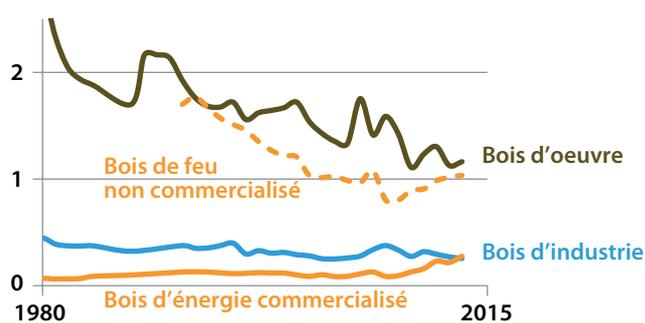
Récolte de bois (10⁶ m³)

Fig. 27



Récolte de bois (10⁹ € 2014)

Fig. 28

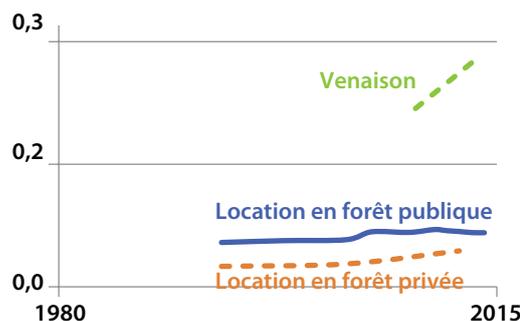


Au niveau forestier, d'autres produits que le bois sont susceptibles d'être commercialisés : venaison, truffes, liège, miel, graines et plants forestiers, etc. Il en va de même de services tels que la location de chasse ou l'autorisation de prélèvements variés. La chasse tient de ces deux aspects (3.3 ; 3.4 ; fig. 29) : elle mobilise des montants financiers moindres que le bois mais significatifs et croissants, aussi bien pour la valeur de la venaison prélevée que pour le niveau des locations.

Durant les dernières années, la valeur ajoutée de la filière forêt-bois s'est érodée (6.2 ; fig. 30), y compris par rapport aux seuls secteurs primaire (ressources naturelles) et secondaire (industrie) qui perdent eux-mêmes du terrain sur les services. En 2012, la contribution de la filière forêt-bois au produit intérieur brut (PIB) n'est plus que de 0,55 % contre 0,95 % en 1999, soit une réduction moyenne annuelle de plus de 4 %. Or, dans la filière forêt-bois, 72 % de la valeur ajoutée est utilisée pour couvrir salaires et charges sociales (6.3.a). De manière donc liée, l'emploi total des branches de la filière forêt-bois a perdu sur la même période près de 30 % de son effectif, soit une réduction moyenne annuelle de 3 % pour les différentes branches, avec cependant une réduction légèrement inférieure pour la branche travail du bois/ameublement (6.5 ; fig. 31). La filière occupe ainsi 0,83 % de la population active pour engendrer 0,55 % du produit intérieur brut. L'écart entre ces deux chiffres traduit le faible niveau de qualification de l'emploi dans le secteur. Ces éléments excluent cependant des emplois émergents et difficiles à appréhender dans les domaines des loisirs et de la protection de la nature. Une analyse régionale ferait par ailleurs ressortir une grande hétérogénéité entre régions, et montrerait l'importance du nord-est et de l'ouest de la France.

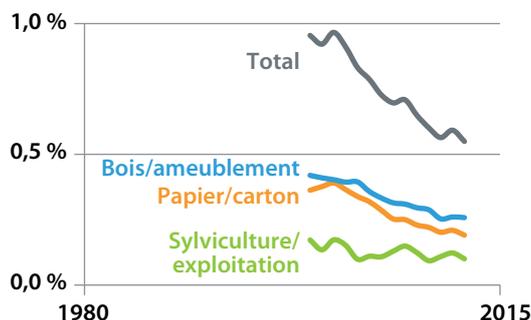
Economie de la chasse
(10⁹ € 2014)

