



HAL
open science

L'état et les enjeux de biodiversité forestière en France : chap 6

Frédéric Gosselin, C. Bouget, Marion Gosselin, C. Chauvin, G. Landmann

► **To cite this version:**

Frédéric Gosselin, C. Bouget, Marion Gosselin, C. Chauvin, G. Landmann. L'état et les enjeux de biodiversité forestière en France : chap 6. Bio2. Biomasse et Biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles, Landmann, G., Gosselin, F., Bonhême, I. (Eds), GIP Ecofor, p. 63 - p. 69, 2009. hal-00493190

HAL Id: hal-00493190

<https://hal.science/hal-00493190>

Submitted on 18 Jun 2010

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.



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat



BIO 2

BIOMASSE ET BIODIVERSITÉ FORESTIÈRES

Augmentation de l'utilisation de la biomasse
forestière : implications pour la biodiversité et les
ressources naturelles

Coordination scientifique : Guy Landmann, Frédéric Gosselin et Ingrid Bonhême



Rapport réalisé sous la coordination du GIP Ecofor
à la demande du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du
Développement durable et de la Mer
Rapport de la subvention n° 000 1120

Juillet 2009

BIO 2

BIOMASSE ET BIODIVERSITÉ

FORESTIÈRES

Augmentation de l'utilisation de la biomasse
forestière : implications pour la biodiversité et les
ressources naturelles

Coordination scientifique : Guy Landmann, Frédéric Gosselin et Ingrid Bonhême

Ministère de l'écologie du développement durable
et de la mer

Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature
Direction de l'Eau et de la Biodiversité,
Sous-direction des Espaces Naturels,
Bureau de l'Intégration de la Biodiversité dans les Territoires

Grande Arche Paroi Sud
92055 LA DEFENSE cedex
Tél. 01 40 81 30 72

GIP Ecofor
42, rue Scheffer
75116 Paris
Tél. 01 53 70 21 41
secretariat@gip-ecofor.org

Juillet 2009

Citation conseillée :

Landmann G., Gosselin F., Bonhême I. (coord.), 2009. Bio2, Biomasse et biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles. Paris, MEEDDM-Ecofor, 210 p. (www.gip-ecofor.org)

Pour faciliter la lecture :

- les passages importants sont signalés en gras,
- les astérisques (*) signalent les termes définis dans le glossaire (annexe 3),
- les sigles sont explicités dans l'annexe 4.

Maquette : Hego communication

Mise en forme, relectures : Hego Communication, Guénaëlle Couderc

CHAPITRE 6

L'ETAT ET LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE EN FRANCE

*Frédéric Gosselin, Christophe Bouget et Marion Gosselin,
Cemagref Nogent-sur-Vernisson*

Christophe Chauvin, Cemagref Grenoble

Guy Landmann, GIP Ecofor

1. Les différentes facettes de la biodiversité

La **diversité biologique*** ou biodiversité est, selon la définition officielle de la Convention sur la Diversité Biologique⁴, la « *variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.* »

Comme expliqué dans le chapitre 1, l'accent est mis ici sur la **diversité biologique interspécifique des « macro-organismes »**, qui est relativement mieux connue que le monde micro-organique (ex. : bactéries, levures, protozoaires, archaeas et virus) et les niveaux génétique et écosystème. Il n'a pas été possible de mobiliser l'expertise nécessaire pour traiter ces autres aspects de la biodiversité auxquels il faudrait si possible consacrer plus d'attention dans le prolongement de cette étude.

Même avec cette restriction, la notion de biodiversité recouvre des aspects très variés que l'on peut décliner suivant les différents groupes taxonomiques ou écologiques concernés, et entre les différents « types » de biodiversité, par exemple en suivant la distinction classique entre biodiversité « remarquable », biodiversité « ordinaire » et biodiversité « fonctionnelle » :

