# Biodiversité Naturalité Humanité

## Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion

**Daniel Vallauri**

**Mai 2007**

Je tiens à remercier très chaleureusement :

- Jean-Claude Génot (PNR Vosges du Nord) pour sa relecture attentive et critique, les fructueuses discussions et les orientations bibliographiques sur le rapport entre l'homme et la nature dans la pensée écologique ;
- Jean André (Université de Savoie) pour les nombreux échanges sur ce thème complexe ;
- James Aronson (CEFE/CNRS), Christophe Bouget (Cemagref), Benoit Dodelin (Université de Savoie), Pr Pierre Drapeau (UQAM, Québec), Elise Dulac (MEDD), Alain Givors (expert forestier PRO SILVA), Frédéric et Marion Gosselin (Cemagref), Jean-François Holtholf (Association Païolive), Delphine Lorber (WWF), Damien Marage (ENGREF), Yoan Paillet (Cemagref), Pr Annik Schnitzler (Université de Metz), Brigitte Talon (IMEP, Université de Marseille) pour leurs relectures critiques et leurs propositions ;

L'ensemble des remarques, corrections et discussions a très significativement amélioré la qualité du premier manuscrit et a permis de clarifier la complexité du thème abordé.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables

Cette synthèse a été réalisée avec la participation financière du MEDAD, dans le cadre de la convention MEDD/WWF 2006, programme "Naturalité des forêts méditerranéennes".

## Biodiversité, naturalité, humanité.
Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion.

**Résumé.** La biodiversité est le concept majeur qui incarne l'idée de Nature depuis les années 1990. Dans une définition étroite, elle ne transcrit qu'une des quatre notions expliquant le fonctionnement de la Nature (organisation, complexité, spontanéité et diversité). Aujourd'hui, il est nécessaire de faire émerger un second pilier complémentaire, la naturalité *sensu lato*. Certains scientifiques ou gestionnaires expriment le besoin d'étudier ou de gérer les écosystèmes forestiers en suivant un principe impératif de naturalité. Toutefois, il n'existe pas encore une vision intégrative et partagée sur tout ce que sous-entend ce nouveau concept, chacun privilégiant une approche partielle (écologique, sylvicole, sociale, éthique…). Ce rapport est une tentative de synthèse des diverses approches ; il donne des illustrations pratiques dans le domaine des forêts. Il tente tout d'abord de définir les différents sous-concepts : gradients de naturalité, d'empreinte écologique d'une culture et du sentiment de Nature pour l'Homme. Il contribue ensuite à l'identification de critères et d'indicateurs pour leur évaluation et leur utilisation pratique. Il conclut par quelques perspectives d'applications très prometteuses pour guider les gestionnaires des forêts.

## Biodiversity, naturalness, humanity.
Application to the evaluation of forests and of the quality of forest management.

**Summary.** Biodiversity is the major concept that dominates the idea of Nature since the 1990's. In a narrow definition, it supports only one of the four notions explaining the functional processes of Nature (organisation, complexity, spontaneity and diversity). Nowadays, a second complementary pillar is needed, named naturalness *sensu lato*. Some scientists or managers express the need to study or to manage forest ecosystems using an imperative principle of naturalness. However, an integrative and shared vision of what is included in this new concept is not yet available, each person supporting its own partial approach (ecological, silvicultural, social, ethical…). This report is an attempt to synthesise the various approaches; it gives practical illustrations in the forest field. First, it tries to define the different sub-concepts: gradients of ecological naturalness, of human ecological footprint and of human perception of wildness. Secondly, it contributes to the identification of criteria and indicators to be used for their evaluation and practical uses. It ends by some very promising perspectives of application to guide forest managers.

**Citation conseillée :**
Vallauri D. 2007. Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion. Rapport scientifique WWF, Marseille, 86 pages.

**Mots clé :**
Biodiversité / Naturalité / Humanité / Empreinte écologique / Sentiment de Nature / Forêts / Gestion durable / Protection.

*Forestiers, mes frères, en admirant, d'un élan religieux, la forêt primitive, je n'offense pas votre travail, pas plus que celui des vigoureux bûcherons (…). Je souhaite que l'homme reste, ou redevienne, une créature parmi les autres, et non le tyran de la Création. Dans un monde entièrement utilisé et rationalisé, il n'y aurait plus de liberté ni de choix, donc plus d'amour. Plus que les pièces implacablement engrenées d'un mécanisme parfait. Quelle sottise de travailler à la « mise en valeur » intégrale du globe, et de gémir sur le recul des libertés !*

Robert Hainard
*Quelques réflexions sur deux forêts vierges*
Revue suisse *La forêt*, 1954.

# ► Sommaire

**Introduction générale** ..... **p. 9**
Biodiversité, un enjeu planétaire ..... p. 10
D'un concept scientifique à l'action ..... p. 10
Dilemmes et besoins nouveaux ..... p. 11
Chassez le naturel, il revient au galop ! ..... p. 12
Vers l'émergence d'un nouveau pilier ..... p. 13
Une première proposition ..... p. 14

**Aux racines du problème** ..... **p. 15**
De la nature de la Nature ..... p. 16
D'*Homo sapiens* dans la Nature… ..... p. 17
… à la vraie nature de l'Homme ..... p. 17
Avec *Homo sapiens*, quel est le sens de la naturalité ? ..... p. 18
Vers une mise en pratique ..... p. 19
Pour sortir de l'impasse dualiste ..... p. 20

**Pour une analyse intégrative des gradients de la Nature** ..... **p. 21**
Des mots aux concepts ..... p. 22
Naturalités ..... p. 22
Humanités ..... p. 24
Critères et indicateurs pour une analyse intégrative ..... p. 25
Présentation des axes d'analyses ..... p. 26

**Critères et indicateurs de la naturalité des forêts** ..... **p. 27**
Biodiversité, complexité et spontanéité d'un écosystème forestier ..... p. 28
Quelques illustrations en forêt ..... p. 28
Vers des critères et des indicateurs de naturalité ..... p. 29

**Critères et indicateurs de l'empreinte d'une culture sur les forêts** ..... **p. 35**
Empreinte, Nature et Culture ..... p. 36
Mieux évaluer l'empreinte écologique d'*Homo sapiens* ..... p. 37
Feu d'artifices en forêt ? ..... p. 38
Vers des critères et des indicateurs de l'empreinte d'une culture ..... p. 40

**Critères et indicateurs du sentiment de Nature dans les forêts ..... p. 45**
Sentiment de Nature, Humanité et Culture ..... p. 46
Forêts naturelles : séquence Emotions ..... p. 46
Sentiment de Nature et Culture de gestion ..... p. 47
Sentiment de Nature et Culture générale française ..... p. 48
Le besoin de Nature en France métropolitaine ..... p. 49
Vers des critères et des indicateurs du sentiment de Nature ..... p. 51

**Conclusions et perspectives pour des forêts vivantes ..... p. 55**
Perspectives générales ..... p. 56
Vers une réelle prise de conscience ? ..... p. 56
Repenser la relation Homme-Nature ..... p. 56
Humilité de l'Homme vis-à-vis de la Nature ..... p. 57
Penser seulement l'action juste nécessaire ..... p. 57
Vers une réconciliation ..... p. 58
Perspectives scientifiques ..... p. 58
Une approche intégrative de la nature dans le territoire ..... p. 58
A propos des sciences humaines ..... p. 58
Recherches en sciences de la nature ..... p. 59
Vers un outil historique disponible pour tous ..... p. 59
Perspectives d'application : gérer sans détruire, le recours à la nature ..... p. 59
Des domaines d'application très variés ..... p. 59
Une philosophie pratique pour l'action ..... p. 61
Agir moins pour accomplir plus ..... p. 61
Restaurer également la naturalité ..... p. 65
Créer ici des Himalayas ..... p. 65
En guise de dernier mot ..... p. 66

**Références ..... p. 68**

# ► Introduction générale

*« Un écosystème est un concert du Vivant dans lequel chaque espèce joue sa partition. A l'homme de deviner la sienne, pour élever la musique du Monde sans dissonance ».*

Bernard Boisson,
*La forêt diapason* (2003).

## ➔ *Points clé à retenir*

- La biodiversité est le concept majeur qui incarne l'idée de Nature depuis les années 1990 ;
- Dans une définition étroite, elle ne transcrit pas la totalité des notions nécessaires à comprendre la Nature ;
- Un second pilier, la naturalité *sensu lato*, émerge aujourd'hui, en complémentarité ;
- Certains scientifiques ou gestionnaires expriment l'intérêt d'un principe impératif de naturalité pour la conservation de la biodiversité ;
- Il n'existe pas encore une vision intégrative et partagée sur la naturalité sensu lato ;
- Ce rapport est une proposition de synthèse appliquée aux forêts afin d'ébaucher une discussion.

## Biodiversité, un enjeu planétaire

Prise au sens le plus simple, la « biodiversité ou diversité biologique désigne la variété des espèces vivantes qui peuplent la biosphère. (…) La biodiversité peut se mesurer par le nombre total d'espèces différentes qui vivent » (Ramade 1993). Elle s'exprime et s'analyse à tous les niveaux d'organisation hiérarchique du Vivant (génome, espèce, communauté, écosystème, paysage, écorégion).

Conséquences des excès des sociétés humaines, la sixième période d'extinction globale du Vivant connue à l'échelle des temps géologiques est en cours (Blondel 2005, Teyssèdre 2005). Aussi, pour de multiples raisons (richesse spécifique, diversité génétique, capital de ressources dont nous dépendons, résilience des écosystèmes, éthique…), sauvegarder la biodiversité mondiale est devenu un enjeu planétaire de mieux en mieux partagé.

## D'un concept scientifique à l'action

Le concept de la biodiversité a mis au premier plan scientifique et politique les questions de la Nature. Cela s'est réalisé progressivement à la fin du siècle dernier :
- tout d'abord dans la communauté scientifique (Wilson 1988 - publié en langue française en 1993, Barbault 1997, Ramade 1999, Blondel 2005) ;
- puis dans les politiques forestières (Sommet de la Terre à Rio en 1992, Conférences ministérielles pour la protection des forêts en Europe dès 1993, loi 2001- 602 d'orientation sur la forêt du 6 juillet 2001, volet « forêts » de la Stratégie Nationale sur la Biodiversité en 2004, volet « biodiversité » du Plan forestier national en 2006) ;
- et enfin, progressivement, dans la gestion forestière quotidienne (ONF 1993, Le Tacon *et al.* 2000, Rameau 2002, Gosselin et Laroussinie (coord) 2004, Barthod 2005).

Pour agir, on distingue classiquement des mesures de trois ordres (Margules et Pressey 2000). Elles sont complémentaires mais répondent à des approches méthodologiques très différentes, visant à :
- **la protection** stricte des espèces (dont celles qui sont menacées) et des espaces à haute valeur pour la conservation (réserve intégrale, parc national, réserve naturelle) ;
- **la gestion durable** d'une biodiversité définie comme remarquable (exemple de Natura 2000) ou du reste de la matrice formée par la biodiversité ordinaire dont le rôle fonctionnel s'avère également important ;
- **la restauration** des populations, écosystèmes ou paysages dont la biodiversité, la fonctionnalité voire les services environnementaux sont dégradés. Dans le domaine forestier, cette dernière approche est une entreprise cruciale dans de nombreuses écorégions du monde, mais s'avère écologiquement et socialement complexe à mettre en œuvre (voir Mansourian *et al.* 2005 pour une tentative de synthèse mondiale).

© Photodisc

L'ours brun, l'une des espèces emblématiques des forêts européennes...

© D. Vallauri

... au même titre que le Panda géant pour les forêts chinoises.

### DANS LA JUNGLE DES MOTS

(voir le chapitre page 21 pour plus de détails)

- **La biodiversité ou diversité biologique** désigne la variété des espèces vivantes qui peuplent la biosphère. (…) La biodiversité peut se mesurer par le nombre total d'espèces différentes qui vivent.
- **La naturalité** est un mot soit utilisé *sensu lato*, comme terme générique de ce concept multiforme, soit défini comme le concept écologique qui synthétise l'expression en un lieu des propriétés écologiques intrinsèques de la Nature, sa biodiversité, son intégrité fonctionnelle, sa structure et sa dynamique spontanée et autonome. Il est parfois distingué plusieurs notions constitutives comme l'indigénat, la maturité, la continuité écologique.
- **L'humanité** peut prendre différente acception dont il est retenu ici 1) ce qui est propre à tout humain, qu'il soit sauvage ou civilisé ; 2) un « sentiment actif de bienveillance » de l'Homme pour tous les hommes, étendu aux autres espèces et au monde en général ; 3) un synonyme de « monde humain ».
- **L'empreinte écologique d'une culture** synthétise les impacts, transformations (en positif comme en négatif), perturbations ou dégradations de la diversité, du fonctionnement et de la dynamique de la Nature qui sont induits par une culture humaine ;
- **Le sentiment de Nature** synthétise la relation humaine sensible que l'Homme, individuellement ou en société, établi avec la Nature.

## Dilemmes et besoins nouveaux

Pour le scientifique, le concept de biodiversité inclut intrinsèquement les processus fonctionnels et évolutifs qui créent la biodiversité (le « moteur » de la Nature). Toutefois, depuis 15 ans, la vision qui s'est imposée pour les non scientifiques (élus, propriétaires, entreprises, grand public…) est sensiblement plus restreinte, centrée autour de la richesse en espèce. Cela présente quelques conséquences qu'il convient de rappeler :

- une vision incomplète, statique et insuffisamment fonctionnelle des questions de la Nature. Par soucis de communication, la biodiversité est trop souvent réduite à une liste d'espèces (au mieux d'habitats). Cela a conduit par exemple certains forestiers à revendiquer « d'agir pour protéger la biodiversité » par l'introduction d'essences résineuses exotiques ;
- une certaine compétition entre les groupes d'espèces, ou plutôt entre leurs défenseurs ou spécialistes, dès lors que peu de scientifiques ou naturalistes peuvent revendiquer une connaissance de toute la biodiversité d'un écosystème aussi complexe qu'une forêt, et donc de la promouvoir dans son ensemble ;
- une « dictature » des espèces remarquables, qu'elles soient menacées, protégées par la loi, indicatrices, patrimoniales (définition assurément plus floue)… ou simplement médiatiques !
- une définition, une application et une évaluation de la gestion décidées à partir d'un petit nombre d'espèces.

Il est légitime dès lors de s'interroger sur la pertinence à long terme des choix de gestion. Ainsi, quand on veut juger de l'impact d'une action sylvicole sur la biodiversité d'une forêt, il n'est pas rare que ne soient prises en considération que quelques espèces indicatrices sélectionnées parmi une poignée de groupes ou d'espèces, avec une priorité pour les mammifères et les oiseaux, soit moins de 3 % de la richesse spécifique d'une forêt naturelle.

De même, la question de la conservation des espèces des milieux dits « ouverts » (Orchidées, Lépidoptères…) par des techniques de gestion parfois très actives s'opposant aux successions naturelles, est bien souvent une conséquence de cette vision restreinte de ce qui est « patrimonial ».

Le concept de biodiversité touche dès lors à ses limites. Seul, isolé, le terme de biodiversité est affaibli.

Il risque d'être galvaudé, tout le monde le revendiquant sans toujours en utiliser ou en comprendre les multiples facettes scientifiques. La biodiversité devient alors un objet désincarné, dissocié du fonctionnement plus général de la Nature. L'organisation de la biodiversité peut dès lors, dans l'esprit de certains, devenir prioritairement un artifice, une collection d'espèces, dont la durabilité écologique, économique ou sociale peut paraître douteuse.

Progressivement, les préoccupations relatives aux habitats et à l'organisation structurale ou fonctionnelle soutenant indirectement la richesse spécifique des forêts ont été intégrées. Il n'en demeure pas moins que, sur le terrain, l'approche de la biodiversité reste souvent incomplète :
- la diversité de certains groupes forestiers importants est mal prise en compte. Invertébrés, champignons, lichens, mousses… soit 80 % des espèces d'une forêt naturelle tempérée sont le plus souvent négligés. Ces groupes rassemblent beaucoup trop d'espèces et manquent cruellement de spécialistes pour qu'il soit envisagé de demander au gestionnaire de bien les appréhender ;
- les processus fonctionnels et dynamiques, notamment ceux intervenant à l'échelle du paysage, restent mal pris en compte dans la politique des espaces protégés forestiers comme dans la gestion courante (exemple des tempêtes, des changements globaux, de la fragmentation des milieux par les infrastructures humaines ou des espèces à grands domaines vitaux) ;
- les notions de complexité, d'autonomie et de spontanéité fonctionnelle des écosystèmes (résilience, potentiel de régénération…) sont des questions pour les scientifiques, mais présentent encore trop peu d'outils disponibles pour le gestionnaire. Il est aujourd'hui important de réussir à mieux intégrer ces préoccupations, tant du point de vue scientifique (groupes fonctionnels et écologiques, trajectoire dynamique, naturalité…) que de la définition de règles de gestion robustes.

© D. Vallauri

Les lichens sont avec les champignons et les invertébrés, les grands oubliés de la biodiversité forestière, malgré un richesse spécifique importante et un fort caractère indicateur de naturalité. Ici, un *Lobaria pulmonaria* sur un vieux hêtre… martelé.

## Chassez le naturel, il revient au galop !

Comme évoqué dès Morin (1980), les fondements de la Nature et de l'écologie ne peuvent sans erreur se limiter à une notion de diversité, mais inclus également des notions complémentaires d'organisation, de complexité et de spontanéité des écosystèmes. Ce sont bien ces deux dernières notions que réintroduisent aujourd'hui le concept de naturalité.

Par ailleurs, le fondement scientifique du concept de biodiversité n'a pas réglé le problème éminemment culturel de la relation ontogénique entre l'Homme et la Nature, qui nous ramène aux racines profondes de la crise. La pensée occidentale (du philosophe à sa traduction en actions) continue non seulement de dissocier sans nuances Nature et Culture, mais en

vient même à oublier que la Nature peut exister de façon autonome, hors de toute référence à une culture. Ainsi, elle donne la priorité à une « construction culturelle de la nature » (*natura naturata*). Cette posture dominante fait du naturaliste un « intégriste » quand il rappelle que la Nature, qu'il est obligé de qualifier de « sauvage » pour se faire comprendre (*natura naturans*), est une « précondition vouée à resurgir avec obstination chaque fois que l'on croyait (…) la réduire à une représentation conventionnelle » (Descola 2005). Comme les tempêtes de 1999, par exemple, l'ont remémoré avec violence au monde forestier français (Vallauri 2002).

## Vers l'émergence d'un nouveau pilier

Aujourd'hui, un second pilier de la conservation de la Nature, complémentaire de celui de la biodiversité, est en cours d'édification de façon très prolifique et foisonnante : il s'affine autour du terme de naturalité et de déclinaisons proches ou liées (Anderson 1991, Mittermeier *et al* 1998, 2003, Angermeier 2000, Noss 2000, Povilitis 2001, Siipi 2004, Machado 2004, Scholes et Biggs 2005, Mace 2005, Drew 2005, Hötchl *et al.* 2005 pour quelques références).

Au niveau international, la mise au point du concept de gestion écosystémique (ecosystem management ; Grumbine 1994, Christensen *et al.* 1996) relève aussi d'une mise en pratique de certaines clé des processus fonctionnels et de la naturalité. La notion de gestion écosystémique est reconnue comme l'un des pilier de la conservation des forêts par la Convention sur la Diversité Biologique depuis 2000. La naturalité transparaît dans les indicateurs des politiques forestières européennes, sous divers angles, notamment ceux de la structure, de la composition, de l'intensité d'exploitation des boisements ou du bois mort (DERF 2000, DGFAR 2006). Ce dernier est une des illustrations très concrètes et pratiques de la naturalité débattues ces dernières années (Vallauri *et al.* 2005). Il est toutefois très loin d'incarner toutes les facettes de la naturalité du point de vue scientifique comme des applications potentielles.

© D. Vallauri

Une plantation résineuse artificielle en Alsace après les tempêtes de 1999. Les perturbations naturelles savent se rappeler au forestier imprudent.

En France, certains scientifiques ou gestionnaires envisagent d'étudier ou de gérer suivant un principe de naturalité des milieux forestiers (Schnitzler 2002, Gilg 2004, Génot 1998 et 2003, De Turkheim et Bruciamacchie 2005).

## Une première proposition

Toutefois, à ce jour, il n'existe pas encore une vision globale, complète et consensuelle de la naturalité et de tout ce qu'elle sous-entend. Chaque scientifique ou gestionnaire, en fonction de son domaine de compétence ou sa sensibilité, privilégie le plus souvent une approche partielle du problème (écologique, sylvicole, culturelle, éthique,…).

Ce rapport essaie de contribuer, dans les chapitres qui suivent, à proposer une synthèse cohérente de la problématique, de façon la plus pragmatique possible. Il cherche :
- tout d'abord, à expliciter **les racines du problème** soulevé par la naturalité, au-delà de Nature et Culture ;
- puis **à définir, à présenter et à illustrer** les différents sous-concepts et gradients : la naturalité, l'empreinte écologique d'une culture et le sentiment de Nature pour l'Homme.
- ensuite, **à identifier des critères et des indicateurs** pouvant permettre d'évaluer ces gradients dans les forêts. ;
- enfin, à présenter quelques intérêts pratiques et très prometteurs de la naturalité comme principe complémentaire de la biodiversité pour **guider le gestionnaire des forêts**.

# ► Aux racines du problème

*« Il est absolument indispensable de bien comprendre le vrai sens de la nature pour pouvoir l'étudier avec exactitude ».*

Henri David Thoreau,
*Journal* (1837-1861).

## ➔ *Points clé à retenir*

- Les problèmes de la Nature sont biaisés par la vision que chacun a, souvent inconsciemment, de la relation Homme-Nature ;
- La vision occidentale dominante est dite dualiste et sépare l'Homme de la Nature. Elle consacre l'Homme comme « maître et possesseur » de la Nature ;
- Les connaissances des sciences écologiques et sociales contemporaines justifient une vision éco-centrée de la relation Homme-Nature ;
- Les questions de la naturalité et de l'humanité sont, par nature, étroitement entremêlées depuis 40 000 ans en Europe.

© D. Vallauri

Réserve intégrale du Parc National de Bialowieza (Pologne) : un témoin pour comprendre le fonctionnement autonome et spontané de la forêt.

## De la nature de la Nature

Ce qui intéresse certains scientifiques dans le concept de naturalité, c'est la capacité de quantifier ou qualifier tout ou partie de l'intégrité fonctionnelle des écosystèmes (complexité d'organisation, processus fonctionnels, trajectoire dynamique, résilience…). Ce qui pose des questions fondamentales sur la nature de la Nature, ses composantes, ses processus évolutifs, l'organisation et le fonctionnement du Vivant, le rôle de chaque espèce, les interactions dans la communauté, les facteurs de contingence (inertie) actifs dans l'écosystème…

Dans ce but, le scientifique s'attache alors le plus souvent à étudier finement les écosystèmes forestiers les plus complexes, complets et intacts (Falinski 1986, Schnitzler 1997, 2002, Peterken 1997 a et b). Il se concentre volontiers sur les forêts bien protégées (Cole *et al.* 2000 a,b,c, Mc Cool *et al.* 2000 a et b, Marage 1999, Gilg et Schwoehrer 1999, Gilg 1997, 2004, Gilg *et al.* 2005, Commarmot 2005), ou celles exclues depuis longtemps des spéculations productives (Renaud 1995). Ces forêts présentent des fonctionnements par perturbations naturelles, ainsi que des cycles biogéochimiques et des réseaux trophiques parmi les plus complets ; par exemple, elles comprennent les guildes complètes des grands herbivores ou carnivores. Les scientifiques s'enthousiasment de leurs qualités comme laboratoires d'études et les nomment, non sans débats et avec plus ou moins de réussite, « forêt primaire », « forêt à caractère naturel », « forêt subnaturelle »… (voir la synthèse dans Vallauri (coord.) 2003).

Les résultats des recherches obtenus depuis 20 ans sur les forêts à haute naturalité sont très significatifs, en premier lieu sur le continent nord américain et plus récemment en Europe. Ils permettent également de mieux éclairer les recherches et la gestion dans les forêts gérées.

Toutefois, en focalisant l'essentiel de l'investigation de la naturalité aux reliques de plus haute naturalité, rares en Europe de l'Ouest, cette approche conduit en pratique à réduire l'importance réelle et le potentiel d'application du concept de naturalité. Il est vrai qu'en France faire comprendre l'intérêt scientifique de ces forêts à haute naturalité était déjà

un enjeu à part entière. Il y a encore peu de temps certains forestiers n'hésitaient pas à nier totalement l'existence des forêts naturelles, leur intérêt biologique, et leur capacité à survivre sans les bons soins prodigués par le sylviculteur (voir l'analyse dans Carbiener 1995).

## D'*Homo sapiens* dans la Nature…

Tout scientifique rigoureux cherche à préciser les rôles des espèces et des processus qui structurent la forêt naturelle étudiée. Au-delà de quelques arbres et de quelques milliers d'espèces de la flore, de la faune et de la fonge, il est alors inévitablement confronté, volontairement ou indirectement, à la question d'une espèce clé, *Homo sapiens*.

*Homo sapiens* est une espèce un peu spéciale pour nous, et cela à double titre.

D'une part, c'est notre espèce. Or, notre point de vue sur *Homo sapiens*, de même que notre point de vue sur la Nature vue au travers de ses yeux nous interpellent inévitablement ou, tout au moins, ne sont pas neutres. Les deux points de vues sont intrinsèquement des éléments constitutifs forts de toute culture. Les étudier, en comprendre les conséquences, est l'objet de l'anthropologie, de l'ethnologie, de la philosophie…, de la réflexion sur la Nature par les sciences humaines d'une manière générale. Elles montrent les visions fort différentes de la Nature développées par *Homo sapiens* et ses cultures au cours des temps et de par le monde (Bourg 1993, Larrère et Larrère 1997, Descola 2005).

D'autre part, il n'existe pas d'espèce ayant marqué aussi radicalement par son empreinte l'organisation du Vivant depuis le début de l'Holocène. Plus précisément, certaines cultures d'Homo sapiens, notamment la culture occidentale dite « moderne », ont marqué d'une empreinte indélébile la Nature planétaire actuelle. Les résultats des recherches en écologie, mais aussi de la climatologie récente, le démontrent à un point tel que certains scientifiques n'hésitent pas à rebaptiser la période géologique actuelle « Anthropocène » (Steffen et Tyson 2001 *in* Sanderson 2002). Apparue il y a moins de 400 000 ans en Afrique de l'Est, *Homo sapiens* est présent depuis environ 40 000 ans en Europe et depuis moins de 20 000 ans sur tous les continents. En Europe, en moins de 2 000 générations, *Homo sapiens* a réorganisé à son avantage (le plus souvent) une grande partie des écosystèmes et des autres espèces. Son premier impact significatif a été la destruction de la mégafaune suite au perfectionnement des techniques de chasse, puis la modification progressive des paysages par l'agriculture qui débuta il y a 8 000 ans environ. L'*Homo sapiens* d'Europe a créé une culture diffusée dans le monde entier surtout depuis 500 ans, avec la révolution considérable de la circulation et des échanges mondiaux qui s'accélère encore aujourd'hui. Cette histoire présente de nombreuses conséquences, parmi lesquelles la mise en danger de la biodiversité globale.

## … à la vraie nature de l'Homme

Ce dernier point mérite une digression sur les fondements de notre culture de la Nature. Car « connaître la nature, c'est d'abord se situer par rapport à elle » et reconnaître que « le problème n'est pas tant d'attribuer une valeur à la nature que de comprendre à quel point notre vision de la nature règle nos comportements » (Larrère et Larrère 1997).

