



HAL
open science

La nature en forêt : qualités clés à conserver

Daniel Vallauri, Magali Rossi, Eugénie Cateau

► **To cite this version:**

Daniel Vallauri, Magali Rossi, Eugénie Cateau. La nature en forêt : qualités clés à conserver. Revue forestière française, 2015, 67 (2), pp.157-172. 10.4267/2042/57904 . hal-03447595

HAL Id: hal-03447595

<https://hal.science/hal-03447595>

Submitted on 24 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA NATURE EN FORÊT : QUALITÉS CLÉS À CONSERVER

DANIEL VALLAURI – MAGALI ROSSI – EUGÉNIE CATEAU

Depuis une vingtaine d'années, l'introduction des trois piliers fondateurs de la gestion durable et multifonctionnelle des forêts a donné lieu à de nombreux échanges et à des reformulations variées. Le pilier écologique, introduisant la viabilité à long terme des écosystèmes, a été depuis précisé au fur et à mesure des avancées de l'écologie scientifique.

Au sujet de la biodiversité, une meilleure connaissance des notions de diversité, de richesse spécifique, de l'importance des dynamiques et du fonctionnement par perturbations des forêts naturelles, puis plus récemment de certains éléments de maturité des peuplements (bois mort, microhabitats), entre autres choses, ont profondément fait évoluer notre compréhension des écosystèmes forestiers et de l'effet souvent simplificateur des modes de gestion. Ces connaissances, partagées et débattues entre scientifiques, naturalistes et gestionnaires, inspirent des applications, avec plus ou moins de succès et de rapidité.

Ainsi, certains gestionnaires ont codifié et expérimenté des politiques et des réponses parfois techniquement nouvelles et créatives (sylvicultures proches de la nature, marteloscope « biodiversité », identification des forêts à haute valeur de conservation, indice de biodiversité potentielle ou de naturalité... pour ne citer que quelques exemples). En France, les instructions sur la biodiversité (ONF, 1993, révisées en 2006 et 2007), sur les réserves biologiques (ONF, 1998), sur les réseaux d'îlots de vieux bois (ONF, 2009) consignent pour les forêts publiques certains éléments de politique ou de doctrine.

Toutefois, la révélation fragmentée et successive, au fil des années, de ces nouvelles préoccupations, n'a pas encore permis de dresser un panorama exhaustif, consolidé et surtout partagé de l'ensemble des qualités écologiques qu'*in fine* le gestionnaire forestier influence tous les jours par ces choix.

L'appropriation de ces qualités, dévoilant la complexité des écosystèmes, est souvent encore partielle. Faut-il travailler au profit uniquement du maintien d'un mélange d'essences ? De l'irrégularité de la structure des âges ? D'une diversité et quantité suffisante des pièces de bois mort ? D'une trame d'îlots de vieux bois ? Quels sont les liens et synergies entre ces éléments généralement compris ou promus isolément ? Comment arbitrer entre deux éléments concurrents ? Cette liste à la Prévert est-elle complète aujourd'hui ? Comme le rappelle Aldo Leopold (2014, page 135) « *la plus importante découverte du vingtième siècle n'est pas la télévision, ni la radio, mais la complexité de l'organisme terrestre. (...) Conserver tous les rouages du mécanisme est la première précaution à prendre pour bricoler intelligemment* ». Le gestionnaire doit donc bien les connaître.

Comment expliquer simplement cette complexité des écosystèmes forestiers, pour « bricoler intelligemment » ? Il nous a paru important de synthétiser dans cet article une vision générale des qualités qui sont reconnues, et structurer, d'un point de vue écologique, les forêts. Celles-ci présentent bien sûr des qualités autres qu'écologiques, pour l'économie et la société notamment ; d'autres sont hybrides comme les fameux « services écosystémiques ». Nous ne nous y attachons pas ici.

Cet article se propose successivement :

- de présenter succinctement les qualités écologiques clés pour la biodiversité des forêts ;
- de réfléchir aux modifications induites par la gestion, notamment en rappelant la situation des forêts françaises. Ces modifications sont parfois inévitables ou héritées, mais bien souvent le gestionnaire soucieux de bien faire peut aujourd'hui les éviter, en réduire les impacts indésirables ou essayer de les « compenser » ;
- de discuter les philosophies pratiques qui sont promues par un certain nombre d'outils de conservation qui pourraient au premier abord être opposés ou déconnectés les uns des autres ;
- de dresser quelques perspectives pour mieux les prendre en compte.

LA BIODIVERSITÉ ET LES QUALITÉS ÉCOLOGIQUES DES FORÊTS

Les dernières décennies de recherches en écologie forestière conduisent à des synthèses montrant de plus en plus clairement les clés de la structuration et de la viabilité des écosystèmes forestiers et de leur biodiversité.

La biodiversité et les processus fonctionnels de l'écosystème dépendent en forêt de huit qualités élémentaires que l'on retrouve spontanément dans les forêts naturelles. En fonction des forêts, chacune de ces qualités s'exprime de façon relative et contribue à l'évaluation de leur naturalité (Rossi et Vallauri, 2013) :

- diversité des espèces, des peuplements et des habitats associés ;
- indigénat des arbres et des autres espèces participant à l'écosystème ;
- complexité de la structure du peuplement (stratification verticale et irrégularité des âges) ;
- microhabitats et habitats d'espèces ;
- maturité du peuplement, incluant des notions d'âge et de taille des arbres vivants et la nécromasse ;
- dynamique et spontanéité (complétude des stades et phases de la sylvigénèse, liberté relative des processus) ;
- continuité dans l'espace (connectivité ou son contraire la fragmentation, notion de trame verte) ;
- continuité dans le temps (souvent nommée ancienneté).

Si pour chacune des questions, ici regroupées en huit qualités clés, il existe une connaissance plus ou moins fine, certaines sont aujourd'hui moins bien comprises et prises en compte par le gestionnaire forestier. Il demeure un vaste champ d'investigation pour les préciser individuellement et comprendre l'impact d'interactions multiples entre elles. Par exemple, comprendre la synergie entre continuité dans l'espace et ancienneté est aujourd'hui un thème de recherche important pour définir des trames vertes pertinentes face aux changements climatiques.

Les transformations dues aux activités humaines sont par nature très différentes. Les principales sont citées succinctement ci-après. Dans le cadre d'une forêt de production, le gestionnaire soucieux de la biodiversité gagne à connaître et évaluer autant que possible les impacts de ses choix

sur chacune de ces qualités et, si nécessaire, de tenter de les éviter ou les réduire par des mesures appropriées. Pour cela, il lui faut se situer sur le gradient d'expression de ladite qualité, et avoir des valeurs repères, prises notamment en forêt naturelle.