4 <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-fr.pdf>

- **la biodiversité remarquable concerne espaces et espèces rares et/ou menacés, parfois objet de protections spécifiques** (parcs nationaux, réserves, espèces protégées...). En forêt, les espaces protégés correspondent le plus souvent aux forêts « subnaturelles* », et à certains milieux intraforestiers limités, notamment les zones humides. Utile pour la faune directement liée à ces formations (insectes saproxyliques et chauves-souris, batraciens), cette politique de réserves nécessairement limitées et réparties sur le territoire a peu d'impact sur les autres espèces remarquables plus mobiles, spécifiques de la forêt, telles que grands mammifères ou oiseaux. Ces espèces font l'objet des plans nationaux de restauration des espèces menacées ;
- **la biodiversité ordinaire est la biodiversité non remarquable.** C'est pour les citoyens la biodiversité qu'il appréhende dans sa vie quotidienne ou son cadre de vie. Ses enjeux commencent par l'échelle locale des écosystèmes, socialement vécue, passent par l'échelle du paysage et du territoire, socialement perçue, pour arriver aux niveaux régional, national et européen, auxquels les analyses des tendances sont souvent les plus pertinentes – simplement parce que c'est à ces niveaux qu'on peut espérer produire des informations fiables avec un coût raisonnable pour la société ;
- **la biodiversité fonctionnelle.** Il s'agit de la partie de la biodiversité qui joue **un rôle important dans le fonctionnement durable des écosystèmes, au sens des grands flux d'éléments** (eau, carbone, minéraux) et d'énergie ; et au sens des interactions biotiques façonnant l'écosystème (prédation, parasitisme, symbioses...). Le lien entre biodiversité interspécifique ou infra-spécifique et fonctionnement de l'écosystème est un champ de recherches très actif. La biodiversité fonctionnelle renvoie aux « services environnementaux* » promus récemment par le « *Millennium ecosystem assessment* » (2005⁵). La forêt y est identifiée pour ses fonctions environnementales, économiques et sociales (eau, CO₂...). Les niveaux de biodiversité forestière les plus souvent cités dans ce volet fonctionnel sont la diversité spécifique et génétique des arbres, la diversité des organismes du sol et les grands prédateurs. Ces aspects ne sont que peu développés dans ce rapport (voir cependant chapitre 16).

La protection et la prise en compte de ces trois types de biodiversité dans la politique passent par toutes les échelles d'organisation de la société : échelle la plus locale (commune, charte de territoire, département) ; échelle nationale (politique d'État, réglementaire et/ou incitative ; politiques intersectorielles ou sectorielles) ; échelle européenne (directives Oiseaux et Habitats) ; conventions internationales (chapitre 15).

2. Principaux enjeux de biodiversité en forêt tempérée et pratiques associées

Les principaux enjeux de biodiversité forestière regroupent des éléments (espèces, populations) que l'on ne trouve qu'en forêt ou qui sont particulièrement sensibles à la gestion, ou qui sont menacés. L'attention doit donc, selon nous, être portée en priorité sur :

- les **taxons qui dépendent de la forêt** (biodiversité remarquable, ordinaire) :
 - soit des espèces typiquement forestières : on ne les trouve qu'en forêt. Elles nécessitent un microclimat tamponné d'intérieur forestier, ou des micro-habitats typiquement forestiers (bois mort, humus, houppiers, cavités d'arbres),
 - soit des espèces qui dépendent de la forêt pour une partie de leur cycle de vie ;
- les **taxons dont le fonctionnement de la forêt dépend** (biodiversité fonctionnelle) :
 - les arbres forestiers, espèces-clefs de voûte qui structurent le milieu forestier et qui sont l'objet direct de la gestion forestière,
 - les groupes fonctionnels du sol (mycorrhizes, bactéries, différents groupes animaux du sol),
 - les prédateurs, parasites, pollinisateurs, ...

⁵<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>, ainsi que le chapitre détaillé sur la biodiversité : <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.273.aspx.pdf>.

