

Pourquoi gérer les forêts et pour quels objectifs ?

Les forêts que nous connaissons aujourd'hui en Europe résultent d'interactions millénaires avec les hommes, désireux d'utiliser à leur profit leurs ressources multiples. Au départ, objets d'une économie de cueillette, elles ont ensuite subi de grands défrichements à des fins agricoles et pastorales, dont l'emprise spatiale a fluctué dans le temps. Leur exploitation a progressivement été encadrée par une gestion raisonnée, planifiée et codifiée. Y a-t-il une nécessité à gérer les forêts ? Quels sont les principaux objectifs de leur gestion ?

Y a-t-il une nécessité à gérer les forêts ?

En l'absence d'intervention humaine, les processus naturels à l'œuvre dans les écosystèmes forestiers liés à la croissance des arbres, ainsi qu'à leur reproduction et leur mortalité, leur permettent de se maintenir au fil du temps, même si leur composition et leur structure évoluent, en réponse à des changements de leur environnement, notamment du climat. On peut le constater dans des forêts où aucune gestion sylvicole n'a été pratiquée pendant des temps assez longs. Un bon exemple en est la forêt de Bialowieza en Pologne (cf. fig. 1). **Les forêts n'ont donc pas besoin de l'homme pour se perpétuer.** Mais



Figure 1. La forêt de Bialowieza en Pologne

l'homme a besoin des forêts et de leurs ressources ! La pression excessive qu'il a exercé sur les forêts à partir du XII^e siècle pour subvenir à ses besoins de nourriture, de matériau, de matière première et d'énergie, dans un contexte d'accroissement démographique, a conduit à la prise de conscience des menaces graves pesant sur leur intégrité, leur pérennité et la raréfaction d'une ressource stratégique. À la fin du XIII^e siècle, le pouvoir royal en France réagit : Philippe le Bel crée le corps des Maîtres des Eaux et Forêts. Au fil des siècles, un corpus de connaissances va se développer progressivement permettant de préserver les forêts et d'optimiser leur gestion pour répondre aux besoins spécifiques des populations, des industries, ou de l'État (marine). Malgré certains échecs observés au cours de l'histoire, la **gestion forestière pour des objectifs multiples, raisonnée, planifiée et régulée s'est imposée partout en Europe comme une nécessité.** Aujourd'hui, les attentes d'une société multi-facettes vis-à-vis des forêts se sont très largement diversifiées. Les forêts peuvent-elles réellement les satisfaire ?

Quels sont les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers ?

Les forêts fournissent une large gamme de biens et services à la société. Les produits forestiers ligneux (ex : le bois d'œuvre et le bois de feu) sont souvent les premiers mentionnés. Cependant, elles fournissent également à l'homme un grand nombre d'autres bénéfices (cf. fig. 2). Certains d'entre eux sont *tangibles*, par exemple les produits forestiers non ligneux (liège, champignons, gibier, plantes aromatiques et médicinales, résine, etc.).

D'autres sont *intangibles* : régulation des cycles de l'eau et des éléments minéraux, protection des bassins versants et des sols, séquestration du carbone et atténuation du changement climatique, protection et la préservation de la biodiversité, ou encore héritage culturel et historique, espaces de loisirs et de détente en plein air. Les manières diverses dont les forêts contribuent au bien-être de l'homme se décrivent selon le cadre conceptuel des **services écosystémiques**. Les « fonctions forestières » ne deviennent des services que dans la mesure où l'homme les reconnaît dans ses systèmes sociaux de génération de valeur. Ainsi, l'aspect nouveau du modèle conceptuel des services écosystémiques est qu'il examine les liens entre les écosystèmes et le bien-être de l'homme. Il souligne le rôle que des écosystèmes sains jouent dans la fourniture durable de bien-être humain et de développement (cf. fig. 2).

En tant que composantes d'un système, les services écosystémiques sont interdépendants et interactifs (synergie, antagonisme, complémentarité, etc.). Le plus souvent, différents services écosystémiques sont fournis simultanément, avec un bénéfice important. De plus, les activités de gestion forestière pour le bois d'œuvre, les loisirs, ou la préservation de la biodiversité, peuvent produire des effets en termes de fourniture de services écosystémiques. Par exemple, l'éclaircie peut réduire l'interception de la pluie par le couvert et augmenter le ruissellement superficiel et l'infiltration d'eau, et dans le même temps stimuler la croissance des arbres et l'apparition de nouvelles espèces (diversité accrue).

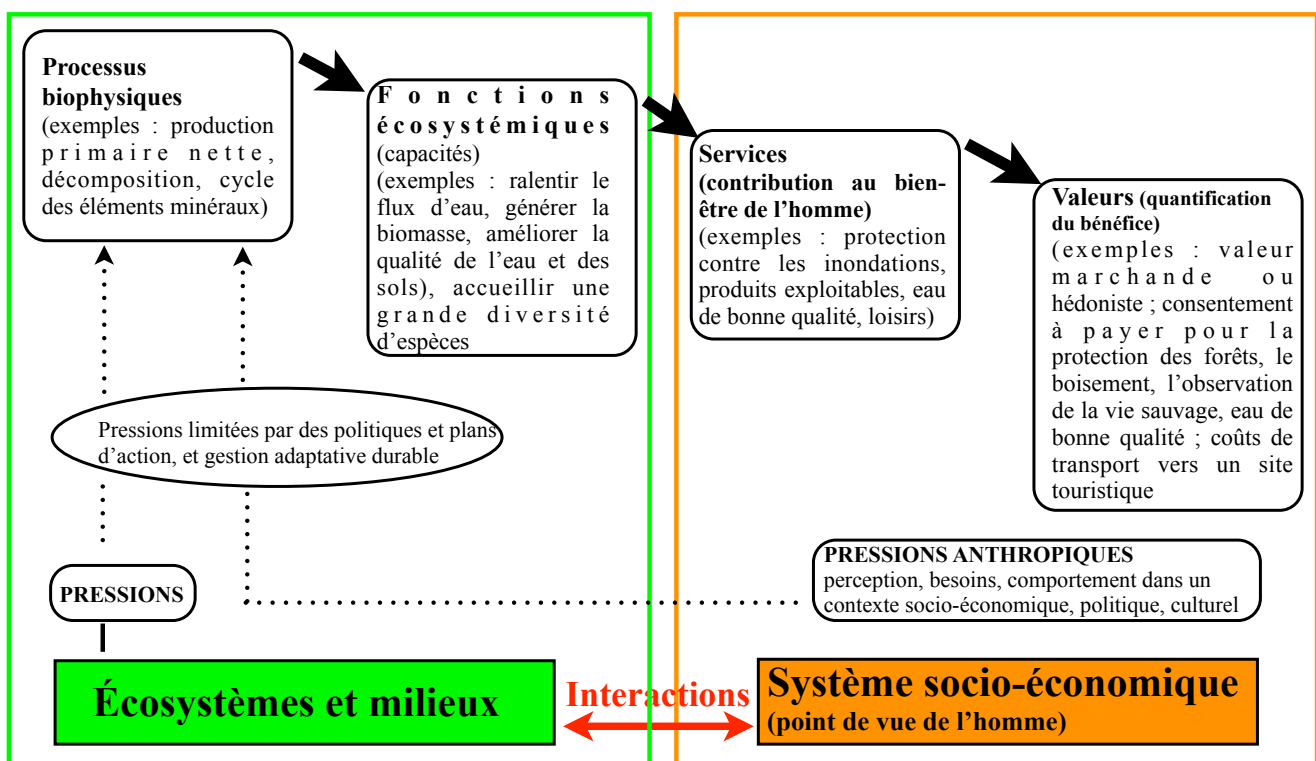


Figure 2. Relations entre les écosystèmes et le bien-être de l'homme le long de la « chaîne de services » (d'après Haines-Young et Poschin, 2010) Source Plan Bleu

- Les processus biophysiques concernent les interactions complexes entre les organismes vivants et les éléments chimiques et physiques des écosystèmes, et les flux de matières et d'énergie qui les influencent.
- Les fonctions écosystémiques concernent la capacité des processus, des structures et des composantes écologiques naturels à fournir des biens et services pouvant satisfaire les besoins de l'homme.
- Les services sont des résultats de ces fonctions qui bénéficient, directement ou indirectement, à l'homme (considérés comme « utiles ») et qui contribuent à son bien-être dans un contexte donné (socioéconomique, géographique, culturel, etc.).
- Une valeur est une quantification/mesure directe ou indirecte (économique, sentimentale, etc.) du bénéfice tiré d'un service donné. Ainsi 1 m³ de bois de douglas sur pied vaut environ 50-60 €.

Quels sont les principaux objectifs de la gestion forestière ?

On distingue en général les **objectifs d'intérêt général** et les **objectifs du propriétaire** que celui-ci soit l'État, une collectivité (commune) ou un particulier. Les **objectifs d'intérêt général** sont définis dans un cadre régional et national à travers un arsenal de dispositifs législatifs et réglementaires. On peut les classer en quatre groupes :

- i) s'inscrire dans une filière forêt – bois performante en recherchant une gestion sylvicole dynamique et durable, orientée vers la production de bois de qualité en adéquation avec les besoins des utilisateurs, notamment locaux ; il s'agit aussi de renforcer les actions de mobilisation et de mise en marché des bois et d'améliorer le renouvellement des peuplements forestiers.
- ii) contribuer activement à la protection de l'environnement et à la prévention des risques naturels prévisibles au travers de : la préservation de la biodiversité forestière et du patrimoine naturel, du stockage du carbone en forêt et dans les produits bois, de la protection des ressources en eau ainsi que du capital sol.
- iii) prendre en compte les risques d'origine naturelle et humaine mettant en danger la vitalité des forêts et prendre les mesures de prévention nécessaires, notamment contre le changement climatique et les événements climatiques extrêmes; les risques d'incendie et les risques phytosanitaires.
- iv) créer des espaces de qualité pour des activités pédagogiques, touristiques ou de loisirs dans le respect du droit de propriété.



Figure 3. Bois de qualité : belle grume de douglas
Photo France-Douglas- JC.Dupuy

Les objectifs du propriétaire dépendent des biens et services qu'il a choisi de produire de manière durable dans sa forêt ; son choix est un peu plus libre s'il est privé plutôt que public. **Produire du bois** et le valoriser économiquement reste l'objectif le plus fréquent de l'activité sylvicole, car c'est presque toujours le seul moyen de financer les autres services de la forêt. Lorsque l'environnement naturel et économique le local le permettent, la production de bois d'oeuvre, feuillu ou résineux à plus forte valeur est recherchée. Dans le cas contraire ou pour les produits d'éclaircie, il peut s'agir de piquets, bois d'industrie, ou bois de feu. **Préserver ou améliorer la biodiversité** est un objectif possible pour des forêts situées dans des zones de protection identifiée (zone Natura 2000), ou appartenant à des associations de protection de la nature, à des particuliers à sensibilité écologique marquée, notamment dans le cadre d'éventuels contrats de préservation des milieux naturels et espèces rares.

Valoriser l'accueil du public et fournir une offre de loisir, dont la **chasse**, sont aussi des objectifs pour les propriétaires. On notera que dans les zones péri-urbaines toutefois, pour des raisons de surface, d'assurances et de coûts, l'accueil du public est principalement proposé par les forêts publiques (État et collectivités). **Protéger la ressource en eau** peut concerner des propriétaires ayant passé des conventions avec des distributeurs d'eau leur assurant une rémunération directe en contrepartie d'une sylviculture axée sur le maintien du rôle de protection joué par la forêt sur la qualité de l'eau. **Valoriser les produits autres que le bois** : champignons, truffes, feuillage, miel, fleurs et fruits sauvages, écorces, mousses, liège, résine, etc., peut constituer un objectif pertinent pour certains types de forêts. Il doit s'agir d'une production raisonnée subordonnée aux possibilités de la forêt et ne remettant pas en cause la pérennité de l'écosystème forestier, ni sa vocation première à produire du bois. Elle peut cependant constituer une importante source de revenus.

Peut-on gérer une même forêt pour des objectifs multiples ?

La loi d'orientation forestière de la France de 2001 intègre explicitement la **multifonctionnalité** dans la gestion forestière durable : « *La gestion durable des forêts garantit leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour l'avenir, les fonctions économique, écologique et sociale pertinentes, aux niveaux local, national et international, sans causer de préjudices à d'autres écosystèmes* ». Comme indiqué plus haut, des biens et services sont associés à ces fonctions, et donc de fait la gestion forestière doit être multi-objectifs. Il s'agit là d'un cadre général à l'intérieur duquel le « poids » attribué aux différents objectifs n'est pas strictement équilibré. Il existe dans la réalité une pondération selon les enjeux : ainsi pour une forêt de montagne, l'accent est mis sur la protection, tandis que pour une peupleraie l'objectif de production est primordial, et que dans une forêt publique périurbaine, l'accueil du public aura une grande priorité. À ces objectifs différents correspondent des pratiques de gestion différentes plus ou moins intensives. À l'intérieur d'une forêt donnée (fig.4), un cadre général de « gestion multifonctionnelle » peut intégrer une certaine spécialisation de l'espace. La gestion multi fonctionnelle a surtout du sens dans les forêts d'une certaine taille : ainsi en forêt privée, 25 ha est le seuil pour l'obligation de disposer d'un plan simple de gestion. Une "bonne" gestion visant une production régulière dans le temps de bois comporte *de facto* des aspects multifonctionnels : la fertilité du sol doit être maintenue, la régénération régulière, avec la

présence d'arbres de tous âges, est favorable à la biodiversité. Dans certains cas, la multifonctionnalité est un « combat » : déséquilibre forêt/grands cervidés, opposition des riverains à la régénération des peuplements dans certaines forêts péri urbaines. Mais la « monofonctionnalité » peut se révéler non-durable ! Dans le passé, la production de bois énergie en taillis à très courte rotation a conduit dans certaines régions à un appauvrissement très important du sol.