Fig. 29



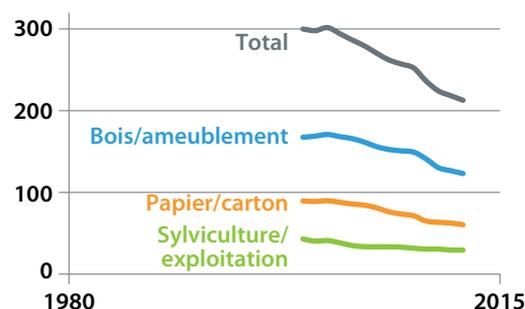
Contribution au PIB
(%)

Fig. 30



Emploi
(1000)

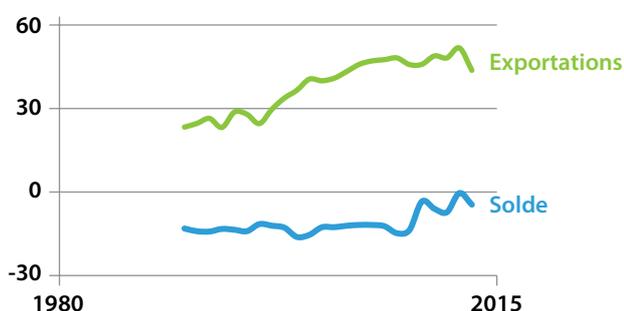
Fig. 31



Le déficit du commerce extérieur de la filière forêt-bois reste globalement assez stable sur les quinze dernières années, en dépit des fluctuations dépendant du contexte économique général et du contexte forestier (accidents climatiques notamment). En volume d'équivalent bois rond (EBR), il semble avoir atteint un équilibre à la faveur d'exportations accrues (6.8 ; fig. 32) tandis qu'il se maintient en valeur (6.8 ; fig. 33) sous l'effet d'une double contraction des exportations et des importations. Ce déficit oscille entre 4 et 6 milliards d'euros 2014. Il s'explique aujourd'hui en premier lieu par l'ameublement (45 % en 2014 contre 27 % en 2000) et concerne donc des produits à forte valeur ajoutée. Il reste important mais s'est beaucoup réduit dans le domaine papetier (23 % en 2014 contre 56 % en 2000). Il se creuse dans le secteur de la construction et du bâtiment (14 % en 2014 contre 3 % en 2000) et reste stable sur les sciages (à 12 ou 13 %).

Commerce extérieur
(10⁶ m³ EBR)

Fig. 32



Commerce extérieur
(10⁹ € 2014)

Fig. 33



L'observation du déficit du commerce extérieur de la France suggère une remarque complémentaire relative à l'ampleur qu'y occupe la facture énergétique. Or, si la filière forêt-bois permet d'éviter des émissions de carbone d'origine fossile, comme cela a été vu précédemment (en E4), c'est qu'elle réalise des économies d'énergie et contribue donc à atténuer non seulement le changement climatique mais encore les importations (Bouvarel, 2015). Une estimation grossière de cet effet peut être faite en rappelant (voir E4) que l'utilisation du bois permet d'éviter l'émission de l'ordre de 34 millions tCO₂ eq/an, soit encore l'utilisation d'environ 11 millions tep/an de pétrole. Or, en 2014, 96 millions tep de pétrole ont été importés pour une facture de 45 milliards €, soit près de 470 €/tep. À ce prix, les économies d'énergie auxquelles a contribué la filière forêt-bois en 2014 représentent un montant de l'ordre de 5 milliards d'euros 2014, c'est-à-dire l'équivalent du déficit du commerce extérieur de la filière.

L'économie de la filière forêt-bois est donc marquée par une stagnation de la récolte de bois et un certain développement des autres biens et services, notamment en matière cynégétique. Sa contribution à la richesse nationale et aux emplois traditionnels se réduit tandis que les nouveaux emplois « verts » sont encore mal appréhendés et qu'il existe un potentiel de reprise dans des ressources imparfaitement valorisées (3.1). La filière forêt-bois française est, depuis longtemps, marquée par un déficit de son commerce extérieur qui reste cependant stable et se trouve par ailleurs compensé par la participation du secteur à la réduction de la facture énergétique.