Diversité des arbres

Dans une forêt naturelle, les peuplements sont composés d'un mélange d'essences plus ou moins important en fonction de la zone biogéographique et de l'habitat considérés (généralement, en présence-absence, 5 espèces d'arbre, même si quelques contre-exemples existent, comme certains stades de hêtraies). Les stades les plus stables sont principalement composés par des essences d'ombre ou de demi-ombre. La biodiversité associée augmente globalement avec le nombre d'essences indigènes présentes (Gosselin *et al.*, 2004). Cette diversité est une clé pour la plasticité génétique et la résilience de l'écosystème.

Certains traitements sylvicoles sont capables d'avoir un impact limité sur la diversité des arbres mesurée en présence-absence : c'est le cas de la futaie irrégulière et continue qui peut maintenir un haut degré de diversité des essences accompagnant la ou les essences objectifs (de Turkheim et Bruciamacchie, 2005). Dans les forêts françaises aujourd'hui, 6 % des peuplements feuillus et 23 % des peuplements résineux sont monospécifiques (DGPAAT/IFN, 2010).

Indigénat

L'indigénat est une notion mal comprise dans le monde forestier. Elle permet d'approcher les processus d'adaptation biologique des espèces à leur milieu car :

- les espèces indigènes sont génétiquement issues de la pression de sélection qui s'est exercée naturellement depuis 11 700 ans, temps du début de l'Holocène ;
- pour les arbres, l'indigénat participe à évaluer le potentiel d'accueil pour les espèces associées. Chaque espèce d'arbre a son cortège associé propre, qui n'est pas toujours capable de vivre sur des espèces introduites.

Généralement, les espèces sont classées suivant une typologie simple et historique :

- espèce indigène : espèce dont la présence dans la sylvoécocorégion est le fait des processus dynamiques naturels (colonisation, compétition). Les millénaires d'adaptation aux évolutions des conditions notamment climatiques laissent augurer d'une diversité et plasticité génétique des espèces indigènes qui sont souvent mésestimées et gagnent à être mieux prises en compte face aux changements à venir ;
- espèce archéophyte : espèce introduite par l'homme dans la sylvoécocorégion avant 1500 et parfois depuis fort longtemps (de l'époque gallo-romaine au Moyen Âge pour le Châtaignier selon les régions par exemple) ;
- espèce néophyte ou exotique : espèce introduite après 1500, suivant notamment l'intensification progressive des échanges commerciaux. Rappelons ici les deux périodes phares de l'histoire des introductions forestières : la politique systématique d'acclimatation au XIX^e siècle (Pin noir, Cèdre, Robinier, etc.), et celle des reboisements artificiels du FFN après la Seconde Guerre mondiale (Douglas ou Épicéa de Sitka, Eucalyptus, Épicéa commun en plaine, clones de peupliers américains, etc.).

Dans les forêts françaises aujourd'hui, environ 8 % des peuplements sont composés d'essences non indigènes (DGPAAT/IFN, 2010).

Notons ici, même s'il s'agit d'une problématique distincte, que, parmi les néophytes, certaines peuvent présenter un caractère envahissant. Cette question est considérée par certains auteurs comme l'une des menaces majeures pesant à l'échelle globale sur la biodiversité. Si en métropole

leur présence est le plus souvent indépendante des choix de la gestion forestière (sauf dans le cas du Chêne rouge d'Amérique ou du Robinier faux-Acacia), il est utile de rappeler que la situation est très préoccupante pour certains écosystèmes forestiers insulaires, ultramarins notamment.

Complexité de la structure

La structure du peuplement est une notion bien connue des forestiers depuis longtemps. Elle résume la répartition des arbres par classe de diamètre ou d'âge et de hauteur notamment.

La structure est un élément important pour décrire la biodiversité et le fonctionnement d'un peuplement forestier. Sous climat tempéré et sans intervention humaine, les peuplements présentent une grande variabilité d'âge et les peuplements équiennes sont rares et provoqués par des événements climatiques ou la mortalité naturelle à l'échelle de taches de petites surfaces (de Turckheim et Bruciamacchie, 2005 ; Bauhus *et al.*, 2009). Quelques cas particuliers de régularité naturelle existent, notamment dans le domaine alluvial (stades à bois tendres soumis aux inondations).

Les peuplements naturels sont également caractérisés par une stratification verticale plus équilibrée que les forêts exploitées. Or cette stratification est importante pour la biodiversité, notamment la richesse spécifique en Oiseaux ou en Lépidoptères augmente avec le nombre de strates présentes.

Les forêts françaises, dominées par la futaie régulière ou le taillis simple (61 % de la surface forestière française), conduisent à des peuplements uniformes, dont la stratification verticale est également souvent appauvrie. Seuls 4 % de la surface forestière française présentent une structure irrégulière en diamètre et en hauteur, 28 % sont des mélanges futaie-taillis (dont les taillis-sous-futaie) et 6 % sont des forêts « ouvertes » (DGPAAT/IFN, 2010).

Maturité et complétude de la dynamique

Dans une forêt naturelle, le cycle sylvigénétique est constitué d'une mosaïque de phases, comprenant des taches où domine l'installation ou la régénération naturelle, à côté d'autres taches où les arbres sont en croissance, ou matures, ou vieillissants, ou enfin en cours d'écroulement et de décomposition.

En particulier, une forêt naturelle est caractérisée par une part significative de très gros bois (de Turckheim et Bruciamacchie, 2005 ; Bauhus *et al.*, 2009 ; Burrascano *et al.*, 2013 ; Cateau *et al.*, 2015) et un fort volume de bois sur pied ou au sol. Une biodiversité spécifique, mais également la fertilité et le bouclage des cycles biogéochimiques dans l'écosystème en dépendent.

En forêt de production, la récolte des bois se réalise très souvent dans la jeunesse des arbres : les âges d'exploitabilité sont rarement supérieurs à la moitié de la longévité naturelle de l'essence en peuplement. Ainsi dans les forêts exploitées, on peut observer une sous-représentation, voire une absence totale :

- des très gros bois (diamètre ≥ 70 cm) ou très très gros bois (diamètre ≥ 100 cm) alors même qu'ils sont plus susceptibles d'être porteurs de microhabitats importants pour la biodiversité (Larrieu *et al.*, 2009 et 2011) ;
- des peuplements matures (âge supérieur à la moitié de la longévité) à âgés (âge supérieur aux trois quarts de la longévité) ;
- des phases les plus avancées de la sylvigénèse. Bauhus *et al.* (2009) estiment que les forêts exploitées ne couvrent que 10 à 40 % du cycle sylvigénétique.



Photo 1. Les forêts les plus naturelles permettent d'étudier les qualités écologiques étant à la base du fonctionnement de l'écosystème forestier. Ici la réserve forestière intégrale la plus ancienne d'Europe (Žofínský Prales, en République tchèque, hêtraie-sapinière-pessière de 98 ha sans exploitation depuis 1838).