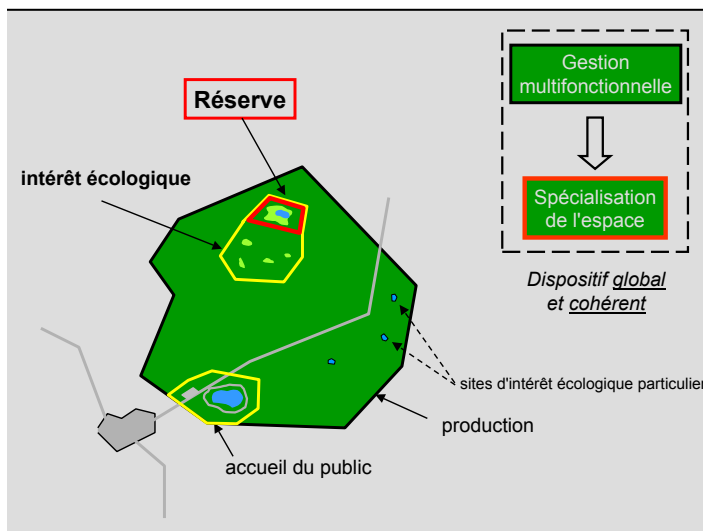


Figure 4. Schéma de forêt gérée pour la production ligneuse, l'accueil du public et la protection de zones d'intérêt écologique - source FNCOFOR

La non-intervention en forêt est-elle une option possible ? Le cas des Réserves Biologiques Intégrales

Établies à l'intérieur de forêts domaniales (État) ou des collectivités (communes, départements), les RBI peuvent être qualifiés de « laboratoires de nature ». Toute intervention y est proscrite et la forêt est rendue à une dynamique spontanée. Les objectifs sont l'acquisition de connaissances scientifiques sur le fonctionnement naturel d'écosystèmes laissés en évolution libre sur le long terme, et le développement de la biodiversité associée aux arbres âgés et au bois mort (insectes rares, champignons...). Les RBI ont aussi vocation à conserver de rares noyaux de forêts subnaturelles -sans exploitations depuis au moins 50 ans- en métropole, comme dans les départements d'Outre mer. En 2010, la superficie totale des RBI en métropole représentait 16 000 hectares, chiffre encore modeste si on le compare à celui d'autres pays européens.

Ce qu'il faut retenir

- Le maintien au fil du temps d'une forêt ne nécessite pas forcément sa gestion, mais le type de peuplement obtenu est en général moins adapté aux besoins de la société
- Les objectifs de gestion se sont beaucoup diversifiés au cours des dernières décennies, précisés par un cadre conceptuel, législatif et réglementaire aux niveaux national, régional et local
- La mise hors gestion de surfaces en forêt publique à des fins de connaissance des dynamiques forestières spontanées et de conservation peut être pertinente dans certaines situations

Quels outils et quelles méthodes pour la gestion forestière ?

Une fois définis ses objectifs de gestion, le propriétaire d'une forêt, qu'il soit public ou privé, doit faire le choix d'itinéraires techniques lui permettant de les atteindre. De quelles méthodes et de quels outils dispose-t-il ? La gestion forestière se situant dans le long terme, comment peut-il organiser dans le temps ses interventions et les ajuster à des préoccupations nouvelles ?

Quelle(s) essence(s) choisir ?

Le choix de l'essence ou des essences correspondant aux objectifs fixés revêt une importance considérable. On conçoit aisément par exemple que le coût élevé d'une plantation qui doit être amorti sur le long terme n'autorise aucune erreur sur le matériel végétal utilisé. Dans quelles circonstances le choix des essences intervient-il ? Le cas le plus simple est celui du boisement d'un terrain nu ou d'une parcelle forestière coupée à blanc pour être replantée, par exemple avec une essence plus productive. Le cas le plus fréquent est celui d'une forêt existante que le propriétaire doit gérer sans à-coups brutaux : les inflexions qu'il pourra donner pour substituer des essences nouvelles à celles existantes pourront avoir la forme de plantation d'enrichissement au sein de peuplements existants, et/ou de plantation en plein au moment du renouvellement d'un peuplement à la coupe définitive. Dans certaines situations, ce changement d'essences peut être obtenu par régénération naturelle issue d'arbres semenciers localisés dans des peuplements adjacents.



Figure 1. Un choix d'essence judicieux : les douglas du viaduc des Farges (Corrèze) - crédit Meymac

Le choix des essences relève d'une analyse multi-critères prenant en compte : i) le contexte environnemental : sol (profondeur, réserve en eau utile, caractéristiques physico-chimiques) - méso et microclimat actuels et leurs évolutions attendues en raison du changement climatique - exposition - biodiversité - valeur paysagère - interactions avec la faune sauvage - etc. ; ii) le type de produit visé pour satisfaire une demande future du marché en termes de dimension des grumes et de caractéristiques du bois ; iii) les aspects économiques en termes de coûts/bénéfices et des temps de retour sur investissement ; à cet égard la longueur de la révolution (c'est à dire le temps écoulé entre le stade jeune plant et la coupe définitive de l'arbre) est un critère clé. Quelques exemples concrets

pour illustrer cela. Pour une plantation dédiée à la production intensive de biomasse sur le court terme, le choix du propriétaire se portera sur une essence à forte productivité, soit feuillue apte à rejeter (peuplier) dans le cas d'une exploitation en taillis, soit résineuse (exemple : futaie à courte révolution de pin maritime).

Choix des essences et des variétés pour les plantations

Les espèces forestières couvrent généralement de vastes aires géographiques au sein desquelles la sélection naturelle a fait émerger une diversité génétique importante aussi bien entre les populations qu'à l'intérieur de ces populations. Les chercheurs ont beaucoup progressé sur la connaissance de cette diversité et sur les outils permettant de la domestiquer, de l'améliorer et de l'utiliser en plantations. Aujourd'hui le sylviculteur dispose pour nombre d'espèces d'un large choix de matériels forestiers de reproduction (graines et plants), performants en termes d'adaptation au milieu, de croissance et de qualité des produits (tiges, bois), offrant des gains très supérieurs à ce que peut fournir un simple choix d'essence sans informations particulières. Il peut s'agir de graines issues de peuplements de qualité génétique testée, ou de variétés génétiquement améliorées multipliées par voie sexuée (graines) ou par la voie végétative (clones de peuplier ou merisier).

Voir : <http://agriculture.gouv.fr/graines-plants-forestiers>

Pour la production de bois précieux, le choix se portera par exemple sur des essences comme le merisier ou le noyer en enrichissement ou en plantations pures. Pour la production de bois utilisable dans la construction, le choix se portera sur des essences résineuses, par exemple le douglas, capable de fournir en 50 ans des grumes de 1,5 m³ demandées par l'industrie.

Quel régime sylvicole, quel mode de traitement le propriétaire va-t-il appliquer ?

On entend par **régime sylvicole** le mode de renouvellement de la forêt. On distingue : i) la **futaie** : régénération au moyen de semences (semis naturels ou artificiels) ou de plants ; ii) le **taillis** : régénération d'essences feuillues par rejets de souche que l'on exploite tous les 20-30 ans ; iii) le **taillis sous futaie** : régénération mixte : par semences ou par plants pour les gros arbres en réserve, par rejets pour les brins du taillis. On entend par **mode de traitement** l'ensemble des interventions (coupes et travaux) appliquées à un peuplement en vue de le maintenir ou de le faire évoluer vers une **structure** déterminée ; il peut s'agir :

i) d'une **futaie régulière** dans laquelle les arbres, d'une ou plusieurs essences, ont à peu près le même âge et donc les mêmes dimensions (fig. 2) ; ii) d'une **futaie irrégulière** dans laquelle les arbres, d'une ou plusieurs essences, sont d'âge et donc de dimensions différentes ; iii) du **taillis sous futaie**, système mixte hérité du passé, et en voie de transformation aujourd'hui ; iv) du **taillis simple** (voir plus haut). Le sylviculteur choisit régime sylvicole et mode de traitement en tenant compte des caractéristiques des essences et de ses objectifs de gestion.

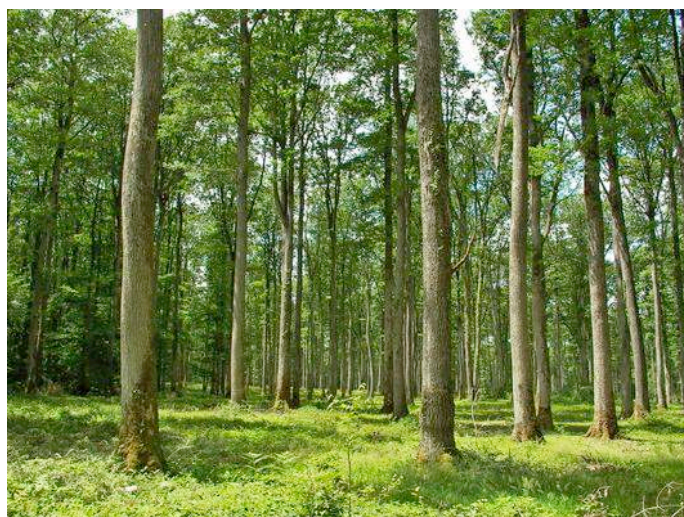


Figure 2. Forêt Domaniale de Tronçais (Allier) : futaie régulière de chêne - crédit ONF

Quels sont les itinéraires sylvicoles à la disposition du gestionnaire ?

La gestion sylvicole se caractérise par son caractère **extensif** par rapport à l'agriculture. En règle générale elle utilise peu ou pas d'intrants (engrais, herbicides, pesticides) pour des raisons environnementales et de coût, et se déroule sur un très long cadre temporel (45 ans pour un pin maritime, 150-200 ans pour un chêne). Ceci nécessite une réflexion et des instruments de gestion très particuliers.

Les **coupes** sont l'outil principal du sylviculteur : couper un arbre est donc une opération banale. Elles visent à : i) **régénérer** le peuplement en favorisant la fructification et les semis ; ii) **améliorer** le peuplement en l'**éclaircissant** pour favoriser les tiges d'avenir ; iii) **récolter** les arbres arrivés à une maturité correspondant à l'objectif fixé (quantité et qualité). Ces trois objectifs de coupe peuvent parfois se être combinés. Les **travaux** de régénération visent au renouvellement des arbres par ensemencement naturel ou par plantation, dans ce dernier cas souvent après travail du sol. Ils sont suivis par des **travaux** de contrôle de la végétation concurrente herbacée et arbustive (fig.3) nécessaire au bon développement des jeunes plants ou semis, tandis que les opérations de taille et d'élagage améliorent la forme et la qualité des arbres. Coupes et travaux peuvent être pour tout ou partie orientés vers d'autres objectifs : fonctions environnementales, amélioration paysagère, etc.



Figure 3. Dégagement à la débroussailleuse (CFPPA Bourgogne)



Figure 4. Exemple de cycle des opérations sylvicoles pour une futaie régulière monospécifique de pin maritime conduite de manière dynamique. (Source : Smurfit Kappa) Le cycle commence à la préparation du sol suivie de la plantation. Puis viennent les opérations d'entretien des jeunes plants (principalement contrôle de la végétation adventice). L'amélioration du peuplement se déroule ensuite avec les éclaircies successives au profit des tiges d'avenir ; elle peut

comporter, selon les cas, des travaux d'élagage pour l'obtention de bois sans noeuds. Le schéma concerne une parcelle où tous les arbres ont le même âge. Pour une forêt de 100 hectares, on peut imaginer sa division en 10 parcelles de 10 hectares, chacune d'entre elles correspondant à une classe d'âge, du plus jeune à celui de l'âge d'exploitabilité. Cette structuration permet ainsi au niveau de la forêt une production régulière dans le temps de tous les types de bois, des petits bois d'éclaircie aux plus gros diamètres, ainsi qu'un volume de travaux constant.

Produire le bois recherché : la sylviculture vise des cernes réguliers d'une largeur définie et correspondant à des objectifs de propriétés du bois au terme de la révolution ; la largeur des cernes détermine l'âge auquel est atteint le diamètre d'exploitabilité. En régulant la densité du peuplement par les éclaircies, le sylviculteur se positionne entre les extrêmes d'une croissance en grosseur très forte (arbres coniques, mal élagués, cernes larges, diamètre d'exploitabilité atteint rapidement) et très faible (arbres très élancés, cernes très fins, diamètre d'exploitabilité atteint à un âge avancé).

Comment les opérations sylvicoles sont-elles organisées dans le long terme ?

Conduite sur des périodes très longues dépassant de loin la durée de vie du sylviculteur, la gestion d'une forêt demande des instruments de programmation spécifiques : ce sont d'une part, «**le plan simple de gestion**» (PSG) pour les forêts privées (il est requis pour des surfaces de plus de 25 hectares) et d'autre part, «**l'aménagement**» pour les forêts de l'État et des collectivités. Ces documents définissent les objectifs sur le **long terme** ; s'inscrivant dans un continuum, leur révision périodique (10-20 ans) fixe les itinéraires sylvicoles qui ne permettront d'atteindre les objectifs fixés qu'au terme de plusieurs périodes d'application.. Le suivi des interventions menées et des événements marquants de la vie de la forêt fournit des informations très utiles lors des révisions du PSG ou de l'aménagement. Pour résumer, un PSG ou un aménagement, c'est : i) un ensemble d'**analyses** sur la forêt et son environnement ; ii) des **synthèses** permettant de définir ou d'ajuster des objectifs de gestion ; iii) un **programme d'actions** pour organiser les interventions (coupes et travaux) à conduire dans l'espace et dans le temps pour atteindre ces mêmes objectifs (voir figure 4). Cette planification de la gestion forestière sur le long terme constitue un des piliers de la gestion forestière durable.

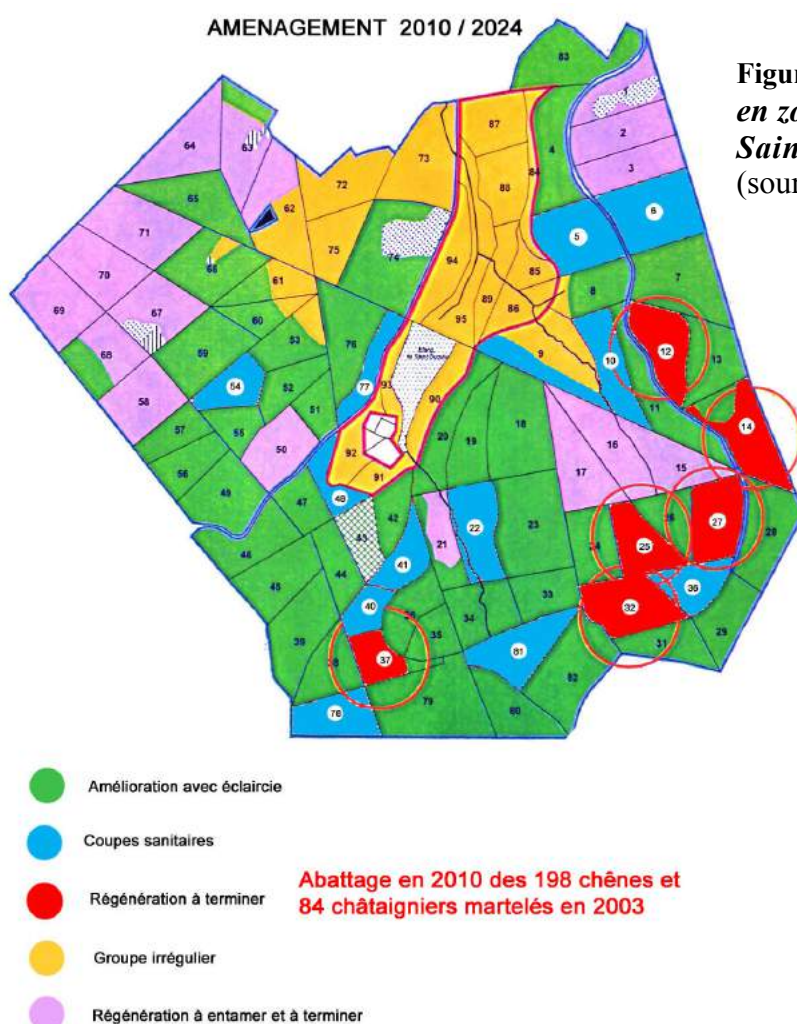


Figure 4. Exemple d'aménagement forestier en zone péri-urbaine - Parcelle du Bois de Saint Cucufa (78). Période 2010-2024 (source : ONF)

Ce qu'il faut retenir

- Le choix des essences et de leur qualité génétique doit être soigneusement pesé car il engage l'avenir marqué d'incertitudes (changement climatique)
- Régime et mode de traitement sont à raisonner en fonction de objectifs de gestion
- La gestion forestière, par nature extensive, est fondée sur des méthodes simples dont la coupe est la principale
- La planification de la gestion forestière sur le long terme, mais avec des ajustements périodiques, est mise en oeuvre par les plans simples de gestion en forêt privée et les aménagements en forêt publique. Elle est fondée sur des outils d'évaluation multicritères de la forêt et de son environnement, et de synthèse des objectifs

Recommandation

La lecture de cette fiche peut être utilement complétée par celle des fiches 8.01, 8.03, 8.04 et 8.05

Pourquoi couper des arbres ?