E7. Contribution de la forêt au bien-être social

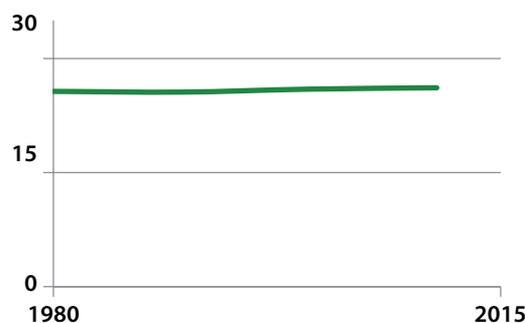
La forêt tient une large place dans le cœur des Français pour le cadre paysager et de contemplation qu'elle compose, l'espace de loisir qu'elle offre, l'approvisionnement qu'elle fournit, les emplois et occupations qu'elle procure, la protection contre les risques qu'elle assure, etc.

Les forêts constituent un cadre de vie et un patrimoine culturel avec ses éléments remarquables (6.11) et d'autres plus ordinaires. La surface forestière par habitant est en moyenne en France métropolitaine d'un quart d'hectare environ (6.10 ; fig. 34). Ce niveau est assez stable dans le temps car l'expansion forestière (+0,6 %/an) est proche de la croissance démographique (+0,5 %/an). On observe cependant de fortes disparités d'une région à l'autre, avec 2 ares/habitant en Ile-de-France et Nord-Pas-de-Calais et jusqu'à 77 ares/habitant en Limousin et Corse (6.10.b).

Les forêts constituent un espace privilégié de loisirs pour les Français, près de la moitié s'y rendant au moins une fois par mois. Ces visites donnent lieu à des pratiques diverses comme la promenade, des activités sportives, l'observation naturaliste, la cueillette (champignons, fruits, etc.), la chasse, la collecte de bois de chauffage. La fréquentation des forêts a récemment repris après une baisse peut-être consécutive aux tempêtes de 1999. (6.10 ; fig. 35). Le tableau de chasse a fortement augmenté au cours des dernières décennies (2.4.1 ; fig. 36) comme cela a déjà été mentionné (E2). Celles-ci sont dorénavant en moyenne de 3,5 chevreuils, 3,5 sangliers et 0,4 cerf aux cent hectares boisés. La récolte de bois de feu non commercialisé tendrait quant à elle à décroître (3.2 ; fig. 37) tout en représentant encore un volume important.

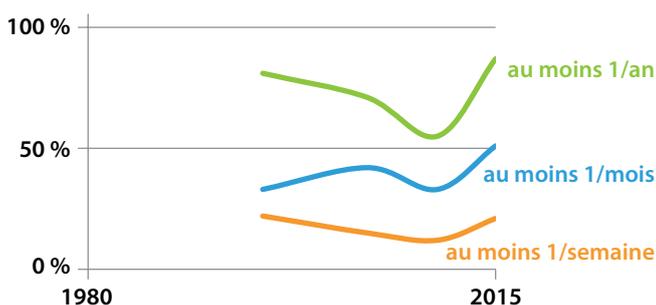
Surface de forêt par habitant (ares)

Fig. 34



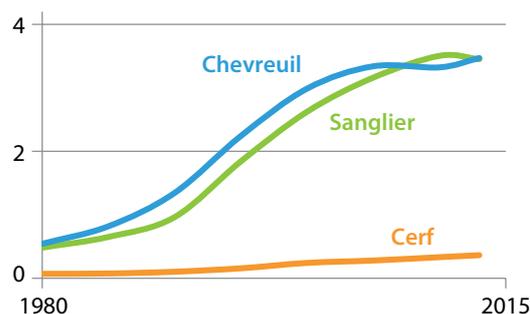
Fréquence des visites en forêt (%)

Fig. 35



Réalisations de chasse (nb/100 ha)