- les **taxons sensibles aux interventions sylvicoles** (coupes, etc.) (biodiversité remarquable, ordinaire) :
 - espèces peu mobiles : toute perturbation de leur habitat peut être néfaste s'il n'y a pas d'autre habitat favorable à proximité immédiate,
 - espèces d'intérieur forestier (fuyant les lisières),
 - espèces inféodées aux stades – stades âgés et stades pionniers – et habitats – bois mort, cavités, gros et vieux arbres, – souvent tronqués par la gestion sylvicole,
 - peuplements et populations d'arbres : la composition des peuplements en essences et la diversité génétique des populations d'une essence donnée sont en grande partie déterminées par la gestion pratiquée,
 - espèces animales sensibles au dérangement,
 - faune et flore du sol sensibles aux tassements ;
- les **taxons menacés** (au sens de l'UICN) (biodiversité remarquable) :
 - espèces ou populations rares,
 - espèces ou populations dont l'abondance décline.

3. Pressions pesant sur la biodiversité forestière

Les pressions s'exerçant sur la biodiversité forestière sont multiples : changement climatique, pollution atmosphérique, changements d'utilisation du sol, y compris le développement urbain, introduction d'espèces invasives (favorisée par le développement du commerce international) et, bien sûr, les pratiques sylvicoles.

Les indicateurs de gestion durable (MAP, 2006) fournissent des informations certes imparfaites⁶ mais utiles de l'état des pressions plus particulièrement associées aux pratiques sylvicoles. Les indicateurs pour le volet biodiversité concernent la composition et diversité en essences, les types de régénération utilisés, l'intensité et le caractère naturel de la gestion pratiquée (y compris l'utilisation d'essences autochtones et de statuts de protection des espaces), la quantité de bois mort, la conservation et l'utilisation des ressources génétiques d'arbres forestiers, l'organisation du paysage, les proportions d'espèces menacées en forêt. Les justifications des interprétations faites ci-dessous peuvent être trouvées pour partie dans l'ouvrage de synthèse de Gosselin et Laroussinie (2004). Parmi les éléments *a priori* favorables à la biodiversité, on peut citer :

- une **forêt en expansion**, dont la surface a presque doublé en deux siècles pour atteindre aujourd'hui 28 % du territoire ;
- des **types de gestion assez variés** et relativement extensifs pour la majorité d'entre eux (cf. indicateur 4.3) ;
- un **ensemble conséquent de forêts anciennes***, c'est-à-dire étant restées en état boisé depuis la dernière glaciation ou au moins depuis deux siècles, souvent des forêts publiques, objets d'une bonne continuité de gestion et d'un bon statut de protection du caractère forestier (Code forestier) ;
- une forêt où **les essences résineuses ou exotiques ne sont pas majoritaires**, où pas moins de 12 essences ou groupes d'essences couvrent chacune au moins de 2 % de la forêt disponible pour la production (indicateur 1.1.4) et où les **peuplements** sont **relativement mélangés** – hormis en résineux – et le sont de plus en plus (indicateur 4.1) ;
- **les ressources génétiques** des arbres sont **activement gérées**, à la fois pour la production de semences forestières et pour la conservation des ressources génétiques (indicateur 4.6).

⁶ pour une revue critique de ces indicateurs, voir Hamza et al. (2007).

D'autres éléments sont *a priori* défavorables (sans que l'importance de ces effets soit toujours simple à quantifier) :

- **une régénération artificielle plus développée que la régénération naturelle (58 % contre 42 %⁷)**, surtout en résineux (indicateur 4.2) ;
- une forêt peu artificielle mais où il y a *a priori* très **peu de peuplements semi-naturels** (cf. indicateur 4.3 : 0.2 % de la surface concernée) ;
- **une faible proportion de peuplements protégés pour la biodiversité** au sens de la conférence ministérielle pour la conservation des forêts en Europe (1,2 % de la surface forestière ; cf. indicateur 4.9) ;
- **une structure forestière dominée par la structure « futaie régulière »** (presque 50 % de la surface) et où la structure « futaie irrégulière » est peu présente (moins de 5 % de la surface, en régression plus forte que le taillis-sous-futaie par exemple) (indicateur 1.1.3) : en supposant que les structures sont un reflet imparfait des modes de traitement, notre interprétation de ces chiffres est fondée non pas sur le caractère systématiquement supérieur de la futaie irrégulière sur la futaie régulière pour la biodiversité, mais sur leur complémentarité – en termes de composition en espèces – à l'échelle de massifs ou de petites régions (Bergès, 2004 et 2007) : une représentation du mode de traitement irrégulier à hauteur de seulement 5 % en moyenne sur le territoire – qui plus est en décroissance – nous semble peu élevée. Toutefois, ce point mériterait des analyses complémentaires, comparant par exemple futaie irrégulière à futaie régulière, agrémentée ou non d'îlots de sénescence et de vieillissement ;
- une forêt où **les peuplements sur-âgés ne sont pas très répandus en futaie régulière** : 2,4 % des placettes à structure régulière de l'IFN ont un âge supérieur à l'âge d'exploitabilité (cette proportion étant encore beaucoup plus faible pour les essences de production comme le chêne sessile (indicateur 4.3) 8) et la surface des futaies régulières de plus de 200 ans est, entre 1994 et 2004, relativement stable en valeur absolue et en régression en valeur relative, à un niveau faible (1,2 % de la surface de futaie régulière ; indicateur 1.3).