Du point de vue scientifique, tout comme l'orchidée, le cèpe ou le panda, *Homo sapiens* fait écologiquement partie du « grand tout » que nous appelons la Nature. Notre espèce est faite du même matériau que les autres composantes animées (des acides aminés) ; elle est en relations constantes, actives et complexes avec elles, sans en être plus qu'une autre « maître et possesseur » de la Nature, selon la formule de Descartes qui a été au fil du temps détournée de son sens originel.

Espèce parmi des millions d'autres, *Homo sapiens* présente toutefois des caractéristiques propres. Elles peuvent être exprimées en termes anatomiques (par exemple, le volume de son cerveau) ou en termes fonctionnels (par exemple, son organisation sociale élaborée, ses cultures variées au sein de l'espèce). Ces caractéristiques soulignent deux facultés particulièrement développées et décisives pour l'espèce : la pensée réflexive et la conscience. Ces dernières sont à l'origine de l'apprentissage, de la création d'outils et de techniques, ainsi que du développement de cultures sophistiquées.

Bien qu'ancienne, cette vision éco-centrée de l'Homme et la Nature n'est culturellement pas do-

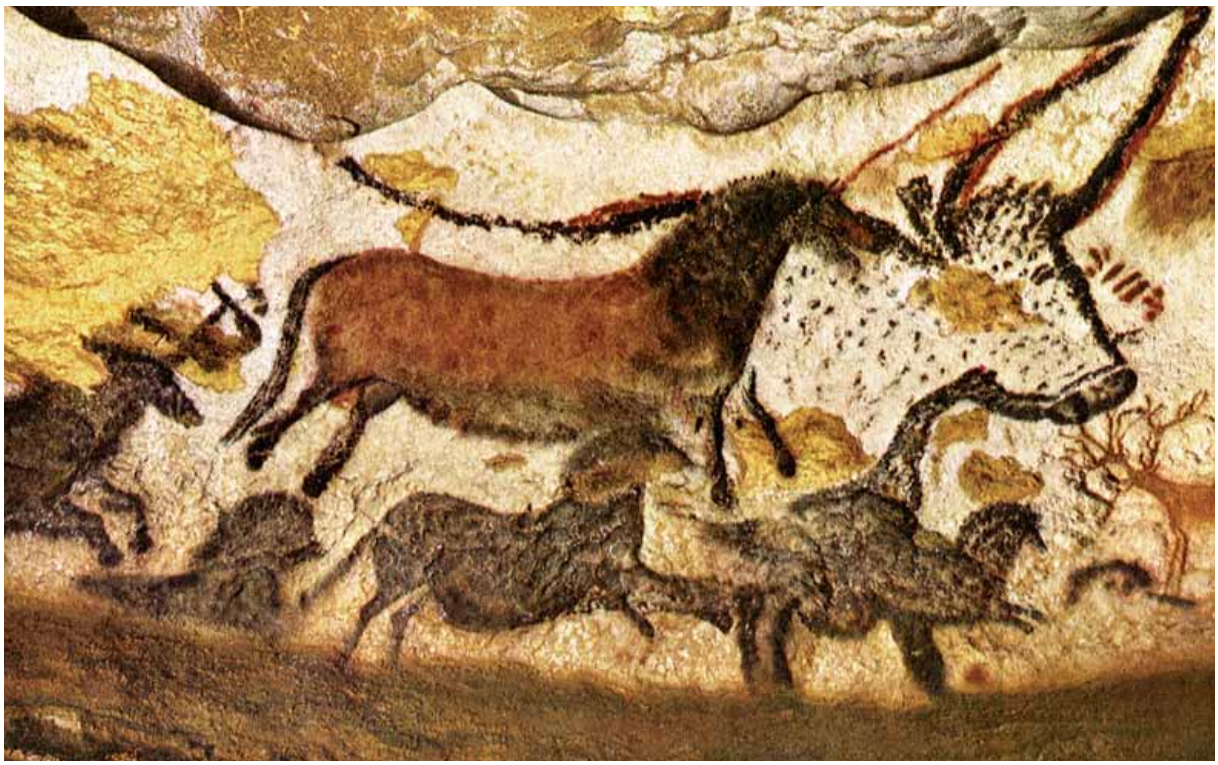
minante en Occident aujourd'hui (Larrère et Larrère 1997, Descola 2005). La culture occidentale sépare encore le plus souvent Humain et Non-humain ou Culture et Nature, entraînant une vision du monde profondément dualiste, ou au mieux anthropo-centrée. Elle ne cesse pas de chercher à se soustraire aux lois du Vivant, transformant la Nature qui l'entoure (l'environnement) par de multiples artifices. L'animalité ou la nature ont été et sont encore utilisées par certains comme contre-modèle absolu de l'humanité ou du monde humain (Burgat 2002a, Lepart 2006a). Le dualisme entre Nature et Culture semble être dominant surtout dans la pensée occidentale dite « des Modernes » (Descola 2005), qui ne le sont plus vraiment à présent.

Ecarter cette vision dominante n'est pas une posture arbitraire. Des arguments scientifiques importants ont été accumulés au cours des deux derniers siècles sur l'organisation de la nature et des sociétés de l'Homme (Morin 1980). Ils obligent à une évolution de notre vision du monde (Larrère et Larrère 1997).

## Avec *Homo sapiens*, quel est le sens de la naturalité ?

Pourquoi se poser la question de la naturalité ? Car avec *Homo sapiens*, la Nature n'est-elle pas, quelle que soit la situation, parfaitement naturelle ? Allons plus loin : à l'instar de la disparition de bien d'autres espèces menacées aujourd'hui (par *Homo sapiens*), évoquer sa disparition d'un écosystème afin de le qualifier de « naturel » aurait-il réellement un sens ? L'hypothèse de la disparition pure et simple d'*Homo sapiens*, et ce moins de 400 000 ans après son apparition, ne serait-elle pas un indicateur irrécusable d'altération de la Nature à laquelle il appartient, même s'il en est lui-même la cause unique ?

Ainsi, sans doute est-il nécessaire de préciser les termes des questions fondamentales auxquelles la réflexion sur la naturalité nous invite inévitablement. Qu'est-ce que la Nature ? Quelle est la place de l'Homme vis-à-vis de la Nature ? Toutes les Cultures d'*Homo sapiens* conduisent-elles à s'extraire, dominer ou réduire à un artifice le reste du Vivant ? Quelles conséquences sur l'Evolution présentent le développement de l'Humanité ? En quoi modifier nos schémas actuels ?



© wikipedia.org

A l'image de la disparition de l'aurochs et du cheval sauvage (ici représenté admirablement il y a 19 000 ans à Lascaux), l'altération de la nature met aujourd'hui en danger *Homo sapiens* lui-même.

© D. Vallauri

La Nature sauvage est un complément pour l'Homme, un repère servant à relativiser ses actions.

Nous ne répondons bien évidemment pas du point de vue général à ces questions ici ; d'autres ont engagé avec grand brio cette réflexion (Bourg 1993, Descola 2005, Hainard 1946, 1972, 1994, Larrère et Larrère 1997, Morin 1980). Premièrement, Robert Hainard nous a rappelé (*in* Carbonnaux 2006) que la nature « s'oppose à la civilisation, mais comme la lumière s'oppose à l'ombre, comme le noir s'oppose au blanc dans le dessin : pour la mettre en valeur ». La Nature est un complément pour l'Homme ; l'Homme appartient à la Nature. Quant à Edgar Morin (1980), il a montré il y a plus de vingt ans déjà que « (…) pour aborder ces problèmes, il ne faut pas seulement renoncer à la disjonction simplificatrice nature/culture, mais surmonter l'alternative toujours mutilante : retrouver la nature, dépasser la nature (…). Il nous faut plus que jamais retrouver la nature, c'est-à-dire y relationner et relativiser tous nos problèmes humains, y compris nos problèmes existentiels, et dépasser la nature, c'est-à-dire développer culture, civilisation, société… ».

## Vers une mise en pratique

Il semble sain et utile que chaque culture, générale ou technique, s'interroge notamment dans le but de faire évoluer de façon très pragmatique sa vision et de ses pratiques.

Or aujourd'hui encore, par exemple, bien des promoteurs de la protection de la Nature fondent leurs actions sur la même vision dualiste du monde que les tenants d'une Nature au service de l'Homme. Exclure

l'Homme de la Nature voire l'intégrer uniquement pour « le subir » d'un côté, et de l'autre le définir comme « maître et possesseur » de la Nature sont deux faces de la même pièce. Loin d'être opposées, ces postures dérivent de la même vision dualiste.

Certes, par exemple, dans nos pays fortement transformés par les activités humaines, il est devenu primordial pour la conservation de certaines espèces d'exclure totalement l'Homme d'un grand écosystème forestier (réserve intégrale). Certes, cela est éminemment stimulant pour le scientifique comme pour le poète. Mais cela ne peut être un principe unique et universel. En d'autres termes, la question de la Nature ne doit pas se poser seulement sur les 10 % du territoire à conserver à un niveau de biodiversité et de naturalité optimal. Elle doit tout autant inspirer la gestion du reste du territoire où l'homme est omniprésent depuis des siècles. La présence ou l'absence de l'Homme n'est pas l'indicateur majeur de naturalité de l'écosystème. Au contraire l'intégrité fonctionnelle d'un écosystème, alliée à une empreinte économe, sobre et efficace de la présence humaine, sont la preuve d'une conscience écologique et d'une humanité réelle de la culture considérée.

Pour cela, la philosophie de l'action gestionnaire n'est-elle pas également à parfaire ? Morin (1980) nous prévient que « la nouvelle écologie appelle une praxis qui s'oppose au déferlement technico-manipulateur ». Le gestionnaire n'en devient pas pour autant uniquement un contemplatif. D'ailleurs, même dans ses actions sur les écosystèmes, il serait bien prétentieux de penser être maître de ses actions tant les rétroactions qui l'aident sont nombreuses et complexes. Une fois une action réalisée, elle « entre dans des processus qui échappe à la volonté, voire l'entendement et la conscience de l'acteur » rappelle Morin (1980). Il en conclut que « l'homme doit cesser de se concevoir comme maître et même berger de la nature. Sait-il où il va ? Va t-il où il veut ? Il ne peut être le seul pilote. Il doit devenir le copilote de la nature qui elle même doit devenir son copilote ».

## Pour sortir de l'impasse dualiste

Les questions de la naturalité et de l'humanité sont étroitement entremêlées. Se poser la question toute simple de la naturalité en Europe est, depuis 40 000 ans, à analyser en incluant toujours *Homo sapiens* et de façon relative, selon des gradients écologiques et culturels, d'espace et de temps, plutôt que de façon binaire. Les évolutions climatiques (notamment la déglaciation qui va être décisive et favoriser les forêts) et l'histoire humaine sont toujours des clés à comprendre et à intégrer avant de chercher de façon simpliste à opposer « forêt vierge/forêt artificielle ». L'entreprise est certes plus difficile et nuancée, les critères et les indicateurs à analyser étant nombreux et parfois contradictoires. Elle en est aussi d'autant plus stimulante pour le scientifique comme pour le gestionnaire. Toutefois, le gestionnaire forestier pragmatique distingue bien, intuitivement et de façon simple, la part du gradient de naturalité présente dans les forêts qu'il connaît.

C'est ce que nous nous proposons d'ébaucher et d'illustrer dans les chapitres qui suivent.

# ► Pour une analyse intégrative des gradients de la Nature

*« La vraie réalité, désormais polarisée entre l'éco-organisation naturelle et la socio-organisation humaine, est mixte, floue, multidimensionnelle (…) l'urbain, le rural, le sauvage se chevauchent et interfèrent en interactions complémentaires, concurrentes, antagonistes et incertaines. »*

Edgar Morin,
La méthode 2. La Vie de la Vie (1980).

### ➔ *Points clé à retenir*

- La naturalité *sensu lato* est constituée de trois composantes (naturalité, empreinte d'une culture, sentiment de nature) qui sont ici définies ;
- Chacune s'exprime sous la forme d'un gradient toujours relatif dans l'espace et dans le temps ;
- Leur analyse ne peut être que multicritères, multidisciplinaires et multiscalaires ;
- C'est une réflexion stimulante pour le scientifique comme pour le gestionnaire.

## Des mots aux concepts

A ce jour, le manque d'approche à la fois intégrative et pragmatique des questions soulevées, de même que la multitude des approches sectorielles utilisées pour parler de naturalité, qu'elles soient écologiques (Angermeier 1991, 1994, 2000, Götmark 1992, Haila 1997, Comer 1997, Du Bus de Warnaffe et Devilllez 2002, Uotila et al 2002, Balmford *et al.* 2003), appliquées (Balmford 2000) ou éthiques (Génot 2003a et 2005), masquent encore au plus grand nombre les intérêts et les applications du concept.

Les mots eux-mêmes sont parfois ambigus. Ils témoignent des différentes visions ou doutes qui ont été fixés par la langue. Il n'est donc pas inutile :
- de préciser et d'illustrer chacun des mots clés utilisés dans ce rapport, naturalité, humanité, empreinte, sentiment de nature (figure 1) ;
- de tenter d'en donner une définition adaptée à la problématique écologique actuelle.

## Naturalités

Comme le rappelle le dictionnaire Littré, naturalité est un mot ancien qui exprime « l'état naturel ou spontané ». Il s'oppose non pas à l'Homme mais à l'état cultivé, civilisé, domestiqué, c'est-à-dire contrôlé par la Culture. Par exemple, un galet roulé par la rivière est un élément naturel. Taillé grossièrement par *Homo sapiens* pour en faire un outil, il devient un objet de la culture paléolithique.

Dans ce document, nous utiliserons le terme sous deux acceptions rencontrées dans la littérature scientifique contemporaine :

**- La naturalité *sensu lato***, comme terme générique de ce concept multiforme. C'est dans ce sens que nous avons utilisé le mot jusqu'à présent. Il est aussi parfois synonyme de Nature (sauvage) ;

**- La naturalité**, concept qui synthétise l'expression en un lieu des propriétés écologiques intrin-

### A PROPOS DE LA SÉMANTIQUE DU MOT NATURALITÉ

Il est important tout d'abord de lever toute ambiguïté sémantique sur la signification du mot naturalité. Le suffixe –ité est courant et ancien. Dans la langue française, à partir du XVIème siècle, le suffixe –ité permet de former **un nom indiquant une qualité** à partir d'un adjectif. Nature (n.f.), naturel (adj.), naturalité. Des formes de création antérieure et postérieure usent respectivement des suffixes –(e)té (sale, saleté) et –(i)tude (vaste, vastitude). A une autre époque de création du mot, l'adjectif naturel aurait pu donner les noms de naturaleté ou naturitude, ce qui ne semble pas d'une grande esthétique linguistique.

Bien d'autres mots sont construits sur la même règle. Aussi, il n'est pas juste d'interpréter la notion sous-jacente au mot naturalité comme découlant exclusivement d'une question identitaire (comme nationalité, méditerranéité, islamité ou belgitude). Ceci est une interprétation abusive dans un contexte contemporain ou par des auteurs marqués par cette problématique sociale. D'ailleurs, se pose t-on la même question à propos du mot humanité, qui pourtant est de même construction (humain, humanité) ?

Mot ancien, le mot naturalité est d'usage récent en écologie. Aujourd'hui, il est également utilisé dans d'autres domaines :

- en linguistique où l'on parle de la naturalité d'un mot dans une langue vivante ;
- en informatique pour qualifier la normalité des algorithmes ;
- en chimie des arômes. Dans ce dernier cas, on retrouve une problématique proche de l'écologie : comment évaluer la copie d'un arôme naturel produite artificiellement par synthèse chimique ? Quelles sont les conséquences de cette falsification par l'ingénieur sur la reconnaissance par le consommateur et pour la santé humaine ? Voir l'article sur le sujet de Fayet *et al.* (1997) dans les « Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique ».

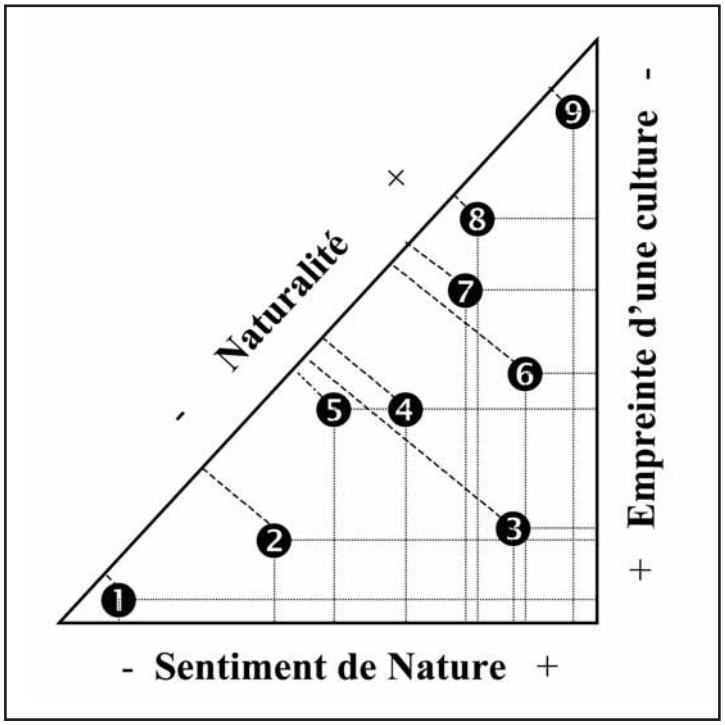



Figure 1. Les trois gradients d'analyse de la nature : naturalité, empreinte d'une culture, sentiment de nature. Exemples d'éco-socio-systèmes de la France contemporaine, présenté par naturalité croissante :

1. le parvis de La Défense (Paris) ;
2. les jardins à la française (Versailles) ;
3. un jardin d'inspiration écologique (à imaginer) ;
4. le bocage du Champsaur (Haute-Alpes) ;
5. une plantation intensive de Pin maritime (Landes) ;
6. une chênaie cathédrale âgée (Tronçais) ;
7. une pessière jardinée (Jura) ;
8. une Réserve naturelle intégrale de petite surface (Ile de la platière) ;
9. une grande Réserve naturelle intégrale (Vercors).

© D. Vallauri

Chablis dans la pessière subalpine dans le Parc National de Retezat (Roumanie)

sèques de la Nature, sa biodiversité, son organisation, sa complexité et sa dynamique spontanée et autonome (équivalent le plus proche de « naturalness » en anglais). C'est dans ce sens que nous l'utiliserons désormais dans ce rapport, en distinguant des composantes clé comme l'indigénat, la maturité, la continuité.

## Humanités

Dans le dictionnaire Le Littré le terme d'humanité présente de très nombreuses définitions. Nous en retiendrons ici trois :

- la « nature humaine », l'essence, le propre de l'Homme. Dans cette acception, l'humanité définit un état propre à tout humain, qu'il soit sauvage ou civilisé. Cette humanité ne qualifie pas, ni l'individu ni l'espèce, ni son rapport à la Nature. Il s'agit simplement d'un effet de zoom sur une espèce ;

© Cerpam

Maintenir une empreinte humaine sur la nature. Quand une couverture de rapport en dit beaucoup plus que le rapport lui-même sur la motivation profonde des promoteurs d'une activité (le débroussaillage, le pastoralisme), activité par ailleurs tout à fait louable pour des raisons économiques et sociales.

- un « sentiment actif de bienveillance » de l'Homme pour tous les hommes. Aujourd'hui, il semble possible d'étendre ce sentiment aux autres espèces et au monde en général. Dans cette seconde acception, l'humanité traduit une caractéristique de l'humain, même primitif, faisant appel à sa sensibilité, sa conscience et sa bonté ;

- un synonyme de « monde humain ».

L'analyse de l'Humanité fait appel à un corpus scientifique définissant des approches particulières aux niveaux d'organisation hiérarchique du Vivant les plus pertinents pour l'espèce humaine (somme toute pas toujours différents d'une autre espèce) : génétique, biologie, psychologie au niveau de la population ; philosophie, sociologie, anthropologie, ethnologie, géographie humaine au niveau du paysage ou de la biosphère ; histoire, archéologie et paléoanthropologie au niveau des échelles de temps.

On pourrait parler aussi de gradient de Culture ou d'influence sur la Nature. Dans ce document, nous envisageront la relation Homme-Nature en deux éléments distincts suivant le point de vue qui est pris :

- **L'empreinte écologique** d'une culture (équivalent de « human ecological footprint » en anglais), qui synthétise les impacts, transformations (en positif comme en négatif), perturbations ou dégradations de la diversité, du fonctionnement et de la dynamique de la Nature induit par une culture humaine ;

- **Le sentiment de Nature** (équivalent de « wildness » et « wilderness experience » en anglais), qui synthétise la relation humaine sensible (physique ou mentale) que l'Homme, individuellement ou en société, établi avec la Nature. Le sentiment de Nature est un domaine largement étudié dans certains espaces protégés ou périurbains, au moins sous l'angle de l'évaluation de l'expérience des activités de plein air dans la nature et de leur capacité de revitalisation pour l'humain (Frederikson et Andernson 1999, Roggenbuck et Driver 2000, Davenport *et al* 2000, Frederikson et Johnson 2000, Fry *et al* 2000, Malek et Hoffmann 2002, Taylor *et al.* 2002, Koole et van den Borg 2004, Gyllin et Graham 2005).

© D. Vallauri

L'empreinte écologique synthétise les impacts et transformations induits par une culture, en positif comme en négatif, sur la diversité et le fonctionnement des écosystèmes et des paysages forestiers.

## Critères et indicateurs pour une analyse intégrative

Toute analyse de l'un des termes précédents doit toujours être considérée avec précaution. En effet, naturalité, empreinte d'une culture et sentiment de Nature présentent des caractéristiques sur lesquelles il est nécessaire de s'attarder.

La naturalité et l'empreinte d'une culture s'expriment sous la forme de degrés relatifs sur deux gradients continus, dont les deux extrêmes n'existent respectivement pas (artificialité totale durable) ou de moins en moins (naturalité maximale, empreinte faible).

Le sentiment de Nature s'exprime également sous la forme d'un degré relatif sur un gradient discontinu complexe, dont les extrêmes vécus dépendent de l'Homme lui-même, individuellement ou en société, de sa conscience de la Nature, de la conscience de sa propre empreinte, de sa connexion sensible à l'humain primordial (au sens de Boisson 2003), et de son niveau de déconnexion sensible au monde humain (déconnexion physique, morale ou spirituelle).

Pour être pertinente, l'analyse doit nécessairement faire appel aux multiples disciplines des sciences de la nature et de l'homme, mais aussi être multicomposantes, multicritères et multiscalaire. La naturalité par exemple nécessite d'être évaluée par un nombre suffisant de critères écologiques et, comme toute évaluation classique d'un système écologique, d'inclure au moins trois niveaux d'organisation du Vivant et une période de temps suffisante pour comprendre la trajectoire de l'écosystème.

Les critères et indicateurs sont à définir en fonction de l'objet et de l'objectif de l'évaluation. Ils doivent refléter les conditions locales d'expression de la Nature et de l'Homme. Pour une évaluation efficace, chaque indicateur doit être simple, mesurable, sensible mais robuste, pertinent et défini à une échelle spatio-temporelle donnée. Toute évaluation doit être considérée comme relative : les comparaisons sont toujours riches d'enseignement mais ne doivent pas être détachées de leur contexte.

Certains auteurs privilégient une approche synthétique faisant appel à un indice unique et chiffré portant sur :
- la naturalité ou l'intégrité écologique (Brooks *et al.* 1998, Trasar-Cepada 1998) ;

- l'influence anthropique (Hannah *et al.* 1994, 1995, Wakernagel et Rees 1996, Sanderson 2002, Schooles et Biggs 2004, Mace 2005, Loh *et al.* 2005, WWF 2006).

Peu tentent d'analyser des gradients (Dudley 2003, Machado 2004) ni de développer une démarche intégrative sur l'ensemble des composantes telles que présentées dans ce document. Sans condamner irrémédiablement la tentation classique de l'indice chiffré unique, sésame d'une pseudo rationalité légitimée par les mathématiques, nous préférerons dans ce document conserver toute la complexité des critères et des indicateurs et leur puissance analytique sous la forme d'un tableau de bord.

## Présentation des axes d'analyses

Dans les chapitres qui suivent, pour éviter les redondances, il est illustré séparément l'évaluation de la naturalité, de l'empreinte d'une culture et du sentiment de nature dans les écosystèmes forestiers. Cela conduit, par exemple, à analyser la naturalité au travers de descripteurs, critères et indicateurs seulement écologiques dans le prochain chapitre. L'ensemble des impacts des activités humaines est analysé à la suite dans un chapitre traitant spécifiquement de l'empreinte d'une culture. Les composantes touchant à l'impact de la Nature sur l'Homme seront traités dans un dernier chapitre sur le sentiment de Nature.

Le lecteur pourrait nous reprocher de maintenir ainsi l'approche dualiste Nature-Culture critiquée ci-avant ; ce serait oublier que :

- d'une part, cette segmentation est purement pratique. L'approche rationnelle de la science occidentale est malheureusement fortement segmentée. Il est parfois difficile pour se faire comprendre aujourd'hui de s'en extraire, les critères et les indicateurs faisant appel le plus souvent soit à des disciplines écologiques, soit à des sciences humaines, malheureusement fortement cloisonnées et au travers desquelles chaque spécialiste reconnaîtra l'utilité de la démarche ;
- d'autre part, dans l'esprit de ce texte, il est absolument impensable dans un but d'application d'analyser uniquement l'une des composantes isolément pour qualifier la naturalité *sensu lato* d'un écosystème forestier d'Europe occidentale (figure 1).

# ► Critères et indicateurs de la naturalité des forêts

*« Que l'on projette en l'air une poignée de plumes, elles retomberont toutes sur le sol en vertu de certaines lois définies ; mais combien le problème de leur chute est simple quand on le compare à celui des actions et des réactions des plantes et des animaux innombrables qui, pendant le cours des siècles, ont déterminé les quantités proportionnelles des espèces d'arbres qui croissent aujourd'hui sur les ruines indiennes ».*

Charles Darwin,
*L'origine des espèces* (1859).

## ➔ *Points clé à retenir*

- Au sens strictement écologique, le concept de naturalité permet de mettre en relation la diversité, l'organisation, la complexité et la spontanéité de l'écosystème ;
- Intuitivement ressenti, le gradient du plus artificiel au plus naturel est écologiquement complexe ;
- Dans le domaine forestier, les questions des arbres vétérans et du bois mort sont une des manifestations très concrètes du concept de naturalité (maturité) ;
- Les critères sont toutefois bien plus nombreux et inclus l'indigénat, la maturité, les continuités spatiale et temporelle, la fonctionnalité par exemple ;
- Un ensemble cohérent de critères et d'indicateurs pour les forêts est ici ébauché.

## Biodiversité, complexité et spontanéité d'un écosystème forestier

L'originalité d'un écosystème forestier naturel est à mettre en relation avec quatre caractéristiques principales :

**- la forte biodiversité**. Celle-ci ne sera pas développée ici, mais il faut rappeler tout de même qu'une forêt naturelle européenne compte en général plus de 10 000 espèces pour des surfaces de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'hectares ou plus de 5 000 sur quelques centaines seulement. Cette richesse est principalement le fait d'espèces ou de groupes fonctionnels peu connus (invertébrés, champignons…) ;

**- son organisation spécifique**. Un écosystème forestier est un ensemble d'habitats mais aussi un ensemble de micro-habitats d'une diversité aussi grande que celle des espèces qui la compose. L'organisation de l'écosystème forestier est indissociable de sa désorganisation : ce point est bien illustré dans le rôle des tempêtes ou du bois mort par exemple ;

**- la complexité fonctionnelle**. Celle-ci découle en grande partie des deux caractéristiques précédentes. Comme le rappelle Morin (1980), « la complexité vivante, c'est bien de la diversité organisée ». C'est également des flux de gènes, de matières, des relations trophiques et biogéochimiques ;

**- la spontanéité écologique**. Un écosystème forestier présente la capacité de s'auto-produire, s'auto-régénérer, s'auto-réguler, s'auto-désorganiser. Cette capacité découle des processus et des fonctionnements dynamiques de l'écosystème (résilience, succession et trajectoire écologique, régénération…), mais aussi de l'Evolution de la diversité. Car la spontanéité écologique ne s'improvise pas à partir de rien, elle est le fruit d'une très longue histoire (naturelle) évolutive.