Fig. 36

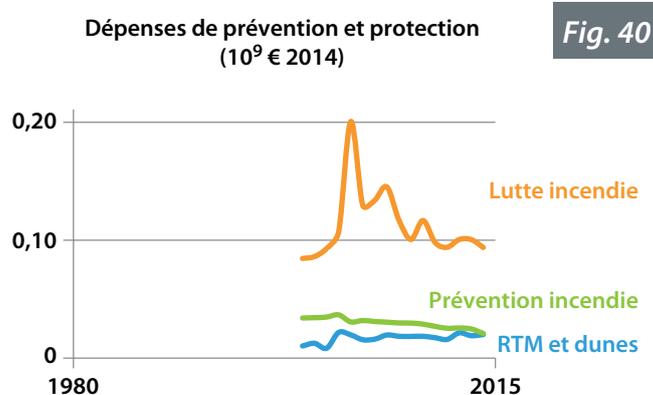
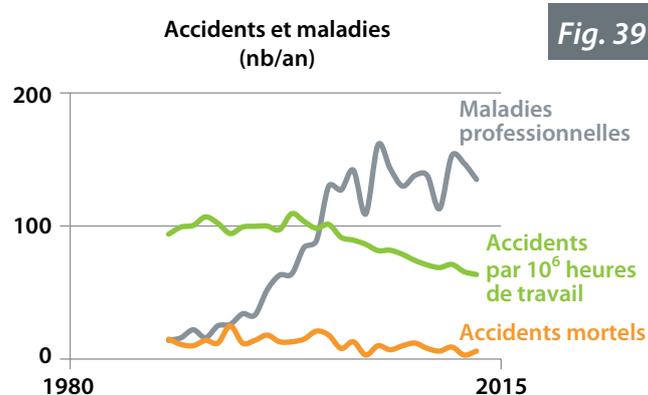
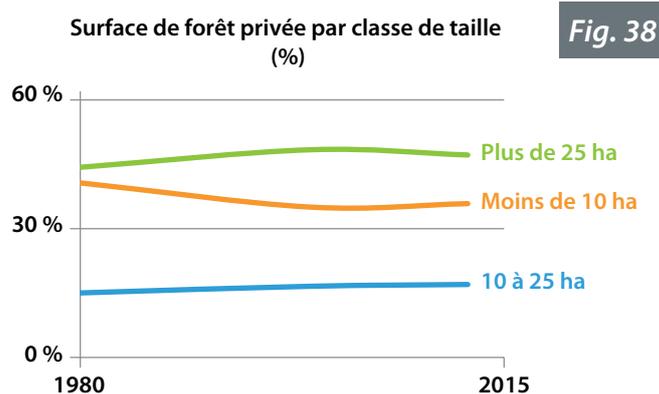
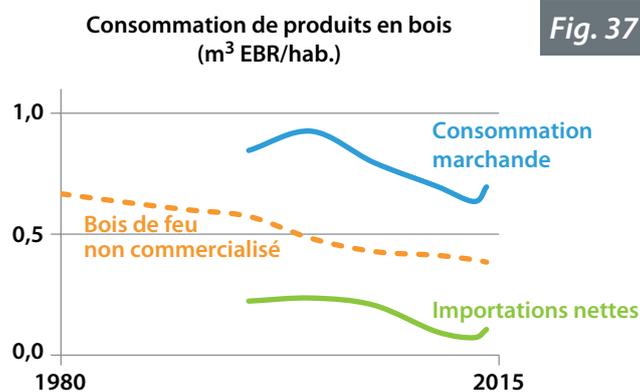


Au-delà de cette récolte directe en forêt, les consommateurs français achètent des produits en bois issus soit des ressources françaises, soit des importations. En ajoutant à la récolte commercialisée métropolitaine de bois ronds les importations nettes de bois et produits dérivés estimés en mètres cubes d'équivalent bois ronds (EBR), on mesure les besoins en bois des consommateurs français et la contribution du commerce extérieur pour les satisfaire (3.2 ; 6.8 ; fig. 37). Comme la consommation de bois de feu non commercialisée, la consommation marchande de produits en bois a diminué jusqu'au niveau d'environ 0,7 m³EBR par habitant. Le recours en volume au commerce international s'est également réduit.

Les propriétaires forestiers tiennent une place singulière dans la société. Au nombre de 3,3 millions (6.1.a), ils représentent 12 % des ménages. Ils possèdent des superficies très variables. La part des différentes classes de taille est stable après une période durant laquelle le poids des grandes propriétés s'est accru au détriment des petites (fig. 38). La forêt privée reste cependant morcelée, ce qui lui confère un certain handicap (Maaf-SSP, 2014) et justifie les efforts pour en regrouper la gestion. En outre, être propriétaire forestier n'est pas une profession mais une qualité : le développement forestier, la formation et l'information sont donc fondamentaux en forêt privée (6.1.2).