Pour satisfaire ses besoins en énergie et en matériaux, l'homme, tout au long de son histoire, a fait appel au bois en coupant des arbres. Après une longue phase de cueillette, il a développé progressivement des techniques de culture des forêts visant à leur faire produire des bois correspondant à ses besoins. Aujourd'hui, l'acte de couper un ou des arbres est parfois perçu comme une atteinte grave à l'intégrité de la forêt, pouvant même entraîner sa destruction. En parallèle, le bois bénéficie d'une popularité croissante pour ses usages en ameublement et dans la construction. Couper un arbre est certes un acte de récolte, mais c'est aussi un acte de gestion de la forêt. Quelles sont les coupes pratiquées en forêt ? Quels sont leurs objectifs ? Comment les réalise-t-on et avec quels impacts sur les milieux ?

Maturité biologique, maturité économique

Les arbres sont des êtres vivants qui passent par une phase juvénile de croissance forte, d'abord en hauteur puis en grosseur, traversent une phase de maturité, puis déclinent et meurent. L'ensemble de ce cycle peut couvrir plusieurs siècles. Dans une forêt livrée à elle-même, les arbres meurent soit sous l'effet des aléas (incendie, tempête, sécheresse, invasion d'insectes...) soit après une longue vieillesse, au cours de laquelle leur bois se dégrade. L'essentiel du bois produit est inapte aux usages dits « nobles » : sciage, déroulage, tranchage. En futaie cultivée, le sylviculteur fixe un objectif en termes de produit : ébénisterie, menuiserie/charpente, tonnellerie... Cet objectif se traduit en dimensions, grosseur et longueur, des arbres à récolter. Le « diamètre d'exploitabilité », ou grosseur souhaitée (à 1,3m de hauteur) lors de la récolte, est par exemple de 40 à 45 cm de diamètre pour du peuplier à dérouler, ou 60-70 cm pour du chêne d'ébénisterie et de tonnellerie. L'âge auquel ces dimensions sont atteintes correspond à celui de la maturité économique, bien inférieur à la longévité biologique. La sylviculture consiste à produire ces arbres recherchés de manière optimale selon l'espèce et les potentialités du milieu.

La coupe, outil majeur du sylviculteur pour la production de bois

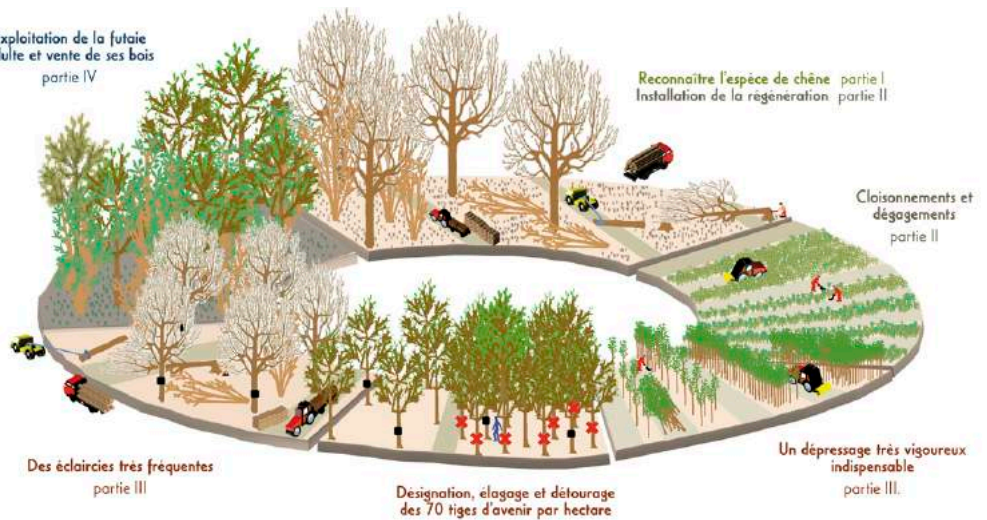
En futaie le sylviculteur accompagne le peuplement depuis son installation, par plantation ou semis naturel, jusqu'au stade de maturité économique. Au fil de leur croissance, les arbres ont besoin de plus en plus d'espace (un semis de chêne occupe quelques cm² au sol, un chêne mûr de 70 à 140 m²). Utilisant la sélection naturelle et se substituant à elle si nécessaire, le sylviculteur sélectionne sur divers critères



Figure 2. Désignation d'un arbre par martelage en forêt publique - Source : ONF

(essence, statut social, forme, état sanitaire,...) les arbres à éliminer et ceux qu'il estime les plus intéressants à conserver jusqu'au diamètre d'exploitabilité. La coupe, opération essentielle de la sylviculture, est une opération programmée d'exploitation d'un ensemble d'arbres désignés (fig.2), soit pendant la phase de croissance du peuplement soit lors de la récolte des bois mûrs. C'est un acte à la fois technique et économique. Par extension, coupe désigne aussi la surface de terrain sur laquelle l'opération est menée. Pour certaines espèces feuillues qui rejettent de souche (chêne, châtaignier, robinier, ...), le traitement en taillis consiste à couper périodiquement tous les brins, pour produire par exemple des piquets ou du bois de feu. La coupe est alors quasiment la seule opération de sylviculture.

Figure 2. Exemple de cycle des opérations sylvicoles pour une futaie régulière feuillue. (Source : CRPF) Le cycle commence à l'installation de la régénération naturelle. Puis viennent les opérations de cloisonnements et dégagements des jeunes semis des jeunes plants suivi d'un dépressage (réduction de la densité). L'amélioration du peuplement se déroule ensuite avec la désignation des tiges d'avenir et leur détourage et élagage (pour améliorer leur qualité). Les éclaircies vont ensuite se succéder à leur profit. Le schéma concerne une forêt constituée de parcelles où tous les arbres ont en gros le même âge (futaie régulière). Pour une forêt de 150 hectares, on peut imaginer sa division en 10 parcelles de 15 hectares, chacune d'entre elles correspondant à une classe d'âge, de la plus jeune à celle de l'âge d'exploitabilité (150 ans). Cette structuration permet ainsi, au niveau de la forêt, une production régulière de tous les types de bois, des petits bois d'éclaircie aux plus gros diamètres, ainsi qu'un volume de travaux constant.



Tout au long du cycle de vie du peuplement, des coupes d'éclaircie successives (fig.2) vont progressivement faire baisser la densité des arbres au sein du peuplement. Elles vont favoriser les arbres les plus aptes à produire du bois de qualité, maintenir leur vitalité et leur potentiel de croissance, assurer leur bon état sanitaire, améliorer leur stabilité vis-à-vis des coups de vent, jusqu'à la coupe définitive en fin de cycle. Ensuite, le renouvellement du peuplement se fait par par plantation ou régénération naturelle (exemple de la figure 2) ; dans ce dernier cas, le cycle d'éclaircies se déroule comme pour un peuplement planté, sauf que les dernières coupes visent à obtenir l'obtention de semis naturels. Les premières éclaircies, qui fournissent des produits de petit diamètre et de faible valeur, peuvent être financièrement déficitaires. L'essentiel du revenu est procuré par les dernières éclaircies et surtout la coupe finale.

La coupe, outil des diverses sylvicultures

Les coupes peuvent également permettre de modeler la **structure** du peuplement c'est à dire la répartition horizontale et verticale des tiges de toutes dimensions, ainsi que sa **composition** (diversité d'espèces). On peut par exemple maintenir ou non une diversité d'essences, obtenir des peuplements mélangés dans lesquelles deux espèces (ou plus) sont présentes dans l'étage dominant (fig. 3), ou encore un peuplement dans lequel une essence constitue l'étage dominant tandis qu'une autre constitue le sous-étage.

Les coupes sont également pratiquées pour récolter les arbres endommagés par les tempêtes, les insectes ravageurs, les sécheresses, les bris de verglas ou de neige, etc. Les coupes sont également un instrument permettant de façonner certains milieux ou habitats forestiers (par exemple, création d'espaces ouverts à gros arbres dispersés favorables au grand tétras, ou lutte contre le boisement des tourbières).



Figure 3. Peuplement mélangé de chêne et de pin sylvestre dans l'étage dominant - Source : IRSTEA

Les coupes : quels volumes prélève-t-on, et selon quel calendrier ?

En futaie comme en taillis, le rythme des coupes et le volume récolté sont étroitement liés à la croissance du peuplement, qui dépend de facteurs biologiques, écologiques et sylvicoles.

Ils résultent aussi des objectifs de gestion du propriétaire. Pour les forêts dotées d'un aménagement (forêt publique) ou d'un plan simple de gestion (forêt privée), le déroulement spatial et temporel des coupes (et autres travaux) est planifié par périodes successives de 15 à 30 ans. Les modalités de prélèvement des coupes sont donc bien définies et encadrées. Elles nécessitent souvent des compromis. Ainsi, les éclaircies doivent générer un revenu qui permet au propriétaire de les financer. Il peut aussi s'avérer plus judicieux d'effectuer la coupe définitive sans attendre le stade de production maximum (fig.4). Dans tous les cas, les prélèvements par coupe ne peuvent excéder l'accroissement biologique moyen calculé dans la durée.

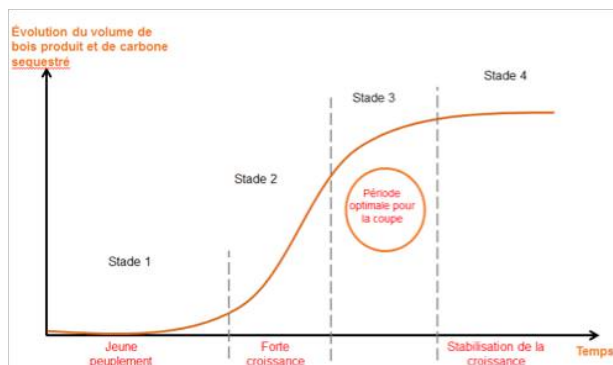


Figure 4. Évolution du volume de bois produit et du carbone stocké au cours de la croissance d'un peuplement - le stade 3 est une période optimale pour la coupe des arbres : le bois récolté a un diamètre inférieur à sa valeur potentielle maximum, mais son exploitation est moins coûteuse ; le bilan carbone est aussi plus favorable.

| Espèce | Type de coupe | Récolte par ha |
|---------------|--|----------------------------|
| Châtaignier | Coupe de taillis tous les 15 ans | environ 200 stères |
| Peuplier | Coupe rase à 18-20 ans (pas d'éclaircies) | environ 230 m ³ |
| Pin maritime | Première coupe d'éclaircie entre 15 et 20 ans | 25 à 30 m ³ |
| Pin maritime | Coupe finale entre 45 et 55 ans | 300 à 400 m ³ |
| Chêne sessile | Première coupe d'éclaircie entre 40 et 50 ans | 30 à 35 m ³ |
| Chêne sessile | Coupes de régénération étalées sur 12-15 ans à partir de 180 ans environ | 250 à 350 m ³ |

Tableau 1. Exemples de prélèvement par les coupes

Les coupes forestières : quels équipements ?

La coupe et l'exploitation des arbres sont aujourd'hui largement mécanisées (fig.5). Aux scies à chaîne (tronçonneuses) sont venues s'ajouter les abatteuses. Ce sont des engins dotés d'une grue au bout de laquelle se trouve une tête de bûcheronnage réalisant l'abattage, l'ébranchage, le tronçonnage des arbres puis le rangement des produits façonnés ; le cubage des arbres et billons est réalisé en même temps que ces différentes opérations ; cette machine est montée en grande majorité sur roues (4x4, 6x6 ou 8x8), parfois sur base chenillée. Les machines permettant le transfert des bois du lieu d'abattage vers un lieu accessible aux camions se classent en débusqueurs ou skidders (opérant par traînage, ils sont utilisés surtout pour les bois longs) et porteurs ou débardeuses (les bois, généralement courts, sont portés). Sur zone pentue, débusquage et transport peuvent être réalisés à l'aide de câbles.

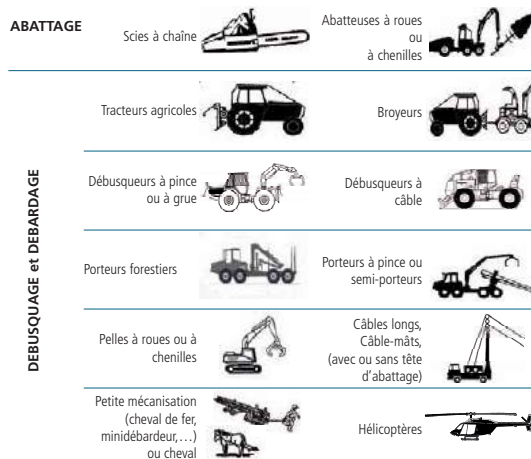


Figure 5. Machines forestières et équipements - Source : FCBA-ONF

Les coupes forestières : quels impacts sur les milieux ?

Les coupes forestières peuvent avoir des effets négatifs si elles recourent à de mauvaises pratiques. Le sol, dans ses dimensions physique, chimique et biologique est un compartiment de l'écosystème particulièrement vulnérable.