Ce sont bien principalement ces deux dernières notions que le concept de naturalité réintroduit aujourd'hui dans les discussions sur la biodiversité. Il apporte également un éclairage clé sur les relations en ces quatre caractéristiques.

## Quelques illustrations en forêt

Essayons de préciser ces relations entre naturalité, biodiversité et fonctionnalité écologique, en l'illustrant par des critères de naturalité des forêts largement reconnus de nos jours et inspirés de l'étude des forêts naturelles (Peterken 1997, Schnitzler 2002, Vallauri *et al.* (coord.) 2003, Gilg 2004).

En terme de biodiversité, parce qu'elles représentent un pool génétique issu d'une longue évolution, les espèces indigènes sont écologiquement les mieux adaptées. Chaque guilde mobilise, produit et valorise au mieux les ressources et les habitats disponibles, en complémentarité avec les autres espèces dans l'écosystème. Par exemple, dans la forêt naturelle les guildes d'insectes, de champignons et d'oiseaux participent au recyclage de la production primaire ligneuse. Elles sont une clé de voûte du fonctionnement de l'écosystème. Pour cela, une biodiversité pouvant compter jusqu'à près de 30% de la richesse spécifique totale de la forêt naturelle est mobilisée (Branquart *et al.* 2005, Vallauri *et al.* 2005).

En terme de structure, la forêt naturelle est caractérisée par un haut niveau de complexité, source variée d'habitats et de ressources. Si l'on considère la communauté des arbres de la forêt naturelle, la structure verticale (strates), horizontale (mosaïque)

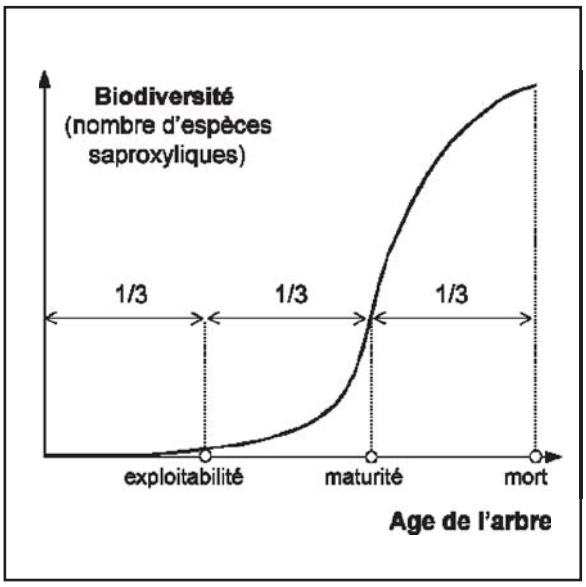



Figure 2. **Espèces saproxyliques inféodés aux vieux arbres. Relation entre la richesse spécifique et l'âge des arbres (Branquart *et al.* 2005).** Reproduit avec l'aimable autorisation de l'auteur.

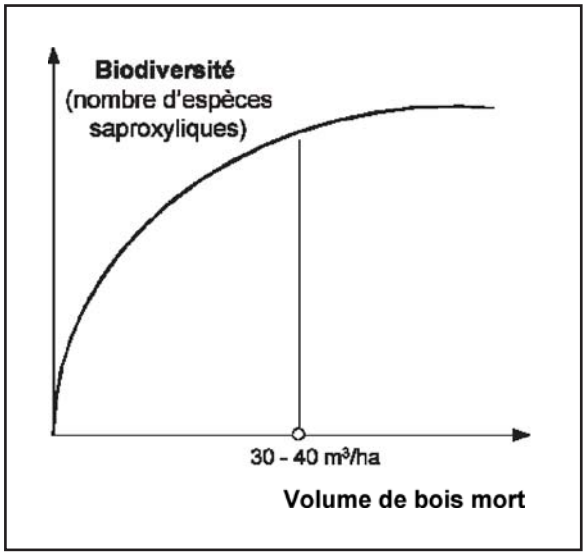



Figure 3. **Espèces saproxyliques vivant dans le bois mort. Relation entre la richesse spécifique et le volume de bois mort disponible localement (Branquart *et al.* 2005). Modélisation généralisée à partir de données provenant principalement des forêts boréales.**
Reproduit avec l'aimable autorisation de l'auteur.

et démographique (âges), la quantité importante d'arbres vétérans et de bois mort de grande dimension présentant des stades de décomposition différents, créent une kyrielle de niches écologiques favorables à l'accueil d'une riche biodiversité. Branquart *et al.* (2005) ont résumé la relation entre la biodiversité saproxylique et la maturité de la structure forestière (figure 2), de même que la relation entre la biodiversité saproxylique et le volume de bois mort (figure 3). Ces deux figures illustrent le lien très fort qui existe entre la maturité et la biodiversité dans les écosystèmes forestiers.

En terme de fonctionnement, l'analyse des forêts naturelles souligne toute l'importance dans l'écosystème :
- des perturbations naturelles, ensemble de processus fonctionnels clés, complexes et précis dans leurs manifestations dans les écosystèmes forestiers, au titre desquelles on compte par exemple les chablis en forêt tempérée (Pickett et White 1985, Blondel 2003), les incendies naturels en forêt boréales (Bergeron *et al.* 2001, 2004 ; Drapeau *et al.* 2005) ;
- du bouclage des cycles biogéochimiques (André 2005 ; figure 4).

Ces deux processus sont également l'une des clés soutenant le renouvellement de l'écosystème et la conservation de sa biodiversité dans une perspective évolutive. Ils sont indispensables à la persistance de la forêt naturelle sur le très long terme. L'analyse de la forêt naturelle illustre également les liens étroits entre biodiversité et fonctionnalité, au travers de la notion de résilience.

Tout ce qui modifie ces fonctionnements naturels (réduction de la biodiversité ou de certaines guildes, rajeunissement excessif de la forêt, simplification exagérée de la structure du boisement, réduction significative du bois mort, modification du régime des perturbations,…) est suspecté de modifier plus ou moins fortement la biodiversité et le fonctionnement de l'écosystème forestier. Comprendre la biodiversité, la structure et le fonctionnement des forêts à haute naturalité, est donc une référence très instructive pour révéler, intégrer, calibrer puis pondérer au mieux l'impact des activités du gestionnaire dans l'écosystème.

Par exemple, André (2005) montre comment la suppression du bois mort et des phases de sénescence présente un impact sur le fonctionnement biogéochimique et en ébauche des implications : diminution de la fertilité, problèmes de régénération… Du point de vue de la richesse spécifique, des seuils de maturité de la communauté des arbres ont été identifiés en deçà desquels une diminution de la biodiversité est importante : ce sont un âge critique inférieur aux 2/3 de la longévité des arbres et la présence de moins de 20-40 $m^3$/ha de bois mort ou un rapport bois mort sur bois vivant inférieur à 15 à 30% (Branquart *et al* 2005, Vallauri *et al.* 2003).

## Vers des critères et des indicateurs de naturalité

L'analyse de la naturalité repose sur la recherche, avec une approche multiscalaire, d'un ensemble cohérent de critères et d'indicateurs permettant :
- de décrire et comprendre l'expression de la biodiversité et de l'écosystème au travers de ses attributs vitaux ;
- de rechercher les déterminants de son fonctionnement, de sa résilience (capacité dynamique autonome) et de ses perspectives évolutives ;
- de tester l'hypothèse de facteurs potentiels de blocage ou de présomptions de modifications de l'écosystème étudié. Ces-dernières sont très largement confirmées par les résultats de l'évaluation de l'empreinte d'une culture (voir ci-après).

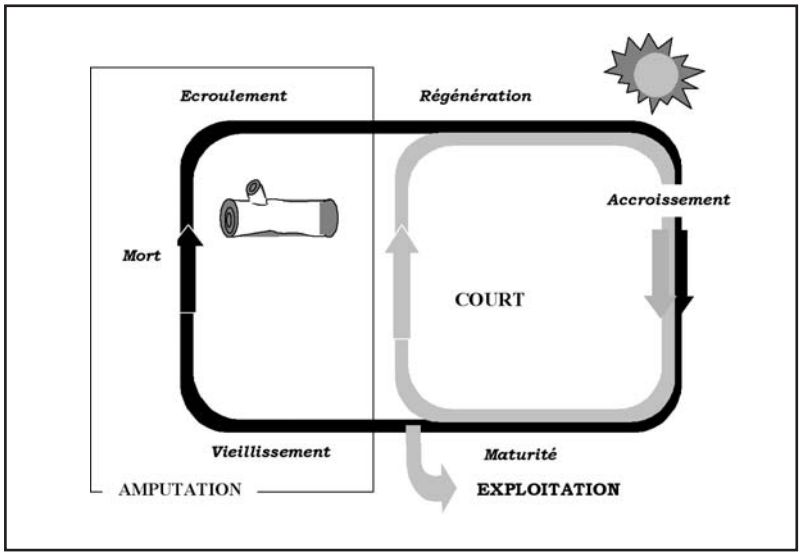



Figure 4. **La sylvigenèse de l'écosystème forestier naturel ou exploité. La gestion, qui récolte du bois (cycle grisé), court-circuite le cycle naturel (cycle noir). Les phases de vieillissement et d'écroulements sont dès lors exceptionnelles ou absentes (André 2005).**
Reproduit avec l'aimable autorisation de l'auteur.

En d'autres termes, dans le but d'évaluer la naturalité d'une forêt, on recherche à appréhender l'intégrité fonctionnelle des écosystèmes dans une perspective évolutive, en développant des critères et indicateurs d'état (tableau 1) relatifs à quatre thématiques :

**- la diversité.** Cela inclut des réflexions sur **l'indigénat** des espèces (voir le très exhaustif travail de Pascal *et al.* 2006 sur la faune), mais également la composition spécifique et les espèces présentes, disparues ou potentielles. Par ailleurs, des espèces indicatrices des forêts anciennes peuvent aider à évaluer les écosystèmes (voir Hermy *et al.* 1999, Dupouey *et al.* 2002 pour la flore, Muller *et al.* 2005 pour les coléoptères, Kuusinen 1996 pour les lichens, Daillant 1996 pour les champignons…). Cela demande toutefois à ce que le domaine d'indication soit précisé et validé, ce qui est pour l'instant peu le cas ;

**- la maturité** sylvigénétique et structurale (majorité des publications forestières). L'étude de l'architecture des peuplements et de la mosaïque paysagère est aujourd'hui quelque chose de classique (Schnitzler 2002), de même que l'analyse de la distribution des âges (classe d'âges) et la distribution de la matière ligneuse vivante et morte ;

**- les continuités** spatiales et/ou temporelles
La notion de continuité est primordiale dans les écosystèmes forestiers dont la vie se réalise sur des pas de temps très longs et des échelles spatiales larges, qui ne sont pas toujours faciles à analyser à l'échelle humaine. Les recherches sur la relation entre histoire et écologie confirment aujourd'hui que c'est un domaine clé explicatif de bien des réalités des écosystèmes forestiers. Cela inclut la continuité des cycles sylvigénétiques et biogéochimiques, des habitats, des chaînes trophiques et des processus évolutifs ;

**- la fonctionnalité.** Cela inclut des éléments importants pour les écosystèmes forestiers comme les régimes naturels des perturbations, les pressions des groupes fonctionnels clés, la résilience et l'autonomie du fonctionnement.

Certains des indicateurs proposés au tableau 1 sont déjà utilisés pour le suivi et l'évaluation de la biodiversité, de la naturalité ou de la qualité des forêts (DERF 2000, Gilg 2004), voire la sélection de nouvelles réserves (ONF 1998). L'analyse la plus complète concernant la naturalité des forêts en France est sans doute la tentative récente de Lorber (2006), relative à la région méditerranéenne. La compilation présentée au tableau 1 n'est toutefois pas universelle : critères et encore plus les indicateurs sont, pour être pertinents et valides, à choisir et définir dans un contexte donné.

Tableau 1. Descripteurs, critères et indicateurs de naturalité des forêts. Liste indicative non exhaustive portant sur la naturalité relative des formes de vies, des structures, du fonctionnement, de la dynamique et les contingences induites par des facteurs abiotiques et biotiques.

| **Niveau hiérarchique d'organisation du Vivant** | **Critères** | **Indicateurs possibles** *(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Populations non-humaines** | Indigénat de la diversité des arbres (génotypes voir phénotypes, espèces) | - taux d'indigénat génétique d'une espèce d'arbre présente (en %) |
| | Maturité de la structure démographique des arbres | - âge moyen des arbres dominants (en années)<br>- pyramide des âges des arbres<br>- écart entre diamètre moyen mesuré et diamètre maximal observé d'une essence donnée<br>- proportion de la surface forestière présentant des arbres très âgés (en %) |
| | Maturité de la structure démographique de tout autre espèce animale ou végétale | - pyramide des âges de la population de cerfs, ours…<br>- densité d'une population donné (en n/ha) |
| | Continuité des habitats | - proportion d'habitats forestiers favorables à une espèce donnée (en %) |
| | Reproduction des espèces animales | - nombre de couples nicheurs d'espèces indicatrices de naturalité (n/ha)<br>- nombre de places de chant ou de sites de reproduction (n/ha)<br>- nombre de naissances (n/ha) |
| **Communauté ligneuse** | Indigénat et maturité de la communauté ligneuse | - proportion en surface des habitats forestiers indigènes (en%)<br>- nombre d'espèces d'arbres indigènes<br>- pureté en volume (au sens de l'IFN) (en %) |
| | Maturité de la structure spatiale du peuplement | - proportion de la surface suivant un patron en mosaïque à une échelle donnée (en %)<br>- proportion de la surface présentant des clairières naturelles (en %) |
| | Maturité de la structure dendrométrique | - proportion de la surface présentant une structure proche de la structure naturelle (en %)<br>- proportion en futaie irrégulière (en %) |
| | Maturité de la stratification et architecture de la forêt | - nombre de strates verticales |
| | Micro-habitats remarquables liés à la maturité de la forêt | - nombre d'arbres vétérans (n/ha)<br>- nombre d'arbres présentant au moins une cavité (n/ha) |
| | Maturité de la biomasse ligneuse aérienne | - volume sur pied (en $m^3$/ha) |
| | Maturité de la nécromasse ligneuse | - volume de bois mort (en $m^3$/ha), nombre de fragments (nb/ha) et distribution par niveau de décomposition<br>- surface terrière des volis (en $m^2$/ha)<br>- proportion en volume de bois mort par rapport au bois vivant |

| Niveau hiérarchique d'organisation du Vivant | Critères | Indicateurs possibles<br>*(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Communauté floristique** | Diversité et indigénat des associations de plantes à fleurs, mousses, fougères | - taux d'indigénat des espèces présentes (en %)<br>- nombre d'espèces indicatrices des forêts anciennes |
| | Maturité sylvigénétique | - proportion en surface représentant des associations floristiques indigènes matures du cycle sylvigénétique (en %)<br>- proportion en surface présentant des associations floristiques indigènes pionnières (en %) |
| **Communauté mammalienne** | Indigénat de la diversité mammalienne | - proportion du nombre d'espèces de mammifères indigènes (en %) |
| | Continuité des réseaux trophiques (guides clés) | - pression des espèces de grands herbivores (en équivalent UGB/ha)<br>- pression de prédation par les grands carnivores<br>- modèle de relation proies-prédateurs entre deux populations de mammifères indicatrices |
| **Communauté avifaunistique** | Diversité des cavicoles | - nombre d'espèces de cavicoles primaires<br>- nombre d'espèces dépendant de cavités existantes |
| | Habitats | - proportion d'habitats forestiers favorables aux espèces nécessitant une grande quiétude (en %)<br>- nombre d'arbres susceptibles d'être utilisés comme perchoir ou nichoir par les grands rapaces (n/ha) |
| **Communauté fongique** | Maturité sylvigénétique | - proportion de champignons associés aux forêts anciennes (en %)<br>- proportion de champignons saproxyliques pionnières ou ubiquistes (en %) |
| | Continuité dans le temps | - nombre d'espèces de champignons indicateurs de continuité du boisement<br>- rapport entre la fréquence des types de mycorhize (endo/ecto ; stade jeune/âgé...) dans le sol (en %) |
| **Communauté entomologique** | Diversité des Hyménoptères, Coléoptères, Lépidoptères, Diptères | - proportion d'insectes indigènes (en %)<br>- nombre d'espèces indicatrices de naturalité (dont les espèces saproxyliques) |
| | Continuité dans le temps | - nombre d'espèces d'insectes indicatrices de continuité du boisement<br>- proportion des espèces indicatrices des stades matures des forêts (en %) |
| | Habitat et alimentation | - répartition du nombre d'espèces suivant les guildes<br>- nombre d'espèces microcavicoles<br>- nombre d'espèces dépendant de clairières naturelles<br>- nombre d'espèces saproxyliques et indicatrices de maturité/continuité écologique |

| **Niveau hiérarchique d'organisation du Vivant** | **Critères** | **Indicateurs possibles** *(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Communauté lichénique** | Diversité associée à la maturité/continuité de la forêt | - nombre d'espèces de lichens lignicoles<br>- nombre d'espèces de lichens indicatrices des forêts anciennes |
| **Ecosystème forestier** | Continuité des réseaux trophiques (guildes clé) | - la guilde des grands herbivores comprend t-elle toutes les espèces potentielles naturellement ?<br>- la guilde des grands carnivores comprend t-elle toutes les espèces potentielles naturellement ?<br>- la guilde des disséminateurs des arbres comprend t-elle toutes les espèces potentielles naturellement ? |
| | Maturité du fonctionnement biologique des sols | - nombre d'espèces indicatrices d'un fonctionnement biologique d'un sol sous forêt mature (lombrics,…)<br>- volume de turricules (kg/ha) |
| | Continuité des cycles biogéochimiques | - variables descriptives du bouclage des cycles de de N, P, C dans le sol (en g/kg)<br>- rapport C/N, C13/C14 |
| **Paysage** | Indigénat des écosystèmes dans la matrice paysagère | - proportion en surface couverte de forêts d'essences indigènes (en %) |
| | Continuité spatiale des écosystèmes forestiers | - surface moyenne des massifs forestiers<br>- indices de compacité et de fragmentation |
| | Maturité dynamique du paysage | - proportion en surface couverte de forêts d'essences indigènes climaciques (en %)<br>- proportion de forêt d'essences indigènes climaciques en libre évolution depuis plus de 80 ans (en %) |
| | Fonctionnalité par perturbations naturelles (feux, inondations, tempêtes, avalanches…) | - proportion en surface du paysage forestier dont la dynamique est marquée par des perturbations naturelles (en %)<br>- fréquence et intensité des principales perturbations naturelles |

© D. Vallauri

Il semble sain et utile que chaque culture technique, s'interroge dans le but de faire évoluer ses pratiques.
Les forestiers y parviendront notamment en profitant pleinement des enseignements des forêts les plus naturelles de l'Europe, comme ici en étudiant la régénération de la pessière sur les chablis et le bois mort.

# ► Critères et indicateurs de l'empreinte d'une culture sur les forêts

*« Il faudra bien longtemps pour que ces traces s'effacent, même si la Nature fait tout ce qu'elle peut, (…) s'efforçant patiemment de cicatriser toutes ses plaies à vif ».*

John Muir,
*Un été dans la Sierra* (1911).

## ➔ *Points clé à retenir*

- Le gradient d'empreinte d'une culture cherche à qualifier et quantifier l'impact des activités humaines ;
- En la matière, toutes les cultures ne sont pas équivalentes ;
- Toute culture, générale ou technique, gagne à analyser et réduire son impact ;
- Au niveau global, des outils de mesure de l'impact sont reconnus et utilisés couramment ;
- Dans le domaine forestier, la réflexion sur les réductions de la déforestation, de l'artificialisation par la sylviculture, de la fragmentation par les réseaux routiers, des pollutions… sont autant d'exemples concrets ;
- Un ensemble cohérent de critères et d'indicateurs pour les forêts est ici ébauché.

© D. Vallauri

Travail du sol profond entre deux rotations dans une plantation industrielle d'Eucalyptus au Portugal.
Les chênes liège, protégés par la loi, sont conservés d'une rotation à l'autre.

## Empreinte, Nature et Culture

Toutes les espèces, que ce soit le chêne, le castor, le pic ou le lombric, marquent de leur empreinte la Nature ou l'une de ses composantes. En transformant l'écosystème à leur profit (par exemple le sol structuré par les racines du chêne ou les lombrics) ou en construisant intentionnellement des formes nouvelles (les cavités du pic ou les barrages du castor), les espèces créent ou initient des processus constitutifs du fonctionnement de la biodiversité. On dit qu'elles agissent comme de véritables « organismes-ingénieurs » (Jouquet *et al.* 2006).

En quoi, l'empreinte des cultures d'*Homo sapiens* est-elle différente ?

Pour répondre à cette question, il est nécessaire d'évaluer la nature et l'ampleur de la transformation découlant des cultures et des activités de l'homme aujourd'hui. Fondamentalement, cette transformation peut être positive, neutre ou négative sur tout ou partie de la Nature. En pratique, quelques idées et chiffres clés suffisent pour révéler la réalité du bouleversement actuel :

- *Homo sapiens* accapare aujourd'hui 40% de la production primaire terrestre, 35% de la productivité des marges océaniques (Sanderson *et al.* 2002). Il est responsable de changements climatiques dont la rapidité est sans précédent dans l'histoire géologique ;

- les exemples sont nombreux dans l'histoire (y compris en Europe) où *Homo sapiens* a provoqué l'épuisement local des ressources naturelles, parfois même jusqu'à conduire à l'effondrement de sa propre société (Diamond 2006) ;

- du point de vue de la biodiversité globale, la durée de vie moyenne d'une espèce est estimée entre 2 à 10 millions d'années, avec un taux moyen d'extinction d'une espèce pour mille (1/1000) par millénaire. Depuis le Néolithique, période où l'impact d'*Homo sapiens* devient généralisé, le taux moyen d'extinction atteindrait une espèce pour mille (1/1000) par an. En France, par exemple, 7 espèces de mammifères forestiers (soit 9 % de ceux-ci) ont disparu et plus de deux cent espèces forestières (faune et flore confondues) sont aujourd'hui menacées d'extinction ou nécessitent pour leur survie une vigilance renforcée (Vallauri et Poncet 2003) ;

- dans le temps l'empreinte des activités humaines est durable. Les histoires passée et actuelle sont un facteur de contingence (inertie) fort pour expliquer respectivement la nature d'aujourd'hui et de demain. A titre d'exemple, l'impact de l'agriculture romaine, qui pourtant disposait de peu de moyen pour perturber les sols (pas de labour mécanique, pas de chimie de synthèse), est encore visible 2000 ans plus tard quand Dambrine *et al.* (2007) analyse la flore forestière aujourd'hui. Que dire de l'empreinte de notre hyperactivité contemporaine dans la nature, réalisé avec toujours plus de moyens et d'artifices ?

- en Europe, une majorité des forêts sont désormais secondaires ou semi-naturelles ; certaines régions sont constituées prioritairement de plantations industrielles artificielles (Landes ou Portugal par exemple). Près de 90 % des forêts alluviales et et 80 % des forêts euroméditerranéennes ont été déboisées. Près de neuf millions d'hectares de forêts sont encore considérés comme « non modifiés par l'homme » en Europe, pour la plupart dans la Fédération de Russie et les pays scandinaves. En Suède, 16 % des forêts sont qualifiées de naturelles contre 5 % en Finlande et moins de 1 % en Europe de l'Ouest (Dudley 2003). En France, la DERF ne rapporte que 30 000 hectares de forêts subnaturelles, soit 0,2 % de la surface forestière nationale actuelle (DERF 1995, 2000, DGFAR 2006).

## Mieux évaluer l'empreinte écologique d'*Homo sapiens*

Toutes les cultures n'ont pas le même impact sur la Nature. La culture occidentale, dominante dans le monde depuis le XVIII$^{e}$ siècle, laisse aujourd'hui une empreinte significative et globale. Ainsi, comme le rappelle Blondel (2006), quand l'Inde prit son indépendance en 1947, Gandhi faisait remarquer que les Anglais avaient mobilisé la moitié des richesses de la planète pour construire leur prospérité et s'interrogeait : « Combien de planètes faudrait-il pour qu'un pays comme l'Inde arrive au même résultat ? ».

Nous savons maintenant répondre à cette question. Divers chercheurs, écologues ou géographes, ont mis au point des méthodes pour évaluer l'influence ou l'impact des cultures humaines. Cela a conduit à définir des concepts nouveaux comme l'hémérobie (Steinhardt *et al.* 1999, Hill *et al.* 2002) – l'antonyme de la naturalité – mais également plus récemment l'empreinte écologique (Wackernagel et Rees 1996 in Sanderson *et al.* 2002) et les écosystèmes émergeants (Hobbs *et al.* 2006).