Photo : © Daniel Vallauri

Deux tiers des espèces ne sont présentes en forêt naturelle qu'après l'âge d'exploitabilité généralement pratiqué. Ainsi, la récolte des bois dans la sylviculture couramment pratiquée (encore plus en sylviculture intensive) est cause de perte de biodiversité, en particulier pour les champignons et les coléoptères saproxyliques mais également pour toutes les espèces cavicoles (pics, chouettes, chauve-souris) (Larrieu *et al.*, 2009 ; Paillet *et al.*, 2010).

Le cas particulier du bois mort

On estime que les bois dits morts dans une forêt naturelle sont indispensables à la survie de plus de 25 % des espèces (Stokland *et al.*, 2012 ; Vallauri *et al.*, 2005), regroupées en trois guildes : les xylophages, les détritivores et les cavicoles. Dans ces forêts, on trouve au moins 40 m³/ha et jusqu'à 200 m³/ha de bois mort. De façon générale, le volume de bois mort varie entre 10 et 30 % du volume de bois total (vivant ou mort) dans les forêts naturelles tempérées comparables à la France.

La quantité et les formes de bois mort dépendent essentiellement de la productivité de l'écosystème, du régime des perturbations et de la durée sans exploitation. Dans une forêt naturelle, le taux de mortalité est égal à l'accroissement annuel de bois vivant. La mortalité et la vitesse de décomposition dépendent des essences et des stations.

De nos jours, les forêts françaises sont appauvries en bois mort, du fait de l'histoire (pénurie de bois du XIX^e siècle) et des pratiques de gestion (« faire propre » reste une consigne courante). Elles contiennent en moyenne bien moins de 10 m³/ha de bois mort de diamètre supérieur à 30 cm (DGPAAT/IFN, 2010).

La diminution, voire l'absence, de bois mort de diamètre supérieur à 30 cm dans nos forêts menace certaines espèces. Par exemple, 40 % des coléoptères saproxyliques sont en danger en Europe. Ceci n'est pas sans conséquence sur le fonctionnement des forêts, notamment pour la régénération en conditions difficiles et pour les cycles biogéochimiques (dont celui du carbone).

Diversité des microhabitats

Les arbres vivants, surtout quand ils sont très gros ou âgés, sont porteurs de nombreux microhabitats indispensables pour la survie de nombreuses espèces (Emberger *et al.*, 2013). Dans une forêt naturelle, la diversité et l'occurrence de ces arbres à microhabitats (ou arbres habitats) est grande (Bauhus *et al.*, 2009), largement supérieure à 10 par hectare. Ces arbres sont à la base d'un réseau d'utilisateurs (pour se reproduire ou se nourrir), orientant la distribution des populations des espèces associées.

L'identification et la conservation d'une diversité et quantité suffisantes de microhabitats sur arbre vivant sont une des clés de la conservation de la biodiversité en forêt. La gestion forestière, en rajeunissant et simplifiant le peuplement, réduit la diversité des microhabitats, de même que l'occurrence de certains microhabitats importants, comme les cavités évolutives à terreau, les cavités et loges de pics, le bois mort dans le houppier, les charpentières brisées, les fentes ou les polypores sur arbre vivant. À l'inverse, les blessures d'exploitation augmentent l'occurrence des dendrotelmes artificiels et des plages de bois non cariés sans écorce.

Or tous ces microhabitats sont encore trop souvent perçus par le gestionnaire et l'exploitant forestier comme un défaut de l'arbre qu'il faut purger à tout prix. De plus, la diversité des microhabitats intéressants pour la biodiversité n'apparaît qu'avec la maturité des arbres (Larrieu *et al.*, 2009 ; Larrieu *et al.*, 2011). Ces deux paramètres font que les forêts actuellement gérées sont très appauvries en microhabitats, sauf dans le cas des sylvicultures visant un nombre significatif de très gros bois.

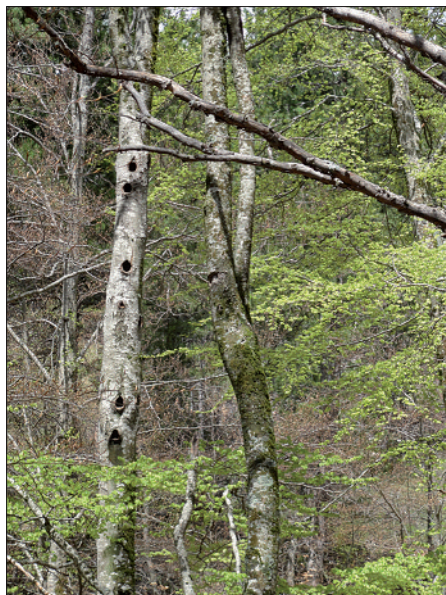


Photo 2. Les microhabitats des arbres vivants, ici les cavités rondes de Pic épeiche, sont l'habitat et à la base de la nourriture d'une grande partie de la biodiversité des forêts.

Photo : © Daniel Vallauri

Continuité spatiale et fragmentation

Lorsque la forêt à haute naturalité atteint plusieurs milliers d'hectares, on peut estimer que la richesse spécifique dépasse les 10 000 espèces. Ce paysage forestier est caractérisé par une grande continuité spatiale pour toutes les espèces forestières. Cette caractéristique est fonctionnellement très importante.

Une part de la connectivité écologique peut être conservée, même après des déboisements dans le paysage. Cependant, des effets de seuils, variables selon les espèces, apparaissent au fur et à mesure du remplacement de la forêt naturelle par des espaces plus ou moins artificialisés (forêt exploitée > agriculture extensive > agriculture intensive > urbanisation). Chaque espèce sensible peut alors se retrouver incapable de se déplacer d'une tache de forêt naturelle à l'autre dans le paysage : la forêt est écologiquement fragmentée, ce qui représente une forte menace pour l'évolution à long terme des espèces.

Aucun gestionnaire ne conteste plus les effets néfastes de la fragmentation sur la biodiversité quand elle est liée aux infrastructures et à l'urbanisation (ce qui donne lieu à la politique des trames verte et bleue). La question de la trame de vieux bois, destinée à permettre la vie des espèces dépendant des forêts les plus matures, est de même nature et commence à peine à être mieux prise en compte (voir Cateau *et al.*, 2013 pour une synthèse et une proposition de méthode). Des espèces forestières emblématiques, comme le Pique-prune par exemple, sont très exigeantes de ce point de vue.