Dans certaines situations (sols et essences), des prélèvements élevés peuvent exporter beaucoup d'éléments minéraux provoquant une baisse notable de la fertilité du sol (ce fut le cas dans le passé dans certains taillis); il peut en être de même avec la récolte intégrale des rémanents d'exploitation (houppiers et branches), riches en éléments minéraux. D'autres risques résultent du mauvais emploi des machines d'abattage, de débusquage et de débardage, et à leur poids élevé. Il peut entraîner des phénomènes de **tassement** et **d'érosion** des sols, menaçant leur intégrité physique, leur capacité de rétention en eau, la diversité des espèces liées aux sols, donc leur fonctionnement biologique et, finalement, le devenir de la forêt dans son ensemble. Les techniques de «restauration» (labour, sous-solage) sont coûteuses et peu efficaces, Il est donc important de privilégier les moyens de prévention. Parmi ceux-ci, il faut signaler les **cloisonnements**. Il s'agit de couloirs parallèles ouverts

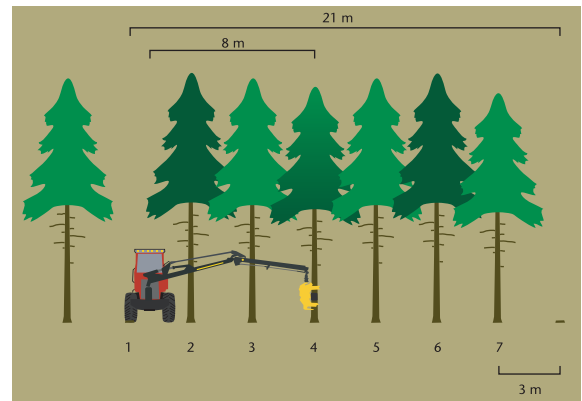


Figure 6. Schéma de cloisonnement d'exploitation - Exemple d'une plantation avec 3 m entre les lignes ; un cloisonnement de 6 m de large, permet un entre-axes entre cloisonnements de 21 m et une surface parcourue de 28 % de celle de la parcelle - Source : environnement.wallonie.be

dans un peuplement ; on distingue les **cloisonnements sylvicoles** pour la réalisation des travaux dans le jeune âge du peuplement et les **cloisonnements d'exploitation** pour la circulation des machines (fig.6). Ces derniers ont une largeur minimum de 4 m, permettant aux machines de circuler sans blesser les arbres adjacents, et leur distance d'axe en axe est comprise entre 16 et 36 m, ce qui permet d'y cantonner les engins pour toutes les opérations, préservant ainsi le reste du peuplement. La circulation d'engins doit être proscrite sur sol très humide. La disposition de branches ou rémanents d'exploitation sur les cloisonnements permet d'y limiter le tassement du sol. Sur certains sols très fragiles, constamment humides par exemple, le débardage au cheval ou par câble peut être une solution.

Un sujet de controverse : les coupes rases et les coupes fortes

L'opinion publique est sensible à la question des coupes rases et des coupes fortes réalisées en forêt, principalement à l'occasion du renouvellement du peuplement par régénération naturelle ou plantation. En 2005, l'Inventaire Forestier National (IFN) évalue à 95 000 ha/an la surface de ces coupes entre les 2 derniers inventaires, soit 0,7 % de la surface boisée totale : ce taux est de 0,6 % dans les peuplements feuillus (surtout chênes et hêtre) contre 0,9 % dans les peuplements résineux (surtout pin maritime et pin sylvestre). Ces coupes peuvent cependant avoir parfois un **impact visuel** important du fait de leur dimension, de leur forme et de leur localisation surtout en montagne et dans les forêts très fréquentées ; c'est pourquoi les aménagements des forêts publiques sont désormais dotés d'une carte des sensibilités paysagères afin de réduire cet impact. Elles peuvent aussi avoir un impact écologique notable (cycles de l'eau et du carbone, biodiversité). Certaines techniques sylvicoles permettent de maintenir un **couvert quasi-permanent du sol** lors des phases de régénération : traitement en futaie irrégulière ou allongement de la période de régénération en futaie régulière.

Recommandation : lire en complément les fiches 8.01, 8.02 et 8.04

Ce qu'il faut retenir

- Comme par le passé, notre société a besoin de récolter d'importants volumes de bois dans nos forêts ;
- Dans une forêt conduite selon les principes de la gestion durable, les prélèvements de bois sont inférieurs dans la durée à l'accroissement biologique ;
- La coupe est l'outil majeur du sylviculteur pour façonner le peuplement au long de son développement et pour récolter le bois produit ;
- La nécessaire mécanisation des opérations de coupe doit être accompagnée par la préservation de la ressource sol ;
- Les coupes de grande dimension peuvent avoir un impact notable que l'on peut minimiser.

Qu'entend-on par gestion forestière durable ? Peut-on la certifier ?

Les forêts que nous connaissons aujourd'hui en Europe résultent d'interactions millénaires avec les hommes, désireux d'utiliser à leur profit leurs ressources multiples. Au départ, objet d'une économie de cueillette, elles ont ensuite subi de grands défrichements à des fins agricoles et pastorales, dont l'emprise spatiale a fluctué dans le temps. Dans l'histoire, leur exploitation a progressivement fait l'objet d'une gestion raisonnée, planifiée et codifiée à travers un arsenal législatif et technique, visant à encadrer sur le long terme la production «soutenable» de biens et de services, jugés stratégiques pour le pays. Quels en sont les points saillants ? Quels sont les instruments de la mise en oeuvre de la gestion durable ?

Qu'entend-on aujourd'hui par « gestion forestière durable » ?

Le concept de développement «soutenable» ou « durable » est mentionné pour la première fois en 1987 dans un rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement présidée par Gro Harlem Brundtland, Premier Ministre de Norvège. Il se définit comme *"un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs"*. Au deuxième sommet de la Terre, à Rio de Janeiro en 1992, ce concept est largement médiatisé à travers la convention de Rio et la naissance de l'Agenda 21. **La gestion forestière durable** est la méthode de mise en oeuvre dans le secteur forestier des exigences du développement durable. Au niveau pan-européen, elle a fait depuis le début des années 1990 l'objet d'accords intergouvernementaux concernant les critères et indicateurs de sa mise en oeuvre, et leur inclusion dans les Programmes Forestiers Nationaux.

Tableau 1. Les six critères européens de gestion forestière durable (déclinés en plusieurs indicateurs) :

1. Conservation et amélioration appropriée des ressources forestières et de leur contribution aux cycles mondiaux du carbone ;
2. Maintien de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers ;
3. Maintien et encouragement des fonctions de production des forêts (bois et non bois) ;
4. Maintien, conservation et amélioration appropriée de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers ;
5. Maintien et amélioration appropriée des fonctions de protection des forêts (notamment sol et eau) ;
6. Maintien d'autres bénéfices et conditions socio-économiques.

La loi d'orientation forestière de la France en 2001 intègre explicitement la notion de gestion forestière durable : *« La gestion durable des forêts garantit leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour l'avenir, les fonctions économique, écologique et sociale pertinentes, aux niveaux local, national et international, sans causer de préjudices à d'autres écosystèmes ».*

La gestion forestière durable est-elle réellement nouvelle en France et en Europe ?

Les fondements de la législation forestière sont très anciens. Ils sont issus de la prise de conscience par la société française et ses gouvernements successifs du fait que la conservation d'une forêt en bon état de production de biens et de services est de l'intérêt général de la France. La législation forestière française remonte au Moyen-Âge, et est très liée aux constats ou à la crainte de pénuries et d'abus, conséquences de l'augmentation de la population et de ses besoins.

Dès le XIII^e et XIV^e siècles, l'état de la forêt française préoccupe les souverains et plusieurs ordonnances sont signées pour tenter de réglementer les pratiques, les coupes et les droits d'usage : i) en 1291, Philippe le Bel crée le corps des Maîtres des Eaux et Forêts ; ii) en 1346, Philippe VI signe l'**ordonnance de Brunoy** qui correspond au premier « code forestier » et qui, entre autres, planifie les coupes et prélèvements de bois ; dans son article 4, l'**ordonnance** stipulait que : « *les maîtres des eaux et forêts enquerront et visiteront toutes les forez et bois et feront les ventes qui y sont en regard de ce que lesdites forez se puissent perpétuellement soustenir en bon estat* ». Il est intéressant de noter l'aspect temporel et sa linéarité (*perpétuellement*), et l'aspect de *sous-tenabilité*, racine de *sustainable* en anglais, malheureusement retraduit en français par *durable*. En 1376, l'ordonnance de Charles V réglemente les droits d'usage. Règlementant d'abord la gestion des forêts royales, la législation sera appliquées dès le début du XVI^e siècle à l'ensemble des forêts du royaume.

L'ordonnance de Colbert sur le "fait des Eaux et Forêts" de 1669 vise l'amélioration des forêts privées et publiques, alors surexploitées. La révolution et les lois du XIX^e siècle rendent aux propriétaires forestiers privés la jouissance quasi-totale de sa forêt. Le Code forestier de 1827 précise que "la conservation des forêts est l'un des premiers intérêts des sociétés" notamment du fait qu'elles "protègent et alimentent les sources et les rivières" et exercent sur l'atmosphère une heureuse et salutaire influence". Le défrichement est très contrôlé mais le Code précise de "ne soumettre l'indépendance de la forêt privée qu'à des restrictions commandées par un intérêt général évident". Des mesures de protection de la nature apparaissent dès 1810 avec la conservation et le reboisement des dunes et terrains de montagne. La protection réglementée des milieux naturels, puis celle de l'arbre et des terrains boisés en zone urbaine, vont s'amplifier au cours du XX^e siècle, en se superposant au Code forestier compliquant leur compréhension et leur application.



Figure 1. Ordonnance de Colbert, 1669

En 1713, Hans Carl von Carlowitz publiait en Saxe l'ouvrage «*Silvicultura oeconomica*,» qui plaidait pour la conservation des forêts et leur utilisation accrue, mais de manière continue, stable et durable. Il s'agissait là du premier emploi documenté du terme allemand désignant la durabilité, *Nachhaltigkeit*. Ce fut le véritable point de départ d'une approche scientifique de la foresterie, qui a fini par s'étendre d'Europe centrale au reste du monde, et demeurer aujourd'hui l'axe majeur de la foresterie.



Figure 2. H.C. Von Carlowitz : fac-similé de la couverture de son ouvrage : *Silvicultura oeconomica*

Du XIV^e au XXI^e siècles, les principes de la gestion durable ont beaucoup évolué et les critères se sont largement diversifiés : d'une gestion axée sur la production ligneuse et l'exercice de la chasse pour des besoins locaux, on est passé à une gestion **multifonctionnelle** visant plusieurs objectifs simultanément ; ce concept a plutôt un «sens technique», incomplètement formalisé. La gestion forestière **durable**, telle qu'on l'entend aujourd'hui, est une catégorie de gestion multifonctionnelle qui vise des objectifs écologiques, économiques et sociaux, et qui a une (des!) définition(s) officielle(s) de plus en plus formelles, au point d'être certifiable.

Quels sont les instruments de la gestion forestière durable ?

Conduite sur des périodes très longues dépassant de loin la durée de vie du sylviculteur, la gestion durable d'une forêt demande des instruments de programmation spécifiques : ce sont d'une part « **le plan simple de gestion** » (PSG) pour les forêts privées et d'autre part « **l'aménagement** » pour les forêts de l'État et des collectivités ; ces documents définissent les objectifs, programment les itinéraires sylvicoles propres à parvenir aux objectifs sur une période de 10 à 20 ans. Ils permettent également de faire le suivi des interventions menées et des événements marquants de la vie de la forêt, très utiles au moment des révisions du PSG ou de l'aménagement. En bref, un PSG ou un aménagement, c'est : i) un ensemble d'**analyses** sur la forêt et son environnement ; ii) des **synthèses** permettant de définir ou d'ajuster des objectifs de gestion ; iii) un **programme d'actions** pour organiser les interventions (coupes et travaux) à conduire dans l'espace et dans le temps pour atteindre ces mêmes objectifs (voir fig. 3).

Y a-t-il un suivi de la gestion forestière durable et de ses performances en France et dans les états européens ?

Au niveau des états, le **processus intergouvernemental pan-européen sur la gestion forestière durable**, initié dans les années 1990, et mentionné précédemment, prévoit que chaque pays renseigne périodiquement la manière dont il satisfait aux critères et indicateurs de gestion durable validés en commun, auxquels il peut ajouter des indicateurs qui lui sont propres. Ces indicateurs sont également de véritables outils des politiques forestières européennes. La production régulière de ces indicateurs permet d'évaluer un état atteint, mais surtout de mesurer la dynamique de la marche vers des modes de gestion forestière de plus en plus durable. La France publie tous les cinq ans, sous l'égide de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), une mise à jour de ses indicateurs (fig. 4). Les six critères sont ventilés par indicateurs, mesures quantitatives, qualitatives ou descriptives qui, mesurées et surveillées périodiquement, montrent les évolutions. Cette liste paneuropéenne a été complétée par d'autres indicateurs dits « nationaux » permettant de tenir compte la spécificité de la forêt française et dont certains sont nouveaux.

Peut-on garantir la durabilité de la gestion forestière ?