En terme d'évaluation des actions humaines, de très nombreux auteurs ont effectué un travail analytique de l'empreinte d'une activité donnée. D'autres ont choisi de définir des indices synthétiques pour un objectif donné. Nous ne présenterons ici que trois groupes d'exemples significatifs des indices synthétiques :

- l'empreinte écologique humaine (Wackernagel et Rees 1996 in Sanderson *et al.* 2002, Wackernagel *et al.* 1999, 2002) est un indice qui se focalise sur l'une des causes d'impact, la consommation des ressources naturelles. Cet indice cherche à quantifier au mieux pour une entité politique donnée la surface de terre et d'eaux nécessaire pour satisfaire les besoins de sa population. Ainsi, nous savons que pour satisfaire les demandes d'une population mondiale qui consommerait comme un français, il serait nécessaire d'exploiter entièrement les ressources naturelles de l'équivalent de 3 planètes comme la Terre. La France présente une empreinte écologique presque deux fois supérieure à sa biocapacité ; c'est l'inverse si l'on considère uniquement le secteur des produits de la forêt française (WWF 2006) ;

- des indices de perturbation ou d'influences humaines (Hannah *et al.* 1994, 1995, (Sanderson *et al.* 2002) se focalisent sur certaines conséquences ou marques de présence humaine, comme la présence d'infrastructures ou la modification des paysages. Ils s'attachent à quantifier et spatialiser l'influence humaine à partir de données macro-écologiques ou macro-économiques. Sanderson *et al.* (2002) identifient ainsi les dernières régions du monde sous faible influence d'une culture contemporaine (figure 5 pour un extrait centré sur l'Europe). Ils isolent ainsi les grands massifs forestiers continus sans préjuger de leur naturalité réelle, ni de l'empreinte humaine de cultures indigènes plus sobres et discrètes ;

- Machado (2004) construit pour les Iles Canaries une typologie et un indice de naturalité territorialisé sur un gradient mixte et discret (10 niveaux), fondés sur la description des milieux (composants biologiques, fragmentation, dynamique) et sur des don-

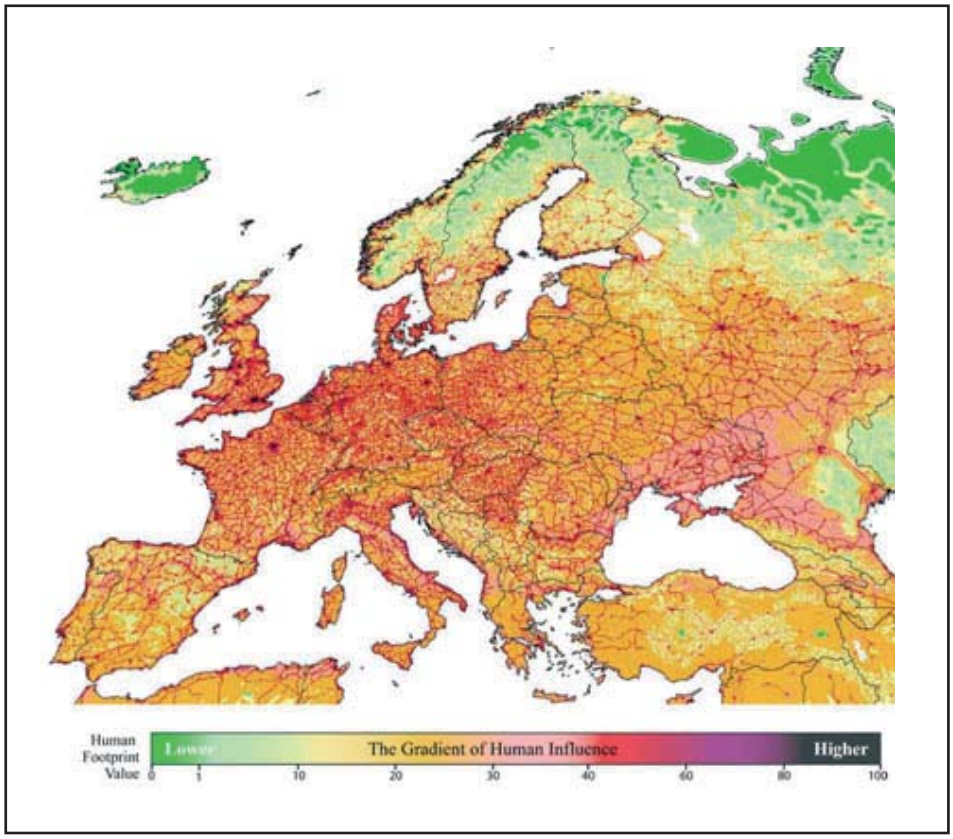



Figure 5. **L'empreinte humaine sur le territoire européen d'après l'indice d'influence humaine de Sanderson *et al.* (2002). L'indice est fondé sur la densité de population résidente, la densité des infrastructures et l'accessibilité des territoires ainsi que des indicateurs de développement (ex. empreinte lumineuse). L'analyse mondiale et les cartes des derniers espaces sous faible influence humaine sont accessibles sur www.wcs.org/humanfootprint/.**

nées relatives aux actions humaines (pollution, extraction de matière…). L'indice est cartographié au 1:25000. Le profil de naturalité des différents territoires (îles) est une riche source de discussions et d'applications.

## Feu d'artifices en forêt ?

Dans une culture générale donnée, il est à noter que chaque culture thématique (ou technique) présente une empreinte variable. Ainsi, le forestier avisé et respectueux peut agir et doit chercher aujourd'hui à réduire l'empreinte écologique de ses actions et contrôler celles des autres usagers.

La majorité des impacts subis par les forêts est la conséquence du modèle général de développement (fragmentation des forêts par des voies à grands gabarits, mitage par l'urbanisation…) mais on compte également de nombreux impacts relevant de la responsabilité des seuls gestionnaires forestiers.

Le siècle dernier a vu un véritable feu d'artifices d'actions contre nature. Pour la plupart, ces actions étaient vues comme une fatalité inscrite dans la nécessité du progrès. Réalisées au nom d'une rationalité justifiée officiellement par des raisons financières, elles sont le fruit le plus souvent d'une motivation tout autre (productivisme, standardisation, domination de la nature).

Ces actions artificialisantes concernent par exemple :

- l'aménagement et la sylviculture des forêts.

La culture forestière dominante comporte des composantes qui présentent des empreintes variables sur la biodiversité, la naturalité et le sentiment de nature des forêts. Pour n'en citer que quelques unes, sans classement d'impact, la futaie régulière (figure 6), le reboisement artificiel, le drainage ou la desserte d'exploitation par les routes... D'autres alternatives telles que la futaie continue ou la gestion proche de la nature, qui s'inspirent de la naturalité et réduise l'impact sur la biodiversité, n'ont pas toujours

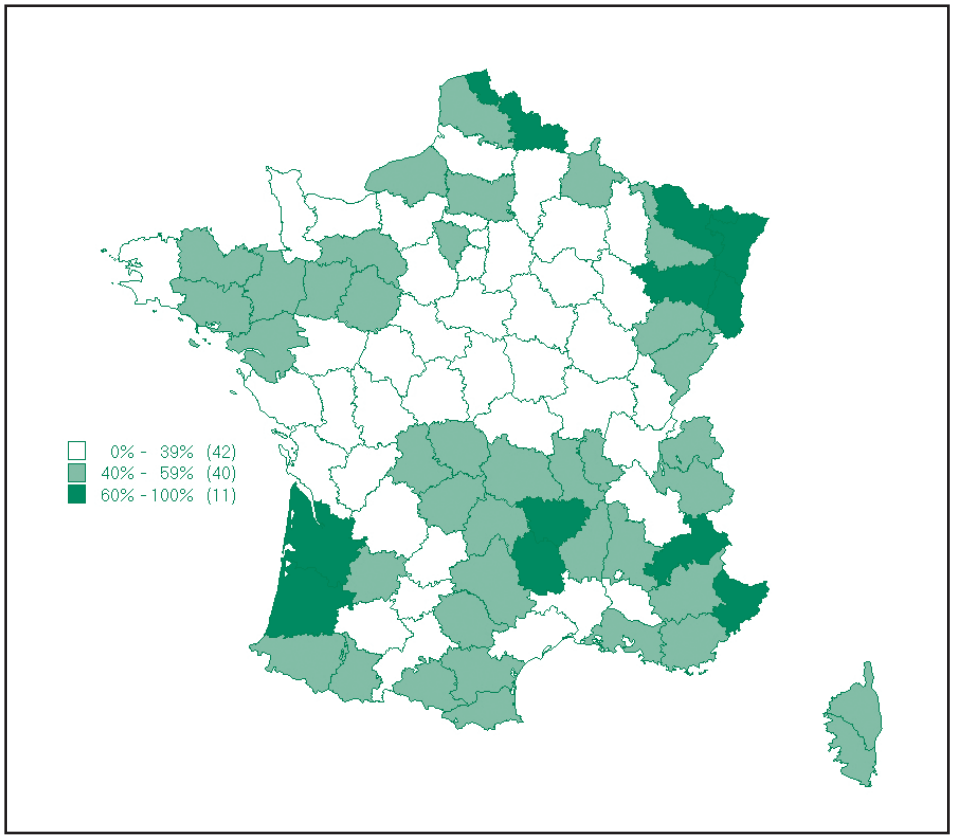



Figure 6. **L'empreinte de la culture sylvicole de la futaie régulière (XX$^{e}$ siècle) vue au travers de la part de futaie régulière dans les forêts françaises (en % des forêts, sources des données IFN 2002, © WWF). L'empreinte varie grandement d'une région à l'autre ; elle est maximale en Aquitaine et dans l'Est de la France.**

été évaluée du point de vue de l'empreinte globale (incluant la mobilisation des bois…) par exemple.

- les méthodes de la protection de la Nature.

En Europe, des gestionnaires optent intentionnellement, dans le but de conserver une espèce ou un habitat donné, pour le maintien ou le renforcement d'un certain degré d'empreinte humaine (maintien d'habitats ouverts issus de l'agriculture, création de mares artificielles bétonnées, pose de nichoirs artificiels, imitation artificielle de régimes des perturbations supposés, construction expérimentales d'habitat « arbre mort » à la dynamite…). Certaines de ces politiques ou de ces réalisations forestières ont même pu être qualifiées par certains de « schizophrènes » ou de « contre-nature ».

Mais au-delà de toute condamnation de pratiques et usages à priori et hors contexte, il paraît aujourd'hui évident à plus d'un scientifique ou gestionnaire que toute alternative de gestion active développant, maintenant ou renforçant une empreinte écologique significative de l'homme sur la Nature, ne doit être entreprise qu'après une évaluation. Celle-ci doit permettre une analyse critique et sérieuse de ses objectifs, de ses impacts écologiques sur la biodiversité et la naturalité, en positif comme en négatif, à court et à long terme, ainsi que les avantages réels pour la société, écologiques et économiques notamment. En matière de sylviculture comme de protection de la nature, les exemples sont nombreux où, après réflexion, naturalité et économie pour la société par exemple vont de pair (Bary-Lenger et Nebout 2004, De Turckheim & Bruciamacchie 2005, Le Jean 2006 pour quelques exemples).

## Vers des critères et des indicateurs de l'empreinte d'une culture

De nombreux indicateurs de pression et d'impacts humains sur les forêts ont été évalués individuellement. Parmi d'autres exemples, il y a ceux relatifs à :
- la sylviculture (Du bus de Warnaffe et Lebrun 2004, Gosselin et Laroussinie (coord) 2004) ;
- l'exploitation forestière et les routes (Crist *et al.* 2000, Lamandé *et al.* 2005, De Paul et Bailly 2005) ;
- les choix de filières de production (Kissinger *et al.* 2006) ;
- les usages récréatifs (Leung et Marion 2000) ;
- le bruit et le dérangement de la faune (Fidell *et al.* 1996, Krause 2002, Radle, sans date, Rachwald *et al.* 2004) ;
- la mise en œuvre de recherches scientifiques (Parsons 2000, Landres *et al.* 2000).

Peu de recherches synthétiques ont été effectuées en France pour décrire et évaluer globalement l'empreinte écologique générale de l'homme (et/ou de la gestion) sur les forêts. Toutefois les sources de données disponibles sont nombreuses, même si elles sont souvent dispersées. Elles traitent de la population (INSEE), de l'urbanisme et des transports (Ministère de l'Equipement), des mesures de pollutions (DGFAR, MEDD, IFEN), des essences forestières et des régimes de sylviculture (IFN) ou de la biodiversité (ENGREF, MNHN, Universités).

Dans les critères et les indicateurs de gestion durable (DERF 1995, 2000, DGFAR 2006), cette problématique reste mal analysée en tant que telle, même si de nombreux recoupements sont possibles. Certains indicateurs de pression relatifs à l'impact de la gestion ont été supprimés (DERF 2000, page 53). Des croisements thématiques population-forêts comme ceux entrepris par Derrière et Lucas (2006) et concernant les forêts sous influence urbaines sont par exemple instructifs à de multiples titres. Du point de vue strictement sylvicole, l'IFN pour la DGFAR (2006) distingue bien un gradient d'empreinte globale de la gestion forestière (appelé d'ailleurs degré de naturalité). Mais ce gradient est trop peu détaillé (trois degrés : plantations, forêts semi-naturelles, forêts non perturbées), imprécis ou pas toujours pertinent dans la définition des degrés pour discriminer la réalité. L'analyse ne dégage que des banalités : quasi-inexistence des forêts naturelles (0,2%) en France métropolitaine, une proportion de plantations sous-évaluée à 12,6%. Dès lors, comment évaluer les différences d'empreinte écologique pourtant plus qu'évidentes dans la majorité des forêts correspondant au degré intermédiaire « forêts semi-naturelles » ? Cette catégorie, ô combien hétérogène, est-elle réellement pertinente ? Elle regroupe pêle-mêle les douglaseraies monospécifiques âgées de plus de 40 ans du Morvan, les pessières non-indigènes du Massif central, les suberaies des Maures, les taillis-sous-futaie et les chênaies cathédrales de Tronçais ou les futaies du Jura jardinées depuis des temps immémoriaux ?

Toute analyse de l'empreinte écologique d'une Culture demande une approche raisonnée, multiculturelle (culture générale, culture des forestiers, des autres usagers…), multidisciplinaire/thématique (démographie, écotoxicologie, foresterie, urbanisme, aménagement) et multiscalaire. Elle repose sur la recherche d'un ensemble cohérent de critères et indicateurs permettant :
- de décrire les facteurs de dégradations passés, les pressions actives et d'anticiper les menaces potentielles ;
- de comprendre les impacts, positifs ou négatifs, directs ou indirects et toujours entremêlés mais aussi les effets de seuils (notamment les seuils d'irréversibilité) ;
- de qualifier ou quantifier l'impact des activités humaines à des échelles de temps et d'espaces variés.

Une tentative d'illustration des principaux critères et indicateurs d'analyse de l'empreinte écologique de notre culture sur les forêts est proposée dans le tableau 2. Certains des indicateurs proposés sont déjà utilisés, d'autres sont donnés à titre illustratif et devront être affinés. Ils sont toujours à adapter pour être les plus pertinents en fonction du contexte et de l'échelle d'application.

Tableau 2. Descripteurs, critères et indicateurs de l'empreinte écologique d'une culture (impacts négatifs ou positifs). Liste indicative non exhaustive portant sur les modifications de la diversité, du fonctionnement et de la dynamique de la Nature.

| **Origine de l'impact** | **Critères** | **Indicateurs** *(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Culture passée**<br><br>(encore facteur d'inertie sur les écosystèmes d'aujourd'hui) | Forêts anciennes relictuelles | - surface estimée de forêt ancienne à partir d'inventaires<br>- surface forestière à des périodes clé de l'histoire (estimation via les cartes et cadastres anciens)<br>- surface de forêts très fortement rajeunies ou simplifiées |
| | Faune et flore éteintes, disparues ou ayant régressé du fait de l'Homme | - listes et cartes des espèces indigènes éteintes, disparues ou ayant régressé |
| | Transformations ou dégradations liées aux anciens usages | - proportion des sols appauvris et érodés d'origine humaine |
| **Culture générale actuelle**<br><br>(transport, habitat énergie, pollutions, consommation) | Pollutions | - niveau de pollution (quantitatif ou qualitatif) par l'aluminium, le soufre, le $CO_2$, les oxydes d'azote, l'ozone, le mercure…<br>- niveau de dépérissement induit sur les arbres<br>- proportion d'associations lichéniques indicatrices de pollutions d'origine humaine<br>- proportion du territoire forestier perturbé par les lumières artificielles (en %)<br>- nature et niveau des bruits artificiels (fréquence intensité en décibels, impact) |
| | Changements climatiques imputables aux activités humaines | - intensité du réchauffement d'origine anthropique (en °C)<br>- indice de l'impact avéré des changements climatiques (déplacement de la flore, d'espèces d'insectes) |
| | Fragmentation et transformation du paysage | - surface forestière fragmentée et perturbée par des infrastructures routières<br>- proportion (en %) d'un écosystème ayant disparu ou régressé en lien direct avec l'action humaine<br>- degré d'autonomie des paysages créés<br>- surface, fréquence et nombre d'incendies d'origine humaine |
| | Urbanisme, développement et forêt | - proportion (en %) des forêts sous influence urbaine<br>- proportion (en %) des forêts « mitées » par un habitat humain diffus<br>- proportion du territoire présentant des modifications d'origine humaine de la mésotopographie (restanques, carrières, tumulus, ruines…) |
| | Consommation d'espèces animales et végétales par l'Homme, dont les produits forestiers ligneux et non-ligneux | - niveau de consommation par rapport à la production naturelle de ressources (ex. bois)<br>- proportion de l'alimentation provenant d'espèces forestières sauvages<br>- quantité en kilogrammes de papier consommés et recyclés |

| **Origine de l'impact** | **Critères** | **Indicateurs**<br>*(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Culture générale actuelle** (suite) | Culture et éthique du Vivant | - surface potentiellement polluée par des OGM en forêt<br>- nombre d'espèces de plantes et d'animaux exotiques et invasives introduites par accident |
| **Culture des forestiers**<br><br>(sylviculture au sens étymologique) | Modification de la structure physique du sol | - proportion de la surface du sol perturbée par la plantation (sous-solage, labour, drains et fossés)<br>- proportion de la surface du sol perturbée par l'exploitation (traînes de débardage, places de retournement, pistes, routes, chemins…) |
| | Modification des cycles biogéochimiques | - proportion en surface ayant subi des amendements et fertilisations (en %)<br>- proportion en surface ayant subi des épandages d'herbicides ou d'insecticides (en %)<br>- niveau d'exportation passé du carbone (bois, rémanents, bois mort, humus, feuilles,…)<br>- degré d'appauvrissement de la fertilité du sol<br>- niveau d'acidification des humus et des sols (en lien avec les dépôts atmosphériques azotés) |
| | Pollution des génotypes locaux du fait de plantations artificielles d'arbres | - proportion en surface des reboisements allochtones pouvant s'hybrider avec des essences indigènes (en %)<br>- proportion en surface des plantations artificielles d'écotypes non locaux (en %) |
| | Homogénéisation des espèces (sélection sur la régénération, plantation, semis, coupes d'éclaircissement | - pureté en volume du peuplement forestier (tel que défini par l'IFN) (en %)<br>- proportion des peuplements en régénération artificielle |
| | Rajeunissement des arbres | - proportion de forêts ou d'arbres jeunes (< âge d'exploitabilité) (en %)<br>- proportion d'habitats ayant été exploités au moins une fois depuis 80 ans (en %)<br>- distribution par classes d'âge des arbres<br>- rapport entre l'âge moyen des arbres et l'espérance de vie naturelle de l'essence dans une région naturelle donnée<br>- idem en diamètre |
| | Impact sur la biodiversité | - nombre d'espèces forestières menacées d'extinction par une foresterie non durable<br>- nombre d'espèces d'arbres introduites et invasives |
| | Simplification de la structure | - proportion en surface des plantations artificielles (en %)<br>- proportion en surface des plantations exotiques artificielles (en %) |
| | Réduction des habitats clé | - volume de bois mort prélevé (en $m^3$/ha)<br>- discontinuité du bois mort (vue par les classes de décomposition) |

| Origine de l'impact | Critères | Indicateurs<br>*(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Culture des forestiers** (suite) | Perturbation de processus fonctionnel de l'écosystème | - taux de prélèvement en % de l'accroissement annuel<br>- densité des grands herbivores et carnivores maintenus artificiellement<br>- proportion des boisements défavorables à des espèces clé de voûte (geai, sittelle…) |
| **Culture des chasseurs** | Infrastructures de chasse | - nombres de cultures à gibier, points d'agrainage et points d'eau artificiels |
| | Pollutions | - volume de déchets, plomb… |
| | Définition du territoire de chasse | - proportion de terrains chassés<br>- nombre de jours de chasse<br>- nombre de marque « chasse » (panneau, égrainoirs…)<br>- niveau d'entretien des sentiers |
| | Prélèvements | - niveau de prélèvement par la chasse légale<br>- idem par le braconnage (estimation)<br>- taux de réalisation des plans de chasse |
| | Renforcement des populations d'espèces chassables | - nombre d'individus relâchés par saison de chasse<br>- nombre d'espèces exotiques introduites<br>- effort d'agrainage<br>- respect de l'origine génétique des individus relâchés |
| | Dérangement par la chasse des espèces chassables et non chassables | - nombre d'études d'impact réalisées et des mesures prises |
| **Culture des protecteurs de la nature** | Modalités de la gestion conservatoire | - niveau de contrôle des dynamiques par la gestion<br>- nombre d'individus réintroduits<br>- nombre de points de nourrissage<br>- volume de bois mort artificiellement créé<br>- nombre d'étangs et de mares créés<br>- nombre de clairières artificiellement réouvertes<br>- nombre d'évaluations pluridisciplinaires préalables à des actions de contrôle ou restauration |
| **Culture des usagers récréatifs** | Modifications physico-chimiques de l'air et de l'eau | - nature et intensité des pollutions dues aux randonneurs, motards… |
| | Modification des états de surfaces des roches et sols | - longueur et densité des chemins, routes et passages « hors pistes »<br>- proportion de falaises utilisées pour l'escalade<br>- surface occupée par des campements, aires de pique-nique,… |
| | Modification du paysage sonore | - niveau de fréquentation par des usagers motorisés<br>- appréciation de l'impact sur la faune et les autres usagers |

| **Origine de l'impact** | **Critères** | **Indicateurs**<br>*(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|
| **Culture des usagers récréatifs** (suite) | Prélèvements et dégradation | - quantité de déchets non décomposables à court terme<br>- nombre d'arbres tagués ou endommagés |
| | Dérangement de la faune et de la flore | - facilité d'observation des espèces sensibles, distance de fuite |
| **Culture des chercheurs et scientifiques** | Infrastructures permanentes de recherches (stations, dispositifs expérimentaux…) | - impact et degré d'artificialisation induits |
| | Prélèvements | - nombre, volume, impact des prélèvements de roches, sols, humus, faune, flore… |
| | Dérangement | - nombre, volume, impact des visites des scientifiques<br>- nombre, volume, impact de l'accès et du transport de matériel de façon motorisée (survol, pénétration…) |
| | Suivi scientifique des animaux | - nombre de colliers émetteurs ou bagues posés<br>- nombre de nichoirs |

# ► Critères et indicateurs du sentiment de Nature dans les forêts

*« La Nature doit être considérée humainement ou pas du tout, c'est-à-dire que l'on doit associer ses paysages aux affections humaines (…). Aimer la Nature c'est, éminemment aimer l'homme ».*

Henri David Thoreau,
*Journal* (1837-1861).

## ➔ *Points clé à retenir*

- Le sentiment de Nature retranscrit la relation sensible, éthique ou physique complexe entre l'Homme et la Nature ;
- La culture et la perception sensible des forêts naturelles par les gestionnaires est faible aujourd'hui en France. A contrario, le public associe les espaces forestiers à des espaces sauvages par excellence ;
- En France, les études qui qualifient la perception sociale d'attributs de naturalité sont rares ;
- Le besoin d'études (psychologie de l'environnement, sociologie), d'actions et d'éducation est fort ;
- Un ensemble cohérent de critères et d'indicateurs pour les forêts est ici ébauché.

## Sentiment de Nature, Humanité et Culture

La perception humaine de la Nature, et de toutes ses composantes, est l'une des clés de la compréhension des problèmes abordés dans ce rapport. Cette perception a des conséquences directes ou indirectes sur la Nature. Elle dirige, consciemment ou non, l'attitude, les actions et l'empreinte que les différents individus, groupes ou cultures générales ou techniques produisent sur la Nature. Cette perception présente également des conséquences fortes pour l'humain lui-même, influant directement sur sa santé mentale et physique.

Cette perception de la Nature par l'Homme est soutenue, de façon inconsciente ou réfléchie, par une vision toujours primordiale de la relation ontogénique de l'Homme à la Nature. Ce « filtre humain » est primordial car « l'homme habite non pas la nature, mais son rapport à la nature » (Harrison 1992). Il s'exprime à partir d'idées et critères que l'analyse scientifique des individus, des groupes et des sociétés (psychologie, sociologie, anthropologie) permet de mieux cerner.

## Forêts naturelles : séquence Emotions

Dans notre société occidentale et cartésienne, la tendance est encore le plus souvent soit à nier soit à intellectualiser le sentiment de Nature et la relation à la Nature. Revenons aux racines. Tout d'abord aux sens (la vue, l'ouie, l'odorat, le toucher, le goût), aux perceptions, intuitives ou culturelles, et aux sentiments, partagés ou pas, contradictoires, parfois, que tout humain éprouve dans la nature sauvage.

La forêt à haute naturalité est riche en ce domaine, pour l'amateur sensible comme pour le poète. Reprenons quelques-unes des expressions utilisées par Bernard Boisson (1996, 2003 a et b, 2005) : reflets, rythmes, ondulation des formes et des couleurs ; senteurs terreuses, parfums ; silence, qui n'est pas absence de sons mais absence d'intention humaine ; perception des cycles organiques, maturation du vital ; sentiment d'intemporalité ; concert d'influx énergétique ; profondeur océane, mer sylvestre ; sensations de bout du monde, d'Inconnu, d'Ailleurs.

Pour l'amateur sensible, le sentiment de nature fait appel à des critères dont certains ont une parenté avec les critères d'évaluation de la naturalité ou de l'empreinte d'une culture :
- vastitude (continuité spatiale)
- intemporalité, maturité et cycles (continuité temporelle)
- silence, virginité, esprit des lieux et isolement (absence ou discrétion des humains ou de l'empreinte humaine)
- chant du monde, symphonie du Vivant (biodiversité et fonctionnement)

On peut se demander comment le sentiment de Nature est lié à une connaissance scientifique de la Nature. Tout n'est pas perçu par les sens, même les plus aiguisés ; chaque individu possède sa propre sensibilité, une fréquence à laquelle il est sensible. Bernard Boisson dans son travail artistique (1996 et exposition avec RNF « Un ailleurs en France, les forêts naturelles » qui circule en France depuis 2003) transmet avec force la maturité et les cycles dans des microcosmes sylvestres semblant déconnectés de toute nature ordinaire. Par contre, pour le botaniste averti, certaines photographies parmi les plus évocatrices du point de vue du sentiment de maturité des cycles laissent apparaître quelques plantes invasives. Conflit de perceptions ou conflit plus profond ?

De même que tout naturaliste ne perçoit qu'une part de la réalité et de la complexité de la biodiversité et de la naturalité d'une forêt, chaque individu percevra une part des sentiments de Nature variable selon des paramètres relevant à la fois de son humanité profonde et du moment, du contexte culturel dans lequel il vit, et de son état de conscience.

Cette dernière idée est importante à considérer, y compris pour comprendre le débat parfois vif entre techniciens : chaque spécialiste perçoit « sa nature », son domaine de compétence, de connaissance ou d'intérêt. Ainsi, la naturalité perçue par le forestier sera différente de celle du botaniste, de l'entomologiste, de l'artiste ou du simple promeneur. D'où l'importance pour s'accorder d'élargir la conscience de tous à une analyse intégrative des gradients de naturalité sensu lato. Un peu comme cette flûte qui joue individuellement juste mais doit s'accorder également avec les autres instruments au sein d'un grand orchestre symphonique.

© D. Vallauri

En randonnée dans la cathédrale naturelle de Nera (Roumanie)

## Sentiment de Nature et Culture de gestion

Prenons l'exemple d'une première culture, celle des professionnels de la gestion des forêts et des milieux naturels. Bien que représentant une population limitée en nombre et très hétérogène, son importance n'est pas négligeable en la matière. Quelles perceptions les professionnels ont-ils majoritairement :

- des sentiments générés par les espaces naturels qu'ils gèrent ?
- des sentiments induits par leurs actions de gestion, par l'empreinte de leur culture technique sur les forêts ? Comment intègrent-ils les réactions et le ressenti de la société ? Anticipent-ils ainsi les problèmes éventuels ?
- du gradient de naturalité dans les forêts qu'ils gèrent ? Quelle connaissance ont-ils des espaces présentant la plus haute naturalité ?
- de la relation de l'Homme avec les autres composantes de la Nature ?