Sources d'affections et de dangers mais aussi moyens essentiels de protection, les forêts entretiennent une relation ambivalente avec la société du point de vue de la santé humaine et de la sécurité.

Lors des sorties en forêt, voire pour les résidents à proximité d'un espace boisé, des précautions doivent être prises pour éviter les désagréments que représentent les tiques (borréliose de Lyme), les chenilles urticantes (voir E5), les pollens (voir E5), ou encore les chutes de branches mortes ou d'arbres, notamment en cas de vent. En outre, si l'emploi en forêt joue un rôle social important (voir E6), les conditions de travail y sont difficiles avec des accidents et maladies plus fréquents que pour la plupart des autres professions. Cette situation s'améliore progressivement pour les accidents (6.6 ; fig. 39). Quant aux maladies professionnelles, le nombre de signalements a bondi à la faveur d'évolutions dans la reconnaissance des affections péri-articulaires, avant de se stabiliser au cours des dernières années. On peut considérer de même que les incendies de forêt représentent un risque pour la société, même si les départs de feu sont largement dus à la malveillance ou l'imprudence humaine (source Prométhée). D'où les efforts importants et efficaces mis en œuvre par l'État pour prévenir les risques et lutter contre les incendies (6.4 ; fig. 40).



Inversement, la forêt est un moyen de protection de la biodiversité (et de plantes aux vertus parfois thérapeutiques), de l'atmosphère (voir E4), des eaux et des sols (5.1). En ce qui concerne les sols, les forêts métropolitaines contribuent à la lutte contre l'érosion des terrains de montagne, des dunes sableuses de la façade atlantique et des côtes rocheuses de la façade méditerranéenne (ONF, 2015). Les zones montagneuses à risque moyen ou fort couvrent environ 125 000 ha boisés au sein des périmètres de restauration des terrains en montagne (RTM) ou des forêts de protection. Les zones dunaires luttant contre l'envahissement par les eaux et les sables représentent quant à elles environ 13 000 ha boisés. Cet enjeu mobilise des ressources croissantes (6.4 ; fig. 40). Dans le domaine de l'eau, 45 000 ha de forêt domaniale participent à la protection immédiate ou rapprochée des captages d'eau potable tandis que l'information continue à faire défaut pour les autres catégories de propriété.

Les forêts remplissent donc un rôle social et culturel fondamental pour leurs propriétaires, pour les actifs qui s'y procurent un emploi, pour la grande majorité des français qui s'y promènent au moins une fois par an et en moyenne bien plus fréquemment, pour les habitants qui n'imaginent sans doute pas toujours l'importance du manteau protecteur forestier, enfin pour tout un chacun qui utilise du bois sous forme de papier, énergie ou matériau.

■ E8. Mise en œuvre de la multifonctionnalité des forêts

À l'issue de cette analyse, il est clair que les forêts françaises métropolitaines procurent de nombreux services aussi bien de régulation et d'approvisionnement que socioculturels. Les équilibres peuvent être variables entre les différentes fonctions selon les contextes, voire les époques. La multifonctionnalité n'est pas un concept normé mais une notion plurielle qui s'envisage à une échelle spatiale ou temporelle suffisante et s'adapte au statut de la propriété, aux enjeux du territoire concerné et à ses acteurs. Elle est directement liée à la gestion durable des forêts dont l'ensemble des critères et indicateurs permettent de l'évaluer. Quant à sa mise en œuvre, elle s'organise notamment dans le cadre des documents de gestion et de démarches aussi bien territoriales que volontaires.

L'État contribue de manière générale à la gestion durable et multifonctionnelle des forêts privées et publiques en encadrant les actions forestières (régime forestier, incitations, fiscalité, restauration du couvert forestier, connaissance) à un niveau qui doit être considéré comme stable malgré des variations techniques et conjoncturelles au cours des dernières années (6.4). Il définit des orientations (programme national de la forêt et du bois) et en suscite la déclinaison au niveau régional (programmes régionaux de la forêt et du bois), au niveau de la gestion (documents de gestion) et au niveau territorial sous la forme notamment de chartes forestières de territoire (CFT) et plans de développement de massif (PDM). L'élaboration de stratégies à ces différents niveaux se développe (3.5 ; 6.1.1 ; fig. 41) mais laisse une marge certaine pour de nouveaux progrès : la moitié des surfaces forestières sont gérées conformément à un document de gestion et 40 % sont intégrées dans une démarche territoriale, compte tenu d'un recouvrement entre chartes forestières de territoire et plans de développement de massif.