Pour bien des paramètres, il est difficile de porter une appréciation définitive. Il en va ainsi par exemple de :

- la **proportion d'arbres de plus de 60 cm de diamètre** dans la forêt française : elle se situe actuellement entre 7 et 11 % du volume total, suivant qu'on est en résineux ou en feuillus – avec moins de 1 % pour les arbres de plus de 90 cm de diamètre. Des statistiques en termes de densité à l'ha dans différents contextes – biogéographique ou stationnel, type de propriété... – permettraient de mieux interpréter ces données. A noter que, si nous avons du mal à interpréter le niveau actuel de cet indicateur, sa dynamique était, elle, positive du point de vue de la biodiversité : en effet, le volume de la classe de diamètre 60cm->115 cm a augmenté entre 1994 et 2004, beaucoup plus vite que l'augmentation de la surface forestière (indicateurs 1.1 et 1.3) ;
- une forêt où **la densité de cervidés est en augmentation constante** depuis ces dernières décennies (indicateur 4.9.1), ce qui occasionne probablement des effets mitigés sur la biodiversité – des pertes pour certains groupes et des augmentations pour d'autres.

Enfin, insistons sur les manques de données concernant certains compartiments de la gestion forestière actuelle ou passée. Il en va ainsi des données sur le bois mort (volume de bois mort, diversité des pièces de bois mort), qui jusqu'à très récemment n'étaient pas bien relevées par l'IFN. Il en va de même pour les données sur la « non-exploitation » effective des forêts, pour laquelle nous ne disposons pas de données précises.

Des variables de « contextualisation » pourraient aussi être utiles. Ainsi, de nombreuses publications (par exemple Dupouey *et al.*, 2002) ont montré que la biodiversité des **forêts anciennes*** était différente de la biodiversité des forêts récentes, avec des taxons forestiers qui mettent beaucoup de temps à recoloniser

⁷ En excluant le recépage de taillis des calculs.

⁸ Voir néanmoins les remarques de Hamza *et al.* (2007) relatives à l'interprétation de cet indicateur.

une forêt autrefois convertie à l'agriculture. La connaissance des forêts anciennes* et de leur état actuel permettrait par exemple de ventiler l'évolution de la surface forestière française entre forêts récentes et forêts anciennes*. La dynamique décrite par l'indicateur 1.1.1 « Gains et pertes de surface boisée » (MAP, 2006) indique que s'il y a des gains importants de surface boisée, il y a aussi des pertes : si ces pertes concernaient surtout des forêts anciennes*, il est possible que les évolutions forestières d'occupation du sol soient globalement plutôt défavorables à la biodiversité.