En France, des auteurs comme Terrasson (1994, 1997, 2002), Carbiener (1995) ou Génot (1998, 2003 a et b, 2005) se sont attachés à analyser ou illustrer par des exemples de réalisations certaines de ces questions. Nous ne tenteront pas de résumer ici leurs principales réponses, idées ou propositions, tant elles sont riches. Toutefois, il semble important de rappeler simplement quelques faits :

- la vision des gestionnaires est le plus souvent exclusivement « cartésienne », « technicienne » (Boutefin et Arnoult 2006). Sauf exception, elle exclue ou dévalorise toute autre approche, qu'elle soit humaine, sensible, pédagogique, éthique ou artistique ;
- la connaissance des gestionnaires sur les forêts à haute naturalité d'Europe est très faible. Elle relève le plus souvent d'une recherche personnelle, même si depuis quelques années quelques groupes de forestiers ou naturalistes commencent à s'y intéresser à titre non-officiel le plus souvent, au travers de visite de site ou tournée à l'étranger ( groupe « Forêts » de RNF, Groupe des vieilles forêts des Pyrénées, association Forêts sauvages) ;
- l'idée même de l'existence de la nature libre et sauvage dérange encore, voire fait peur. Elle a été niée jusqu'à très récemment par les forestiers. La peur de la forêt sans exploitation est encore inconsciemment une des idées-maîtresse (après le dogme du « tout production ») dans les débats, les choix des politiques et les réalisations de gestion forestière ;
- dans la gestion des forêts et des espaces naturels, il est le plus souvent iconoclaste de vouloir accorder une place, même minime, à la question de l'humanité, du sentiment de nature ou de l'éthique dans les choix de gestion, sauf peut-être pour ce qui est de la question de la vie de quelques espèces animales et de leur chasse ;
- de rares voix, certes plus nombreuses ces dernières années, demandent une plus grande précaution et plus grande humilité dans les choix de gestion, ainsi qu'une meilleure intégration des gradients de la Nature dans les politiques sur le territoire. Elles prônent un apprentissage continu par la pratique et l'observation des phénomènes dans des espaces forestiers intégralement protégés des spéculations humaines. Ces forêts « laboratoire » deviennent autant de diapasons pour s'accorder et inventer les pratiques d'une gestion respectueuse de l'homme et de la nature ;

© D. Vallauri

Conserver la magie et la liberté que représentent les espaces forestiers,
y compris dans la nature de proximité, est un enjeu dans nos cultures à prédominance urbaine.

## Sentiment de Nature et Culture générale française

Pour le plus grand nombre, la forêt demeure aujourd'hui envers et contre tout l'archétype de la Nature « sauvage », il est vrai à un degré moindre que les forêts tropicales, la haute montagne inaccessible et l'immensité océane indomptable. Cela est sans doute révélateur du conflit entre les trois composantes de la naturalité sensu lato.

### Ignorance du degré réel de naturalité des forêts

Les français ignorent tout des réalités de la biodiversité et de la naturalité des forêts françaises. Mais, comment pourraient-ils en connaître les subtilités, puisque :
**1.** les forêts hors exploitation depuis au moins 50 ans ne représentent que 0,2 % des forêts françaises ;
**2.** ces forêts ne sont pas du tout valorisées pour l'intérêt éducatif qu'elles revêtent ;
**3.** la culture des gestionnaires pour ces forêts est faibles. Les principaux émetteurs et médias de messages éducatifs pour le grand public ne portent donc pas de message positifs sur les forêts naturelles.

Cela prépare bien mal les mentalités aux changements majeurs d'utilisation de l'espace pourtant en cours depuis plus de 100 ans. Comment s'étonner dès lors que le retour de la naturalité soit parfois si mal vécu par certaines cultures les plus marquées par le contrôle de la nature (monde rural par exemple) : peur des grands prédateurs ou du bois mort, angoisse de la forêt non cultivée. Sur ce sujet, voir par exemple les enquêtes sociales réalisées récemment sur la perception du bois mort (Dodelin et Le Quéau 2004, Müller *et al.* 2005).

En ce domaine, il est important de noter la très sensible différence de contexte culturel avec le continent nord américain. Aux Etats-Unis, la culture de la « wilderness » est ancienne. Elle prend un sens d'espaces protégés à haute naturalité « où l'homme est un visiteur qui ne reste pas », ce qui est renforcé par l'occurrence de grands espaces non urbanisés. Les espaces forestiers sauvages de l'Ouest ont même jusqu'à récemment encore été considérés par les forestiers et les écologistes américains comme réellement « vierges » d'empreinte antérieure à la colonisation ; l'empreinte indienne, pour différentes raisons politiques, religieuses et scientifiques, a été niée ou non perçue (Calicott 2000,

Dods 2002). Dans l'Ouest, les nord-américains se trouvent donc dans la situation consistant à admettre aujourd'hui toutes les nuances de l'impact indien millénaire dans des écosystèmes forestiers perçus encore par la population comme entièrement naturels ; à l'inverse, en France, nous faisons face à la nécessité d'admettre que dans nos paysages modelés de façon évidente par l'homme, la nature sans l'homme peut exister et doit avoir sa place.

### Relativisation de l'empreinte écologique de notre culture

De même, le grand public connaît mal les multiples impacts de l'homme sur les espaces naturels et leurs causes profondes. Ces dernières ne sont révélées à tous que sous la forme d'épisodes de « catastrophes » anxiogènes, comme les pluies acides, les grands incendies, les tempêtes et aujourd'hui l'impact des changements climatiques. Mais, pour les forêts d'Europe, la situation semble devoir malgré tout être relativisée. L'impact de la culture de gestion des forêts, quelles que soient les réalisations, n'est pas perçue aussi négativement que pour les autres milieux, qui sont tous plus fortement dégradés que les forêts (l'agriculture intensive, l'espace industriel, les villes et leurs périphéries). La forêt conserve donc relativement aux autres espaces une image naturelle, y compris parfois à proximité immédiate des villes (De Groot et van den Borg 2003, Diemer *et al.* 2003, Gyllin et Graham 2005).

### Prédominance du sentiment de Nature pour l'humain

Il est vital ! Même (voire surtout) dans un contexte écologique dégradé. D'où la tendance contemporaine schizophrène qui poussent certains :
- à rechercher un mois par an l'expérience de nature sauvage la plus extrême, l'Ailleurs le plus absolu ;
- pour compenser une existence tout le reste de l'année dans des conditions de vie dégradée, écologiquement (pollutions) ou humainement (urbanisation inhumaine, stress, isolement social…) ;
- même si c'est au détriment de l'empreinte écologique (vol aérien toujours plus lointain et polluant) et d'une efficacité relative (court terme de l'effet bénéfique sur l'humain).

Les études de psychologie de l'environnement ont révélé l'importance du sentiment de Nature vécu (tableau 3) sur le niveau de vitalité, la capacité de revitaliser l'humain et les autres bénéfices sociétaux (Frederikson et Andernson 1999, Roggenbuck et Driver 2000, Davenport et al 2000, Confer *et al.* 2000, Fox 2000, Frederikson et Johnson 2000, Fry et al 2000, Higham *et al.* 2000, Kendra et Hall 2000, White et Hendee 2000, Malek et Hoffmann 2002, Taylor *et al.* 2002, Koole et van den Borg 2004, Gyllin et Graham 2005). La nature sauvage, que ce soit les grands espaces ou les forêts à haute maturité, est une source indéniable de stimulation de l'imaginaire, de l'intuition, de l'inspiration, de la créativité et de la spiritualité. L'immersion en milieu naturel (souvent des espaces protégés) est utilisée pour rétablir l'équilibre psychologique de certains patients (Plaisance 1985, Lambie *et al.* 2000, Russel *et al.* 2000).

## Le besoin de Nature en France métropolitaine[1]

L'offre globale d'espaces forestiers par habitant en France est en moyenne de 0,26 ha/habitant. Elle est faible mais stable depuis des décennies. 3,6% des forêts françaises sont prioritairement consacrées à l'accueil du public. Mais cette moyenne cache des disparités très fortes entre les régions et à l'intérieur même d'une région. Qu'en est-il des espaces forestiers de proximité (<10 km de son domicile), ceux qui sont les plus sollicités par une population qui se concentre dans des unités urbaines bien localisées (Derrière et Lucas 2006) ? Qu'en est-il de la qualité des expériences de nature, pourtant si bien étudiée dans d'autres contextes (Kliskey 1998, Manning et Lime 2000) ? Qu'en est-il de la naturalité des forêts accessibles ?

La demande satisfaite en France est estimée à plus d'un milliard de visiteurs en 2001, pour une durée moyenne de visite de 2h30. Cela représente en valeur monétaire un investissement de 2 milliards d'euros si l'on considère la dépense qui correspond au seul trajet d'accès aux forêts. Une forêt comme la Forêt domaniale de Fontainebleau accueille 13 millions de visiteurs par an, plus que le musée du Louvre ou la Tour Eiffel (< 8 millions/an).

Cette demande de nature est bien évidemment une résultante des bénéfices favorables du sentiment de nature pour l'Homme mais elle présente aussi, selon

[1] Les principaux chiffres sont extraits des « Indicateurs de gestion durable des forêts françaises » (DGFAR 2006).

Tableau 3. Les bénéfices associés à l'expérience de nature sauvage et les motivations de la visite d'après les enquêtes dans les espaces protégés à haute naturalité (d'après Roggenbuck et Driver 2000, Davenport *et al.* 2000).

| Echelle | Domaine | Exemples |
|---|---|---|
| **Individu** | Développement de l'identité personnelle | - Confiance en soi<br>- Conscience de ses forces et ses faiblesses<br>- Liberté |
| | Développement des capacités | - Renforcement de l'accès aux émotions<br>- Capacité pour les loisirs de nature<br>- Capacité à vivre simplement<br>- Capacité à survivre dans la nature<br>- Renforce la capacité à relever des défis<br>- Evacuer et/ou faire l'expérience de ses peurs |
| | Santé physique et mentale<br><br>© Daniel Vallauri | - Maintien en forme physique<br>- Renforcer le vital<br>- Evacuation des stress<br>- Thérapie par l'immersion dans la nature<br>- Faire l'expérience de la solitude<br>- Ressourcement au calme<br>- Paix et sérénité intérieure |
| **Société** | Identité sociale | - Renforcement de la cohésion de groupe<br>- Reconnaissance sociale |
| | Recul sur les choses | - Partage de valeurs écologiques<br>- Comportement responsable |
| **Culture** | Connaissances | - Apprendre l'histoire naturelle<br>- Apprécier des paysages naturels<br>- Voir la faune sauvage<br>- Apprendre les usages humains actuels ou anciens<br>- Comprendre la Nature |
| | Esthétique, créativité | - Appréhension esthétique des choses |
| | Ethique environnementale | - Comportement environnemental et humain |
| | Spiritualité | - Sentiment d'unité avec la nature<br>- Expérience mystique |

la manière dont elle se réalise, une source importante d'empreinte écologique (voir le chapitre précédent). Un sur-aménagement ou une sur-fréquentation, par rapport à des seuils relatifs selon l'écosystème, l'individu ou la culture, réduira le sentiment de nature et l'attrait pour certains publics. Emergent alors des conflits d'usages et de visions de la forêt entre les multiples usagers. Prendre en compte et organiser pour les satisfaire les besoins exprimés et les degrés divers du sentiment de Nature recherchés par les différents publics est sans nul doute important, et pas uniquement dans les forêts dites « sous influence urbaine ». Cela devrait beaucoup plus conduire à initier des sylvicultures s'inspirant des besoins exprimés (Garitacelaya 2006), et cela bien au-delà de l'aménagement des incontournables « quatre P » : parkings, poubelles, panneaux et parcours santé. Une forêt naturelle, protégée par une réserve intégrale conservant un objectif pédagogique (catégorie UICN Ib) et qui permettrait ainsi de s'immerger dans les plus hautes naturalités sylvestres, ne serait-elle pas plus utile pour la santé mentale et physique de nos contemporain que n'importe quel autre parcours « santé » ?

© C. Sourd

Vers une gestion des forêts renforçant le sentiment de nature (sylviculture épicurienne, zone de respect et de silence, signalétique douce…) ?

## Vers des critères et des indicateurs du sentiment de Nature

De façon intuitive, sensible ou réfléchie, chacun est capable d'évaluer le sentiment de Nature intrinsèque associé à des espaces contrastés. On fait facilement la différence entre le sentiment de Nature associé aux abords d'une autoroute périphérique, à un hameau dans la campagne et aux immensités sylvestres même semi-naturelles. Bien que chaque individu n'ait pas la même conscience, connaissance ou culture, et par conséquent pas les mêmes critères d'analyse et d'appréciations, classer ces trois espaces sur un gradient de sentiment de Nature est sans nul doute assez universel.

De façon plus scientifique, le sentiment de Nature s'exprime sous la forme d'un gradient discontinu complexe, qui dépend :
- de l'Homme lui-même, sa sensibilité, individuellement ou en société
- de sa conscience de la Nature
- de la conscience de sa propre empreinte
- de sa connexion sensible à l'humain primordial ou profond
- de son niveau de déconnexion du monde humain (physique, moral ou spirituel).

Ces axes sont traduisibles en critères et en indicateurs concrets ou en standards de qualité de l'expérience de nature (Manning et Lime 2000). Le tableau 4 résume quelques descripteurs, critères et indicateurs possibles. La liste est ici indicative, non exhaustive et méritera d'être complétée, précisée et confrontée aux données disponibles dans des contextes variés.

Tableau 4. Descripteurs, critères et indicateurs du sentiment de nature pour l'Homme dans les forêts. Liste indicative non exhaustive portant sur la conscience relative de la Nature, la conscience relative des modifications induites par l'homme, la connexion relative au monde de la Nature, la connexion relative à l'humain primordial, la déconnexion relative au monde humain (physique, morale ou spirituelle).

| **Composantes du sentiment de nature** | | **Critères** | **Indicateurs** *(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|---|
| **Conscience relative de la Nature** | Perception sensible de la Nature | Paysages sonores, objets et niveaux sonores ressentis | - originalité et naturalité du paysage sonore<br>- nombre de sons artificiels entendus |
| | | Acuité visuelle et capacité d'observation | - vastitude<br>- qualité des vues et panorama<br>- nombre d'arbres remarquables<br>- diversité des couleurs des essences forestières (particulièrement à l'automne) |
| | | Acuité aux odeurs | - paysage olfactif<br>- nombre d'odeurs senties associées à la nature |
| | | Acuité aux touchers | - nature des sols des sentiers, sous-bois…<br>- relative agressivité de l'environnement (vent, broussailles,…) |
| | | Niveau d'utilisation et acuité aux goûts | - nombre de végétaux comestibles et goûtés |
| | Connaissances et expériences de la Nature | Biodiversité et naturalité perçue | - nombre d'espèces de la faune sauvage vues, entendues ou reconnues<br>- découverte de plantes ou animaux inconnus<br>- nombre de zones forestières à haute maturité traversées |
| | Représentation de la Nature, de l'Homme et de la Culture | Capacité à lire un paysage | - note sur la capacité à définir et ordonner des paysages vécus sur un gradient de naturalité<br>- note sur la capacité à ordonner des paysages inconnus suivant un gradient de naturalité |
| | | Connotation associée à des paysages, espèces ou microhabitats | - naturalité associée au paysage |
| | | | - connotation associée aux vieux arbres et au bois mort |
| | | Représentation philosophique de la Nature | - appartenance à l'un des grands schèmes (animisme, totémisme, naturalisme…) |
| **Conscience relative des modifications induites par l'homme** | Sensibilité culturelle | Sentiment exprimé de propreté | - quantité tolérée de détritus vus sur les chemins, camps… |
| | Capacité d'identification de l'empreinte humaine | Vue | - nombre d'arbres vus qui sont endommagés (dont souches et rémanents)<br>- nombre de lumières artificielles vues la nuit (si campement)<br>- nombre de villes ou urbanisation vues |
| | | Odeurs | - nombre d'odeurs artificielles senties |

| **Composantes du sentimentde nature** | | **Critères** | **Indicateurs** *(aucun indicateur n'est universel, leur choix doit se réaliser dans un contexte donné)* |
|---|---|---|---|
| **Conscience relative des modifications induites par l'homme** (suite) | Capacité d'identification de l'empreinte humaine (suite) | Bruit | - nombre de cas de dérangements par des engins motorisés<br>- niveau de bruit associé à des activités humaines (route, usine, tracteur, tronçonneuse…) provenant de l'intérieur et de l'extérieur de la zone naturelle parcourue<br>- nombre de sonneries de téléphones portables entendues |
| | | Dépassement de la capacité limite de fréquentation | - nombre de cas de congestion au parking, sur sentier, les zones scéniques, de pique-nique ou sommets<br>- nombre de personnes rencontrées<br>- nombre de grands groupes organisés rencontrés |
| | | Autres éléments artificiels pouvant perturber le sentiment de nature | - nombre d'infrastructures de gestion permanentes (refuges, panneaux, cairns et balisage) |
| **Conscience de l'humain** | Connexion à l'humain primordial ou profond | Physique et biologique | - niveau de stress, de santé et de forme |
| | | Connaissances et expériences de soi | Voir psychologie |
| | Déconnexion relative au monde humain | Sentiment de solitude | - niveau de solitude ressenti |
| | | Expérience de la vie naturelle | - degré de simplicité du style de vie<br>- niveau du sentiment de vulnérabilité<br>- degré d'autonomie (sans portable, GPS…) |
| | | Représentation | - absence de repères culturels familiers<br>- degré de dépaysement |
| | | Liberté | - nombre d'agents de patrouilles rencontrés<br>- nombre de règles et d'interdits pour le visiteur<br>- nombre de clôtures, d'interdictions et de contraintes |
| | | Eloignement | - nombre de km de routes non goudronnées et de sentiers pour atteindre le lieu<br>- nombre de jours de marche d'affilée dans l'espace naturel<br>- surface de la zone entièrement primitive existante ou traversée (pas de chemins, de ponts,…) |

© D. Vallauri

Se ressourcer au contact des espaces sauvages, ici dans les Carpates dans le Parc National de Retezat (Roumanie)

# ► Conclusions et perspectives pour des forêts vivantes

*« Le but vers lequel tendre, c'est une civilisation où la technologie servira à épargner la nature et non pas à la détruire ; une civilisation qui se mesurera à la quantité et à la qualité de nature sauvage qu'elle laissera subsister. Dans quelques années, tout le monde le pensera et pensera l'avoir toujours pensé. »*

Robert Hainard

## ➔ *Points clé à retenir*

- La réconciliation de l'Homme avec la Nature est un chantier culturel primordial, individuel et collectif ;
- Le gestionnaire forestier peut y contribuer en calibrant au plus juste ses actions, et en développant une éthique pratique de gestion ;
- Les perspectives de recherche ouvertes par la réflexion sur la naturalité sensu lato sont au cœur des questions scientifiques sur le fonctionnement des forêts ;
- Des perspectives pour la gestion des forêts sont proposées, fondant la naturalité sensu lato comme un principe et un outil stimulant aux nombreuses applications pratiques ;
- La protection de la naturalité sensu lato renforce la cohérence entre les différents statuts d'espaces protégés. Les réserves forestières intégrales, haut-lieux de naturalité, sont des laboratoires indispensables ;
- Le concept de naturalité sensu lato permet d'envisager une gestion économe de l'état de conservation des forêts, une gestion productive plus proche de la nature et une restauration évitant les actions contre-nature.

© D. Vallauri

Les quelques éléments remarquables protégés, comme les forêts naturelles reliques ou les arbres vétérans, ne doivent pas cacher les enjeux profonds de la nécessaire réconciliation entre l'homme et la nature.

## Perspectives générales

### Vers une réelle prise de conscience ?

Que cela plaise ou non, la Nature est une composante irréductible et déterminante pour l'avenir humain. Que cela plaise ou non, l'Homme est un acteur prédominant de l'évolution de la Nature, en même temps qu'il en est le fruit.

Si le modèle culturel dominant met en danger de nombreuses espèces aujourd'hui de par le monde, il met également en danger l'avenir même de ses sociétés en épuisant les ressources et en déréglant des mécanismes écologiques dont il dépend. Rappelons, qu'à des échelles locales, de nombreuses sociétés se sont déjà effondrées par le passé pour des raisons notamment écologiques (Diamond 2006).

L'influence humaine à long-terme, positive ou négative, bénigne ou catastrophique, dépend de notre conscience des problèmes et de notre volonté individuelle ou collective d'endosser cette responsabilité (Sanderson *et al.* 2002), dans le domaine des forêts, comme dans ceux plus globaux de l'énergie, du climat, de la consommation des autres ressources naturelles ou de la biodiversité.

En amont de toutes nouvelles orientations politiques et actions concrètes, mais bien au cœur du problème, il est important de rappeler quelques principes fondateurs des évolutions espérées.

### Repenser la relation Homme-Nature

Comme cela a été évoqué avec plus de détail au second chapitre de ce rapport, les solutions trouvées ne s'avéreront pas réellement efficaces sans changement à la racine même des problèmes. Or, à la racine, il y a notre vision fondamentalement dualiste (l'homme comme un être extérieur au monde naturel dont il est « maître et possesseur »). Cette vision est aujourd'hui dépassée. Changer, « cela signifie que nous n'avons pas besoin seulement, pour déterminer nos rapports à la nature, d'élaborer des normes éthiques, mais qu'il nous faut également réfléchir sur notre vision de la nature, celle qui correspond à l'état contemporain du savoir » (Larrère et Larrère 1997).

© D. Vallauri

La réconciliation du plus grand public avec la nature requiert en priorité une éducation de tous, petits et grands. On y parviendra grâce à l'immersion directe ou par une incitation à travers des approches sensibles faisant appel à tous les arts. Ici, un photographe en pleine création face à un très vieil arbre mort.

De ce point de vue, comme le rappellent Larrère et Larrère (1997), les forestiers, les protecteurs de la nature et les aménageurs au sens large font souvent face au même défi ; « les détracteurs de l'écologisme partagent avec la majeure partie des écologistes militants une conviction, celle que l'homme est extérieur à la nature, qu'il l'artificialise ».

Il est important de travailler à construire et partager une vision réactualisée en mobilisant tous les savoirs scientifiques disponibles. A défaut de savoirs suffisants, « un tel déplacement de valeur peut s'opérer en réévaluant ce qui est artificiel, domestique, confiné à l'aune de ce qui est naturel, sauvage et libre » conseille Aldo Leopold (1949).

En attendant, il est prudent d'en appeler à une certaine sagesse et sobriété dans les réalisations. Cela s'impose avec urgence.

**Humilité de l'Homme vis-à-vis de la Nature**

Si d'aventure l'on admet, comme proposé, de traiter l'Homme comme une espèce de la Nature, dont la culture propre doit chercher à s'intégrer le plus harmonieusement possible avec le reste du Vivant, la logique de domination de l'homme sur la nature devient caduque. Car même si « du fait de leur grande capacité perturbatrice, les humains sont investis d'une responsabilité morale décisive dans le maintien des équilibres écologiques (…) une telle intelligence des interactions ne peut être atteinte qu'au moyen d'une observation de la nature empreinte d'humilité » (Descola 2005).

Ce qui prime dès lors est d'avoir avant tout confiance en la nature, de ne pas la transformer sans raison fondée, de la transformer en s'insérant dans ses lois élémentaires que l'on étudie patiemment, notamment dans les réserves intégrales.

**Penser seulement l'action juste nécessaire**

La Nature a élaboré depuis des millions d'années une biodiversité et des équilibres dynamiques sans compromettre l'évolution de la Vie sur la Terre. Une petite forêt naturelle tempérée est un écosystème complexe vivant des interrelations entre plus de cinq milles espèces, animales (dont l'Homme), mais aussi végétales et fongiques.

Comment oser émettre l'idée que sans l'Homme, sans le gestionnaire forestier par exemple, qui pourtant connaît le plus souvent bien moins de 3 % des espèces qui y vivent, et encore moins les lois qui régissent son fonctionnement naturel, la forêt va concourir à sa perte, va mourir… si ce n'est par un incommensurable et coupable manque d'humilité intellectuelle ?

Paraphrasant pour l'adapter à la mission du gestionnaire contemporain une citation de Aldo Leopold (1949) qui fut souvent discutée et révisée, « une action de gestion est juste quand elle est réellement nécessaire et tend à préserver à la fois la biodiversité, la naturalité et le sentiment de nature dans l'écosystème. Elle est injuste lorsqu'elle tend à l'inverse ».

### Vers une réconciliation

Une attitude responsable implique de transformer radicalement notre empreinte écologique sur la Nature en réduisant fortement les impacts négatifs sur les écosystèmes. Cela comprend entre autres quelques points cruciaux :

- De fonder nos prélèvements de ressources et nos systèmes de production en adéquation avec les justes besoins et les réalités du monde, c'est-à-dire la viabilité des écosystèmes (capacité de production réelle, respect de la biodiversité et de son fonctionnement autonome), mais aussi l'équité de l'usage des ressources entre les hommes. Pour les produits ligneux, comme pour les autres éléments entrant dans leur transformation (énergie et transport notamment), une réduction de la consommation actuelle à un juste niveau, la ré-utilisation et le recyclage des matières sont des orientations incontournables. A ce titre les produits de la forêt, écologiques et renouvelables par excellence (si la gestion est bien entreprise), devraient mieux montrer l'exemple et le valoriser dans nos sociétés ;

- D'œuvrer au mieux pour protéger, gérer ou restaurer les écosystèmes forestiers pour assurer la viabilité écologique et la vivabilité humaine. Cela implique de réduire l'empreinte écologique de la société comme celle de la gestion, en définissant des alternatives de gestion sobres, efficaces et économes, en s'appuyant sur la naturalité des espèces et des processus écologiques et en renforçant le sentiment de Nature pour les multiples usagers.

## Perspectives scientifiques

Les questions scientifiques posées par le concept de la naturalité sensu lato sont éminemment actuelles. Elles ouvrent à la fois un champ conceptuel nouveau et une perspective de synthèse des développements récents des sciences (Botkin 2000, Six *et al.* 2000, Noss 2000, Parsons 2000, Landres 2000).

### Une approche intégrative de la nature dans le territoire

En premier lieu, les questions posées demandent un plan de recherche pluridisciplinaire et multiscalaire, développant en parallèle sciences de la nature et sciences humaines, ou mieux, les intégrant.

Ce cadre de recherche gagnera à s'affiner à l'avenir face aux réalités de contextes naturels et humains très variés, sondant l'ensemble du gradient de naturalité sensu lato. Ainsi, loin d'être inutile, poser la question de la naturalité des espaces forestiers des régions fortement transformées, comme la région méditerranéenne par exemple, permet de comprendre les multiples interactions, réalités et ajustements fins de l'écologie régionale (voir le programme du WWF initié avec le travail de Lorber 2006 sur la naturalité).

### A propos des sciences humaines

Les questions posées par la naturalité sensu lato renvoient au plus profond de la relation entre l'Homme et la Nature, abordée sur les plans pratique, éthique, philosophique ou social. Aujourd'hui, il apparaît en Europe qu'une vision renouvelée de la nature, et de la relation entre biodiversité, naturalité et humanité est nécessaire. Parce que le contexte et l'histoire du vieux continent sont différents, cette vision européenne ne sera pas celle de la wilderness américaine du XX$^{e}$ siècle, qui est d'ailleurs de nos jours en forte évolution aux Etats-Unis (Callicott 2000, Foreman 2000, Cole and Hammit 2000).

En termes d'évaluation, beaucoup reste à faire pour préciser les valeurs soutenant le sentiment de nature, et les critères et les indicateurs les plus pertinents ; mais également pour démêler les multiples incohérences individuelles et collectives existantes (certains, comme Terrasson 2002, parlent même de schizophrénie), et ce à partir d'analyse de situations

concrètes de terrain (recherches en psychologie de l'environnement, enquêtes sociales…).

### Recherches en sciences de la nature

Le concept de naturalité tel qu'il est présenté dans ce rapport oblige à sortir des études fondées sur un seul critère ou un seul indicateur, pour embrasser toute la complexité de la nature. Même si certains indicateurs sont particulièrement intégrateurs et plus faciles à aborder, notamment pour le gestionnaire (exemple d'un critère de naturalité souvent mis en avant ces dernières années, celui des arbres vétérans et du bois mort), cette ouverture contradictoire sur des indicateurs représentatifs des groupes écologiques et processus fonctionnels principaux est indispensable.

Il semble important et nécessaire de poursuivre le travail d'identification et de comparaison des critères et des indicateurs, de façon à mettre en évidence les plus intégrateurs et les plus robustes ainsi que de définir leur échelle de pertinence.