Dans les années qui ont suivi la conférence de Rio de 1992, il est vite apparu qu'un **système international de certification de gestion forestière durable** devait être mis en place au niveau de l'unité de gestion, à la fois pour garantir au propriétaire qu'il respecte bien les normes de la gestion durable, et pour assurer l'industriel, le négociant et le consommateur que le bois qu'ils achètent

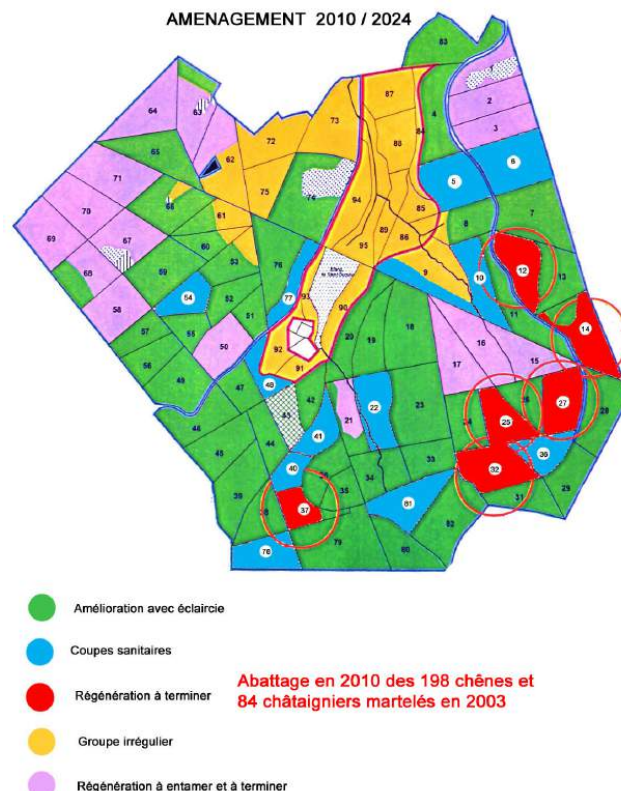


Figure 3. Aménagement forestier en zone péri-urbaine - Parcelle du Bois de Saint Cucufa (78). Période 2010-2024 - (source : ONF)

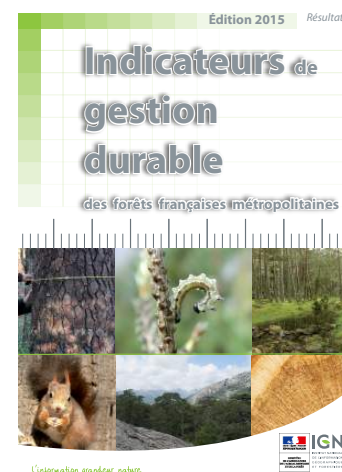


Figure 4. Indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines - Source IGN 2015

issu de forêts gérées durablement. De nombreux processus et systèmes sont concurrents. En France, le **système international PEFC** (*Program for the Endorsement of Forest Certification schemes*) est largement dominant avec plus de 60 000 propriétaires forestiers impliqués et plus de 8 millions d'hectares de forêt concernés. La **certification forestière** ou **certification de gestion durable** est la marque de garantie attachée à un lot de bois qui assure au consommateur que ce bois (ou les produits qui en sont dérivés) est issu de forêts gérées durablement (cf. fig. 5). Aujourd'hui, l'exigence d'un bois certifié est non seulement une norme de la filière, mais désormais **une condition d'accès aux marchés publics et privés**. Les systèmes de certification forestière rendent service à tous les acteurs de la filière bois. Les négociants et grandes surfaces privilégient les bois certifiés pour répondre à la demande de plus en plus forte des consommateurs. Ainsi, des groupes comme Lapeyre, Leroy Merlin ou Point P font évoluer leurs politiques d'achats en augmentant chaque année leurs approvisionnements en bois certifiés. Les propriétaires peuvent à travers la certification afficher leur choix d'une gestion durable de sa forêt et participer à la communication sur le matériau bois. La certification peut aussi être un levier pour améliorer la qualité de la gestion forestière et des travaux et de sécuriser cette gestion en faisant appel à des entreprises elle-même certifiées. Autre système de certification, le **FSC** (Forest Stewardship Council) ne compte en France que 30 000 hectares certifiés (fin 2015) mais est très présent en forêt boréale et tropicale. On peut observer que les bois et produits en bois certifiés ne sont pas plus chers que les non certifiés ; le consommateur peut donc exprimer sa préférence sans nuire à ses finances !

Tout système de certification de la gestion durable des forêts comprend : i) un référentiel qui précise les caractéristiques de la gestion ; ii) des propriétaires s'engageant librement ; iii) un système permettant d'auditer les propriétaires ; iv) une chaîne de contrôle assurant la traçabilité des produits de la forêt au consommateur ; v) une marque (logo) assurant la visibilité du système (fig. 5). Il faut remarquer que la gestion durable des forêts n'est pas un absolu : au niveau de l'unité de gestion comme au niveau national, le contenu concret de la gestion durable (c'est à dire le poids relatif des critères) est variable, et résulte d'une décision d'acteurs qui ont par consensus décidé du positionnement des « curseurs ». En conséquence, ce contenu évolue aussi dans le temps (les référentiels de PEFC et FSC sont par exemple régulièrement révisés).



Figure 5. Forêt et bois abattus estampillés PEFC

La filière forêt-bois : première filière professionnelle française à généraliser, une démarche de développement durable

Le processus de certification PEFC résulte d'une concertation, associant tous les groupes d'intérêts concernés par le bois et la forêt. Les règles de la gestion forestière durable élaborées au sein de PEFC sont adaptées aux situations particulières de chaque région. Cette démarche permet de se focaliser sur les points essentiels, et aussi de répondre aux efforts à entreprendre pour trouver un juste équilibre entre les fonctions écologique, économique, sociale et culturelle de la forêt. Seuls des organismes certificateurs indépendants et accrédités peuvent certifier la conformité des référentiels, le respect des règles de gestion forestière durable par les adhérents PEFC et vérifier les chaînes de contrôle des industriels et des distributeurs de produits transformés.

Recommandation : lire en complément les fiches 8.01 et 8.02

Ce qu'il faut retenir

- La gestion forestière durable est un acquis européen ancien même si de ses critères se sont élargis
- Les objectifs de gestion se sont beaucoup diversifiés dans le sens d'une plus grande multifonctionnalité et les méthodes sylvicoles permettant de les atteindre également
- Les outils de la gestion forestière durable sur le moyen et long terme au niveau de l'unité de gestion gagnent du terrain, appuyés par des systèmes de certification efficaces.
- Les instruments de la mesure de la performance de la gestion forestière durable au niveau des états européens sont en place, même s'ils sont encore imparfaits

Que nous enseignent les indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines ?

Les *indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines (IGD)* sont publiés tous les 5 ans par le *ministère chargé de l'Agriculture* depuis 1995. Ils permettent d'assembler et de rendre publiques des informations sur l'état de la forêt et de ses fonctions économiques, environnementales et sociales en France métropolitaine. Quelle a été leur genèse ? Quelles indications nous fournit leur dernière mise à jour ?

D'où viennent les indicateurs de gestion durable (IGD) ?

La notion de développement durable a été définie dans le rapport Brundtland (1987) comme « le développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ». Ce rapport a été utilisé comme base au Sommet de la Terre de Rio en 1992 où une « Déclaration » a défini les principes de la gestion durable des forêts. La 3^{ème} Conférence Ministérielle pour la Protection des Forêts en Europe (en anglais MCPFE, la première s'était tenue à Strasbourg en 1990 ; ce processus politique est dénommé aujourd'hui *Forest Europe*)

| |
|--|
| Critère 1 : Ressources forestières en bois et carbone, Critère 2 : Santé et vitalité des forêts, Critère 3 : Fonctions de production des forêts, Critère 4 : Diversité biologique des forêts, Critère 5 : Fonctions de protection des forêts, Critère 6 : Fonctions socio-économiques des forêts. |
|--|

a adopté des critères (cf. tableau ci-contre) et indicateurs comme outils de suivi de la gestion. Chaque critère se décline en plusieurs indicateurs, un indicateur étant une « mesure quantitative, qualitative ou descriptive qui, mesurée et surveillée périodiquement, montre la direction du changement ». *Forest Europe* organise le rapportage des pays européens (au sens géographique : 46 pays aujourd'hui, dont la Russie). L'*IGN* organise le rapportage national pour le compte du *ministère chargé de l'Agriculture* et coédite une publication nationale, *les indicateurs de gestion durable*, qui reprend, en les adaptant parfois, les indicateurs européens auxquels sont ajoutés des indicateurs strictement français. Les indicateurs évoluent au fil des conférences ministérielles et des rapportages européens et nationaux, tout en permettant un suivi sur le long terme. Il en existe actuellement une cinquantaine. Depuis l'édition 2015, ils permettent plusieurs niveaux de lecture grâce à des résumés des résultats dans chacune des fiches-indicateur, des synthèses par critère et par enjeu de politique publique, ainsi qu'un résumé.

Quelles informations nous fournit la dernière publication (2015) des IGD ?

Critère 1 – Ressources forestières en bois et carbone

Depuis plus d'un siècle, la déprise agricole et rurale, comme l'essor des énergies fossiles, ont eu pour conséquence le délaissement des terres cultivées les moins rentables, leur boisement spontané ainsi que la diminution de l'exploitation des taillis pour le chauffage. Caractérisées par cette situation de transition toujours en cours, les **ressources forestières** métropolitaines présentent une augmentation de surface boisée, passée en vingt années de 14,4 à 16,4 millions d'hectares, le taux de boisement métropolitain étant de 30%. Le volume de bois progresse également ; il passe en trente ans de 1,7 à 2,5 milliards de mètres cubes (fig.1) et de 129 à 161 mètres cubes à l'hectare.

Les dynamiques à l'origine de ces progressions en volume et surface, en particulier l'expansion naturelle et la conversion des taillis en futaie (fig. 2), favorisent particulièrement les feuillus. Les essences feuillues pionnières (frêne, bouleau, robinier, érables, chêne pubescent, chêne vert) sont celles dont le volume augmente le plus en proportion. La localisation des zones géographiques marquées par l'expansion naturelle influe également sur l'identité des essences favorisées : sur les trente dernières années la forte expansion de surface

observée dans le sud de la France explique certainement les progressions spectaculaires des volumes de chênes pubescent et vert. Les résineux progressent moins vite que les feuillus (+35% contre +53% en

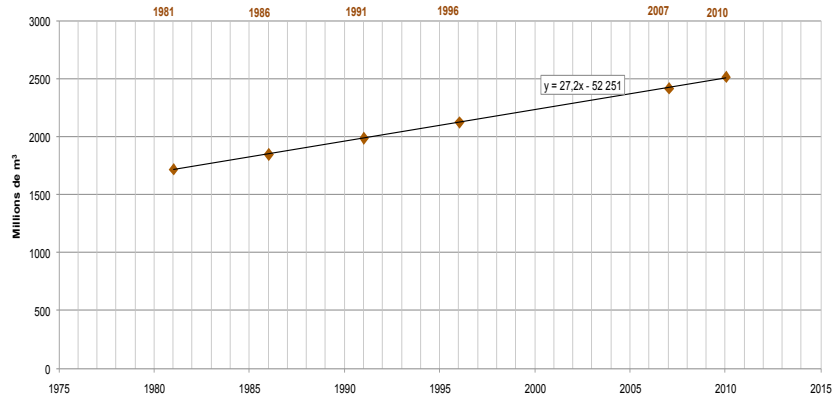


Figure 1. *Volume de bois sur pied en forêt de production en millions de m³* - Source : IGN, inventaire forestier national

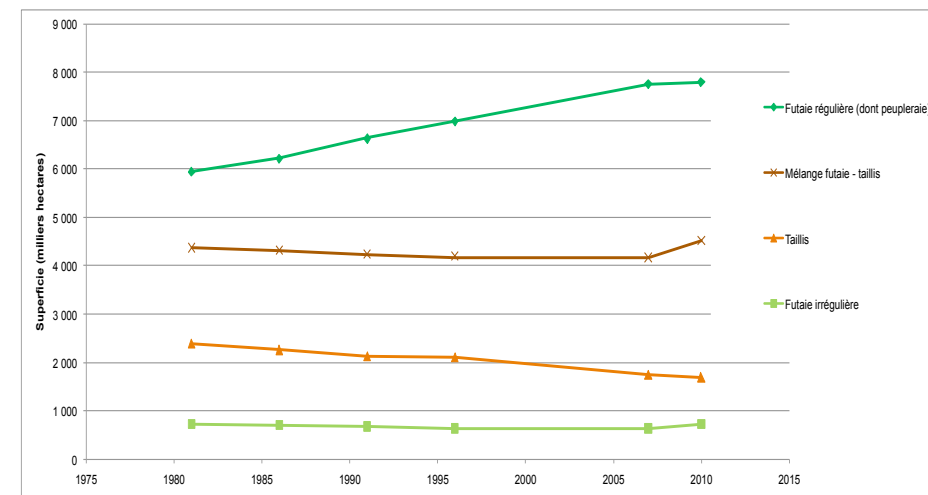


Figure 2. *Superficie des forêts, par structure forestière* - Source : IGN, inventaire forestier national

volume) et les évolutions sont également hétérogènes selon les essences : les ressources de pin maritime ont été très affectées par les tempêtes de 1999 et 2009 tandis que certaines essences résineuses ont des volumes en très forte progression en lien avec les plantations d'après-guerre (pin Laricio, Douglas). Dans ces conditions restant globalement très favorables à la ressource forestière, la forêt métropolitaine est un puits de

carbone important, avec un stockage supplémentaire dans les arbres de près de 14 millions de tonnes de carbone par an en moyenne sur les trente dernières années.

Critère 2 – Santé et vitalité des forêts

Les écosystèmes forestiers sont soumis à des agressions diverses et en évolution permanente. Les pollutions atmosphériques acidifiantes sont en diminution régulière depuis vingt ans ; les attaques des arbres par les agents pathogènes sont très fluctuantes : succession de périodes de pullulation et de retour à l'état endémique mais aussi arrivée de nouveaux agents. Les ongulés sauvages qui exercent une pression d'herbivorie voient leurs populations s'accroître fortement depuis quarante ans ; les tempêtes de 1999 et 2009 ont affecté les forêts alors que les incendies sont globalement mieux maîtrisés que par le passé, sauf année climatique exceptionnelle (2003). Face à ces pressions, **la santé et la vitalité des forêts** sont susceptibles d'être affectées. Les arbres réagissent de manière différenciée selon les essences, les stations et l'intensité du phénomène. Sécheresses et canicules ont par exemple affecté le déficit foliaire de nombreuses essences ces dernières années (fig.3) et en particulier en 2003 en zone méditerranéenne.

Au cours des quinze dernières années, on observe aussi des évolutions qualitatives des sols en forêt publique : tendance à l'acidification des sols les plus acides, à la séquestration de carbone et à la baisse du stock d'azote. Inattendues, ces évolutions n'ont pas de raison d'être spécifiques aux forêts publiques mais cela est encore à confirmer.

Critère 3 – Fonctions de production des forêts

Les forêts assurent des **fonctions de production** : bois, produits forestiers non ligneux, location de chasse, de pêche, ... Il existe pourtant de nombreux freins à la production forestière : par exemple, l'exploitabilité des forêts est jugée difficile à très difficile pour 30% des volumes ; par ailleurs, plus de 50% des surfaces de forêts ne possèdent pas de document de gestion, en lien avec la petite taille de très nombreuses propriétés. Ainsi, seulement 50% du volume de bois produit chaque année par les arbres est exploité, entraînant une augmentation continue de volume sur pied ; les taux de prélèvement varient néanmoins selon les essences (fig.4) et les zones géographiques (liées aux essences en place et aux difficultés potentielles d'exploitation). Cependant, en 2014, la valeur des bois récoltés a atteint près de 3 milliards d'euros (dont 1 milliard pour le bois de feu auto-consommé) alors que la venaison, les champignons, le liège, le miel, les plants forestiers et graines forestières ainsi que les sapins de Noël représentent les autres productions commercialisées de la forêt. Parmi les services marchands, la chasse apporte le plus haut revenu avec environ 110 millions d'euros en 2012.