Ancienneté de l'état boisé et empreinte humaine ancienne

La biodiversité et le fonctionnement d'une forêt se réfléchissent sur le temps long, à la cadence des siècles. Or, en France, les forêts ont vécu jusqu'au XIX^e siècle de nombreux déboisements et dégradations. Depuis, une véritable révolution a eu lieu, la « transition forestière », signant le retour massif du couvert boisé. Ainsi, selon les dates et les données considérées, moins du tiers seulement des forêts actuelles seraient anciennes en France (Vallauri *et al.*, 2012), c'est-à-dire existant avec une continuité dans le temps de plus de 150 à 250 ans.

Cela n'est pas sans conséquence sur la biodiversité (Cateau *et al.*, 2015). Certaines espèces sont inféodées aux forêts anciennes (Dupouey *et al.*, 2002), soit parce qu'elles n'ont pas une capacité de recolonisation rapide (dissémination inférieure à 100 m par siècle par exemple pour la Jacinthe des bois ou le Muguet), soit parce que les conditions du sol ne leur sont durablement plus favorables (amendement et fertilisation). Prendre en compte l'ancienneté est donc essentiel pour comprendre à la fois la répartition actuelle de la biodiversité mais également des processus fonctionnels comme la résilience ou la fertilité des forêts d'aujourd'hui.

Si l'impact de l'histoire des usages des sols est irréversible (ou réversible à des pas de temps multimillénaires), il est important que la gestion actuelle des forêts protège durablement contre les déboisements les forêts anciennes qui subsistent ; qu'elle ne produise pas des impacts équivalents, par exemple par dessouchage et labour avant plantation (Chevalier *et al.*, 2013).

CONSERVER LES QUALITÉS ÉCOLOGIQUES DES FORÊTS FRANÇAISES

En pratique

Pour une meilleure prise en compte d'une ou plusieurs qualités écologiques présentées ci-avant, différentes propositions ont émergé ces vingt dernières années. Elles relèvent de deux approches radicalement différentes.

La première approche vise à « éviter et réduire » les impacts, par des améliorations sylvicoles, conduisant de façon optimale vers une gestion écosystémique, continue, irrégulière, à très gros bois et au plus proche possible du modèle viable que nous proposent les forêts naturelles. La conception et les réalisations de la gestion de type Pro Silva formulent cet objectif, en réduisant l'impact sur la diversité, la structure et la maturité. Elles présentent toutefois encore des impacts forts notamment en termes de rajeunissement et de réduction de la nécromasse, qu'il s'agit alors

d'atténuer par des mesures *ad hoc* (consignes de conservation de bois mort, mise en œuvre d'îlots de sénescence).

La seconde approche s'est mise en place notamment dans le contexte de gestion à fort impact (coupes rases, sylvicultures régulières, plantations industrielles). Elle cherche à « compenser » l'impact par le maintien en quantité suffisante d'un réseau d'arbres vétérans, habitats ou morts, d'îlots de petite surface en forêts naturelles non exploitées ou de plus grande surface sous forme de réserves (« *retention forestry* » telle qu'analysée par Gustafsson *et al.*, 2012).

Souvent opposées par leurs auteurs, ces deux approches s'avèrent le plus souvent indispensables (et possibles) toutes les deux. Elles sont donc à mieux coordonner, de nombreux intermédiaires existant également en fonction des sylvicultures et des contextes. Dans la pratique, un ensemble cohérent de solutions est mis en avant. Il se fonde sur quatre façons d'agir complémentaires qui sont développées ci-après.



Photo 3. La forêt gérée du bois de Hal, proche de Bruxelles, est à la fois ancienne (d'où le sous-bois dominé par les jacinthes et renoncules) et gérée pour conserver les qualités esthétiques, écologiques et productives en bois (certifié FSC).

Photo : © Daniel Vallauri

Des sylvicultures à haute qualité environnementale dans la matrice exploitée

Le premier outil du forestier pour la biodiversité est le choix d'une des nombreuses alternatives sylvicoles. Dans la matrice des forêts exploitées, il s'agit autant que possible de s'approcher d'une gestion d'écosystème, de façon à tirer bénéfice des productions sans compromettre la biodiversité. Il s'agit là de choix sylvicoles, au sens classique du terme, qui peuvent présenter tout de même des impacts négatifs sur la biodiversité quand il n'est pas possible de les éviter ou de les réduire davantage, par exemple pour des raisons sociales ou économiques.

La matrice des forêts de production représente en France plus de 15,3 millions d'hectares. Pour une grande part, ces forêts ont été modifiées dans leur composition et structure, rajeunies voire déboisées dans une histoire récente (XIX^e siècle). Au mieux (pour la biodiversité), certaines parties devenues moins accessibles depuis le recours à la mécanisation sont en croissance libre depuis soixante ans (en montagne principalement).

De ce constat découlent certaines lacunes (en bois mort, en peuplements matures) qu'il convient de corriger par des choix d'aménagement éclairés et des orientations sylvicoles adaptées. Les outils en la matière existent et sont adaptés à l'écologie et à l'économie de la plupart des types de forêts en France. Parmi ceux-ci, il est important de noter l'intérêt écologique des sylvicultures de la maturité, visant à produire des très gros bois de qualité et des sylvicultures continues, irrégulières et proches de la nature (de Turckheim et Bruciamacchie, 2005).

Ces sylvicultures sont toutefois peu utilisées, certaines directives officielles allant à l'encontre de ces objectifs (abaissement des diamètres d'exploitabilité notamment). Aujourd'hui, en France, les forêts matures représentent moins de 3 % de la surface forestière nationale. Les futaies irrégulières (selon la définition IFN) représentent 4 % de la surface forestière nationale (DGPAAT/IFN, 2010).

Un gros effort reste à faire pour mieux réduire et éviter les conséquences en termes de naturalité de toutes les actions sylvicoles. De cet effort dépend réellement la qualité écologique des forêts, mais également une meilleure valorisation économique et la compétitivité de la forêt française (de Turckheim et Bruciamacchie, 2005 ; Neyroumande et Vallauri, 2011 ; Lefèvre *et al.*, 2011).

Évaluation des qualités écologiques résultant

En complément de l'analyse des impacts les plus forts de la sylviculture pratiquée (voir le tableau I, p. 166 pour une analyse moyenne des grands types de sylviculture) découle une tentative de « compensation » par rétention d'arbres habitats, de bois mort et de surfaces petites (îlots) ou grandes (réserves) servant de lieux de vie de qualité optimale pour la biodiversité.

La part de chacun des éléments dépend du contexte écologique et de la sylviculture pratiquée. Lorsque les forêts sont riches en biodiversité, et que la gestion de la matrice forestière exploitée s'éloigne des qualités d'une gestion écosystémique et proche de la nature, la part d'éléments ponctuels (îlots ou réserves) doit être importante pour espérer maintenir la biodiversité, car la connectivité sera plus difficile à maintenir ou restaurer. Les réalisations de par le monde retiennent jusqu'à 30 % de la surface totale hors exploitation dans certaines plantations industrielles, au Brésil par exemple.