En conséquence, dans les chapitres qui traiteront de la biodiversité, nous prêterons une attention particulière **aux éléments d'habitats qui sont déterminants pour ces taxons « à enjeu »** :

- les stades tronqués par la sylviculture aux deux extrémités du cycle, c'est-à-dire **les peuplements d'essences pionnières et les vieux et très vieux peuplements** ;
- **le bois mort, sous toutes ses formes** ;
- **les gros et vieux bois (isolés ou en îlots)** ;
- **les arbres à cavités** ;
- **les forêts anciennes*** ;
- **les milieux humides intra-forestiers.**

4. État de la biodiversité forestière et non forestière

L'état de la biodiversité n'est pas en lien direct et unilatéral avec les indicateurs de gestion durable des forêts mentionnés ci-dessus. D'abord parce que bien d'autres pressions pèsent sur la biodiversité forestière que les pressions associées à la gestion forestière. Ensuite parce que nos connaissances sont encore trop fragmentaires pour pouvoir définir des seuils ou des formes de réponse de la biodiversité à ces variables, qui plus est dans des contextes variés. Enfin, parce que le croisement entre pressions et état de la biodiversité, qui pourrait pour partie nous éclairer, est très rare à l'échelle d'un grand territoire⁹.

En dépit de ces remarques et de l'intérêt croissant porté à la biodiversité, les connaissances disponibles en France pour en définir l'état, en forêt et hors forêt, restent relativement limitées. On peut néanmoins résumer la situation de la manière suivante :

- pour certains groupes taxonomiques – par exemple les **plantes vasculaires et les oiseaux** – les **tendances temporelles et les statuts de menace d'extinction des espèces forestières sont plutôt meilleures** que celles des espèces non forestières. Pour les oiseaux, le suivi temporel des oiseaux communs (STOC) coordonné par le MNHN¹⁰ montre une baisse plus forte de la fréquence des populations d'oiseaux communs spécialistes des milieux agricoles que de celles des espèces forestières, et la proportion d'espèces menacées d'oiseaux en forêt (13 %) est plus faible que la proportion d'espèces menacées d'oiseaux non forestiers (40 %) ¹¹ ;
- pour d'autres groupes taxonomiques, les menaces d'extinction pesant sur la biodiversité sont du **même niveau en forêt et hors forêt**. C'est le cas pour les **amphibiens** en France, pour lesquels environ 40 % des espèces sont menacées en forêt et hors forêt ;
- enfin, pour d'autres groupes taxonomiques, les **pourcentages d'espèces menacées sont plus forts en forêt qu'hors forêt**. Ainsi, pour les **mammifères**, 36 % des espèces strictement forestières sont menacées contre 29 % pour les « non-forestières ».

⁹ Et ce, même dans un cas très bien étudié, comme la Chouette tachetée nordique (*Strix occidentalis caurina*) sur la côte Nord-Ouest Américaine : cf. Gosselin F. (2009).

¹⁰ http://www.ifen.fr/indicateurs/indicateurs-de-developpement-durable/indicateurs-de-developpement-durable/indice-d-abondance-des-populations-d-oiseaux-communs.html?taille=target%3D_self

¹¹ cf. Indicateur 4.8 dans 2006 http://www.ifen.fr/acces-thematique/nature-et-biodiversite/faune-et-flore/la-faune-menacee-et-protegee.html?taille=target%3D_self et http://www.ifen.fr/acces-thematique/nature-et-biodiversite/faune-et-flore/la-flore-menacee-et-protegee.html?taille=target%3D_self

Les nouvelles listes rouges d'espèces menacées en France publiées par l'UICN en 2008 et 2009 infléchissent les conclusions précédentes, avec globalement moins de proportions d'espèces menacées en forêt qu'hors forêt. Nous pouvons ainsi retenir que :

- pour les groupes taxonomiques bien renseignés, la biodiversité forestière est potentiellement menacée à une même intensité – ou à une intensité moindre d'après les données les plus récentes – que les autres pans de la biodiversité terrestre en France, mais d'une façon variable d'un groupe taxonomique à l'autre ;
- pour une grande partie de la biodiversité forestière, on manque de données faute de suivis d'espèces représentatifs de la situation française et d'évaluations des espèces menacées.

5. Au carrefour des enjeux, des pressions et de l'état de la biodiversité : les taxons saproxyliques

A l'intersection de ces différentes catégories de taxons à enjeu, des pressions pesant sur la forêt française et probablement des états de la biodiversité, on trouve notamment les **espèces associées au bois mort, dites saproxyliques** : elles dépendent majoritairement de la forêt, représentent le quart des espèces forestières (soit plus de 10 000 espèces, dont une majorité de champignons et de coléoptères) et leurs micro-habitats sont perturbés par la gestion, au point qu'une proportion significative des espèces est menacée d'extinction (entre 20 et 50 % d'après diverses listes rouges nationales européennes ; Bouget *et al.*, 2007). Dès 1988, le Conseil de l'Europe encourageait les gouvernements européens à utiliser prioritairement les organismes saproxyliques pour évaluer l'état de conservation des forêts¹².