Critère 4 – Diversité biologique des forêts

Les forêts abritent une **diversité biologique** qui peut être mise en danger par les pressions qui s'exercent sur l'écosystème. La pression foncière est faible, eu égard à l'augmentation des surfaces totales et de la taille des massifs (68% des surfaces font partie de massifs de plus de 100 000 hectares). Cependant, localement, des défrichements sont réalisés en vue de l'artificialisation des sols. Par ailleurs, la sylviculture, qui réduit la durée du cycle sylvogénétique (cycle d'évolution naturelle d'une forêt non exploitée par l'Homme), a tendance à affecter la diversité des espèces liées aux stades les plus âgés. Les peuplements très âgés sont, en effet, peu représentés en France métropolitaine (2% des surfaces de chêne pédonculé, 5% des surfaces de hêtre) bien que le bois mort sur pied, qui constitue un habitat pour les espèces saproxyliques, représente tout de même 6 mètres cubes par hectare (contre 1,6 mètre cube en 1999). Cependant, l'artificialisation est peu prégnante avec 7% seulement de surfaces ayant une essence principale introduite. Et, parmi la petite centaine d'espèces d'arbres (dont certaines sont exotiques et de présence accidentelle) recensées par l'inventaire forestier dans les forêts métropolitaines, trois espèces sont menacées d'extinction, alors que les taux d'espèces menacées parmi les oiseaux, mammifères, amphibiens et reptiles forestiers s'élèvent respectivement à 17%, 7% et 8% des espèces. Enfin, la richesse locale en essences tend à augmenter avec une moyenne de près de 5 essences sur 20 ares bien



Figure 3. Part des arbres ayant un déficit foliaire modéré, de 25 à 60% Source : MAAF (réseau systématique du suivi des dommages forestiers, Département santé des forêts)

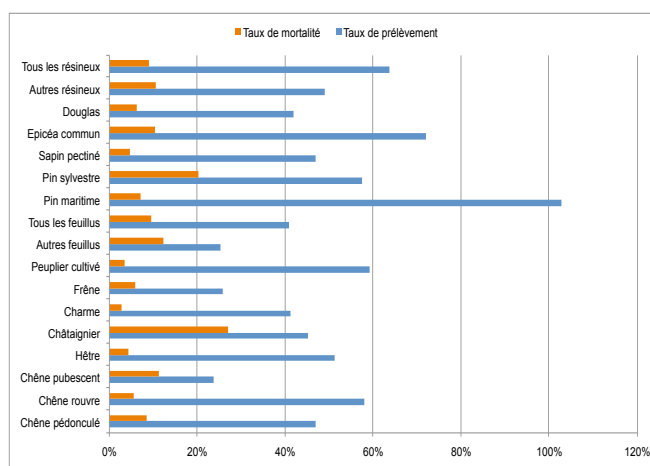


Figure 4. Taux annuels de prélèvement de la production nette et de mortalité de la production brute, par essence Source : IGN, inventaire forestier national



que la part de l'essence principale dans la surface terrière (cumul de la surface/ha de la section de tous les troncs) soit importante (64% dans les peuplements feuillus et 80% dans les peuplements résineux).

Critère 5 – Fonctions de protection des forêts

L'écosystème forestier préserve les sols et l'eau, ressources naturelles à la base de son fonctionnement ; il contribue également à la **protection** des infrastructures, des hommes et des ressources agricoles contre les risques naturels. Certaines forêts se voient attribuer un rôle de protection de manière prioritaire, c'est notamment le cas des forêts de protection, des forêts des terrains des conservatoires et des forêts domaniales dans les périmètres de captage d'eau potable, ou dans les périmètres de restauration de terrain en montagne : elles représentent 350 milliers d'hectares. Cependant, et par nature, l'ensemble des forêts métropolitaines assume également la préservation des fonctions de l'écosystème sans que cela soit officialisé par un statut juridique particulier.

Critère 6 – Fonctions socio-économiques des forêts

Les **bénéfices socio-économiques** que la société retire des écosystèmes forestiers sont très larges. En termes socio-économiques, la filière, *stricto sensu*, rassemble environ 230 000 équivalents temps plein alors qu'une estimation des emplois liés à la forêt ou au bois au sein de branches plus généralistes donne 800 000 salariés. Les emplois de la filière participent à l'économie rurale et les démarches territoriales autour de la forêt se développent (chartes forestières de territoire, plans de développement de massifs), prenant acte du potentiel socio-économique de la forêt. La valeur ajoutée du secteur forêt-bois-papier-ameublement, à la baisse sur les dix dernières années, est de 12 milliards d'euros en 2012 mais le secteur présente un déficit de la balance commerciale de 4,5 milliards d'euros en 2014 (pour un solde négatif de 6,8 millions de mètres cubes). Le bois et ses dérivés entrent aussi dans la dynamique de l'économie verte avec la mise en place de la certification, du recyclage, de la récupération des produits connexes ainsi que la production d'énergie renouvelable. Au-delà de son rôle économique, la forêt représente également des paysages et des services rendus à la société. L'État, aux côtés d'autres acteurs, contribue à protéger ces services en soutenant financièrement la gestion durable, la prévention et la lutte contre l'incendie, la restauration des couverts après tempête, la biodiversité... La valeur culturelle et spirituelle de certaines forêts est reconnue officiellement par l'attribution d'un label ou d'un classement (patrimoine mondial de l'humanité, monuments historiques en forêt, réserves de biosphère, ...). La forêt est un important espace de loisirs ; les propriétaires privés, à qui 75% de la forêt métropolitaine appartient, déclarent à 85% autoriser l'accès du public à leur forêt.

Recommandation : lire en complément la fiche 1.08

Ce qu'il faut retenir

Les forces

- la forêt occupe 30% de notre territoire,
- la ressource en bois a un volume et une surface en augmentation,
- les écosystèmes forestiers métropolitains ont une diversité importante en essence,
- la forêt assume de nombreux rôles pour la société : production de matière première, protection des fonctions de l'écosystème et du bien-être des populations, développement économique durable, ...

Les faiblesses

- la ressource bois est en moyenne peu exploitée et la balance commerciale du secteur est déficitaire,
- la très petite taille de nombreuses propriétés limite la gestion (et donc la valorisation du bois, les emplois, ...),
- les arbres sont sensibles aux aléas climatiques et sanitaires (parfois liés),
- les stades âgés de la forêt, sont peu représentés sur le territoire, limitant la diversité liée à ceux-ci.

Les forêts plantées en France : quelle importance, quelles évolutions, quel futur ?

Si l'homme sait planter des arbres depuis l'antiquité, les plantations forestières en Europe et en France, ne se sont réellement développées à une échelle significative que depuis le 17^e et surtout le 18^e siècle. Soutenues par des politiques ambitieuses, elles ont pris un vrai essor au 19^e siècle avec des objectifs de production ligneuse et de protection des milieux, et se sont amplifiées au 20^e siècle. Quelle est l'importance actuelle des forêts plantées en termes de surface occupée et de productions de biens et de services ? Quelles sont les raisons du ralentissement observé du rythme des plantations ? Quelles sont les perspectives ?

Plantations forestières, forêts plantées, boisement, reboisement : de quoi parle-t-on ?

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) définit les **forêts plantées** (fig.1) comme étant composées d'arbres installés par plantation et/ou par semis direct intentionnel, d'espèces spontanées ou introduites. Elles comprennent : i) des **plantations forestières**, constituées de peuplements à une seule ou peu d'espèces, à espacement régulier et de même âge (équienne), réalisées pour la **production** de bois ou de fibres, et/ou la fourniture de services écosystémiques, en particulier la **protection** des milieux ; ii) des **forêts semi-naturelles plantées** composées d'espèces spontanées établies par plantation ou semis direct. Les termes «**boisement**» et «**reboisement**» font référence à l'état du terrain précédent la plantation, boisement si le terrain était nu ou occupé par des cultures ou prairies, reboisement si le terrain était déjà forestier. En France, l'IGN/IFN définit une plantation comme un

boisement ou reboisement d'arbres monospécifiques ou plurispécifiques sans limite d'âge du peuplement, observée sur la placette de description de 20 ares (fiche 1.10) ; il distingue deux types de plantation : i) **plantation régulière** : plantation selon un maillage régulier non interrompu par de îlots ou des bandes boisées, par convention, une plantation régulière en plein a une surface d'un seul tenant supérieure à 5 ares et une largeur supérieure à 20 mètres ; ii) **autre plantation** : toute autre situation. Ainsi, une plantation ratée (c'est-à-dire dont la densité est inférieure 500 plants forestiers/ha soit 100 tiges sur la surface décrite des 20 ares ; seuil abaissé à 300 tiges/ha dans le cas de plantation à grand espacement, voire à 100 tiges/ha dans le cas de noyers noirs) n'est plus à considérer comme une plantation. **Du fait de cette définition, toutes les forêts plantées ne sont pas forcément identifiées sur le terrain.** Par exemple, une forêt plantée de longue date dont l'implantation des arbres semble « naturelle » ne sera pas comptabilisée comme forêt plantée par l'IGN. **Les chiffres disponibles sont donc des chiffres par défaut.** (Source : S. Wurpillot-IGN, 2016)

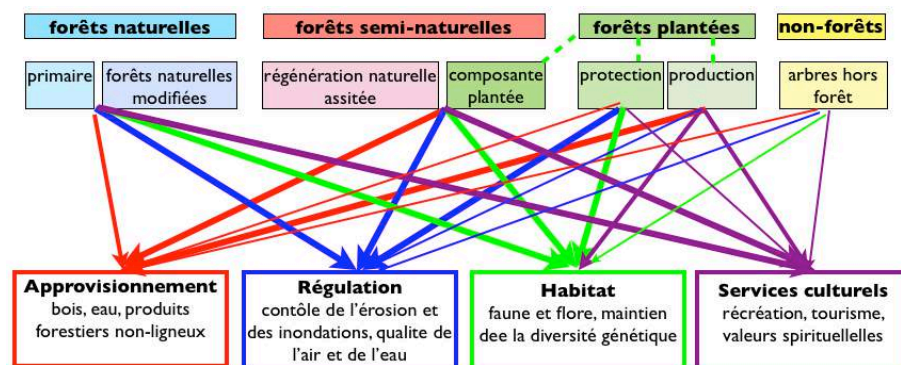


Figure 1. Typologie des forêts et services écosystémiques associés (L'épaisseur de la flèche indique l'importance du service produit (forte, moyenne ou faible) - Source : Baral et al, 2016, d'après Carle et Holmgren, 2008.

boisement ou reboisement d'arbres monospécifiques ou plurispécifiques sans limite d'âge du peuplement, observée sur la placette de description de 20 ares (fiche 1.10) ; il distingue deux types de plantation : i) **plantation régulière** : plantation selon un maillage régulier non interrompu par de îlots ou des bandes boisées, par convention, une plantation régulière en plein a une surface d'un seul tenant supérieure à 5 ares et une largeur supérieure à 20 mètres ; ii) **autre plantation** : toute autre situation. Ainsi, une plantation ratée (c'est-à-dire dont la densité est inférieure 500 plants forestiers/ha soit 100 tiges sur la surface décrite des 20 ares ; seuil abaissé à 300 tiges/ha dans le cas de plantation à grand espacement, voire à 100 tiges/ha dans le cas de noyers noirs) n'est plus à considérer comme une plantation. **Du fait de cette définition, toutes les forêts plantées ne sont pas forcément identifiées sur le terrain.** Par exemple, une forêt plantée de longue date dont l'implantation des arbres semble « naturelle » ne sera pas comptabilisée comme forêt plantée par l'IGN. **Les chiffres disponibles sont donc des chiffres par défaut.** (Source : S. Wurpillot-IGN, 2016)

Les forêts plantées en France métropolitaines : quelle importance aujourd'hui ?

Les forêts plantées recensées par l'IGN couvrent une surface d'environ 2,1 Mha ; elles se répartissent en : forêt domaniale (10 %), autres forêts publiques (14%), et forêt privée (76 %), soit exactement la répartition de l'ensemble des forêts. Plus d'un tiers des forêts plantées en forêt privée ont un plan simple de gestion (à comparer aux 22% pour l'ensemble des forêts privées). Les forêts disponibles pour la production couvrent environ 15 Mha (IGD-IGN, 2015), dont 12% seulement sont des forêts plantées auxquelles il faut ajouter 1 % pour les peupleraies, mais ces chiffres moyens cachent d'importantes disparités régionales (fig.2). 80 % des surfaces de forêt plantée le sont en résineux (fig.3). Ces forêts plantées sont issues pour une minorité des plantations à vocation de protection et, pour la plus grande

part, des plantations à vocation de production, en particulier celles réalisées sur environ 2 Mha avec l'aide du Fonds Forestier National (FFN). Ce dernier a fonctionné entre 1947 et 2000, avec une nette baisse à partir des années 90.

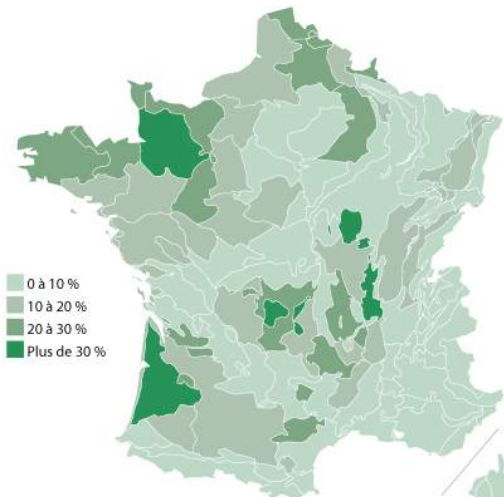


Figure 2. Pourcentage de la forêt disponible pour la production qui est plantée. Source S. Wurpillot- IGN, 2016

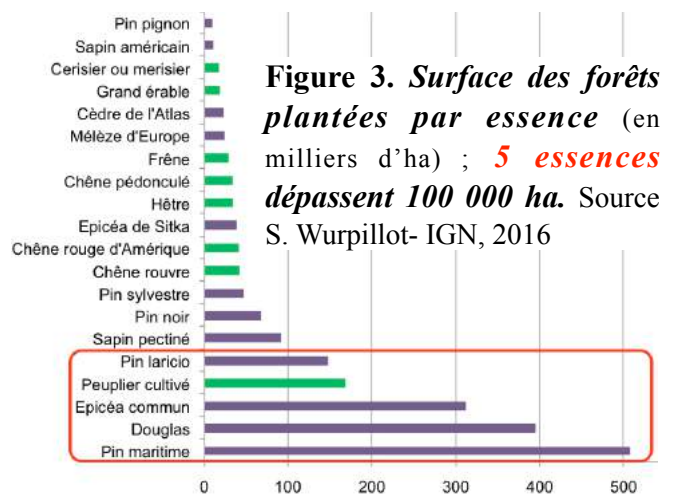


Figure 3. Surface des forêts plantées par essence (en milliers d'ha) ; **5 essences dépassent 100 000 ha.** Source S. Wurpillot- IGN, 2016

La contribution des forêts plantées à la production nationale de bois n'est pas comptabilisée mais peut être approchée pour deux essences, le douglas et le pin maritime. Le bois de douglas récolté est issu entièrement de plantations. En 2015, il représentait 14 % de la production nationale de sciages (source FNB) et en 2030, ce pourrait être 30% (source : France-Douglas), alors que la surface occupée par cette essence est de 400 000 ha, soit 2,6% de la forêt française disponible pour la production. Le pin maritime en Région Aquitaine (avant 2016) est très majoritairement issu de plantations. Il alimente une industrie active du sciage (plus de 90 % des sciages produits dans cette région) qui produit 16 % de la production nationale de sciages (source : Agreste - Aquitaine, n°93, 2015). Ces données illustrent le fait bien connu que les forêts plantées peuvent, lorsque les conditions de succès sont réunies : choix adéquat de l'essence (et des variétés sélectionnées) et des stations, techniques sylvicoles maîtrisées, contribuer de manière durable et sur des **surfaces limitées** à une importante production ligneuse à la base d'une filière socio-économique. Les forêts plantées sont gérées de manière multifonctionnelle et procurent donc aussi d'autres biens et services (fig.1) que le bois, en particulier ceux-liés au cycle du carbone, en stockant le carbone en forêt, dans les produits forestiers, et en substituant le bois à d'autres matières premières ou sources d'énergie plus gourmandes en carbone fossile.