Rétention d'arbres habitats et de bois mort

Les consignes pour la préservation d'arbres habitats et d'arbres morts sont largement utilisées de nos jours (Gustafsson *et al.*, 2012). Elles visent notamment la conservation des habitats des espèces cavicoles et saproxyliques. Ces mesures de rétention d'arbres disséminés peuvent être efficaces pour des espèces généralistes et relativement mobiles, mais elles sont considérées moins efficaces pour la biodiversité que le maintien d'îlots d'une certaine surface (Gustafsson *et al.*, 2012). Toutefois, il faut noter que, pour un même taux de rétention, on maille une plus grande surface avec des arbres habitats.

Pour le propriétaire, ces consignes présentent l'avantage de ne pas (ou peu) représenter un manque à gagner de production, les arbres habitats et le bois mort conservés n'ayant généralement pas une valeur économique élémentaire forte.

En France, les consignes en forêts publiques sont de conserver au moins un arbre mort ou sénescant de plus de 35 cm de diamètre par hectare, et au moins deux arbres habitats par hectare (ONF, 2009). Ces consignes sont très largement insuffisantes pour la conservation de la biodiversité saproxylique. On estime qu'il est nécessaire pour une bonne conservation du plus grand nombre des espèces saproxyliques et cavicoles de conserver au moins 10 arbres à cavités par hectare et 20 m³ de bois mort de gros diamètre par hectare (Vallauri *et al.*, 2005).

TABLEAU I Principaux critères et indicateurs des qualités écologiques des forêts :
 effets, situation actuelle en France, impact moyen des sylvicultures principales
 (TCR : taillis à courte rotation ; TS : taillis simple ; TSF : Taillis-sous-futaie ; FR : futaie régulière ;
 FI : futaie irrégulière, continue et proche de la nature ; O : impact moindre ou nul ;
 – à – – – : impacts négatifs), politiques actuelles favorables au critère et recommandations.

Critère	Indicateur	Effet	Taxons et fonctionnalités associés	Situation actuelle en France	Temps de restauration	
Diversité des arbres	Richesse en espèces d'arbres	++	Arbres et taxons associés (phytophages, champignons, lichens...)	9 % monospécifique, 48 % avec > 5 espèces (DGPAAT/IFN, 2010)	< 25 ans	
Habitats associés dépendant de la gestion	% de milieux ouverts ou humides intra-forestiers naturels	++	Espèces associées aux trouées et clairières, cantonnées aujourd'hui aux agrosystèmes ou en danger	Pas de données	< 25 ans	
Microhabitats des arbres vivants	Densité et diversité des microhabitats des arbres	+++	Cavicoles (oiseaux, coléoptères), chiroptères...	Pas de données	30 à 200 ans	
Indigénat	Taux d'espèces indigènes (archéophytes et néophytes exclues)	+	Importance génétique cruciale	75 % ? (92 % d'après DGPAAT/IFN, 2010, mais surestimé, car archéophytes inclus et évaluation à l'échelle nationale)	Rapide à difficile en fonction de la pollution génétique et des espèces exotiques invasives	
Complexité structurale	Taux de futaie irrégulière	++	Oiseaux, chiroptères	4 % (DGPAAT/IFN, 2010)	< 25 ans Accélération possible par choix sylvicole	
Maturité	Part des peuplements dit « âgés »	+++	25 % des espèces en dépendent ; cavicoles, saproxyliques	< 1 % si âge limite = 2/3 longévité ; 3 % si seuils IFN (DGPAAT/IFN 2010)	< 200 ans	
	Taux de TGB			5 % (DGPAAT/IFN, 2010)	< 200 ans	
	Taux de nécromasse			surface avec > 20 m ³ /ha : < 1 % (estimation)	30 à 80 ans	
Dynamique	Part des forêts présentant tous les stades de la sylvigénèse	+	Importance fonctionnelle : régénération, résilience	< 0,1 % (estimation)	Jusqu'à plusieurs siècles	
Continuité spatiale	Connectivité de la trame forestière générale	+	Grande faune, perturbation clé, espèces à capacité de colonisation faible (ex. <i>Osmoderma eremita</i>). Facteur clé de résilience	74 % des massifs > 10 000 ha DGPAAT/IFN, 2010 (surestimé, pas de prise en compte des sources de fragmentation)	< 25 ans	
	Connectivité de la trame des vieux bois	+++		Pas de données	< 200 ans	
Ancienneté	Durée de l'état boisé, sans culture/labour	+++	Poids fonctionnel sur la diversité (myrmécochores, géophytes, faune et fonge du sol) et sur la fertilité	29 % d'ancienneté > 250 ans (Vallauri <i>et al.</i> , 2012)	Entre 150 ans et 2 000 ans ?	

	Impact sylvicole					Politiques actuelles favorables	Recommandations
	TCR	TS	TSF	FR	FI		
	---	-	-	--	o	Aucune à ce jour	Laisser s'exprimer la diversité naturelle, en utilisant les autres essences comme accompagnement ; sylviculture mélangée
	--	--	-	--	o	Aucune à ce jour	Ne pas reboiser les « vides » ou trouées de chablis ; laisser s'exprimer les perturbations créant les milieux ouverts intra-forestiers
	---	---	-	--	-	ONF : au moins 1 arbre mort par ha ; 2 arbres bio par ha	Conserver des arbres vétérans (10/ha) et 20 m ³ /ha de gros bois mort
	--	o	o	-- à o	-- à o	Aucune à ce jour	Réduction des néophytes, notamment les espèces problématiques d'un point de vue de la pollution génétique et les envahissantes avérées (Chêne rouge, Robinier). Maintien au minimum d'un mélange avec les essences indigènes
	---	---	-	--	o	Aucune à ce jour	Augmenter la part des futaies irrégulières et pluristratifiées
	---	---	-	--	-	ONF : Îlots de vieux bois (1 à 3 %)	Allonger les cycles sylvicoles
	--	--	o	-	o	ONF : Îlots de vieux bois (> 3 %)	Allonger les cycles sylvicoles
	---	---	--	--	--	ONF : 1 arbre mort/ha ; îlots de sénescence (> 1 %)	En gestion courante : 20 m ³ /ha. Mettre en œuvre une stratégie nationale pour les vieux bois
	---	---	--	--	-	Réserves intégrales	Des réserves intégrales sont indispensables pour restaurer une sylvigénèse complète et spontanée sur des surfaces suffisantes (> 100 km ²)
	- à o	o	o	- à o	o	Trames verte et bleue, trame de vieux bois	Restauration de corridors ; la sylviculture de la matrice doit être éco-compatible
	--	--	o	-	o		Mise en place d'un réseau de RBI, d'îlots de sénescence et d'une sylviculture de la matrice éco-compatible
	---	o	o	o	o	Aucune à ce jour	Interdire le déboisement, le dessouchage et labour si ancienneté > 150 ans. Tenir mieux compte de l'ancienneté dans les politiques de conservation

La rétention d'îlots de vieux bois

Il est souvent plus pratique pour le gestionnaire et écologiquement plus efficace de conserver une surface bien délimitée. Les îlots de vieux bois confortent la continuité de la trame de vie pour les espèces : leur taille varie généralement entre 0,5 et 10 ha ; leur objectif premier est de permettre la survie et le déplacement d'espèces inféodées aux stades matures et sénescents de la forêt. Mais d'autres qualités écologiques pourraient être ciblées comme une structure diversifiée, la présence de microhabitats particuliers, l'ancienneté de l'état boisé... (Gustafsson *et al.*, 2012).