De même, l'identification d'espèces indicatrices de naturalité doit se poursuivre, en précisant le domaine d'indication : continuité spatiale ou temporelle, maturité des structures, nécromasse… Ces listes, qui en forêt intéressent déjà des groupes variés (plantes à fleurs, lichens, champignons et coléoptères), sont le plus souvent validées par l'expertise collective. Toutefois, il serait tout aussi important de chercher à les valider par une recherche spécifique, comme par exemple en étudiant le lien entre la présence de ces espèces et l'histoire précise des milieux, vue au travers des cadastres par exemple, pour ce qui est de la validation des listes d'espèces indicatrices de continuité temporelle de l'état boisé.

### Vers un outil historique disponible pour tous

Pour ce dernier exemple, comme d'ailleurs pour une analyse de l'empreinte écologique passée et de l'inertie induite pour le fonctionnement actuel des écosystèmes, les données sur l'histoire des forêts sont primordiales (Hermy *et al.* 1999, Dupouey *et al.* 2002, Carcaillet et Talon 2003, Westphal *et al.* 2004, Dambrine *et al.* 2007). Au même titre que la mise en relation avec les paramètres classiques du biotope (climat, sol, géographie), il semble délicat aujourd'hui de ne pas replacer tout relevé écologique dans un contexte historique. Or, en la matière, les sources d'information en France sont tout à fait intéressantes. Elles sont sous-évaluées et sous-employées par les écologues (paléoécologie, dont les charbons de bois des sols, et l'histoire, dont les cartes et les archives).

Une cartographie des boisements anciens du point de vue historique est par exemple tout à fait envisageable pour toute la France à partir de diverses sources cartographiques (Cassini, Etat major, cartes ou minutes). Elle constituerait une source clé pour l'étude de l'importance de la continuité temporelle et spatiale (deux critères de naturalité des forêts) sur la conservation de la biodiversité. Elle fournirait également un outil de planification utile aux gestionnaires (Dupouey *et al.* 2007).

## Perspectives d'application : gérer sans détruire, le recours à la nature

### Des domaines d'application très variés

L'utilisation du concept de naturalité sensu lato et son évaluation telle que présentée dans ce rapport offrent de nombreux domaines d'application (en témoigne la vaste bibliographie en la matière ces dernières années) :
- description des territoires (visualisation de l'état de conservation et perception générale de l'intervention humaine ; figures 7 et 8) ;
- étude des impacts environnementaux (évaluation d'alternatives sylvicoles et de mesures de compensation aux impacts inévitables, choix de scénario selon l'empreinte écologique) ;
- planification des usages des territoires et des ressources naturelles (évaluation de l'intérêt pour la conservation d'un habitat particulier, évaluation des possibilités récréatives, établissement des priorités de conservation) ;
- mise en œuvre des réseaux d'espaces protégés (sélection des espaces et des habitats à haute naturalité, définition des limites, du zonage ou du bon état de conservation) ;
- gestion de la faune sauvage (choix des lieux de translocation, réintroduction et renforcement de population, évaluation du bon état de conservation d'une espèce) ;
- mise en œuvre d'une restauration écologique d'écosystèmes dégradés (choix des priorités entre les initiatives, définition des écosystèmes de références et des écosystèmes objectif).

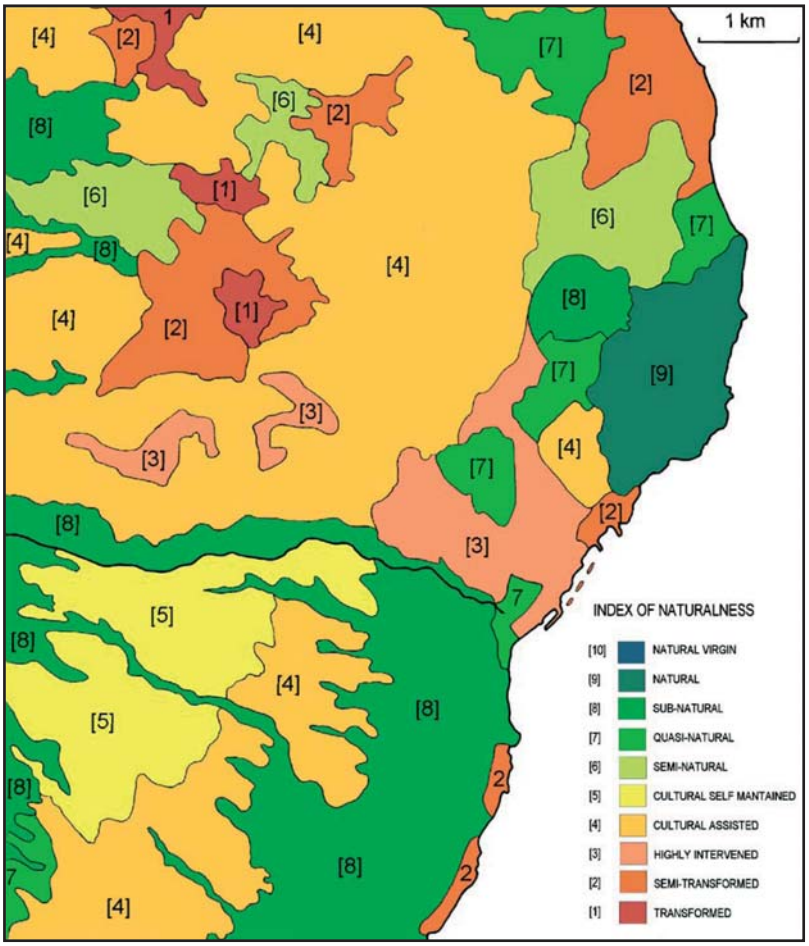



Figure 7. L'analyse de la naturalité sensu lato à l'échelle d'un territoire. Extrait de la carte au 1:25000 de Tenerife dans Machado 2004. Le gradient de naturalité *sensu lato* inclut des indicateurs de composition et structure du paysage et des impacts des activités humaines ; il est discrétisé en 10 niveaux, des espaces les plus transformés (en rouge) aux espaces vierges (en vert).

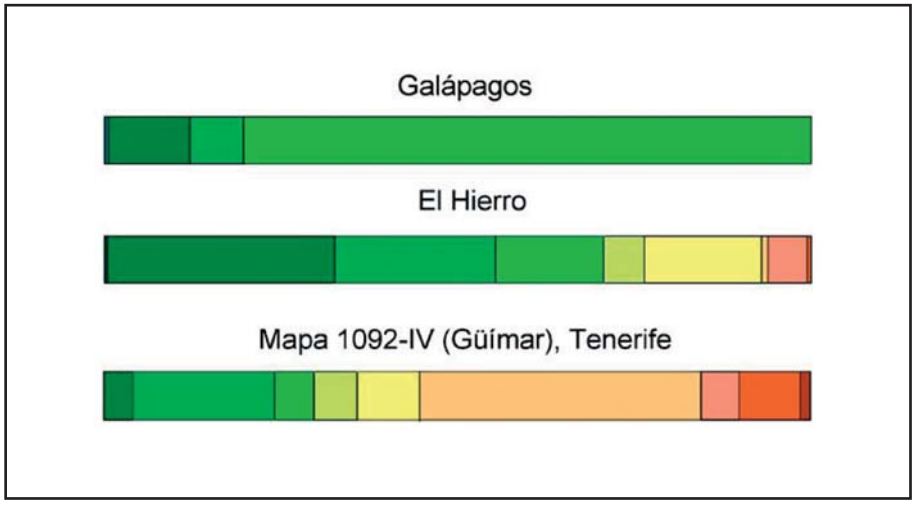



Figure 8. Exemple de profils de naturalité de trois territoires insulaire des Canaries (Machado 2004). Le gradient et les niveaux de naturalité sont les mêmes que ceux de la figure 7.

En France, ces derniers mois la réflexion et les réalisations d'études pour les gestionnaires concernant la naturalité des forêts se sont développées avec des buts variés mais de façon prometteuse (Lombardini 2004, Leroy 2006, Lorber 2006, Haye 2006, Touflan 2006).

**Une philosophie pratique pour l'action**

Penser en termes de biodiversité, de naturalité, d'empreinte écologique et de sentiment de nature conduit à introduire ces préoccupations très concrètement au moment de la définition d'une action de gestion. Le tableau 5 présente, sur les objectifs principaux de la gestion des espaces forestiers (non exhaustif), des exemples d'alternatives en fonction de la prise en compte ou non des notions de biodiversité, naturalité et humanité. Ce tableau est construit à partir d'exemple réels. Au-delà des objectifs économiques ou techniques généralement assignés à une action de gestion, ouverture de route, coupe,… l'analyse croisées des impacts sur ces trois composantes permet de réduire les effets négatifs et de comprendre les compromis possibles, voire de renoncer à une action présentant des effets négatifs trop forts ou injustifiés (tableau 6a, 6b, 6c). Cela permet d'accompagner aussi le gestionnaire dans la gestion de dilemmes courants (Landres *et al.* 2000), qu'ils relèvent d'une mauvaise gestion non durable, ou de ce que Génot (1998, 2003 a et b) appelle une « protection contre nature », ou encore d'une incompréhension sociale de l'action de gestion préconisée. En cas de conflit entre les impacts sur ces composantes et sans justification scientifique ou autre réelle, il va de soi que la sagesse consiste à rejeter l'action envisagée.

**Agir moins pour accomplir plus[1]**

Pour la conservation la nature, les espaces protégés et les réserves ne sont pas suffisants puisqu'ils sont aujourd'hui le plus souvent trop rares, trop isolés, trop statiques et/ou trop petits. Il s'agit donc également de déterminer des façons de conserver la nature dans la matrice des forêts aménagées.

La gestion forestière courante doit concilier concrètement ces impératifs à des réalités d'autres natures (par exemple, les limites et les fonctionnements d'un écosystème, la rémunération sur le marché du bois, les usages variés sur le territoire), et ceci pour des bénéfices aujourd'hui mais sans obérer ceux de l'avenir, dans des contextes variant d'une forêt à l'autre, et pouvant changer au rythme des décades.

En quoi les composantes de la Nature telles que discutées dans ce rapport présentent un intérêt pour le gestionnaire forestier ? Reprenons les, l'une après l'autre :

- la biodiversité est avant tout un patrimoine. Chaque gestionnaire est responsable de la conservation, ou plutôt de la non destruction des espèces de la forêt qu'il gère. De plus, du point de vue strictement anthropo-centré, la biodiversité rend également des services au gestionnaire forestier. La diversité des essences d'arbres, mais aussi des autres espèces, est aujourd'hui considérée classiquement comme un élément d'assurance pour le gestionnaire, suivant l'adage populaire qu' « il vaut mieux ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier », surtout en période de changements globaux. L'importance de la biodiversité en la matière se vérifie dans la gestion courante, au travers des préoccupations relatives à la génétique des plants forestiers, à leur adaptation aux conditions stationnelles (y compris l'indigénat), à l'utilisation de la diversité pour réduire les impacts négatifs d'une perturbation comme les tempêtes par exemple (Vallauri 2002). Cette propriété d'assurance commence à être démontrée de façon expérimentale dans les milieux forestiers artificialisés (Jactel *et al.* 2006) ;

- la naturalité exprime la même réalité en la prolongeant. En effet, les processus fonctionnels de l'écosystème forestier sont le moteur silencieux mais le plus efficace pour la réussite des réalisations sylvicoles. Travailler avec (et non pas contre) la résilience et la plasticité écologique du peuplement, les utiliser à son profit, les préserver voire les restaurer, permet au sylviculteur de laisser faire par la nature une plus grande part des travaux d'élagage, de sélection des brins, de dégagement de la régénération… Cela présente l'avantage d'éviter des erreurs et de guider le sylviculteur (tableau 6a), mais aussi de réduire l'empreinte écologique de la sylviculture et d'économiser le coût financier de certains travaux. L'intégration de la naturalité, plus que les questions de biodiversité, est actuellement sans doute le vecteur des plus grandes innovations vers des sylvicul-

[1] d'après la formule de Andrej Župančič *in* Carbonnaux (2006)

tures productives plus proches de la nature (De Tuckheim et Bruciamacchie 2005). Elle présente des stratégies très variées : sylvilculture irrégulière et continue proche de la nature, imitation des perturbations et gestion écosystémique, rétention d'arbres vétérans, de bois mort, d'îlots de sénescence (quelques hectares), de parcelles entières (séries écologiques) voir de massifs (plusieurs centaines d'hectares, correspondant à des réserves) ;

- la prise en compte du **sentiment de nature** dans la gestion courante pourrait paraître secondaire. Elle ne l'est toutefois pas, que cela soit dans le but d'améliorer l'acceptabilité sociale des actions indispensables par exemple à produire du bois de façon efficace, mais aussi dans le but d'assurer les fonctions sociales (dont la fonction récréative) des forêts gérées en augmentant leur vivabilité. Or, pour éviter les conflits, il suffit parfois de prendre en compte des principes simples (tableau 6b) ;

- intégrer et réduire **l'empreinte écologique** sur les forêts est à la fois une mission traditionnelle de la gestion forestière courante, conduisant par exemple à des actions de protection contre les excès et les agressions extérieures de la société (sur-pâturage, sur-exploitation du bois, pollution, sur-fréquentation….), et un devoir de sagesse et de précaution au regard des techniques forestières mises en œuvre pour la gestion sylvicole (choix d'itinéraires techniques, travaux…). Cela conduit à remettre en cause ou à discuter certaines alternatives ou pratiques (régime sylvicole, ouverture de routes et pistes, nettoiement du bois mort…) à la fois pour leur impact écologique non justifié (tableau 6c) mais aussi pour les impacts économiques induits (évitement de problèmes ultérieurs, sobriété, efficacité). Réduire l'empreinte écologique de la sylviculture consiste bien souvent à être économe, si tant est que l'on se soit fixé des objectifs réalistes (écologiquement et économiquement) au regard de la forêt considérée, notamment en valorisant les fonctions les plus importantes et en cherchant une production de bois de qualité la plus rémunératrice, calculée en chiffre d'affaire et non en volume de bois récolté.

En conclusion, ces approches constituent l'un des fondements d'une approche écosystémique (Grumbine 1994, Christensen *et al.* 1996) et durable de la gestion courante des forêts. Une évaluation de la naturalité, de l'empreinte d'une culture (au moins les principales, gestion forestière, chasse, récréation) commence à être intégrée dans des outils sylvicoles (exemple des marteloscopes « biodiversité », Bru-

© D. Vallauri

Vers une gestion productive proche de la nature. Futaie mélangée et irrégulière (hêtre et chêne).

# Tableau 5

tournez la page s'il vous plaît

© WWF

Pour répondre aux objectifs assignés à une forêt, le gestionnaire dispose toujours de plusieurs alternatives dont il convient d'évaluer la pertinence par de multiples critères écologiques, économiques et sociaux.

Tableau 5. Illustration des alternatives de gestion sur un même objectif.
Les exemples cherchent seulement à montrer les divergences possibles, pas à définir ce qui devrait être la règle en moyenne.

| Objectif | | Alternative dominante (actuelle ou passée) | Alternative biodiversité (gestion active contemporaine) | Alternative Biodiversité & Naturalité | Alternative Biodiversité, Naturalité & Humanité |
|---|---|---|---|---|---|
| **Production** | **Produire du bois** | Plantation monospécifique traitée en futaie régulière | Mélange d'espèces, y compris exotiques, dans la futaie régulière | Futaie continue d'essences indigènes mélangées | Sobriété et efficacité des usages du bois. Sylviculture invisible |
| | **Economie** | Economie du bois et produits forestiers marchands | Valorisation, y compris économique, de la biodiversité | Valorisation de la plasticité économique (résilience) | Economie de l'environnement : sobriété, efficacité, économie de moyens |
| **Protection** | **Espace naturel sensible** | Limiter les espaces protégés au strict minimum ; les placer là où cela dérange le moins. | Multiplier les petites réserves et gestion active de la faune remarquable | Réseau de réserves intégrales et sylviculture proche de la nature | Idem + dans Espace Nature Sensible, il y a « sensible » ; respect de l'esprit des lieux et inspiration des sens |
| | **Conserver les oiseaux cavicoles** | Nettoiement des arbres morts et à cavités | Pose de nichoirs artificiels et production de bois mort de façon artificielle et limitée (faute du coût) | Expression naturelle du bois mort, microhabitats durables, gérés avec inventaire, suivi et marquage à la peinture… | Gestion invisible et gestion du risque, inspiration par les cycles du vivant |
| | **Piéger du carbone[1]** | Reboisement artificiel et exploitation intensive pour production de bois énergie (optimisation par l'accroissement) | Idem mais en excluant les sites à haute valeur pour la biodiversité (zonage) | Réduction de la déforestation des forêts naturelles, optimisation du stock de carbone sur pied par création de réserves intégrales de grandes surfaces, en allongeant les âges d'exploitabilité, en restaurant la nécromasse et la biomasse manquante du fait du rajeunissement des forêts françaises dû à l'histoire | Idem + encadrement du prélèvement du bois énergie par une stricte règle d'efficacité énergétique (limitation de l'empreinte lié au transport du bois et des plaquettes) |
| **Social** | **Aider à fuir le stress et la pollution des villes** | Ouvrir la nature au tourisme de compensation. Aménagement des 4 P (parking, poubelles, panneaux, parcours santé). | Ouvrir la nature dans la limite du maintien des espèces (zonage…) | Ouvrir la nature de façon compatible avec la découverte pédagogique de la nature sauvage | Humanisation de notre habitat principal, la ville, pour réduire le besoin de compensation. Les forêts sauvages comme révélateur, inspiration ou diapason. |
| **Education** | **Eveiller à la Nature** | Information du public (justification des actions du gestionnaire) | Transmettre l'information sur la biodiversité par l'artifice (panneaux, webcam, chauve-souris en plastique…) | Inspirer, éveiller, faire ressentir et comprendre par l'éducation à la fois en maison de la nature et sur le terrain | Inspirer un comportement citoyen et l'appréhension de toutes les dimensions de la Nature, y compris humaines |
| **Recherche** | **La forêt laboratoire** | Etude de la rationalisation 'agronomique' de la production de bois. | Inventorier, dénombrer, nommer, étudier la biodiversité | Etude du fonctionnement écologique de la forêt avec et sans l'Homme | Egalement des recherches psychologiques, sensibles, sociales sur l'expérience de nature. |

[1] Il est rappeler que pour lutter contre le réchauffement climatique, la seule véritable alternative est de réduire à la racine nos émissions de gaz à effet de serre ($CO_2$, méthane). La fixation de carbone par le reboisement (seule alternative reconnu par Kyoto à ce jour) n'est qu'une action palliative. Elle présente de très nombreuses lacunes (déresponsabilitation des émetteurs) et des pièges (accentuation de l'artificialisation des forêts, calcul de stockage fondé uniquement sur l'accroissement biologique, surexploitation localisée pour fournir du bois énergie, non prise en compte de la réalité des stocks de carbone dans les forêts naturelles existantes et de la possibilité de restaurer des stocks sur pied dans les forêts gérées appauvries en carbone par rajeunissement).

Tableau 6. Grille d'analyse et d'évaluation d'une action de gestion : les dilemmes et synergies possibles.
a) entre naturalité et biodiversité ; b) entre naturalité et sentiment de nature ; c) entre naturalité et empreinte écologique (– ou + = action de gestion ayant un impact respectivement négatif ou positif sur la composante considérée).

| **a)** | | **Biodiversité** | |
|---|---|---|---|
| | | **–** | **+** |
| **Naturalité** | **–** | Rejet de l'action pour raisons écologiques | Danger de gestion trop active (argumentaire à préciser) |
| | **+** | Danger à préciser (argumentaire détaillé requis) | Action souhaitable |

| **b)** | | **Sentiment de nature** | |
|---|---|---|---|
| | | **–** | **+** |
| **Naturalité** | **–** | Rejet de l'action pour raisons écologiques et sociales | Sensibilisation, éducation à la nature |
| | **+** | Incohérence à élucider (éducation à la naturalité) | Action souhaitable |

| **c)** | | **Empreinte écologique** | |
|---|---|---|---|
| | | **–** | **+** |
| **Naturalité** | **–** | Danger à préciser (argumentaire détaillé requis) | Rejet de l'action pour raisons écologiques |
| | **+** | Action souhaitable | Danger à préciser (argumentaire détaillé requis) |

ciamacchie 2005) ou de l'aménagement (concept d'aménagementoscope, Vallauri *et al.* 2007). Elle trouverait une place très utile dans les codes de bonnes pratiques sylvicoles et les manuels de conservation de la nature.

### Restaurer également la naturalité

Dans les milieux forestiers du XXIe siècle, la question de la restauration des forêts dégradées se pose au niveau mondial avec une acuité toute particulière, pour des raisons tant écologiques que de satisfaction des besoins humains. Toutefois, la restauration d'un écosystème aussi complexe qu'une forêt est une entreprise complexe, dépassant de très loin la seule action généralement reconnue de la plantation d'arbres (Mansourian *et al.* 2005).

Si cela concerne avec moins de gravité les forêts métropolitaines aujourd'hui, rappelons tout de même que :
- ce n'est pas le cas de forêts proches (bassin méditerranéen par exemple) ou sous responsabilité française (par exemple les forêts sèches de Nouvelle-Calédonie ; Vallauri & Géraux 2004).
- ce fut le cas il y a peu dans l'histoire forestière de la métropole (fin du XIXe siècle, suite à la sur-exploitation de la ressource dans bien des régions) ;
- si l'on considère la biodiversité et la naturalité, les dégradations de certains compartiments écologiques ou de leurs fonctionnements sont encore sensibles aujourd'hui (exemple du rajeunissement des forêts, de la faune saproxylique, de l'absence de grands prédateurs ou de grands herbivores, de la disparition d'espèces comme le Grand Tétras…) ;
- par ailleurs dans certains boisements récents très artificiels, notamment ceux réalisés dans les cinquante dernières années, la question d'une restauration progressive de la biodiversité et de certains éléments de naturalité se pose (indigénat, diversité des essences, bois mort…).

Prendre en compte les composantes de la naturalité sensu lato telles que discutées dans ce rapport est important pour le restaurateur, notamment pour guider son action et répondre aux dilemmes classiques (tableau 6a, 6b, 6c). Nourries de l'expérience internationale sur le sujet (Mansourian *et al.* 2005), des priorités ont été définies :

- la priorité première du restaurateur est de stopper, réduire ou contrôler les facteurs de dégradation, en traitant le problème à sa racine. Cela consiste exclusivement à travailler sur les aspects les plus dommageables de l'empreinte écologique ;
- la seconde priorité, pour des raisons de faisabilité comme de coûts, est d'utiliser les méthodes de restauration passive (fondées sur la résilience de l'écosystème), là où cela est possible ;
- en dernier recours, une restauration active doit être envisagée en complément.

Procéder ainsi lève une grande partie des dilemmes naissant d'une approche trop agronomique ou active de la restauration des forêts, qui peut être fortement négative sur le plan de la naturalité, tout en n'étant, de plus, ni économe, ni viable dans le temps (voir les nombreux exemples mondiaux dans Mansourian *et al.* 2005).

### Créer ici des Himalayas[1]

Parmi les orientations nécessaires à la conservation de la nature, la protection de haut-lieux de naturalité (réserves intégrales, la grande lacune de la protection des forêts françaises) est une des solutions susceptibles d'une amélioration significative de la situation. Elles doivent avoir pour objectifs de désigner en qualité et en quantité suffisante des espaces destinés à protéger :
- des espèces, des habitats ou des processus écologiques clés difficilement compatibles avec une gestion productive courante, même proche de la nature (ex. : espace pour les grands carnivores et herbivores ; très grandes quantités de nécromasse nécessaires à des espèces saproxyliques très spécialisées ; etc.). Chaque objectif assigné requiert une superficie scientifiquement adéquate. Ces dernières années, le réseau national de réserves intégrales évolue positivement, avec notamment la création des trois premières réserves de plus de 2000 ha et du Parc National de Guyane. En métropole, les très grands espaces forestiers protégés de l'exploitation (>10 000 ha) peuvent être encore améliorés ;
- des grands espaces présentant une empreinte humaine réduite pour le ressourcement des humains. Il est évident que les indicateurs à utiliser pour les sélectionner doivent être sensiblement différents. Toutefois, ces espaces peuvent être compatibles, dans le cadre d'un zonage approprié, avec les espaces précédemment définis pour leur éco-

[1] d'après la formule de Andrej Župančič *in* Carbonnaux (2006)

© Pere Isern

Le Grand Tétras, un emblème indicateur de vieilles forêts et d'une gestion forestière durable.

logie, les réserves intégrales n'étant pas obligatoirement fermées complètement au public (distinction entre les réserves relevant de la catégorie UICN Ia et UICN Ib à fonction également éducative).

Sur ces deux objectifs, en France notamment, la naturalité *sensu lato* est toujours relative (par rapport à un secteur biogéographique, à une culture régionale). Il ne s'agit jamais de naturalité absolue mais chaque espace la suggère sur plusieurs critères.

On peut toutefois regretter qu'en France les critères destinés à sélectionner les zones à protéger en réserve intégrale soient très limités et quasi-essentiellement forestiers au sens étroit du terme (structures et stations) (Gonin-Reina 1989, Ceconello 1991, Greslier 1993, Renaud 1995, Ponthus 1996, ONF 1998, Lombardini 2004). Cela conduit parfois à mettre en place une protection intégrale presque « en aveugle », en comptant sur le temps pour restaurer une « naturalité » potentielle flou à partir d'une zone présentant une biodiversité et une naturalité actuelle plus que discutables. Ne gagnerait-on pas en cohérence et viabilité du réseau à ajouter :
- des critères relatifs aux enjeux (espèces ou groupes écologiques à protéger par les réserves intégrales) ;
- d'autres critères de naturalité intégrateur (continuité temporelle et spatiale des boisements, processus fonctionnels clé de la viabilité des populations) ?
Ces éléments sont la clé d'une politique de conservation telle que définie internationalement (Margules et Pressey 2000, Noss 2003).

Ces haut-lieux de naturalité demeurent d'indispensables outils pour aider le gestionnaire forestier à s'inspirer et à innover en harmonie avec les lois de la nature, et ainsi profiter au mieux de la production naturelles des biens et des services forestiers.

## En guise de dernier mot

Ce rapport est une petite pierre apportée au débat sur la naturalité, notamment autour des questions relatives aux forêts.

Il va de soi qu'un seul point de vue ne saurait épuiser un sujet d'une telle ampleur scientifique et aux multiples retombées pratiques. Avec modestie et humilité, cette contribution n'a pas pour ambition d'apporter de réponses à toutes les questions posées.

Espérons toutefois qu'elle contribuera :
- à montrer que sous le terme souvent refusé de naturalité se cache de vraies questions pour le scientifique comme pour le philosophe ;
- à organiser un débat entre gestionnaires et scientifiques ;
- à inspirer les gestionnaires pour de le développement des indispensables outils d'aide à la réflexion et à la décision.

© D. Vallauri

Ruisseau dans une hêtraie naturelle du Parc National de Poloniny (Slovaquie),
un haut-lieu de naturalité à la triple frontière Slovaquie-Ukraine-Pologne.

# ► Références

(citées dans le texte et références additionnelles)

Allin C.W. 2000. The triumph of politics over wilderness science. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 180-185.

Anderson J.E. 1991. A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. Conservation biology, 5 : 347-352.

André J. 2005. Activité et diversité des organismes hétérotrophes : les clés du bouclage des cycles biogéochimiques et sylvigénétiques. *In* Vallauri *et al.* (coord.). Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes, pp. 89-98.

Angermeier P.L. 1994. Does Biodiversity Include Artificial Diversity? Conservation Biology 8:600–602.

Angermeier P.L. 2000. The natural imperative for biological conservation. Conservation biology, 14 : 373-381.

Angermeier P.L., Karr J.R. 1994. Biological Integrity versus Biological Diversity as Policy Directives. Bioscience 44:690–697.