Parallèlement, des démarches volontaires de certification se sont développées au cours des deux dernières décennies (3.2 ; 6.1.3 ; fig. 41). Plus de 30 % des surfaces forestières métropolitaines ont été intégrées à un schéma de certification. Ces démarches ont pris un essor rapide et une place significative mais possèdent encore, elles aussi, des marges de progrès.

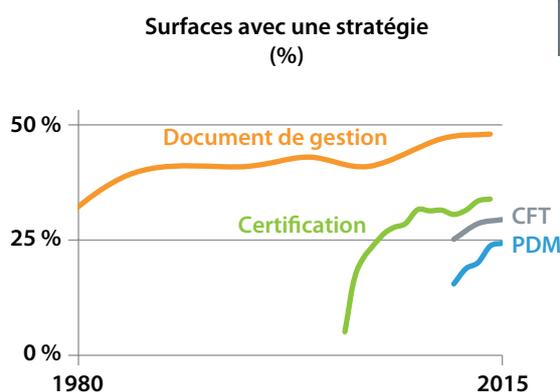


Fig. 41

La durabilité de la gestion des forêts françaises métropolitaines bénéficie au premier chef d'une augmentation des surfaces forestières et volumes de bois, du maintien, dans les formations disponibles pour la production, de caractéristiques importantes pour la biodiversité (richesse locale en essences, taille des massifs forestiers, quantité de bois gros ou morts) et d'un état sanitaire qui reste, en dépit d'alertes, globalement satisfaisant.

Des questions se posent avec un taux de prélèvement de bois suffisamment faible pour laisser penser que cette situation n'est pas seulement due à l'extension des surfaces, à la jeunesse de nombreux peuplements ou à une stratégie sylvicole affirmée. Il en résulte un potentiel de développement encore inexploité, au moins en partie. En matière de biodiversité, certains habitats sont menacés et l'extension des aires protégées reste en deçà des objectifs poursuivis en la matière. L'état de santé des forêts a été marqué par les accidents climatiques des décennies passées qui témoignent du fait que l'adaptation des forêts au changement climatique à venir constitue, en dépit et à cause des incertitudes, un défi majeur. La diversité de la forêt métropolitaine est un atout à cet égard mais une maîtrise de l'augmentation du volume de bois sur pied serait souhaitable pour infléchir la gestion, selon les conditions locales, en faveur de la prévention des risques. De façon générale, la santé des forêts requiert une vigilance accrue vis-à-vis des effets potentiels du réchauffement présumé et des introductions toujours possibles d'espèces invasives, de pathogènes et de ravageurs forestiers.

Procurer de manière soutenue un ensemble de services écosystémiques à la société est un but important de la gestion durable des forêts. Il apparaît d'abord clairement que ces dernières jouent un rôle social primordial à la fois pour les citoyens, les consommateurs, les travailleurs et les propriétaires forestiers. Elles recèlent ensuite un potentiel de production qui est un gage de retombées favorables pour la richesse nationale, l'emploi et l'équilibre du commerce extérieur. L'analyse qui a été réalisée indique qu'un tel développement n'est pas forcément incompatible avec un maintien de la biodiversité dans les zones de production et avec une atténuation du changement climatique jouant à la fois sur la séquestration de carbone en forêt et la substitution de bois à d'autres matériaux et énergies.

Au final, les indicateurs de gestion durable des forêts nourrissent une analyse très complète des grands enjeux forestiers métropolitains. Celle-ci fait ressortir des voies de progrès, aussi bien pour la gestion durable et multifonctionnelle des forêts que pour son suivi dans le temps à partir d'indicateurs consolidés, complétés et pour partie plus intégrés.

Auteur : Jean-Luc Peyron (Gip Ecofor)

Remerciements

Bien qu'elle vise une certaine objectivité, cette synthèse n'engage que son auteur et non les nombreux contributeurs qui, sous des formes diverses, ont facilité son élaboration. Ceux-ci méritent cependant d'être vivement remerciés, notamment tous les contributeurs à l'édition 2015 des indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines qui ont constitué la base de connaissances, Ingrid Bonhême (IGN) qui a assemblé ces diverses contributions et tous les relecteurs d'une version initiale de cette synthèse qui lui ont consacré un temps important.

