

ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE À L'ÉCHELLE DU SITE

Méthode d'évaluation des habitats forestiers



Nathalie CARNINO

SPN / ONF - 2009



Référence bibliographique de l'ouvrage :

Carnino N., 2009. État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site – Méthode d'évaluation des habitats forestiers. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts, 49 p. + annexes.

Téléchargement : http://inpn.mnhn.fr/docs/N2000_EC/Carnino_2009_hab_foret.zip

Les mises à jour seront mises à disposition sur le site de l'INPN : <http://inpn.mnhn.fr>

Crédits photographiques pour la page de couverture :

- Châtaigneraie provençale © Denis Gynouves (ONF)
- Suberaie mésophile © Nathalie Carnino
- Hêtraie de l'*Asperulo Fagetum* © Nathalie Carnino
- Arbre sénescant © Nathalie Carnino
- Érablaie à Scolopendre © Vincent Augé

Remerciements

Aux membres des comités de pilotage : Jacques Trouvilliez, Jean-Philippe Sibley, Farid Bensettiti, Vincent Gaudillat et Katia Hérard (SPN), Emmanuel Michau et Julien Touroult (DEDD de l'ONF), Grégoire Gautier (PN des Cévennes), Vincent Augé (PN de la Vanoise), Anthony Auffret (ONF Franche-Comté), Véronique Bertin (ONF Centre-Ouest), Thierry Cornier (CBN Bailleul), Gilles Corriol (CBN Pyrénées et Midi-Pyrénées), François Dehondt (CBN Franche-Comté), Yannick Despert et Anne Douard (RNF), Yorick Ferrez (CBN Franche-Comté), Christian Gauberville (CNPPF), Claire Drocourt (MEEDDM), Jacques Gourc (ONF Méditerranée) Yves Le Jean (DIREN Franche-Comté), Damien Marage (AgroParisTech-ENGREF), Francis Olivereau (DIREN Centre).

Aux personnes qui se sont impliquées dans la phase de terrain : Jérôme Gagneur, Laurent Paulin et Nicolas Sigaud (ONF du Jura), Jacques Gourc (ONF Méditerranée), Denis Gynouves (ONF du Var), Marcel Barbéro (CSRPN PACA).

À Mathieu Clair (SPN) pour son aide sur le traitement de données par SIG.

À tous ceux qui ont fourni de la documentation et des informations utiles à l'élaboration de cette méthode : Louis Amandier (CRPF PACA), Jean-Pierre Ansonnaud (ONF Sud-Ouest), Julien Baret (BIODIV- Écologie Appliquée), Fabienne Benest (IFN), Richard Bœuf (ONF Alsace), Thomas Curt (Cemagref Aix-en-Provence), Nicolas Drapier (ONF DEDD), Doug Evans (CTE), Jean-Christophe Gattus (ONF Hautes-Alpes), Pierre Gonin (CNPPF), Mario Kleszczewski (CEN Languedoc-Roussillon), Arnault Lalanne (ONF IDF-NO), Laurent Seytre (CBN Massif Central), Axel Ssymank (Bundesamt für Naturschutz)...

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Préambule | 5 |
| 1 Définitions et explications de concepts fondamentaux | 7 |
| 1.1 Habitat naturel d'intérêt communautaire | 7 |
| 1.2 Bon état de conservation d'un habitat forestier | 7 |
| 2 Principes de la méthode et démarche adoptée pour son élaboration | 9 |
| 2.1 État de référence : le « bon état de conservation » | 9 |
| 2.2 Terminologie adoptée pour évaluer l'état de conservation d'un habitat forestier à l'échelle d'un site Natura 2000 | 10 |
| 2.3 Niveaux de précisions requis pour cette évaluation | 11 |
| 2.4 Choix des critères et indicateurs | 11 |
| 2.5 Choix de la méthode d'analyse des données..... | 12 |
| 3 Critères et indicateurs retenus pour évaluer l'état de conservation | 14 |
| 3.1 Critères et indicateurs relatifs à l'état de la structure et de la fonctionnalité de l'habitat | 14 |
| 3.2 Critères et indicateurs relatifs aux atteintes portées à l'habitat..... | 25 |
| 3.3 Autres critères non retenus mais ayant fait l'objet de discussions..... | 29 |
| 3.4 Éléments complémentaires pour l'appréciation de l'état de conservation | 32 |
| 4 Protocole pour renseigner les critères et indicateurs | 33 |
| 4.1 Effort d'échantillonnage et précision de l'évaluation | 33 |
| 4.2 Modalités d'application des critères et indicateurs..... | 35 |
| 4.3 Flexibilité et limites du protocole | 36 |
| 5 L'évaluation de l'état de conservation | 37 |
| 5.1 La méthode de notation..... | 37 |
| 5.2 Quelques exemples d'application de la méthode | 39 |
| 5.3 Temps et difficultés | 42 |
| 6 Bilan de l'étude et perspectives futures pour la méthode | 43 |
| Références bibliographiques | 44 |
| Glossaire..... | 48 |
| Annexes | 50 |

Préambule

Contexte et objectifs

Depuis la convention de Berne (1979), la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel fait l'objet de préoccupations croissantes en Europe. Cette problématique, qui figure parmi les différents concepts élaborés pour œuvrer en faveur de la protection de la nature, a obtenu une valeur juridique en 1992 avec la publication de la directive « Habitats-Faune-Flore » (Conseil de la CEE, 1992), qui a introduit une définition de la notion d'état de conservation. Aujourd'hui, plus de 17 ans après, la définition précise et l'application de ce concept font encore débat.