Applet G., Thomson J., Wilbert M. 2000. Indicators of wildness: using attributes of land to assess the context of wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 89-98.

Arriaza M., Canas-Ortega J.F., Canas-Madueno J.A., Ruiz-Aviles P. 2004. Assessing the visual quality of rural landscapes. Landscape and urban planning 1:115-125.

Ashtor J.L. 2000. Monitoring social indicators in the Bear trap canyon wilderness 1988-1998. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 4 : 229-231.

Ayad Y.M. 2005. Remote sensing and GIS in modeling visual landscape change: a case study of the northwestern arid coast of Egypt. Landscape and Urban Planning 73(4):307-325.

Balmford A. 1998. On hotspots and the use of indicators for reserve selection. Trends in ecology and evolution, 13 : 409-419.

Balmford A., Green R.E. and Jenkins M. 2003. Measuring the changing state of nature. Trends in Ecology and Evolution 18(7):326-330.

Barbault R. 1994. Des baleines, des bactéries et des hommes. Odile Jacob, 327 p.

Barbault R. 1997. Biodiversité. Hachette, Les fondamentaux, 159 p.

Barbault R. 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité. Seuil, 265 p.

Barbero M., Quézel P., 1994. Place, rôle et valeur historique des éléments laurifoliés dans les végétations préforestières et forestières ouest-méditerranéennes. Annali di Botanica, vol. LII, p. 81-133.

Barthod C. 2005. L'homme, la nature et la forêt : les grands débats d'idées en cours. Colloque franco-américain « Gérer la forêt des deux côtés de l'Atlantique, hommage à Gifford Pinchot », Nancy, 8-9 mars 2005.

Bartoli M., 2003. La dynamique naturelle de l'épicéa (Picea abies (L.) Karts.) dans les Pyrénées françaises. Acta Botanica Barccelona, 49. 281-290.

Bary-Lenger A., Nebout J-P. 2004. Culture des chênaies irrégulières dans les forêts et les parcs. Contribution à une sylviculture durable et rentable. Editions du Perron, Alleur-Liège, 356 pages.

Behan J.R., Richards M.T., Lee M.E. 2000. How do visitor density and anthropogenic change in Frontcountry wilderness settings affect recreation benefits ? USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 4 : 63-68.

Bellivier F., Brunet L. 1999. De la nature humaine à l'identité génétique: nature et artifice dans la « bioéthique ». Espaces et sociétés 99 : 43-68.

Bergeron Y., Gauthier S., Flannigan M. , Kafka V. 2004. Fire regimes at the transition between mixedwoods and coniferous boreal forest in Northwestern Quebec. Ecology 85: 1916-1932.

Bergeron Y., Gauthier S., Kafka V., Lefort P., Lesieur D. 2001. Natural fire frequency for the eastern Canadian boreal forest: consequences for sustainable forestry. Can. J. For. Res. 31: 384-391.

Bergeron, Y., Flannigan M., Gauthier S., Leduc A., Lefort P. 2004. Past, current and future fire frequency in the Canadian boreal forest: implications for sustainable forest management. Ambio 33(6):356-360.

Blondel J. 2003. Les perturbations spontanées, moteur de la dynamique forestière. *In* Vallauri D. (coord.). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Editions Tec & Doc., Paris, pp. 43-50.

Blondel J. 2005. Biodiversités et sciences de la nature. *In* Marty P., Vivien F.D., Lepart J., Larrère R. (coord.) 2005. Les biodiversités, objets, theories, pratiques. CNRS Editions, pp. 23-36.

Blondel J. 2006. Préserver la biodiversité n'est pas un luxe. Les génies de la science, p. 7.

Boisson B. 1996. La forêt primordiale. Editions Instant présent, 215 pages.

Boisson B. 2003a. La forêt sauvage et son trou noir culturel. *In* Vallauri D. (coord.). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Tec & Doc, Paris, pp.165-176.

Boisson B. 2003b. La forêt diapason. *In* Vallauri D. (coord.). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Editions Tec & Doc., Paris, pp. 177-185.

Boisson B. 2005. Ces arbres morts qui raniment la vie en l'homme. *In* Vallauri *et al.* (coord.). Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc, Paris, pp. 353-360.

Bonnicksen T.M., Stone E.C. 1985. Restoring naturalness to National Parks. Environmental Management Vol. 9, No. 6, pp. 479-486.

Borgström Hansson C., Wackernagel M. 1999. Rediscovering place and accounting space: how to re-embed the human economy. Ecological Economics 29:203–213.

Boteva D., Griffiths G., Dimopoulos P. 2004. Evaluation and mapping of the conservation significance of habitats using GIS: an example from Crete, Greece. Journal for Nature Conservation 12 (2004) 237—250

Botkin D.B. 2000. Wilderness science: an oxymoron ? USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 1 : 48-51.

Bourg D. 1993. Les sentiments de la nature. La Découverte, 247 p.

Boutefeu B., Arnoult P. 2006. Le métier de forestier : entre rationalité et sensibilité. Revue forestière française 58(1) :61-72.

Boxall P., Rollins K., Engin J. 2003. Heterogenous preferences for congestion during a wilderness experience. Ressource and energy economics 2:117-195.

Brabyn L. 2005. Solutions for characterising natural landscapes in New Zealand using geographical information systems. Journal of Environmental Management 76 (2005) 23–34.

Branquart E., Vandekerkove K., Bourland N., Lecomte H. 2005. Les arbres sur-âgés et le bois mort dans les forêts de Flandre, de Wallonie et du Grand-Duché de Luxembourg. *In* Vallauri *et al.* (coord.). Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc, Paris, pp. 19-30.

Brédif H., Arnould P. 2004. Évaluer n'est pas gérer. Considérations pour rompre le pouvoir des critères et des indicateurs. Revue forestière française, n°5 :485-500.

Bridle K.L., Kirkpatrick, J.B. 2005. An analysis of the breakdown of paper products (toilet paper, tissues and tampons) in natural environments, Tasmania, Australia. Journal of Environmental Management 74:21–30.

Brooks R.P., O'Connell T.J., Wardrop D.H., Jackson L.E. 1998. Towards a regional index of biological integrity. Environmental monitoring and assessment, 51(1-2) : 131-143.

Bruciamacchie M. 2005. Le marteloscope, un outil pour apprendre la gestion durable. Exemple d'évaluation de différents scénarios au marteloscope de Zittersheim (Vosges du nord). *In* Vallauri *et al.* (coord.). Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc, Paris, pp 237-248.

Brustel H., 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Les Dossiers forestiers de l'ONF, 297 p.

Burgat F. 2002a. Animalité. Encyclopaedia Universalis, 20 pages.

Burgat, F. 2002b. Le propre de l'homme et l'appropriation de l'animal. Nature Sciences Sociétés 10(1) : 16-23.

Burgat, F. 2006. Liberté et inquiétude de la vie animale. Ed. Kimé (Philosophie en cours), 314 p.

Callicott J.B. 2000. Contemporary criticisms of the received wilderness idea. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 1 : 24-31.

Callicott J.B., Mumford K. 1997. Ecological sustainability as a conservation concept. Conservation Biology, 11:32–40.

Carbiener D. 1995. Les arbres qui cachent la forêt. La gestion forestière à l'épreuve de l'écologie. Edisud, Aix-en-Provence, 243 pages.

Carbonnaux S. 2006. Robert Hainard, chasseur au crayon. Editions Hesse/Fondation Hainard, 323 pages.

Carcaillet C., Talon B. 2003. La forêt en France depuis la dernière glaciation. *In* Vallauri D. (coord.). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Tec & Doc, pp. 19-33.

Ceconello A. 1991. Inventaire des forêts subnaturelles du massif vosgien. Mémoire DESS, Paris.

Christensen, Bartuska, Brown, Carpenter, D'Antonio, Francis, Franklin, MacMahon, Noss, Parsons, Peterson, Turner, and Woodmansee. 1996. The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. Ecological Applications, 6(3):665-691.

Clapp R.A. 2004. Wilderness ethics and political ecology: remapping the Great Bear Rainforest. Political Geography 23:839–862.

Clay G.R., Smidt R.K. 2004. Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis. Landscape and Urban Planning 66 (2004) 239–255.

Cohen-Halimi M. 1994. L'anthropologia in nuce de Kant et Hamann. Revue de métaphysique et de morale 99(3):313-325.

Cole D.N. 2001. Management dilemmas that will shape wilderness in the 21st century. Journal of forestry 99(1):4-8.

Cole D.N., Hammitt W.E. 2000. Wilderness management dilemmas : fertile ground for wilderness management research. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 1:58-63.

Cole D.N., Mc Cool S.F., Borrie W.T., O'Loughlin J. (comps.) 2000b. Wilderness science in a time of change conference—Volume 4: Wilderness visitors, experiences, and visitor management; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRSP- 15-VOL-4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 273 p.

Cole D.N., Mc Cool S.F., Borrie W.T., O'Loughlin J. (comps.) 2000c. Wilderness science in a time of change conference—Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 381 p.

Cole D.N., Mc Cool S.F., Freimund W.A., O'Loughlin J. (comps.) 2000. Wilderness science in a time of change conference—Volume 1: Changing perspectives and future directions; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-1. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 63 p.

Cole D.N., Monz C.A. 2004. Spatial patterns of recreation impact on experimental campsites. Journal of Environmental Management 70 (2004) 73–84.

Comer P.J. 1997. A "natural" benchmark for ecosystem function. Conservation Biology, 11:301–303.

Commarmot B. (coord.) 2005. Natural forests in the temperate zone of Europe: biological, social and economic aspects. Forest snow and landscape research, 79(1/2):1-194.

Confer J.J., Mowen A.J., Graete A.R., Absher J.D. 2000. Magazines as wilderness information sources: assessing users' general wilderness knowledge and specific leave no trace knowledge. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 4 : 193-197.

Conrad J.M. 2000. Wilderness: options to preserve, extract, or develop. Resource and energy economics 3:205-219.

Costanza R. 2003. A vision of the future of science: reintegrating the study of humans and the rest of nature. Futures 35:651–671.

Crist M.R., Wilmer B.O., Aplet G.H. 2005. Assessing the value of roadless areas in a conservation reserve strategy : biodiversity and landscape connectivity in the northern Rockies. Journal of applied ecology 42(1):181-191.

Crumpacker D.W. 1998. Prospects for sustainability of biodiversity based on conservation biology and US Forest Service approaches to ecosystem management. Landscape and Urban Planning 40: 47–71.

Da Silva J.M.C., Rylands A.B., Da Fonseca G.A.B. 2005. The fate of amazonian areas of endemism. Conservation biology, 19(3): 689-694.

Daillant O. 1996. Espèces indicatrices de forêts anciennes. Bulletin de l'Observatoire Mycologique, 9 :11-12.

Dambrine E., Dupouey J.L., Laüt L., Humbert L., Thinon M., Beaufils T., Richard H. 2007. Present forest biodiversity patterns in France related to former Roman agriculture. Ecology, in press.

Davenport M.A., Freimund W.A., Borrie W.T., Manning R.E., Valliere W.A., Wang B. 2000. Examining visitor use in Yellowstone National Park. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 4 : 86-92.

Davidson R.J., Gray P.A., Boyd S., Cordiner G.S. 2000. State-of-the-wilderness reporting in Ontario: models, tools and techniques. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 111-119.

Day S.P. 1993. Woodland origin and 'ancient woodland indicators' : a case study from Sidlings Copse, Oxfordshire, U.K. The Holocene, 3 : 45-53.

De Groot W.T., van den Born R.J.G. 2003. Visions of nature and landscape type preferences: an exploration in the Netherlands. Landscape and Urban Planning, 63:127-138.

De Leo G.A., Levin S. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. Conservation ecology (1) : 3. Available from the internet. URL ://www. consecol.org/vol1/iss1/art3.

De Paul M.-A., Bailly M. 2005. Effet de la compaction des sols forestiers. Forêt Wallonne 76 : 48-57.

De Turkheim B., Bruciamacchie M. 2005. La futaie irrégulière. Théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature. Edisud, Aix-en-Provence, 286 pages.

Deplaze P., Hegglin D., Gloor S., Romig T. 2004. Wilderness in the city: the urbanization of Echinococcus multicularis. Trends in parasitology 20(2):77-84.

DERF 1995. Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises. Paris, 49 p.

DERF 2000. Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises. Paris, 129 p.

Derrière N., Lucas S. 2006. Les forêts sous influence urbaine en zone méditerranéenne. Forêt méditerranéenne 27(4):323-329.

Descartes R. 1637 (2000). Discours de la méthode. GF Flammarion, 190 pages.

Descola P. 2005. Par-delà nature et culture. NRF Gallimard, 623 pages.

DGFAR 2006. Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises. Paris, 148 p.

Diamond J. 2006. Effondrement : Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie. Gallimard, 648 pages.

Diederich P., 1991. Les forêts luxembourgeoises à longue continuité historique. Bulletin de la Société de Naturaliste luxembourgeoise, n°92. p. 31-39.

Diemer M., Held M., Hofmeister S. 2003. Urban wilderness in Central Europe. International journal of wilderness, 9(3):7-11.

Dodelin B., Le Quéau P. 2004. Approche pluridisciplinaire de la cembraie de l'Orgère (Parc national de la Vanoise, France). Parc National de la Vanoise/Université de Savoie/Université Mendès-France, 58 p.

Dods R.R. 2002. The death of Smokey bear: the ecodesaster myth and forest management practices in prehistoric North America. World archaeology 33(3):475-487.

Drew L.W. 2005. Wilderness lost. New scientist, 2495:44-47.

Du Bus de Warnaffe G., Devillez F. 2002. Quantifier la valeur écologique des milieux pour intégrer la conservation de la nature dans l'aménagement des forêts : une démarche multicritères. Annals of forest science, 59(4) :379-387.

Du Bus de Warnaffe G., Lebrun P. 2004. Effects of forest management on carabid beetles in Belgium: implications for biodiversity conservation. Biological Conservation 118:219–234.

Dubois D., Resche-Rigon P. 1995. De la « naturalité » des catégories sémantiques : des catégories « d'objets naturels » aux catégories lexicales. Intellectica 20, 1, 217-245.

Dudley N. 1996. Authenticity as a means of measuring forest quality. Biodiversity Letters 3:6–9.

Dudley N. 2003 L'importance de la naturalité dans les paysages forestiers. *In* Vallauri D. (coord.). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Editions Tec & Doc., Paris, pp. 77-86.

Dudley N., Vallauri D. 2004. Deadwood, living forest. The importance of veteran trees and deadwood to biodiversity. WWF report, 16 pages

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

Dupouey J-L., Bachacou J., Cosserat R., Aberdam S., Vallauri D., Chappart G., Corvisier de Villèle M-A. 2007. Vers la réalisation d'une carte géoréférencée des forêts anciennes de France. Le Monde des Cartes (à paraître).

Eisner T. 2003. Wilderness. American scientist, 91(4):292-294.

Ewald K.C. 2001. The neglect of aesthetics in lansdscape planning in Switzerland. Landscape and Urban Planning, 54:255-266.

Ewert A.W. 1998. A Comparison of Urban-Proximate and Urban-Distant Wilderness Users on Selected Variables. Environmental Management, 22(6) : 927–935.

Fayet B. Saltron F., Guerere M. 1997. Quelques réflexions concernant l'authentification de la la naturalité des arômes et produits aromatisés. Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique 90(938):9-19.

Fidell S., Silvati L., Howe R., Pearsons K.S., Tabachnick B.C., Gramann J., Buchanan T. 1996. Effect of aircraft overflights on wilderness recreationists. The journal of acoustical society of America 100(5): 2909-2918.

Fischer D.W., Ferman-Almada J.L., Garcia C.A., Gastelum A.G., Galindo Bect L.A. 2000. Tourism development in coastal areas and its impact on the environmental quality. http://manejo.ens.uabc.mx/Pagina-MZC/Proyectos/ELANEM-UABC/principal/Indice/frameset.htm.

Foreman D. 2000. The real wilderness idea. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 1 : 32-38.

Foster D.R. 2002. Thoreau's country: a historical-ecological perspective on conservation of New England landscapes. Journal of biogeography 29(10):1537-1555.

Fox K.M. 2000. Navigating confluences: revisiting the meaning of "wilderness experience". USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 49-58.

Frederickson L.M, Anderson D.H. 1999. A qualitative exploration of the wilderness experience as a source of spiritual inspiration. Journal of Environmental Psychology 1999 19:21-39.

Frederickson L.M, Johnson B.L. 2000. Wilderness: a place for ethical inquiry. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 177-180.

Fry S.K., Heubeck B.G. 1998. The effects of personality and situational variables on mood states during outward bound wilderness courses: an exploration. Person. individ. Diff., 24(5) :649-659.

Gager D., Hendee J.C., Kinziger M., Krumpe E. 1998. What managers are saying –and doing– about wilderness experience. Journal of forestry 96(8):33-37.

Garitacelaya J. 2006. Forestiers stoïques et sylvicultures épicuriennes. Réflexions sur le changement de paradigme sylvicole. Revue forestière française 3 :273-280.

Génot J.-C. 1998. Ecologiquement correct ou protection contre nature ? Edisud, Aix-en-Provence, 155 pages.

Génot J.-C. 2003a. Quelle éthique pour la nature ? Edisud, 191 pages.

Génot J.-C. 2003b. Pour la nature en forêt. *In* Vallauri D. (coord.). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines. Editions Tec & Doc., Paris, pp. 155-161.

Génot J-C. 2005. Pour une éthique de la naturalité dans la gestion forestière. *In* Vallauri *et al.* (coord.). Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc, Paris, pp. 345-351.

Gilg O. 1997. Eléments d'évaluation de la naturalité des écosystèmes forestiers vosgiens. Eléments conceptuels et méthodologiques. Application aux hêtraies-sapinières de la Réserve Naturelle du massif du Grand Ventron. Parc naturel régional des Ballons des Vosges, Conservatoire des Sites Alsaciens, Conservatoire des Sites Lorrains. Rapport, 52 pages.

Gilg O. 2004. Forêts à caractère naturel : caractéristiques, conservation et suivi. Montpellier, ATEN/RNF, 96 pages.

Gilg O., Garrigue J., Pont B., Schwoehrer C., Despert Y. 2005. La conservation et l'étude du bois mort dans les réserves naturelles de France. *In* Vallauri *et al.* (coord.). Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc, Paris, pp. 315-324.

Gilg O., Schwoehrer C. 1999. Evaluation de l'importance du patrimoine naturel forestier (forêts subnaturelles et réserves forestières intégrales) dans le réseau des réserves naturelles. Quétigny, Réserves Naturelles de France, 35 pages.

Gimblett R., Daniel T., Cherry S., Meintner M.J. 2001. The simulation and visualization of complex human-environment interactions. Landscape and urban planning, 54:63-78.

Glennon M.J., Porter W.F. 2005. Effects of land use management on biotic integrity: An investigation of bird communities. Biological Conservation 126:499-511.

Gobster P.H. 2001. Visions of nature : conflict and compatibility in urban park restoration. Landscape and urban planning, 56:35-51.

Gobster P.H., Westphal L.M. 2004. The human dimensions of urban greenways: planning for recreation and related experiences. Landscape and Urban Planning 68:147–165.

Gonin-Reina, P. 1989. Contribution à l'étude de l'évolution des forêts non-exploitées dans les Pyrénées. Cemagref, Parc national des Pyrénées, 46 pages + annexes.

Gosselin M., Laroussinie O. (coord.) 2004. Biodiversité et gestion forestière. Synthèse bibliographique. Cemagref Editions, collection Etudes, 320 pages.

Götmark F. 1992. Naturalness as an evaluation criterion in nature conservation : a response to Anderson. Conservation biology, 6 : 455-458.

Greig J., Williams T. 1998. Restoring wilderness functions and vicarious basis of ecological stewarship. Journal of Canadian studies, 33(2):116-125.

Greslier N., 1993. Inventaire des forêts subnaturelles de l'arc alpin français. Rapport de stage de troisième année à l'ENGREF en coopération avec l'ONF et le Cemagref, 65 pages + annexes.

Grumbine R.E. 1994. What is ecosystem management? Cons. Biol. 8(1): 27-38.

Gyllin M., Grahn P. 2005. A semantic model for assessing the experience of urban biodiversity. Urban Forestry & Urban Greening 3:149–161.

Haberl H., Wakernagel M., Wrbka T. 2004. Land use and sustainability indicators. An introduction (editorial). Land Use Policy 21 (2004) 193–198.

Habron D. 1998. Visual perception of wild land in Scotland. Landscape and urban planning 1:45-56.

Hagerhall C.M., Purcell T., Taylor R. 2004. Fractal dimension of landscape silhouette outlines as a predictor of landscape preference. Journal of Environmental Psychology 24:247–255.

Haila Y. 1997. A 'Natural' Benchmark for Ecosystem Function. Conservation Biology, 11: 300–301.

Hainard R. 1946 (réédition 1997). Le miracle d'être. Editions Le Sang de la Terre, 196 pages.

Hainard R. 1954. Quelques réflexions sur deux forêts vierges. La forêt (revue suisse), n° de juin : 108-182 (avec un dessin).

Hainard R. 1972. Expansion et nature. Le courrier du livre, Paris,185 p.

Hainard R. 1986. Le guetteur de lune. Editions Hermé, 215 pages.

Hainard R. 1994. Et la nature ? Editions Hesse, 236 pages.

Hall T.E., Farrell T.A. 2001. Fuelwood depletion at wilderness campsites: extent and potential significance. Environnmental conservation 2(3):241-247.

Hallikainen V. 2000. The Finnish “social wilderness”. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 205-217.

Harrisson R. 1992. La Forêt, essai sur l'imaginaire occidental. Editions Flammarion, 396 pages.

Haye S. 2006. Mise en place d'un protocole d'évaluation de la naturalité des forêts gérées en irrégulier. Mémoire ENGREF-FIF, Nancy, 78 pages.

Hedenås H., Ericson L. 2000. Epiphytic macrolichens as conservation indicators: successional sequence in Populus tremula stands. Biol. Cons., 93 : 43-53.

Henjum Mark G. 1996. Maintaining ecological integrity of inland forest ecosystems in Oregon and Washington. Wildl. Soc. Bull., 24(2) : 227-232.

Henwood K., Pidgeon N. 2001. Talk about woods and trees: threat of urbanization, stability and biodiversity. Journal of Environmental Psychology 21:125-147.

Hermy M., Honnay O., Firbank L., Grashof-Bokdam C., Lawesson J. E., 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. Biological Conservation 91: 9-22.

Heth C.D., Cornell E.H. 1998. Characteristics of travel by persons lost in Albertan wilderness areas. Journal of environmental psychology 3:223-235.

Higham J.E.S., Kearsley G.W., Kliskey A.D. 2000. Wilderness perception scaling in New-Zealand: an analysis of wilderness perceptions held by users, nonusers and international visitors. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 221-222.

Hill M.O., Roy D.B., Thompson K. 2002. Hemeroby, urbanity and ruderality: Bioindicators of disturbance and human impact. Journal of Applied Ecology, 39:708–720.

Hobbs R.J., Arico S., Aronson J., Baron J.S., Bridgewater P., Cramer V.A., Epstein P.R., Ewel J.J., Klink C.A., E.A. Lugo, Norton D., Ojima D., Richardson D.M., Sanderson E.W., Valladares F., Vilà M., Zamora R., Zobel M. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. Global Ecology and Biogeography, 15:1–7.

Höchtl F., Lehringer S., Konold W. 2005. “Wilderness“: what it means when it becomes a reality – a case study from southwestern Alps. Landscape and urban planning, 70:85-95.

Hockett K.S., Hall T.E. 2000. Visitors’ knowledge of Federal wilderness: implications for wilderness user research and management. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 4 : 122-127.

Hughes R.M., Howlin S., Kaufmann P.R. 2004. A biointegrity index (IBI) for coldwater streams of western Oregon, Washington. Transactions of the American Fisheries Society 133(6):1497-1515.

Hunter M.L. Jr. 1996. Benchmarks for managing ecosystems: Are human activities natural. Conservation Biology, 10:695–697.

Hunter M.J., ed. Maintaining biodiversity in forest ecosystem. ed. Hunter M.J. 2000, Cambridge University Press: Cambridge, 698 pages.

Hunter M.L. Jr. 2000. Refining normative concepts in conservation. Conservation Biology, 14, 573–574.

Hunter M.L. Jr. 2005. A mesofilter conservation strategy to complement fine and coarse filters. Conservation Biology 1025 –1029.

Falinski J.B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Bialowieza Forest. Ed. Junks, Dordrecht.

Marage D., 1999. Evaluation et dynamique de la diversité du tapis herbacé. Sylvigénèse versus sylviculture. Exemple des hêtraies-sapinières du bassin versant de Gap-Chaudun (Hautes-Alpes). Université Claude Bernard, Lyon I: Lyon.

Jaakson R., Won Sop Shin 1993. Purism and wilderness campers. Journal of social psychology 4:489-493.

Jactel H., Ménassieu P., Vétillard F., Gaulier A., Samalens J.-C. & Brockerhoff E. 2006. Tree species diversity reduces the invasibility of maritime pine stands by the bast scale, Matsucoccus feytaudi (Homoptera: Margarodidae). Canadian Journal of Forest Research 36: 314-323.

Jalas J. 1955. Hemerobe and hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. Acta Societas Fauna et Flora Fennica, 72, 1–15.

Janzen D. 1998. Gardenification of wildland nature and the human footprint. Science, 279:1312-1313.

Jax K., Jones C.G., Pickett T. A. 1998. Self-identity of Ecological Units. Oikos 82: 253–264.

Jonas H. 1990. Le principe responsabilité. Flammarion, 470 p.

Jonas L.M., Stewart W.P., Larkin K.W. 2003. Encountering Heidi: audiences for the wilderness adventurer identity. Journal of contemporary ethnography 32(4):403-431.

Jouquet P., Dauber J., Lagerlof J., Lavelle P., Lepage M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops, Applied Soil Ecology 32:153–164.

Karr J.R. 1990. Biological integrity and the goal of environmental legislation: Lessons for conservation biology. Conservation Biology, 4:244–250.

Kendra A.M., Hall T.E. 2000. Is there a shared idea of “wilderness” among recreationists? Evidence from three recreation sites. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 188-195.

Kissinger M., Fix J., Rees W.E. 2006. Wood and non-wood pulp production: Comparative ecological footprinting on the Canadian prairies. Ecological economics, in press.

Kliskey A.D. 1998. Linking the Wilderness Perception Mapping Concept to the Recreation Opportunity Spectrum. Environmental Management 22(1) : 79–88.

Knight R.L. 1996. Aldo Leopold, the land ethic, and ecosystem management. Journal of Wildlife Management, 60:47–474.

Koole S.L., van den Berg A.E. 2004. Lost in the wilderness: terror management, action orientation, an evaluation. Journal of personality and social psychology, 88(6): 1014-1028.

Krause B. 2002. Wild soundscapes in the National parks. An Educational Program Guide to Listening and Recording. A guidebook of Education Programs. National Parks Service, California, 71 pages.

Krausman P.R., Wallace M.C., Hayes C.L., Deyoung D.W. 1998. Effects of jet aircraft on mountain sheep. The journal of wildlife management 4:1246-1254.

Kuusinen M. 1996. Cyanobacterial macrolichens on Populus tremula as indicators of forest continuity in Finland. Biol. Cons., 75 : 43-49.

Lalanne A. 2001. La cartographie biotopique forestière : principes, méthodes, exemples d’utilisation pour le gestionnaire. Revue Forestière Française, 53(NS):67-74.

Lamandé M., Ranger J., Lefèvre Y. 2005. Effets de l'exploitation forestière sur la qualité des sols. ONF, Les dossiers forestiers n° 15, 131 pages.

Lambert C. 1999. Nature et artifice : essai sur quelques formes de leurs rapports dans la culture urbaine. Espaces et sociétés 99 :105-120.