Bibliographie

- Ademe, 2015. Forêt et atténuation du changement climatique. *Les avis de l'Ademe*, Ademe, Paris, 12 p.
- Bouvarel L., 2015. Commentaires sur les importations d'énergie fossile évitées par la filière forêt-bois (communication dans le cadre de l'élaboration du Programme national de la forêt et du bois).
- 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, rapport n°1148CRF, Citepa, Paris, 294 p. + annexes.
- Chatry C., Le Gallou J.-Y., Le Quentrec M., Laffitte J.-J., Laurens D., Creuchet B., Grelu J., 2010. Rapport de la mission interministérielle changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts, CGAAER-IGA-CGEDD, Paris, 190 p.
- Colin A., 2014. Emissions et absorptions de gaz à effet de serre liées au secteur forestier dans le contexte d'un accroissement possible de la récolte aux horizons 2020 et 2030, IGN-Medde, Nancy, 58 p.
- Forest Europe, 2015. *State of Europe's Forests 2015*, Madrid, 225 p. + annexes.
- IGN, 2015. Les flux de bois en forêt. IGN, Service de l'inventaire forestier et environnemental, 8 p.
- Leroy Ph., Halley des Fontaines S., Barthod Ch., 2008. Rapport au Ministre d'État, ministre de l'Écologie, de Développement et de l'Aménagement durables et au ministre de l'Agriculture et de la Pêche, 15 p.
- Levêque A., Bensettiti F., Puissauve R., 2014. Biodiversité rare ou menacée : 22% des habitats et 28% des espèces dans un état favorable. CGDD, *Le point sur*, Observation et statistiques, environnement, SOeS, Medde, 196, 4 p.
- Madignier M.-L., Benoit G., Roy C., 2015. Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique, rapport n°14056, CGAAER, 83 p.
- Maaf-SSP, 2014. Enquête sur la structure de la forêt privée en 2012. Agreste chiffres et données Agriculture, 222, 75 p.
- Map, 1995. *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises*, édition 1995, Map, Paris, 49 p.
- Map, IFN, 2001. *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises*, édition 2000, Map-IFN, Paris-Nogent-sur-Vernisson, 129 p.
- Map, IFN, 2006. *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises*, édition 2005, Map-IFN, Paris-Nogent-sur-Vernisson, 148 p.
- Maaprat, IFN, 2011. *Indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines*, édition 2010, Maaprat-IFN, Paris-Nogent-sur-Vernisson, 200 p.
- Martin, J.-L., 2013. Les cervidés, un moteur de la dynamique et de la structuration de la biodiversité en forêt. *Les rendez-vous techniques de l'ONF*, 41-42, 14-24.
- ONF, 2015. Perspectives d'évolution de la capacité des forêts à continuer à assurer la prévention des risques compte tenu de l'âge des forêts et des évolutions de l'aléa liées au changement climatique : cas particulier des forêts domaniales RTM et cas particulier des forêts littorales. Contribution au groupe de travail n°1, dans le cadre de l'élaboration du Programme national de la forêt et du bois.
- Peyron J.-L., Bonhême I., 2012. Indicateurs de gestion durable et enjeux forestiers des politiques publiques. *Revue forestière française*, 5, 567-581.
- Pignard, G., 2000. Evolution récente des forêts françaises : surface, volume sur pied, productivité. *Revue forestière française*, n°spécial, 27-36.
- Schelhaas M.-J., 2015. Database on Forest Disturbances in Europe (DFDE), European Forest Institute, Joensuu, Finland. <<http://dataservices.efi.int/dfde/>>