En France, il existe aujourd'hui pour les forêts publiques deux types d'îlots prévus par l'instruction INS-09-T-71 (ONF, 2009). Ils présentent des objectifs et une efficacité pour la conservation de la biodiversité fort différents :

- îlot de vieillissement (> 2 % de la surface forestière). Les bois sont récoltés à un âge significativement supérieur à l'âge d'exploitabilité habituel. Les arbres conservent un objectif de production. Ce type d'îlot permet l'installation transitoire de certaines espèces caractéristiques des gros bois, comme certaines espèces cavicoles, mais est potentiellement un piège pour la biodiversité saproxylique, notamment celle qui est peu mobile ;

- îlot de sénescence (> 1 %). La forêt n'est plus exploitée. Ceci implique que les bois morts, au sol et sur pied sont laissés sur place et l'intégralité du cycle sylvigénétique est conservé. Ces îlots visent à être des lieux de biodiversité. Ils peuvent présenter un manque à gagner pour les propriétaires, et être contraignants vis-à-vis de l'accueil du public du fait de la sécurité.

Différentes tentatives et expériences de mise en œuvre ont été rapportées en forêt publique (voir Cateau *et al.*, 2013 pour une synthèse et une proposition de méthode). Il reste toutefois à mieux évaluer leur impact réel sur la biodiversité, de façon à maximiser leurs bénéfices pour la conservation de la biodiversité et minimiser les effets indésirables (manque à gagner, acceptabilité, sécurité).

Réserves : les cœurs de nature

Pour répondre aux espèces les plus exigeantes et aux processus écologiques rares, ou demandant une certaine échelle spatiale, la mise en réserve des hauts lieux de biodiversité et de naturalité est toujours nécessaire. Elle permet de conserver l'intégrité de portions significatives des écosystèmes, comme autant de réservoirs de biodiversité et forêts de référence pour évaluer les pratiques de gestion.

Les réserves et les cœurs de parcs nationaux sont des espaces où l'objectif premier est la conservation de la biodiversité et du fonctionnement naturel des écosystèmes, qui ne sont ou ne devraient plus être exploités. Cela permet notamment de conserver ou restaurer les qualités généralement incompatibles avec l'exploitation du bois : très grande maturité des peuplements, processus sylvigénétiques complets, grande quantité de bois mort, etc.

Par ailleurs, les réserves sont, pour la gestion productive, des lieux importants pour la compréhension de la sylvigénèse naturelle. À l'instar du diapason du musicien, elles sont l'outil indispensable pour donner le ton, s'étalonner avant d'exécuter ses choix de gestion. Par exemple, grâce aux plus anciennes réserves, on sait que :

- une petite hêtraie à haute naturalité (réserve naturelle nationale de la forêt de La Massane) est le milieu de vie de plus de 6 600 espèces, dont plus de 25 % dépendent du bois mort et des arbres à cavités ;

- qu'une hêtraie-chênaie de plaine (réserve biologique intégrale de La Tillaie et du Gros Fouteau) vit et se renouvelle au rythme des perturbations naturelles (une tempête significative tous les 25 ans), qui ouvrent des trouées de faible surface en moyenne (200 m²) et maintiennent en permanence entre 5 et 20 % de milieux dit ouverts en forêt.

En France, il existe différents types de réserves (réserve naturelle nationale, réserve naturelle régionale, réserve biologique intégrale, réserve biologique dirigée) et des cœurs de parcs nationaux. 1,3 % environ des forêts sont protégées par ces statuts (DGPAAT/IFN, 2010), ce qui est peu, d'autant qu'une grande partie de ces espaces restent tout de même soumis à l'exploitation forestière. Les sites sont nombreux mais souvent encore petits (majoritairement moins d'un km²), irrégulièrement répartis sur le territoire et trop éloignés les uns des autres pour soutenir une trame nationale. La mise en place d'espaces protégés où la nature reprend peu à peu ses droits (1,3 %) ne dispense pas d'une gestion durable de la matrice des forêts exploitées (98,7 %).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La plupart des problématiques évoquées précédemment trouvent un début de déclin, souvent relativement récente, dans les forêts publiques françaises. Elles font également partie des réflexions en cours pour la rédaction du standard d'écocertification FSC en France. Mais la logique et la complémentarité entre les outils sont bien sûr valables pour l'ensemble des forêts.

Toutefois, la mise en œuvre de cette boîte à outils pour conserver voire restaurer la biodiversité et une plus grande naturalité des forêts se heurte à des défis de multiples natures rappelés succinctement ci-après.

Un diagnostic à mieux partager

La nature est complexe. Elle est difficile à réduire à un nombre unique, fût-il celui de la richesse en espèces. Face à cela, Edgar Morin (1990) nous rappelle que « *l'ennemi de la complexité n'est pas la simplicité, c'est la mutilation. La mutilation peut prendre la forme de conceptions unidimensionnelles ou de conceptions réductrices. La mutilation vient quand on dénie toute réalité et tout sens à ce que l'on a éliminé...* ». Encore plus qu'avant, pour comprendre la réalité des forêts, il nous faut savoir regarder simplement des dimensions de l'écosystème parfois oubliées, parfois laissées à l'intuition ou à la perception inexploquée sur le terrain.

La grille d'analyse proposée dans cet article n'est que fragmentairement partagée. Ainsi, entend-on toujours que les forêts françaises sont trop matures car sous-exploitées, que cela serait même préjudiciable à leur qualité et à leur régénération ; que les espèces exotiques vont être la solution face aux changements climatiques, en dépit des recherches sur les facteurs naturels de résilience des écosystèmes, y compris la diversité et plasticité génétique des arbres indigènes. Ce ne sont que deux exemples parmi d'autres, mais en lien avec deux qualités écologiques évoquées dans cet article.