Lambie I., Hickling L., Seymour F., Simmonds L., Robson M., Houlahan C. 2000. Using wilderness therapy in treating adolescent sexual offenders. Journal of sexual aggression 5(2):99-117.

Landres P.B. 2000. A framework for evaluating proposals for scientific activities in wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3:239-245.

Landres P.B., Brunson M.W., Merigliano L., Sydoriak C., Morton S. 2000. Naturalness and wildness : the dilemma and irony of managing wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 5:377-381.

Larrère C., Larrère R. 1997. Du bon usage de la nature. Pour une philosophie de l'environnement. Editions Alto/Aubier, Paris, 355 pages.

Le Mée G. 1990. Évolution dans la forêt de Fontainebleau au cours des cinq derniers millénaires. Bull. Ecol., 21(4), 119-127.

Le Tacon F., Selosse M-A., Gosseln F. 2000. Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et gestion forestière. Revue forestière française 52(6) :477-496.

Lecomte J. 1999. Réflexions sur la naturalité. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA, 37 : 6-10.

Lefohn A.S., Manning W.J. 1995. Ozone exposures near class I wilderness areas in New Hampshire and Vermont. Atmospheric environment 29(5):601-606.

Leopold A. 1949 (réédition en français, 2004). Almanach d'un comté des sables. Garnier-Flammarion, 288 pages.

Lepart J., Marty P. 2006a. La nature : un antimonde ? Géographies et cultures 57:87-102.

Lepart J., Marty P. 2006b. Des reserves e nature aux territories de la biodiversité. Ann. Géo. 651 :485-507.

Leroy C. 2006. Le degré de naturalité des forêts de la réserve naturelle des rochers et tourbières du Pays de Bitche. Mémoire FIF-ENGREF, Nancy, 120 pages + CD.

Leung Y.F., Marion J.L. 2000. Recreation impacts and management in wilderness: a state-of-knowledge review. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 5 : 23-48.

Lindenmayer D.B. Franklin J.F., Fischer J. 2006. Conserving forest biodiversity: A checklist for forest and wildlife managers. Biological Conservation 129:511-518.

Lindenmayer D.B., Luck, G. 2005. Ecological thresholds: a synthesis. Biological Conservation, 124, 351-354.

Liu Xiagan 1998. On the concept of naturalness (Tzu-jan) in Lao Tzu's philosophy. Journal of Chinese philosophy 25:423-446.

Locke H., Dearden P. 2005. Rethinking protected area categories and the new paradigm. Environmental conservation, 32:1-10.

Loh J., Green R.E., Ricketts T., Lamoreux J., Jenkins M., Kapos V., Randers J., 2005. The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity. Phil. Trans. R. Soc. B. 360: 289–295.

Lombardini F., 2004. Etude préalable à la mise en place d'un réseau de forêts en vieillissement sur le territoire du Parc du Luberon –Définitions des critères de sélection des peuplement, identification des outils réglementaires et élaboration d'un protocole de suivi scientifique-. Rapport de stage de troisième année à l'ENGREF, en coopération avec le PNR du Luberon, 84 pages + annexes.

Loomis J.B. 2000. Economic values of wilderness recreation and passive use: what we think we know at the beginning of the 21st century. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 5-13.

Lorber D. 2006. Les forêts anciennes de Méditerranée : contribution à la mise en place d'une méthodologie d'analyse de la naturalité. Rapport de stage Master Pro, Marseille, 90 pages.

Lurèce 2000. De la Nature. Imprimerie Nationale, 595 pages.

Lutz A.R., Simpson-Housley P., De Man A.F. 1999. Rural and urban attitudes and perceptions. Environment and behavior 31(2):259-266.

Lynn N.A., Brown R.D. 2003. Effects of recreational use impacts on hiking experiences in natural areas. Landscape and Urban Planning 64 (2003) 77–87.

Mac Dermott L. 2004. Exploring intersections of physicality and female-only canoeing experience. Leisure studies 23(3):283-301.

Mac Laren I.S. 1999. Cultured wilderness in Jasper National Park. Journal of Canadian studies 34(3):7-58.

Mace B.L., Bell P.A., Loomis R.J. 2004. Visibility and natural quiet in national parks and wilderness areas : some psychological considerations. Environment and behavior 36(1):5-31.

Mace G.M. 2005. An index of intactness. Nature 434:32-33.

Machado A. 2004. An index of naturalness. Journal for Nature Conservation 12:95-110.

Malek A.R., Hoffmann M. 2005. Wilderness and recreational neurology. Neurologic clinics 23(2): 553-70.

Manning R.E., Lawson S.R. 2002. Carrying capacity as "informed judment": the value of science and the science of values. Environment management 30(2):157-168.

Manning R.E., Lime D.W. 2000. Defining and managing the quality of wilderness recreation experiences. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 4 : 13-52.

Mansourian S., Vallauri D., Dudley N. (eds.) 2005. Forest restoration in landscapes. Beyond planting trees. Springer, New-York, 437 pages.

Margules C.R. et Pressey R.L. 2000. Systematic conservation planning. Nature 405:243-253.

Marty P., Vivien F.D., Lepart J., Larrère R. (coord.) 2005. Les biodiversités, objets, theories, pratiques. CNRS Editions, 261 pages.

Mayaux P., Holmgren P., Achard F., Eva H., Stibig H.J., Branthomme A., 2005. Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. Phil. Trans. R. Soc. B. 360: 373–384.

Mc Cool S.F., Cole D.N., Borrie W.T., O'Loughlin J. (comps.) 2000a. Wilderness science in a time of change conference—Volume 2: Wilderness within the context of larger systems; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-2. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Mc Cool, S.F., Cole D.N., Borrie W.T., O'Loughlin J. (comps.) 2000b. Wilderness science in a time of change conference—Volume 3: Wilderness as a place for scientific inquiry; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-3. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 275 p.

Memeteau R. 2003. Nature de l'artifice et artifice de la nature : François Morellet et Clément Rosset. Revue d'esthétique 44 :177-186.

Michael M.A. 2002. Why not interfere with nature? Ethical Theory and Moral Practice 5: 89–112.

Miller R. de 1989. Poésie et spiritualité dans la nature. ARGEL, Paris, 174 p.

Mittermeier R. A., Mittermeier C.G., Brooks T.M., Pilgrim J., Konstant W.R., Da Fonseca G.A.B., Kormos C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America, 100(18):10309-10313.

Mittermeier R.A., Myers N., Thomsen J.B., Da Fonseca G.A., Olivieri S. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches setting consrvation priorities. Conservation biology 12(3):518-520.

Mlot C. 2003. The perfect windstorm study: what happen when millions of trees fall down in a forest wilderness. Bioscience 53(7):624-629.

More T.A., Averill J.R., Stevens T.H. 2000. How valid is the future generations' arguments for preserving wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 81-85.

Morin E. 1980. La méthode. 2. La Vie de la Vie. Seuil, Point Essais, 470 pages.

Morton P. 2000. Wildlands economics: theory and practice. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 2 : 239-250.

Moskovits D.K., Fialkowski C.J., Mueller G.M., Sullivan T.A. 2002. Chicago wilderness : a new force in urban conservation. Annals of the Missouri botanical garden, 89(2):153-163.

Mrosek T. 2001. Developing and testing of a method for the analysis and assessment of multiple forest use from a forest conservation perspective. Forest Ecology and Management 140:65-74.

Muir J. 2004. Souvenirs d'enfance et de jeunesse. Editions José Corti, 208 p.

Müller J., Bußler H., Bense U., Brustel H., Flechtner G., Fowles A., Kahlen M., Möller G., Mühle H., Schmidl J., Zabransky P. 2005. Urwald relict species. Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. Waldoekologie online, 2:106 – 113.

Murphy R. 2002. The internalisation of autonomous nature into society. Sociological review 50:313-333.

Mutz M., Piégay H., Gregory K.J., Borchardt D., Reich M., Schmieder K. 2006. Perception and evaluation of dead wood in streams and rivers by German students. Limnologica 36: 110–118.

Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403 : 853-858.

Nash R. 1967 (réédition 2001). Wilderness and the american mind. Midtown Scholar Bookstore (Harrisburg, PA, U.S.A.), 426 pages.

Nasr S.H. 1978. L'homme face à la nature. La crise spirituelle de l'homme moderne. Ed. Buchet-Chastel, Paris, 168 p.

Neumann M., Starlinger F. 2001.The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. Forest Ecology and Management 145 (2001) 91-106.

Nils Peterson M., Lopez R.R., Laurent E.J., Franck P. Nova J.S., Jianguo Liu. 2005. Wildlife loss through domestication : the case of endangered key deer. Conservation biology 19(3):-939-944.

Nilsson S.G., Arup U., Baranowski R., Ekman S. 1995. Tree-dependent lichens and beetles as indicators in conservation forests. Conservation Biology, 9(5) : 1208-1215.

Nordyke K.A., Buskirk S.W. 1988. Evaluation of small mammals as ecological indicators of old-growth conditions. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep., RM-166 : 353-358.

Noss R.F. 1996. Conservation biology, values and advocacy. Conservation Biology, 10:904.

Noss R.F. 2000. Wilderness biology and conservation: future directions. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 1:52-54.

Noss R.F. 2003. A cheklist for wildlands network designs. Conservation biology, 17(5):1270-1275.

Ode A., Fry G. 2006. A model for quantifying and predicting urban pressure on woodland. Landscape and Urban Planning, Volume 77(1-2):17-27.

Olson D.M., Dinerstein E. 1998. The global 200 : a representation approach to conserving the earth's most biologically valuable ecoregions. Conservation biology, 12 : 502-515.

ONF 1993. Instruction sur la prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière. Paris, 18 pages.

ONF 1998. Réserves biologiques intégrales. Instruction. Paris 36 pages.

Panaïotis C., 1996. Etude des potentialités de pérennisation du chêne vert (Quercus ilex L.) en Corse: le cas de la forêt du Fango (Réserve de l'Homme et la Biosphère). Thèse de l'Université de Corse, 262 p.

Parker J.D., Avant B. 2000. *In* their own words: wilderness values of outfitter/guides. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 196-201.

Parks C.G., Radosevich S.R., Endress B.A., Naylor B.J., Anzinger D., Rew L.J., Maxwell B.D., Dwire K.A. 2005. Natural and land-use history of the Northwest mountain ecoregions (USA) in relation to patterns of plant invasions. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 7 (2005) 137–158.

Parsons D.J. 2000a. The challenge of restoring natural fire to wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 5 : 276-282.

Parsons D.J. 2000b. The challenge of scientific activities in wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 252-257.

Pascal M., Lorvetec O., Vigne J-D. 2006. Invasions biologiques et extinctions. 11000 ans d'histoire des Vertébrés en France. Belin/Editions Quae, 350 pages.

Peterken G.F. 1997a. Concepts of naturalness. *In* Schnitzler (coord.) 1997. Naturalité et forêts d'Europe. Conseil de l'Europe, Strasbourg.

Peterken G.F. 1997b. Natural woodland. Ecology and conservation in Northern temperate regions. Cambridge university press, 522 pages.

Peterseil J., Wrbka T., Plutzar C., Schmitzberger I., Kiss A, Szerencsits E., Reiter K., Schneider W., Suppan F., Beissmann H. 2004. Evaluating the ecological sustainability of Austrian agricultural landscapes—the SINUS approach. Land Use Policy 21 (2004) 307–320.

Pharo P. 2003. Naturalité et civilité du monde social. Revue européenne des sciences sociales 41(127) : 37-50.

Pickett S.T.A., White P.S. (eds.) 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando, Florida, USA.

Plaisance G. 1985. Forêt et Santé. Guide pratique de sylvothérapie. Editions Dangles.

Pontégnie M., du Bus de Warnaffe G., Lebrun P. 2005. Impacts of silvicultural practices on the structure of hemi-edaphic macrofauna community. Pedobiologia 49:199—210.

Ponthus C., 1996. Inventaire des forêts subnaturelles des Pyrénées françaises. Mémoire de troisième année de l'ENSA Toulouse, ONF Section technique interrégionale Sud Ouest. 58 pages + annexes.

Povilitis, T. 2001. Toward a Robust Natural Imperative for Conservation. Conservation Biology 15:533–535.

Prato T. 2001. Modeling carrying capacity for national parks. Ecological Economics 39:321–331

Pressey R.L., Humphries C.J., Margules C.R., Vane-Wright, R.I., Williams, P.H. 1993. Beyond opportunism: Key principles for systematic reserve selection. Trends in Ecology and Evolution, 8:124–128.

Pro Natura 1997. Manuel de protection de la nature en Suisse. Delachaux et Niestlé, 352 p.

Purcell A.T., Lamb R.J. 1998. Preference and naturalness: An ecological approach. Landscape and Urban Planning 42:57-66.

Quézel P., Médail F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, collection environnement, Paris, ISBN : 2-84299-451-5, 571 pages.

Rachwald A., Wodecka K., Malzahn E., Kluzinski L. 2004. Bat activity in coniferous forest areas and the impact of air pollution. Mammalia 64(4):445-453.

Radle A.L. (no date) . The effect of noise on wildlife: a literature review. World forum for acoustic ecology website, 15 pages.

Ramade F. 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ediscience international, 822 pages.

Ramade F. 1999. Le grand massacre. L'avenir des espèces vivantes. Hachette, 287 p.

Rameau J.-C. 2002. Gestion de la diversité végétale : état et perspective. Revue forestière française, vol. LIV, n° 6 spécial “La végétation forestière : gestion, enjeux et évolution”, pp. 533-546.

Rastier F. 2004. Sciences de la culture et post-humanité. Texto [en ligne], disponible sur : http://www.revue-texto.net/Inedits/Rastier/Rastier_Post-humanite.html (consultée le 11/01/2007).

Raymond R. 2004. De quelle nature parle-t-on ?. STRATES, matériaux pour la recherche en sciences sociales, 11 : 43-56.

Renaud, J.P. 1995. Etude des forêts subnaturelles alpines. Bilan général de la première phase. Cemagref, 15 pages.

Roger A., Guery F. 1991. Maîtres et protecteurs de la nature. Champ vallon, 329 p.

Roggenbuck J.W., Driver B.L. 2000. Benefits of nonfacilitated uses of wilderness. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 33-49.

Rosset C. 2004. L’anti-nature. PUF, 330 p.

Rouget M., Cowling R.M., Vlok J., Thompson M., Balmford A. 2006. Getting the biodiversity intactness index right: importance of habitat degradation data. Global change biology 12:20032-2036.

Rouvinen S., Kuuluvainen T. 2005. Tree diameter distributions in natural and managed old Pinus sylvestris-dominated forests. Forest Ecology and Management 208 (2005) 45–61.

Russel K.C., Hendee J.C., Phillips-Miller D. 2000. How wilderness therapy works: an examination of the wilderness therapy process to treat adolescents wiht behavorial problems and addictions. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 207-217.

Russell K.C., Phillips-Miller D. 2002. Perspectives on the Wilderness Therapy Process and Its Relation to Outcome. Child & Youth Care Forum, 31(6):415-437.

Ruth T.K., Smith D.W., Haroldson M.A., Buotte P., Schwartz C.C., Quigley H.B., Cherry S., Murphy K., Tyers D., Frey K. 2003. Large-carnivore response to recreational big game hunting along the Yellowstone National Park and Absaroka-Beartooth wilderness boundary. Wildlife society bulletin 31(4):1150-1161.

Ryan S. 2002. Cyborgs in the woods. Leisure studies 21(3-4):265-284.

Saenz D., Conner R.N., Rudolph D.C., Engstrom. 2001. Is a “hand-off” approach appropriate for red-cokaded woodpecker conservation in twenty-first-century landscapes ? Wildlife society bulletin, 29 : 956-966.

Sanderson E.W., Jaiteh M., Levy M.A., Redford K.H., Wannebo A.V., Woolmer G. 2002. The human footprint and the last of the wild. Bioscience 52(10):891-904.

Sanford R.L. Jr, Horn S. 2000. Holocene rain-forest wilderness: a neotropical perspective on humans as an exotic, invasive species. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 168-173.

Schnitzler A. (coord.) 1997. Naturalité et forêts d'Europe. Actes du colloque de Strasbourg, 26-29 octobre 1997, non paginés.

Schnitzler A. 1995. Community ecology of arboreal lianas in gallery forests of the Rhine valley, France. Acta oecologica, 16(2) : 219-236.

Schnitzler A. 1995. Les forêts alluviales des lits majeurs de l'Allier et de la Loire moyenne entre Villeneuve/Allier et Charité/Loire. Etude phytosociologique, diagnostic de naturalité et propositions de renaturation. Doc Phytosocio. N.S.16.

Schnitzler A. 2002. Ecologie des forêts naturelles d'Europe. Biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires. Editions Tec & Doc, Paris, 271 pages

Schnitzler A., Borlea F. 1998. Lessons from natural forests as keys for sustainable management and improvement of naturalness in managed broadleaved forests. Forest Ecology and Management 109:293-303.

Scholes R.J., Biggs R. 2005. A biodiversity intactness index. Nature 434 : 45-49.

Schütz J-P. 2004. Opportunistic methods of controlling vegetation, inspired by natural succession dynamics with special reference to natural outmixing tendencies regeneration. Annals of forest science, 61(2):149-156.

Seeland K., Moser K., Scheuthle H., Kaiser F.J. 2002. Public acceptance of restrictions imposed on recreational activities in the peri-urban Nature Reserve Sihlwald, Switzerland. Urban For. Urban Green, 1: 49–57.

Serres M. 1990. Le contrat naturel. Editions François Bourin, 191 pages.

Sheng Zhao, Zizhen Li, Wenlong Li 2005. A modified method of ecological footprint calculation and its application. Ecological Modelling 185:65–75.

Shoichiro Asakawa, Keisuke Yoshida, Kazuo Yabe 2004. Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo, Japan. Landscape and Urban Planning 68:167–182.

Siipi H. 2004. Naturalness in biological conservation. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 17: 457–477.

Six D.L., Alaback P., Winfree R.A., Snyder D., Hagele A. 2000. Wilderness for science: pros and cons of using wilderness areas for biological research. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 271-275.

Sklenicka P., Charvatova E. 2003. Stand continuity, a useful parameter for ecological networks in post-mining landscapes. Ecological Engineering 20:287-296.

Sloan N.A. 2002. History and application of the wilderness concept in marine conservation. Conservation biology 16(2):294-305.

Staples S.L., Fidell S., Gramann J., Knopf R., Pearsons K. 1998. Comment on : effects of aircraft overfligths on wilderness recrationists. Authors' reply. The journal of acoustical society of America 104(3):1726-1732.

Steinhardt U., Herzog F., Lausch A., Müller E., Lehmann S. 1999. Hemeroby index for landscape monitoring and evaluation. In: Y. A. Hyatt, & D. E. Lenz, (Eds.), Environmental indices—system analysis approach (pp. 237–245). Encyclopaedia of Life Support Systems, Oxford.

Stittholt J.R., Dellasala D.A. 2001. Importance of roadless areas in biodiversity conservation in forest ecosystems:case study of the Klamath-Siskiyou ecoregion of the United States. Conservation biology 15(6):1742-1754.

Sutherland W.J. 2002. Openness in management. Nature, 418(69):834-835.

Taylor A.F., Kuo F.E., Sullivan W.C. 2002. Views of nature and self-discipline : evidence from inner city children. Journal of Environmental Psychology, 22:49-63.

Tenbülta P., de Vriesa N.K., Dreezensb E., Martijn C. 2005. Perceived naturalness and acceptance of genetically modified food. Appetite 45:47–50.

Terrasson F. 1994. La civilisation antinature. Editions du Rocher, Paris, 298 pages.

Terrasson F. 1997. La peur de la nature. Editions Sang de la terre, 192 pages.

Terrasson F. 2002. Pour en finir avec la nature. Editions du Rocher, 307 pages.

Teyssèdre A. 2005. Vers une sixième grande crise d'extinctions ? *In* Biodiversité: science et gouvernance, Paris, pp. 24-49.

Thomas J.W. 1995. The Forest Service ethics and course to the future. Landscape and Urban Planning 32:157-159.

Thoreau H.D. 1993. Walden ou la vie dans les bois. Gallimard, 332 p.

Thoreau H.D. 2002. Les forêts du Maine. José Corti Ed., 359 p.

Touflan, Ph., 2006. Histoire et dynamique d'une vieille forêt d'altitude : la forêt de Praroussin (Ristolas, Queyras). Mémoire de Master BioEco 2ème année, Université Paul Cézanne (direction B. Talon).

Trasar-Cepada C., Leiros C., Gil-Sotres F., Seone S. 1998. Towards a biochemical quality index for soils : an expression relating several biological and biochemical properties. Biology and fertility of soils, 26(2) : 100-106.

Travé J., Duran F., Garrigue J. 1999. Biodiversité, richesse spécifique, naturalité : l'exemple de la Réserve Naturelle de la Massane. Travaux de la Réserve Naturelle de la Massane, 50: 1-30.

Trémolières M., Schnitzler A., Carbiener D. 2002. Quel système de référence pour la restauration des systèmes alluviaux rhénans ? Revue d'écologie, 9: 141-145.

Tyrvainen L., Mäkinen K., Schipperijn J. 2006. Tools for mapping social values of urban woodlands and other green areas. Landscape and Urban Planning (in press).

Uotila A., Kouki J., Kontkanen H., Pulkkinen P. 2002. Assessing the naturalness of boreal forests in eastern Fenoscandia. Forest ecology and management, 161 : 257-277.

Vallauri D. 2002. Si la forêt s'écroule…Quelle gestion forestière française après les tempêtes ? Revue Forestière Française, 1 : 43-54.

Vallauri D. (coord.) 2003. Livre blanc sur la protection des forêts en France. Les forêts métropolitaines. Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 261 pages.

Vallauri D., André, J., Dodelin B., Eynard-Machet R., Rambaud D. (coord.) 2005. Bois mort et à cavités, une clé pour des forêts vivantes. Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 404 pages.

Vallauri D., André J., Blondel J. 2003. Le bois mort, une lacune des forêts gérées. Revue Forestière Française, 2 : 3-16.

Vallauri D., Bruciamacchie M., Ferrer M., Grandjean R. 2007. Gestion exemplaire des forêts de la propriété SCF Ecureuil/Caisse d'Epargne (Réserves naturelles de Py et Mantet). 1. Note méthodologique. Rapport WWF/ENGREF/CEPAC, Marseille, 24 pages + annexes.

Vallauri D., Géraux H. 2004. Recréer des forêts tropicales sèches en Nouvelle-Calédonie. Contribution à une vision pour la restauration. Rapport WWF, Marseille, 34 pages

Vallauri D., Poncet L., 2002, La protection des forêts en France. Indicateurs 2002, WWF-France, Paris, 100 p. + annexes

Vallauri D., Poncet L., Hancok C. 2005. Mémento de la protection des forêts. WWF, Paris/Marseille, 40 pages.

Verhoog H. 2003. Naturalness and the genetic modification of animals. Trends in Biotechnology, 21(7):294-297.

Verhoog H., Matze M., Lammerts Van Bueren E., Baars T. 2003. The role of the concept of the natural (naturalness) in organic farming. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 16: 29–49.

Verrips J. The consumption of 'touching' images: reflections on wildness in the West. Ethnologia europaea 26(1):51-64 .

von Oheimb G., Westphal C., Tempel H., Härdtle W. 2005. Structural pattern of a near-natural beech forest (Fagus sylvatica) (Serrahn, North-east Germany). Forest Ecology and Management 212 : 253–263.

Wachbroit, R. 1994. Normality as a Biological Concept. Philosophy of Science, 61:579–591.

Wackernagel M., Lewan L., Hansson C.B. 1999. Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint. Ambio 28, 604–612.

Wackernagel M., Schulz B., Deumling D., Callejas Linares A., Jenkins M., Kapos V., Monfreda C., Loh J., Myers N., Norgaard R., Randers J. 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99(14): 9266–9271.

Westphal C., Härdtle W., von Oheimb G. 2004. Forest history, continuity and dynamic naturalness. *In* Honnay O., Verheyen K., Bossuyt B. and Hermy M. (eds) Forest biodiversity: lessons from history for conservation. CAB Int, pp 205-215.

White D.D., Hendee J.C. 2000. Primal hypotheses: the relationship between naturalness, solitude, and the wilderness experience benefits of development of self, development of community, and spiritual development. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15, vol. 3 : 223-227.

Willott E. 2004. Restoring nature without mosquitoes? Restoration ecology 12(2):147-153.

Wilson E.O. 1993. La diversité de la Vie. Odile Jacob, Paris, 496 pages.

Wilson E.O. 2003. L'avenir de la vie. Seuil, 283 p.

WWF 2006. Rapport Planète vivante 2006. Gland (Suisse), 44 pages.

Young T. 2006. False, cheap and degraded: when history, economy and environment collided at Cades Cove, Great Smoky Mountains National Park. Journal of Historical Geography 32:169-189.

Yung L., Yetter B., Friemund W.A., Brown P.J. 1998. Wilderness and civilization : two decades of wilderness higher education at the University of Montana. International Journal of Wilderness, 4(2) : 21-24.

Synthèse réalisée avec la participation financière du MEDAD, dans le cadre de la convention MEDD/WWF 2006, programme "Naturalité des forêts méditerranéennes".

Imprimé sur papier 100 % recyclé

# Biodiversité, naturalité, humanité.

## Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion.

**Résumé.** La biodiversité est le concept majeur qui incarne l'idée de Nature depuis les années 1990. Dans une définition étroite, elle ne transcrit qu'une des quatre notions expliquant le fonctionnement de la Nature (organisation, complexité, spontanéité et diversité). Aujourd'hui, il est nécessaire de faire émerger un second pilier complémentaire, la naturalité sensu lato. Certains scientifiques ou gestionnaires expriment le besoin d'étudier ou de gérer les écosystèmes forestiers en suivant un principe impératif de naturalité. Toutefois, il n'existe pas encore une vision intégrative et partagée sur tout ce que sous-entend ce nouveau concept, chacun privilégiant une approche partielle (écologique, sylvicole, sociale, éthique…). Ce rapport est une tentative de synthèse des diverses approches ; il donne des illustrations pratiques dans le domaine des forêts. Il tente tout d'abord de définir les différents sous-concepts : gradients de naturalité, d'empreinte écologique d'une culture et du sentiment de Nature pour l'Homme. Il contribue ensuite à l'identification de critères et d'indicateurs pour leur évaluation et leur utilisation pratique. Il conclut par quelques perspectives d'applications très prometteuses pour guider les gestionnaires des forêts.

# Biodiversity, naturalness, humanity.

## Application to the evaluation of forests and of the quality of forest management.

**Summary.** Biodiversity is the major concept that dominates the idea of Nature since the 1990's. In a narrow definition, it supports only one of the four notions explaining the functional processes of Nature (organisation, complexity, spontaneity and diversity). Nowadays, a second complementary pillar is needed, named naturalness *sensu lato*. Some scientists or managers express the need to study or to manage forest ecosystems using an imperative principle of naturalness. However, an integrative and shared vision of what is included in this new concept is not yet available, each person supporting its own partial approach (ecological, silvicultural, social, ethical…). This report is an attempt to synthesise the various approaches; it gives practical illustrations in the forest field. First, it tries to define the different sub-concepts: gradients of ecological naturalness, of human ecological footprint and of human perception of wildness. Secondly, it contributes to the identification of criteria and indicators to be used for their evaluation and practical uses. It ends by some very promising perspectives of application to guide forest managers.

Daniel Vallauri

**WWF-France**

Bureau Méditerranée
6 rue des Fabres
F-13001 Marseille
France

Tél. : +33 (0)4 96 11 69 40
Fax : +33 (0)4 96 11 69 49
dvallauri@wwf.fr
Skype : vallauri_daniel