Encadré 1. Des connaissances sur les forêts plantées en progrès et transférées à la gestion

Elles concernent : i) le **progrès génétique**, avec 88 % des plants forestiers vendus issus de variétés génétiquement améliorées pour des critères d'adaptation à l'environnement physique et biotique, la productivité, la qualité du bois (source : S. Girard, 2016) ; ii) la **résilience et la résistance aux bio-agresseurs** (insectes, maladies) ; iii) la **fertilité chimique et physique des sols**, en fonction des essences plantées (par exemple, impact des résineux sur certains sols) et de leur mode de gestion (sylviculture, récolte) ; iv) **les itinéraires sylvicoles**, y compris ceux incluant le mélange d'essence. Par ailleurs des leçons ont été tirées du passé concernant une meilleure prise en compte de la qualité des paysages et de la préservation ciblée de la biodiversité.

Quelles sont les tendances observées concernant les forêts plantées en France ?

Les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 ont gravement affecté la forêt française, dont les forêts plantées, et l'Aquitaine a même connu une seconde tempête dévastatrice avec Klaus en 2009. Ces phénomènes extrêmes ont impacté temporairement l'ensemble de la filière bois, et, à plus long terme, la ressource va connaître des trous de production. Ce phénomène est très marqué pour le pin maritime, malgré les efforts entrepris de renouvellement des peuplements par plantation, car ils entreront en production avec un certain décalage. Par ailleurs, le rythme des plantations en France a fortement ralenti depuis le début des années 1990. Bien que l'on ne dispose pas de statistiques précises sur ce point, des indicateurs pertinents semblent le confirmer. Ainsi la vente de plants forestiers (hors pin maritime) qui en 1992 totalisait encore 110M de plants, a fortement chuté pour atteindre 40 M en 2000, puis 20M 10 ans plus tard (source IRSTEA). La reprise observée à partir de 2011 concerne le seul pin maritime et reflète les opérations de reconstitution entreprises après la tempête Klaus. Cette situation est préoccupante. En effet, sans parler de l'augmentation des surfaces plantées (qui pourrait d'ailleurs être un objectif en soi), le simple maintien des surfaces annuellement plantées à leur niveau antérieur est nécessaire pour assurer leur renouvellement, et donc une production soutenue au fil du temps. On constate déjà pour le douglas, un déficit des jeunes classes d'âge (fig.4), synonyme d'une décroissance de la production dans l'avenir.

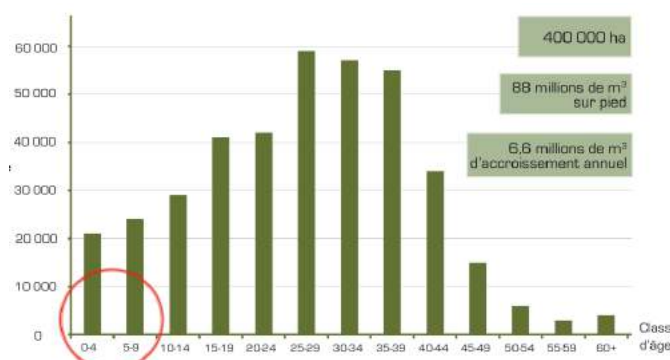


Figure 4. La douglasaie en surface par classe d'âge : un déficit de jeunes peuplements -

Source : France Douglas - Novembre 2010

Les causes de ce **ralentissement dans le rythme des plantations** sont multiples : i) suppression du FFN et de ses incitations financières ; ii) augmentation continue des coûts, notamment celui de la main d'oeuvre, alors que le prix de vente du bois est stable en euros constants ; iii) pression de la faune sauvage (ongulés) dont les dégâts sont insuffisamment compensés, la protection des plants étant par ailleurs à la charge du propriétaire ; iv) restriction de l'utilisation des produits agropharmaceutiques ; v) aversion au risque des propriétaires, vis-à-vis des tempêtes, et des impacts du changement climatique ; vi) prise de conscience du risque d'invasion biologique en cas d'utilisation d'essence introduite (par exemple : chêne rouge d'Amérique, robinier, *Prunus serotina*).

En outre, la question des plantations comporte une forte dimension **sociétale**. Elles ont souvent une image négative, du fait de leur nature jugée «artificielle» (ce qui conduit même certains à affirmer qu'elles sont des «non forêts»), et de leur orientation économique. Le recours à une essence introduite est aussi fortement et négativement connoté. D'une manière générale, la «naturalité» est valorisée *a priori*, y compris dans les standards de certification forestière. Les plantations, notamment à partir d'essences introduites, peuvent parfois faire l'objet de «expéditions punitives» (arrachage) qui traduisent la non-acceptabilité par certains des pratiques de la gestion des forêts.

Quelles perspectives pour les forêts plantées ?

Les professionnels de la filière forêt bois au cours des dernières années, encouragés par l'État à se regrouper, ont pris collectivement conscience de la nécessité de redonner aux forêts plantées leur place antérieure. Ils ont publié trois documents dont un «manifeste en faveur des forêts de plantation» en 2012. Dans le monde politique le sénateur Leroy a appelé en octobre 2016 à un effort de reboisement national soutenu par le Fond Stratégique de la Forêt et du Bois. Plusieurs éléments dans le contexte actuel sont favorables à une **reprise** des plantations : i) le consensus sur le développement d'une économie «verte»

ou «bas carbone» fondée sur les ressources renouvelables du vivant, dite encore «**bio-économie**» ; ii) le potentiel des forêts plantées et de leurs produits pour **atténuer le changement climatique** (effets de stockage et de substitution (cf. fiches 6.06 et 6.07) ; iii) les prévisions d'une demande accrue de biomasse ligneuse, notamment résineuse ; iv) l'opportunité de l'**adaptation des forêts** au réchauffement climatique



Figure 7. Peuplement de douglas - Photo J.C Dupuy

en changeant leur composition par la **plantation** sur certaines zones de **nouvelles entités génétiques** (espèces, provenances, variétés) ; v) l'opportunité de **réduire le déficit de la balance commerciale**, dans laquelle l'importation de sciages résineux est encore un poste important. Au plan institutionnel et politique, les efforts concertés des professionnels (fiche 9.06), et une politique volontariste (fiche 9.05) se sont traduits par : i) un ensemble de dispositifs et d'instruments nouveaux, création du comité stratégique de filière au Conseil National de l'Industrie (CNI) Programme national de la forêt et du bois, Plans régionaux de la forêt et du bois, Plan recherche & Innovation 2025 filière forêt-bois ; ii) la

constitution d'un cadre de discussion politique et technique ; iii) la mobilisation de moyens avec le fonds stratégique de la forêt et du bois. Ces avancées vont permettre entre autres une redynamisation du programme de plantation et un meilleur couplage entre forêts plantées et entreprises de transformation.

Comme les autres types de forêt, les forêts plantées doivent satisfaire aux principes de la gestion durable (art 1. du Code Forestier) qui «*garantit leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire et pour l'avenir, les fonctions économique, écologique, et sociale pertinentes, aux niveaux local, national et international, sans causer de préjudices à d'autres écosystèmes*». On dispose aujourd'hui de connaissances améliorées sur les processus «d'entretien de la fonctionnalité» au sein des forêts plantées, en termes de dynamique de la fertilité, production primaire, environnement biotique et biodiversité, résilience, régénération, etc. sur lesquelles on peut fonder une gestion réellement durable. Pour autant, le niveau relatif des services écosystémiques recherchés va évidemment différer selon les types de forêt (fig. 1) : ainsi l'objectif de production ligneuse n'est pas premier dans une forêt plantée pour la protection des aquifères.

Dans la mesure où forêts plantées et semi-naturelles sont conduites durablement, il n'y a pas lieu de les opposer. Elles sont complémentaires en termes d'espaces occupés et de services écosystémiques fournis (à différentes échelles). Encore faut-il que ceux-ci aient fait l'objet d'une évaluation aussi complète que possible. C'est encore rarement le cas pour les forêts plantées pour lesquelles on s'est souvent arrêté à la seule valeur du bois produit, alors que leur valeur totale est bien plus grande. Sa prise en compte pourrait contribuer à améliorer l'**acceptabilité sociale** des forêts plantées. D'autres points justifient un dialogue accru entre les parties prenantes ; ils concernent les questions paysagères, l'utilisation d'espèces introduites, les plantations monospécifiques, etc.

Ce qu'il faut retenir

- Les forêts plantées et les peupleraies occupent seulement 13% de la surface de la forêt disponible pour la production mais contribuent de façon majeure à l'alimentation de la filière bois
- Le ralentissement du rythme des plantations (hors pin maritime) compromet la «soutenabilité» de la production
- Les instruments et les politiques récemment mises en place en France ouvrent la voie à une reprise des plantations
- L'ensemble des services écosystémiques fournis par les forêts plantées devraient être mieux évalués pour démontrer leur valeur pour la société

La croissance des arbres et la production des peuplements forestiers : pourquoi et comment les évalue-t-on ?

De tous temps, la forêt, les arbres, le bois ont constitué une ressource pour l'Homme. Les fonctions des forêts sont en fait multiples : production d'une ressource renouvelable, protection des sols, de l'eau, et de la diversité biologique et génétique hébergée, rôle économique, social, récréatif, stockage du carbone ... Minoritaires en nombre d'espèces, les arbres jouent un rôle majeur dans la structure des écosystèmes forestiers parce qu'il s'agit, et de loin, des organismes les plus grands et les plus longévifs ; la strate arborée détermine fortement les conditions de vie (abri, lumière, microclimat) de toutes les autres espèces forestières, végétales et animales. ... Autant de raisons qui amènent à s'interroger sur les facteurs qui déterminent leurs dimensions, leur croissance, leur production, et sur les outils qui peuvent aider les forestiers à en assurer une gestion multifonctionnelle et durable, notamment dans un contexte de changements, climatiques, mais aussi technologiques, économiques et sociétaux ...

Croissance des arbres et production des peuplements forestiers : comment les évaluer ?

Qui ne s'est jamais interrogé, devant un arbre majestueux ou de diamètre exceptionnel, sur ses dimensions précises, sur son âge, sur la vitesse à laquelle il a atteint une telle taille ? « *L'arbre, c'est le temps rendu visible* », disait Paul Valéry. Encore faut-il avoir les bonnes lunettes ...

La **dendrométrie** regroupe les connaissances scientifiques, techniques, statistiques développées pour mesurer les arbres et évaluer quantitativement le volume de bois ou la biomasse d'un peuplement forestier. Sur un arbre, on mesure classiquement le **diamètre** (à 1.30 m au-dessus du sol, par convention internationale) et la **hauteur** totale (jusqu'à la cime) : c'est ce qui est le moins difficile et c'est ce qui est le plus important pour estimer le volume de bois pour les usages traditionnels ; l'intérêt accru pour la biomasse (bois énergie, estimation du carbone stocké) conduit à des mesures qui concernent l'ensemble de la partie aérienne, parfois en incluant le feuillage, ou même les parties souterraines. En gestion, volume et biomasse d'un individu sont estimés de préférence à partir de relations statistiques (« tarifs de cubage ») établies sur des échantillons représentatifs de la gamme de variabilité rencontrée pour une espèce, et une région. Pour un peuplement, une forêt, l'estimation se fait généralement sur la base d'un inventaire statistique : typiquement, une grille de placettes sur chacune desquelles sont mesurés le diamètre des arbres et la hauteur de certains, ce qui permet de cumuler les estimations individuelles de volume ou biomasse. Au niveau national, la ressource est évaluée selon le même principe général par l'Inventaire forestier national (IGN, voir fiche 1.10). L'**âge** est connu dans le cas d'une plantation référencée, ou de peuplements renouvelés par une régénération naturelle par semis sur une période courte, ou encore par une coupe de taillis simple.

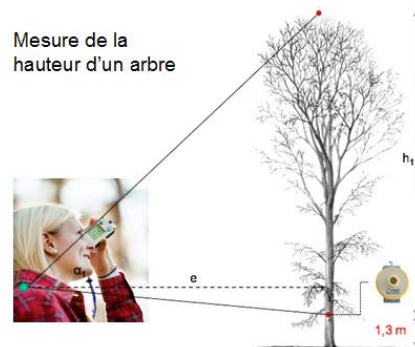


Figure 1. Mesure de la hauteur d'un arbre par visées à la cime et sur une cible (pour la distance, par ultrasons)



Figure 2. Mesure de la croissance en rayon à l'aide de la tarière de Pressler

Sinon, il peut être estimé à l'occasion d'une coupe par comptage des cernes sur les souches, ou par sondage du tronc (fig.2) à l'aide d'une tarière de Pressler (sous des climats et pour des essences pour lesquelles on observe un arrêt annuel de croissance). La **croissance** moyenne de l'arbre est bien sûr obtenue en divisant la dimension atteinte (diamètre, hauteur, volume, biomasse ...) par l'âge (total, mesuré à la souche, ou âge à 1,30 m du sol). La mesure des cernes sur une carotte de sondage dans le tronc permet de reconstituer l'évolution de la croissance radiale annuelle. La mesure directe de la production d'une forêt est plus difficile ; une méthode relativement précise consiste à l'estimer en couplant un inventaire statistique avec une mesure de l'accroissement radial des 5 ou 10 dernières années (sondage à la tarière) sur un sous-échantillon d'arbres des placettes inventoriées.

Quels facteurs déterminent la croissance d'un arbre, la production d'un peuplement ? Comment quantifier, formaliser, modéliser leurs influences respectives ?