Des grilles d'analyse s'inspirant de celles-ci commencent à apparaître, comme l'indice de biodiversité potentielle (IBP de Larrieu et Gonin, 2008) ou l'analyse de la naturalité des peuplements forestiers (Rossi et Vallauri, 2013). Des références en forêts gérées comme dans les hauts lieux ont été acquises (pour les hauts lieux, voir la synthèse mondiale de Burrascano *et al.*, 2013 ou Rossi *et al.*, 2013 pour la Méditerranée et les montagnes limitrophes ; pour les forêts gérées, voir les résultats du programme GNB de l'Irstea ou ceux de l'INRA/CNPF sur l'IBP). Le travail d'étude dans les réserves naturelles forestières est conséquent, mais encore insuffisamment connu des gestionnaires forestiers.

Le besoin de changer de paradigme

Les enjeux sociétaux, économiques et écologiques des forêts demandent au forestier du XXI^e siècle de faire évoluer, en continuité, ses cultures de gestion, comme le rappelle Barthod (2013). Beaucoup

des questions posées relèvent de l'attente de la société (dont l'économie et les services écosystémiques), mais d'autres ont à voir avec la biodiversité et la compréhension des qualités écologiques des écosystèmes telles que discutées dans cet article. Le gestionnaire trouvera des tentatives de mise en perspective des enjeux politiques des forêts dans Neyroumande et Vallauri (2011) et Lefèvre *et al.* (2011).

Par exemple, récolter plus de bois (en quantité) est resté constamment une priorité des politiques forestières depuis le XX^e siècle, dans l'espoir de « diminuer le déficit de la balance commerciale » de la filière forêt-bois ou de « payer » la gestion et les autres fonctions, puis aujourd'hui pour « lutter contre les changements climatiques ».

Une autre face de la même réalité est que les forêts françaises sont globalement encore jeunes et en cours de recapitalisation dans bien des régions, après une période de surexploitation jusqu'au début du XX^e siècle. Ce fait laisse plus de flexibilité au gestionnaire d'aujourd'hui, même face aux aléas climatiques, et permet d'envisager des sylvicultures stockant plus de carbone en forêt tout en optimisant la valeur économique du bois exploité, *via* l'augmentation de la qualité et de la proportion de bois d'œuvre (Rossi *et al.*, 2015).

Innover pour des outils efficaces, optimisés et évalués

La boîte à outils en cours d'utilisation en France pour la conservation de la biodiversité est nouvelle. Inspirée principalement de la forêt publique, elle est sans nul doute à parfaire et adapter. Elle doit se confronter aux autres contraintes ou objectifs du gestionnaire forestier, comme Cateau *et al.* (2015) le font sur le cas de la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence d'un grand massif forestier.

Les expériences des gestionnaires, parfois isolés mais souvent très créatifs, pourraient permettre des échanges encore plus productifs entre forestiers et naturalistes, à l'instar de l'histoire de la création de l'indice de biodiversité potentielle (IBP).

Malheureusement, l'animation territoriale de la thématique « biodiversité en forêt » reste le parent pauvre de la politique forestière. Avec finalement peu de moyens additionnels, elle pourrait dans le contexte administratif et culturel français faire progresser rapidement les choses.

À l'heure du développement rapide d'une politique déséquilibrée du « Produire plus », chevauché avec opportunisme depuis le Grenelle de l'environnement (2007), faire la preuve de la compatibilité des objectifs de production et de conservation, prouver l'efficacité des mesures de gestion mise en avant pour en éviter, réduire ou compenser les impacts, sont sans nul doute un impératif pour parier sur un avenir durable.

Daniel VALLAURI
WWF
6 rue des Fabres
F-13001 MARSEILLE
(dvallauri@wwf.fr)

Magali ROSSI
91 quai Pierre Scize
F-69005 LYON
(magali.rossi@gmail.com)

Eugénie CATEAU
El Purpan
75 voie du Toec
BP 57611
F-31076 TOULOUSE CEDEX 3
(eugenie.cateau@gmail.com)

BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOD (C.). — Les forestiers au risque de l'Anthropocène. — *Revue forestière française*, vol. LXV, n° 4, 2013, pp. 359-374.
- BAUHUS (J.), PUETTMANN (K.), MESSIER (C.). — Silviculture for old-growth attributes. — *Forest Ecology and Management*, 258, 2009, pp. 525-537.
- BURRASCANO (S.), KEETON (W.S.), SABATINI (F.M.), BLASI (C.). — Commonality and variability in the structural attributes of moist temperate old-growth forests : A global review. — *Forest Ecology and Management*, 291, 2013, pp. 458-479.
- CATEAU (E.), PARROT (M.), ROUX (A.), REYNA (K.), ROSSI (M.), VALLAURI (D.). — Mettre en œuvre un réseau d'îlots de vieux bois. Test d'une méthode dans la Réserve de biosphère du mont Ventoux. — *Forêt méditerranéenne*, vol. XXXVI, n° 1, 2015, pp. 23-36.
- CATEAU (E.), LARRIEU (L.), VALLAURI (D.), SAVOIE (J.-M.), TOUROULT (J.), BRUSTEL (H.). — Ancienneté et maturité : deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. — *Comptes Rendus Biologies*, 338, 2015, pp. 58-73.
- DGPAAT/IFN. — Indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines. Rapport. — Paris : DGPAAT ; Nogent-sur-Vernisson : IFN, 2010. — 202 p.
- DUPOUEY (J.-L.), SCIAMA (D.), KOERNER (W.), DAMBRINE (E.). — La Végétation des forêts anciennes. — *Revue forestière française*, vol. LIV, n° 6, 2002, pp. 521-532.
- EMBERGER (C.), LARRIEU (L.), GONIN (P.). — Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Document technique. — Paris : Institut pour le développement forestier, 2013. — 56 p.
- GOSELIN (M.), LAROUSSINIE (O.) (coord.). — Biodiversité et gestion forestière. Synthèse bibliographique. — Cemagref Éditions, 2004. — 320 p. (collection Études).
- GUSTAFSSON (L.), BAKER (S.C.), BAUHUS (J.), BEESE (W.J.), BRODIE (A.), KOUKI (J.), LINDENMAYER (D.B.), LÖHMUS (A.), PASTUR (G.M.), MESSIER (C.), NEYLAND (M.), PALIK (B.), SVERDRUP-THYGESON (A.), VOLNEY (W.J.A.), WAYNE (A.), FRANKLIN (J.F.). — Retention forestry to maintain multifunctional forest : a world perspective. — *BioScience*, 62, 2012, pp. 633-645.
- LARRIEU (L.), BRUSTEL (H.), CABANETTES (A.), CORRIOL (G.), DELARUE (A.), HAREL (M.), LOIREAU (J.N.), SARTHOU (J.-P.). — Impact de l'anthropisation ancienne sur la biodiversité d'un habitat de hêtraie-sapinière montagnarde. — *Revue forestière française*, vol. LXI, n° 4, 2009, pp. 351-368.
- LARRIEU (L.), CABANETTES (A.), DELARUE (A.). — Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in mountain beech-fir forests of the Pyrenees. — *European Journal of Forest Research*, vol. 131, n° 3, 2011, pp. 773-786.
- LARRIEU (L.), GONIN (P.). — L'Indice de biodiversité potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. — *Revue forestière française*, vol. LX, n° 6, 2008, pp. 727-748.
- LEFÈVRE (F.), NEYROUMANDE (E.), VALLAURI (D.). — Biodiversité et gestion des forêts : la France à la croisée des chemins. — *Revue forestière française*, vol. LXIII, n° 5, 2011, pp. 651-661.
- LEOPOLD (A.). — La Conscience écologique. — Marseille : Éditions Wildproject, 2014. — 226 p.
- MORIN (E.). — Messie, mais non. *In* : Arguments pour une méthode / D. Bournoux, J.-L. Le Moigne, S. Proulx. — Paris : Éditions du Seuil, 1990. — 267 p.
- NEYROUMANDE (E.), VALLAURI (D.). — Regards sur la politique des forêts en France. — Paris : Rapport WWF, 2011. — 42 p. — [En ligne] disponible sur : <http://www.forestsanciennes.fr/wp-content/uploads/Neyroumande-et-Vallauri-2011.pdf>.
- ONF. — Instruction 93-T-32 du 15 novembre 1993, sur la prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière. — Paris : Office national des forêts, 1993.
- ONF. — Réserves biologiques intégrales. Instruction n° 98-T-37 du 30 décembre 1998. — Paris : Office national des forêts, 1998.
- ONF. — Instruction n° INS-09-T-71 relative aux Îlots de vieux bois. — Paris : Office national des forêts, 2009.
- PAILLET (Y.), BERGÈS (L.), HJÄLTÉN (J.), ÓDOR (P.), AVON (C.), BERNHARDT-RÖRMERMANN (M.), BIJLSMA (R.-J.), DE BRUYN (L.), FÜHR (M.), GRANDIN (U.), KANKA (R.), LUNDIN (L.), LUQUE (S.), MAGURA (T.), MATESANZ (S.), MÉSZÁROS (I.), SEBASTIÀ (M.-T.), SCHMIDT (W.), STANDOVÁR (T.), TÓTHMÉRÉSZ (B.), UOTILA (A.), VALLADARES (F.), VELLAK (K.), VIRTANEN (R.). — Does biodiversity differ between managed and unmanaged forests ? A meta-analysis on species richness in Europe. — *Conservation Biology*, vol. 24, n° 1, 2010, pp. 101-112.