Le statut actuel de ce pan de la biodiversité fait néanmoins débat dans la communauté forestière, et on le comprend : les niveaux de bois mort sont très probablement plus élevés aujourd'hui qu'il y a quelques décennies (notamment après les tempêtes de 1999), mais probablement toujours à des niveaux assez faibles en plaine ; de fait, le pire est probablement derrière nous compte tenu de la surexploitation historique du bois mort qu'ont vécue ces espèces, du Moyen Age jusqu'au 19^e siècle, lorsque le bois était la principale source d'énergie (Bartoli et Geny, 2005). Les goulets d'étranglement vécus par les populations d'organismes saproxyliques ont pu conduire à des assemblages aujourd'hui appauvris ou fragilisés qui doivent sans doute toujours être considérés comme vulnérables : l'existence de conditions antérieures plus défavorables¹³ pour ces espèces saproxyliques ne signifie pas que les conditions actuelles ou futures permettent leur survie, tant le phénomène d'extinction s'étale dans le temps (Tilman *et al.*, 1994; Caughley, 1994; Pimm, 2002).

6. Références bibliographiques

Bartoli M., Geny B., 2005. Il était une fois... le bois mort dans les forêts françaises. *Revue forestière française*, 57 (5) : 443-456.

Bergès L., 2004. Rôle des coupes, de la stratification verticale et du mode de traitement sur la biodiversité. In Gosselin M., Laroussinie, O. (Eds), *Gestion Forestière et Biodiversité : connaître pour préserver - synthèse bibliographique*. Antony, Cemagref, 149-215.

Bergès L., 2007. L'influence des coupes et du mode de traitement sur la biodiversité. *Rendez-vous techniques de l'ONF*, (16) : 37-42.

Bouget C., Brustel H. et Nageleisen L., 2007. Pour une harmonisation de la nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois. *Bourgogne Nature*, (5) : 99-102.

¹² Recommandation du Comité des ministres du Conseil de l'Europe R(88) 10 aux Etats membres (adoptée le 13 juin 1988) pour « la protection des organismes saproxyliques et de leurs biotopes »
<https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet.CmdBlobGet&InstranetImage=609058&SecMode=1&DocId=697430&Usage=2>

¹³ Argument qu'il faut nuancer, les moyens d'exploitations actuels (fiche Cacot exploitation) étant bien plus performants qu'autrefois, quand seul le bois mort gisant était ramassé

Caughley G., 1994. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, 63 (2) : 215-244.

Dupouey J.-L., Sciama D., Dambrine E., Rameau J.-C., 2002. La végétation des forêts anciennes. *Revue forestière française*, 54 (6) : 521-532.

Gosselin F., 2009. Management on the basis of the best scientific data or integration of ecological research within management? Lessons learned from the northern spotted owl saga on the connection between research and management in conservation biology, *Biodiversity and Conservation*.18 (4): 777-793.

Gosselin M., Laroussinie O. (Eds), 2004. *Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique*. Antony, co-édition GIP Ecofor - Cemagref, 320 p.

Hamza N., Boureau J.-G., Cluzeau C., Dupouey J.-L., Gosselin F., Gosselin M., Julliard R., Vallauri D., 2007. *Evaluation des indicateurs nationaux de biodiversité forestière*. Nogent-sur-Vernisson (France), Inventaire forestier national, 133 p.

MAP, 2006. *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises - Edition 2005*. Paris, ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 148 p.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being : synthesis*. Washington D. C. (USA), Island Press, 137 XXp. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Pimm S. L., 2002. The dodo went extinct (and other ecological myths). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89 (2) : 190-198.

Tilman D., May R. M., Lehman C. L., Nowak M. A., 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371 (6492) : 65-66.