Dans un cadre scientifique, la croissance d'arbres-échantillons peut-être suivie en les mesurant à intervalle régulier (tous les cinq ans, par exemple) ; c'est de cette manière que l'on étudie **les facteurs qui déterminent croissance et production**, dans le cadre de dispositifs d'observation, ou d'expérimentations, d'interventions sylvicoles, dans des conditions de climat et de sol variées. Les connaissances ainsi acquises permettent en outre d'élaborer des **modèles** capables de représenter l'évolution des arbres et des peuplements, et permettant de **simuler les effets des interventions** humaines dans le but d'établir des guides pour la gestion opérationnelle. 70% des forêts publiques françaises sont ainsi gérées, par l'ONF, sur la base de **guides sylvicoles** appuyés sur des modèles de croissance établis par les scientifiques.

Les modèles de croissance en bref

Ces modèles permettent de formaliser le jeu des différents facteurs et de quantifier leur influence. Une formalisation classique consiste à décomposer la croissance d'un arbre comme le produit de plusieurs termes, l'un dénotant un potentiel de croissance, les autres étant des termes de réduction de cette croissance par rapport à ce potentiel. Outre l'espèce –plus généralement, le génotype- le **potentiel de croissance** est habituellement relié aux potentialités du milieu physique : sol, climat. Les forestiers parlent de « fertilité stationnelle » et de « classes de fertilité », la « station » étant définie par les écologues comme une étendue homogène en terme de relief, de géologie et de sol, et de climat local influencé par la topographie ; la composition floristique et la structure de la végétation, dont la composante « arbres », y sont également assez homogènes. Faute de pouvoir facilement évaluer tous les facteurs, les forestiers utilisent depuis fort longtemps (De Perthuis, dès 1788 !) la hauteur atteinte par les arbres, à un certain âge, comme indicateur de la potentialité stationnelle ; au fil du temps, cette idée a été précisée (hauteur des seuls arbres dominants, à un âge de référence précis, dans des peuplements où les arbres ont le même âge), formalisée mathématiquement (faisceaux de courbes délimitant des classes de fertilité) et modélisée à partir de données d'évolution de la hauteur d'arbres dominants, abattus puis analysés, sur des stations allant des plus pauvres aux plus fertiles.

Quant aux termes **réducteurs de la croissance**, ils sont reliés à la **compétition** qu'exercent les individus les uns vis-à-vis des autres : des indices de densité de peuplement (combinaisons du nombre d'arbres par unité de surface et de leur taille moyenne), des indices de « statut social » ou de statut compétitif de chaque individu (sa taille relative dans le peuplement, par exemple). La croissance en hauteur est modérément influencée par la concurrence, et y est même considérée comme insensible en ce qui concerne les arbres dominants (... d'où l'utilisation de la hauteur dominante comme indicateur stationnel, indépendant de la sylviculture hormis en peuplements très serrés, ou très clairsemés). En revanche, la croissance en diamètre est très sensible à la concurrence. La figure 3 montre le résultat d'une expérimentation comparant des densités de plantation. Pour obtenir de gros arbres, il faut maintenir la concurrence à un niveau faible, c'est-à-dire planter à faible densité ou opérer des coupes sylvicoles fortes ou fréquentes ... au risque, cependant, de réduire sensiblement la quantité totale de bois récoltable par hectare (« perte de production »).

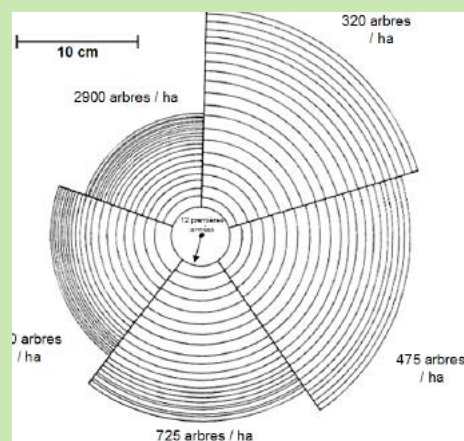
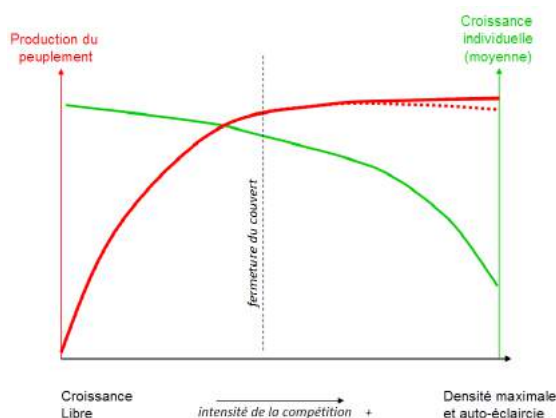


Figure 3. Effet de la densité initiale 32 ans après plantation sur le diamètre moyen et la largeur des cernes - Source : Savill et Sandels, 1983

Concilier croissance et production : un exercice d'équilibriste ...

C'est bien là tout l'art du sylviculteur lorsqu'il s'agit de produire du matériau bois dans une futaie régulière : en réduisant la densité, à plusieurs reprises au cours de la vie du peuplement, trouver – et maintenir sur de nombreuses décennies – l'équilibre souhaité entre les dimensions des arbres (en fonction des produits escomptés, qui varient selon le stade de développement du peuplement et les besoins des utilisateurs) et la quantité totale récoltable sur l'ensemble de la vie du peuplement (fig. 4). Notons que la dimension temporelle de l'équilibre recherché par le forestier tient au fait qu'en réduisant la densité, donc la concurrence, on favorise la croissance ... ce qui, en retour, conduit à retrouver plus rapidement un fort niveau de concurrence ! Un équilibre dynamique ... Dans le cas de peuplements irréguliers, mélangés, inéquiennes, les phénomènes (croissance, compétition ...) sont fondamentalement les mêmes ; mais les équilibres à établir sont plus variés, et nécessitent souvent une prise en compte de la compétition à l'échelle du voisinage de chaque arbre considéré en s'appuyant sur un savoir-faire et sur des règles largement empiriques. Des indices de densité locale ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche dans les années 1980-90, mais leur mise en œuvre n'est pas directement envisageable dans le cadre de la gestion opérationnelle.

Figure 4. Représentation schématique de l'opposition entre amélioration de la croissance individuelle et maximisation de la production à l'échelle du peuplement, entre deux situations extrêmes : de la « croissance libre », où les arbres sont si espacés qu'ils ne se concurrencent jamais, à l'« auto-éclaircie », quand la concurrence est à son maximum, et que la croissance ne se poursuit qu'au prix de la mort – par concurrence- des arbres les plus faibles. Dans ce schéma, la croissance individuelle est représentée par la moyenne des individus, mais, même dans un peuplement homogène (arbres de même espèce, même âge, sur un sol homogène), le jeu des relations de compétition inter-individuelle conduit à une variabilité des dimensions : couramment dans un rapport de 1 à 5 pour le diamètre, de 1 à 20 pour le volume individuel.



Quels outils pour les forestiers d'aujourd'hui... ?

Les techniques et outils dendrométriques permettent une évaluation directe de la croissance et de la production. Pour simuler, de manière prospective, les effets de la sylviculture, les gestionnaires peuvent s'appuyer sur des modèles de croissance, déjà évoqués, établis par des scientifiques. Il en existe de plusieurs types, de générations successives. Les tables de production sont les plus anciens : fondées sur l'observation des grandeurs dendrométriques sur des placettes de peuplements en gestion, elles présentent, sous forme de tableau, l'évolution de ces grandeurs en fonction de l'âge du peuplement ; pour plusieurs classes de fertilité mais un seul mode de gestion sylvicole (avec au mieux quelques variantes). Les modèles les plus utilisés en gestion, en France et dans le monde, sont des modèles dits « individuentrés, sans spatialisation » ; établis le plus souvent sur la base de réseaux d'expérimentations, ils permettent de simuler des itinéraires sylvicoles variés, pour des peuplements réguliers, en tenant compte des potentialités stationnelles appréciées indirectement (hauteur dominante à un âge de référence). Il existe peu de modèles opérationnels pour la gestion des peuplements irréguliers, mélangés, sans doute parce qu'il est difficile de modéliser l'apparition, la croissance et la mortalité de la régénération naturelle. Des modèles plus complexes s'appuient sur la connaissance du fonctionnement écophysio-logique des arbres, parfois relié à leur architecture (modèles structure-fonction) ; ils prennent en compte explicitement les ressources offertes par le milieu : sol (eau, éléments minéraux, azote ...), climat (précipitations, énergie), atmosphère (CO₂ ...). Mais ils peinent à évoluer vers des outils opérationnels en gestion forestière, malgré des tentatives de convergence entre cette approche et les modèles actuellement utilisés.

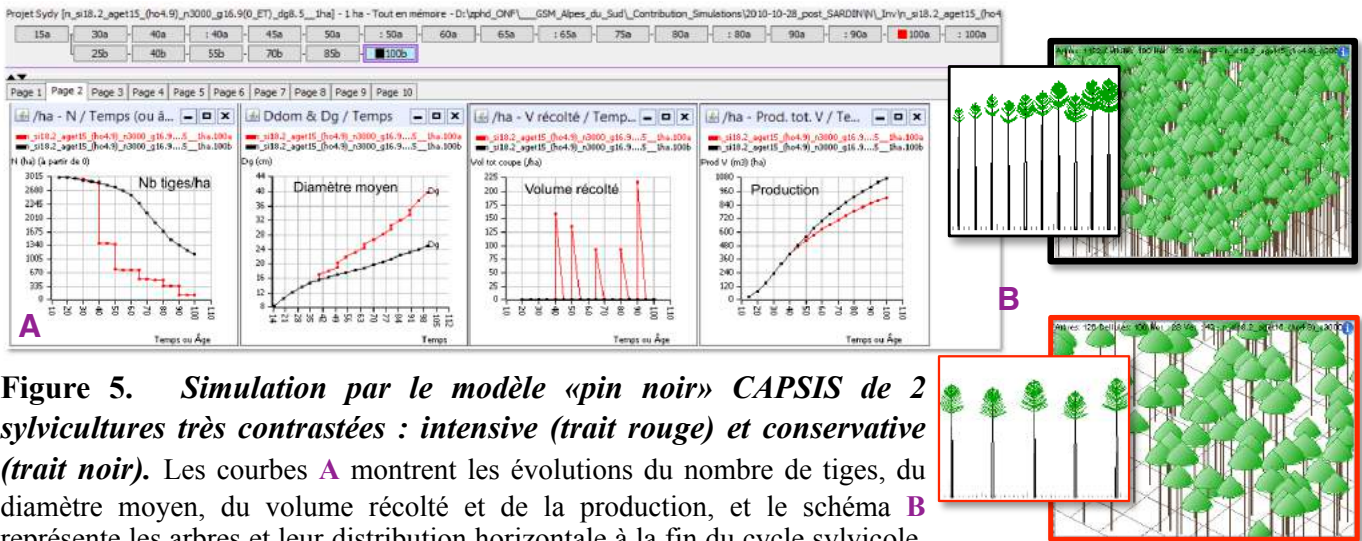


Figure 5. Simulation par le modèle « pin noir » CAPSIS de 2 sylvicultures très contrastées : intensive (trait rouge) et conservatrice (trait noir). Les courbes A montrent les évolutions du nombre de tiges, du diamètre moyen, du volume récolté et de la production, et le schéma B représente les arbres et leur distribution horizontale à la fin du cycle sylvicole. - sur le simulateur CAPSIS, voir : www.inra.fr/capsis

Quelles perspectives pour la gestion forestière de demain ... ?

En matière d'outils et techniques dendrométriques, les progrès sont étroitement liés aux avancées technologiques. Des applications sur smartphone sont apparues depuis quelques années et sont en cours de perfectionnement (mesure de hauteur, ou de densité de peuplement). Les technologies LiDAR, aéroporté ou terrestre, sont en plein développement (voir fiche 1.10). Les images satellitaires à très haute résolution et à haute fréquence (passage annuel) ouvrent des perspectives intéressantes : monitoring de l'état des forêts, ... et, peut-être un jour, estimation de la production annuelle réelle des peuplements ! Des avancées qui méritent encore d'être consolidées. Quant à l'approche « prédictive » des modèles, elle se heurte à un écueil de taille : si la tendance au réchauffement du climat est certaine, sa vitesse, son intensité restent inconnues ; dès lors, même un modèle qui tiendrait compte du climat de manière parfaite ne permet plus de prévoir l'évolution des forêts ... puisque la donnée d'entrée « climat » n'est pas connue. On en est réduit à simuler des scénarios d'évolution de la production, de la croissance - et d'abord de la survie !-, aussi nombreux que les scénarios climatiques et aussi divergents qu'eux à l'horizon 2100. Or, chaque décision de gestion prise aujourd'hui par un forestier engage l'avenir d'un arbre, d'une forêt pour de nombreuses décennies ; une situation bien plus inconfortable qu'en agriculture, où un changement d'espèce cultivée, ou de modalités culturales peut s'opérer presque d'une année sur l'autre. Hormis l'illustration d'un éventail des possibles – si large qu'il aide peu à décider –, les modèles gardent un grand intérêt – scientifique et pédagogique - pour la compréhension de l'influence des facteurs et du jeu des multiples processus et de leurs interactions. Les modèles de croissance actuels, fondés sur un climat stationnaire, gardent leur intérêt pour départager des options sylvicoles ; chaque peuplement est susceptible de changer de classe de fertilité au cours de sa vie du fait des changements climatiques, mais, sur 20 ans (durée habituelle des documents de planification de la gestion d'une forêt en France), les décisions sylvicoles peuvent le plus souvent en faire abstraction. Par contre, l'estimation de la croissance et de la production devra sans doute s'appuyer davantage sur le monitoring, d'autant que les évolutions climatiques peuvent induire indirectement des événements inattendus, dans le domaine sanitaire notamment (nouveaux ravageurs, pathologies inédites), ainsi que sur une meilleure connaissance cartographique des sols forestiers : quelle que soit l'intensité des changements climatiques, leurs conséquences seront plus lourdes sur les contextes géomorphologiques défavorables, où la vigilance et l'anticipation des mesures adaptatives devront être maximales.

Ce qu'il faut retenir

- La dendrométrie regroupe les outils et techniques de mesure de la croissance des arbres (diamètre, hauteur, houppier...) et de la production des peuplements en volume de bois, biomasse, etc.
- La croissance dépend du sol et du climat, et de la concurrence entre arbres ou avec la végétation basse.
- Le sylviculteur maintient un compromis entre les meilleures dimensions unitaires (arbres) et la production globale (peuplement).
- Les modèles de croissance permettent de simuler, comparer et choisir des itinéraires pour les guides de gestion sylvicole.
- Face aux incertitudes climatiques, ces modèles aident, sinon à prévoir, au moins à comprendre, à imaginer des adaptations, en complément d'une vigilance renforcée par les avancées technologiques.