- ROSSI (M.), ANDRÉ (J.), VALLAURI (D.). — Le carbone forestier en mouvements. Éléments de réflexion pour une politique maximisant les atouts du bois. — Lyon : REFORA, 2015. — 40 p. — [En ligne] disponible sur : http://refora.online.fr/parutions/Rapport_carbone_forestier.pdf.
- ROSSI (M.), BARDIN (P.), CATEAU (E.), VALLAURI (D.). — Forêts anciennes de Méditerranée et montagnes limitrophes. Références pour la naturalité régionale. — Marseille : WWF France, 2013. — 144 p. — [En ligne] disponible sur : <http://www.foretsanciennes.fr/wp-content/uploads/Rossi-et-al-2013.pdf>.
- ROSSI (M.), VALLAURI (D.). — Évaluer la naturalité. Guide pratique version 1.2. — Marseille : WWF, 2013. — 154 p. — [En ligne] disponible sur : <http://www.foretsanciennes.fr/wp-content/uploads/Rossi-Vallauri-2013.pdf>.
- STOKLAND (J.N.), SIITONEN (J.), JONSSON (B.G.). — Biodiversity in deadwood. — Cambridge University Press, 2012. — 509 p.
- TURCKHEIM (B. de), BRUCIAMACCHIE (M.). — La Futaie irrégulière. Théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature. — Aix-en-Provence : Édisud, 2005. — 282 p.
- VALLAURI (D.). — Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de gestion. — Marseille : Rapport scientifique WWF, 2007. — 86 p.
- VALLAURI (D.), ANDRÉ (J.), DODELIN (B.), EYNARD-MACHET (R.), ROMBAUD (D.), (coord.). — Bois mort et à cavités, une clé pour les forêts vivantes. — Paris : Éditions Tec & Doc, 2005. — 405 p.
- VALLAURI (D.), ANDRÉ (J.), GÉNOT (J.-C.), DE PALMA (J.-P.), EYNARD-MACHET (R.). — Biodiversité, naturalité, humanité, Pour inspirer la gestion des forêts. — Éditions Lavoisier, 2010. — 474 p.
- VALLAURI (D.), GREL (A.), GRANIER (E.), DUPOUEY (J.-L.). — Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles. — Marseille : Rapport WWF/INRA, 2012. — 64 p. + CD. — [En ligne] disponible sur : http://www.foretsanciennes.fr/wp-content/uploads/Vallauri_et_al_2012.pdf

LA NATURE EN FORÊT : QUALITÉS CLÉS À CONSERVER (Résumé)

La biodiversité et les processus fonctionnels de l'écosystème dépendent en forêt de qualités écologiques élémentaires que l'on retrouve spontanément dans les forêts naturelles, à savoir : diversité des espèces, des peuplements et des habitats associés ; indigénat des arbres et des autres espèces participant à l'écosystème ; complexité de la structure du peuplement ; microhabitats et habitats d'espèces ; maturité du peuplement ; complétude du cycle sylvigénétique ; continuité dans l'espace ; ancienneté de l'état boisé (continuité dans le temps). Cet article se propose de présenter succinctement les qualités écologiques clés, puis de réfléchir aux modifications induites par la gestion, et de discuter les nouveaux outils de conservation développés en faveur de certaines d'entre elles (rétention de bois mort, réseau d'îlots de vieux bois...). Il se termine sur quelques perspectives pour une gestion véritablement durable.

NATURE IN FORESTS – SOME KEY QUALITIES TO BE MAINTAINED (Abstract)

Biodiversity and functional processes of forests ecosystems are related to primary ecological qualities that are spontaneously found in old-growth forests, i.e.: diversity of species, of forest stand types and associated habitats; nativeness of trees and other species taking part in the ecosystem; structural complexity of tree stand; microhabitats and species habitats; maturity of tree stand; comprehensiveness of silvigenetic cycle; continuity in space; ancientness of forest cover (continuity over time). This aim of this article is to present shortly each key ecological quality, before reappraising management-induced changes, and discussing some new conservation tools developed to improve some qualities (retention of deadwood, network of old-growth islands, etc.). The article ends by exploring some perspectives for truly sustainable management.