■ Appendice : informations relatives aux figures par enjeu

E1. Gestion pérenne des ressources en bois

1. Surface : *indicateur 1.1.a. et Pignard (2000).*
2. Volume total : *indicateur 1.2.2.a.*
3. Volume à l'hectare : *indicateur 1.2.d et Pignard (2000).*
4. Part des bois de plus de 47,5 cm : *indicateur 1.3.b.*
5. Flux en volume : *indicateurs 3.2.a pour la récolte commercialisée et non commercialisée, 4.5 (éditions 2005 et 2010) et 3.1.a pour la mortalité, 1.2.a pour l'accroissement du volume sur pied.*
6. Surfaces propices à l'offre de bois : *indicateurs 3.1.1.a et 3.5.a.*
7. Certification : *indicateurs 3.2.a et 6.1.3.a (Guyane déduite).*

E2. Santé des forêts

8. Déficit foliaire >25% : *indicateurs 2.3.a et 2.3 (édition 1995) ; correction des données antérieures à 1997.*
9. Taux annuel de mortalité : *indicateurs 1.2.c, 3.1.a et 4.5 (éditions 2005 et 2010).*
10. Dépôts hors couvert : *indicateur 2.1.c.*
11. Volume détruit par le vent : *indicateur 2.4.f et données annuelles du catalogue européen (Schelhaas, 2015).*
12. Surfaces incendiées : *indicateur 2.4.e.*
13. Dommages : *indicateur 2.4.b.*
14. Réalisations de chasse : *indicateurs 2.4.1.c/d/e.*

E3. Biodiversité en forêt

15. Richesse en essences : *indicateurs 4.1.a et 4.1 (édition 2005) ; correction des données antérieures à 2005.*
16. Surface des grands massifs : *indicateur 4.7.a avec correction ramenant les données au seuil de 0,5 ha.*
17. Surfaces en essences plantées ou introduites : *indicateurs 4.3.a, 4.3 (édition 2005), 4.4.a.*
18. Bois très gros ou mort : *indicateurs 1.1.b, 1.3.b, 3.1.a, 4.5.a, 4.5 (éditions 2005 et 2010).*
19. Surface de protection ou gestion de la biodiversité : *indicateur 4.9.a.*

E4. Lutte contre l'effet de serre

20. Stock de carbone : *indicateurs 1.4.a, 2.2.a.*
21. Sciages et panneaux : *indicateur 6.7.a.*

E5. Vulnérabilité et adaptation des forêts au changement climatique

22. Surface sensible au feu : *indicateur Onerc, origine Météo-France.*
23. Pollen de bouleau : *indicateur Onerc, origine RNSA.*
24. Surface infestée par la processionnaire : *indicateur Onerc, origine Inra-Orléans.*
25. Surface des essences majeures : *indicateur 1.1.4.a. Les essences sont majeures selon leur surface en 2010.*
26. Volume des essences majeures : *indicateur 1.2.2.a. Les essences sont majeures selon leur volume en 2010.*

E6. Contribution de la filière forêt-bois à l'activité économique

- 27. Récolte de bois (en volume) : *indicateur 3.2.a.*
- 28. Récolte de bois (en valeur) : *indicateur 3.2.a.*
- 29. Économie de la chasse : *indicateurs 3.3.a et 3.4.a.*
- 30. Contribution au PIB : *indicateur 6.2.a.*
- 31. Emplois : *indicateur 6.5.a.*
- 32. Commerce extérieur (en volume) : *indicateur 6.8.a.*
- 33. Commerce extérieur (en valeur) : *indicateur 6.8.b.*

E7. Contribution de la forêt au bien-être social

- 34. Surface de forêt par habitant : *indicateur 6.10.b, Pignard (2000), Insee (population, France métropolitaine).*
- 35. Fréquence des visites en forêt : *indicateur 6.10.d, y compris les données pour 2015 (ONF et Université de Caen).*
- 36. Réalisations de chasse : *indicateurs 2.4.1.c, 2.4.1.d, 2.4.1.e, 1.2.*
- 37. Consommation de produits en bois : *indicateurs 3.2.a, 6.8.a, Insee (population, France métropolitaine).*
- 38. Surface de forêt privée par classe de taille : *indicateur 6.1.a.*
- 39. Accidents et maladies : *indicateur 6.6.a. (MSA seulement).*
- 40. Dépenses de prévention et protection : *indicateur 6.4.a.*

E8. Mise en œuvre de la multifonctionnalité des forêts

- 41. Surfaces avec une stratégie : *indicateurs 3.5.a, 6.1.1 et 6.1.3 (Guyane déduite).*