Dans la mise en œuvre de cette directive, un réseau européen de sites, dénommé « Natura 2000 », a été constitué afin de maintenir ou de rétablir dans un état de conservation favorable les habitats et espèces d'intérêt communautaire inscrits aux annexes I et II (art. 3). Pour atteindre cet objectif, la directive prévoit d'adopter une démarche intégrative, afin de tenir compte des « exigences économiques, sociales et culturelles et des particularités régionales et locales » (art. 2).

La directive impose aux États membres de réaliser une surveillance de l'état de conservation (art. 11) et d'en rendre compte périodiquement (art. 17). Sur cette base, la Commission européenne a demandé aux différents États membres de fournir une évaluation au niveau biogéographique, mais sans évoquer spécifiquement l'échelle du site. La première évaluation nationale a été réalisée fin 2007 et pilotée, en France, par le Muséum National d'Histoire Naturelle. Elle s'est fondée sur le cadre méthodologique qui a été défini par la Commission européenne (European Commission, 2005), et auquel quelques précisions et adaptations ont été apportées (Bensettiti *et al.*, 2006).

Parallèlement à cette évaluation nationale, l'article R. 414-11 du Code de l'environnement (Anonyme, 2008) impose d'évaluer, dans les 1365¹ sites d'importance communautaire (SIC) du réseau français, l'état de conservation des 132 habitats naturels et des 156 espèces d'intérêt communautaire représentés. Cet état doit être renseigné dans les documents cadre de gestion élaborés pour chaque site Natura 2000, les documents d'objectifs*² (DOCOB) afin d'orienter les prises de décisions.

Tous les opérateurs de site Natura 2000 et chargés d'études ont été confrontés à la difficulté d'estimer cet état de conservation car la méthode fournie par la Commission européenne et déclinée par la France n'est pas transposable *in extenso* à l'échelle locale et aucune méthode précise, normalisée et partagée n'existe actuellement pour cette échelle.

Les forêts occupent 42 % de la surface des sites terrestres désignés au titre de la directive « Habitats-Faune-Flore ». Les habitats forestiers se distinguent des autres habitats par leur dimension verticale, le rôle « clé de voûte » des arbres et le fait qu'ils reflètent généralement la végétation spontanée (contrairement aux prairies, landes et pelouse, souvent d'origine anthropique).

Plusieurs méthodes (ou réflexions méthodologiques) françaises et internationales ont pu être recueillies au cours de cette étude. Les méthodes françaises ne proposent pas de cadrage précis sur la façon d'appliquer et d'analyser les critères ou concernent un contexte forestier précis (les types d'habitats* présents dans un secteur géographique donné ou un type d'habitat précis). Les seuls documents qui proposent une méthode précise pour évaluer l'état de conservation, à l'échelle d'un site Natura 2000, de l'ensemble des habitats forestiers d'intérêt communautaire d'un territoire national ont été répertoriés à travers des références internationales : en Allemagne (Bünderamt für Naturschutz, 2008), en Autriche (Ellmauer, 2005) et en Wallonie (Dufrêne et Delescaille, 2003).

Il était donc nécessaire d'engager des réflexions pour élaborer une telle méthode en France, afin que tout opérateur de document d'objectifs puisse évaluer l'état de conservation des habitats forestiers du site sans

¹ En date de juillet 2009.

² Les termes suivis d'un * sont définis dans le glossaire p.48

devoir mener systématiquement des réflexions méthodologiques. Aussi, un travail sur la définition de **l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire à l'échelle du site Natura 2000** a été engagé par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et la direction de l'Environnement et du Développement Durable (DEDD) de l'Office National des Forêts (ONF). L'objectif était de fournir un **cadre méthodologique global commun et cohérent pour les 29 types d'habitats forestiers** inscrits à l'annexe I de la directive et présents sur le territoire (cf. liste en annexe 1), sachant que des adaptations seront parfois nécessaires pour l'ajuster au contexte local (types d'habitats forestiers originaux, conditions stationnelles). **L'utilisation d'une méthode commune permet d'homogénéiser les approches** d'un site à l'autre et d'un type d'habitat forestier à l'autre, **ce qui facilite les comparaisons et l'agrégation des données** en vue de contribuer à l'évaluation à l'échelle nationale (biogéographique).

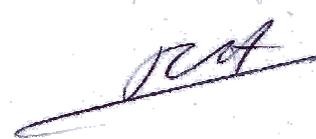
Une première phase de réflexion appliquée à la Franche-Comté a été menée en 2008 (Carnino, 2008 ; Carnino et Augé, 2008). Sur cette base, le travail s'est poursuivi afin d'élargir le champ d'application aux autres types d'habitats forestiers présents sur l'ensemble du territoire. Pour cela d'autres experts ont été sollicités et la méthode a été testée dans un autre domaine, en l'occurrence en Méditerranée. La méthode présentée dans ce document est une première version, des évolutions pourront être envisagées suite aux retours d'expérience d'opérateurs et notamment suite à l'application dans d'autres contextes n'ayant pas pu être testés dans cette étude (tels que les habitats du domaine alpin).

Cette méthode vise à être la plus objective possible. Elle doit être **facile à mettre œuvre, pragmatique, reproductible et accessible à tous les opérateurs.** Elle s'appuie sur des indicateurs qualitatifs et quantitatifs (lorsque c'est possible), simples et en nombre restreint.

L'état de conservation doit être évalué périodiquement, le pas de temps étant défini pour l'échelle biogéographique (6 ans), mais rien n'est précisé pour l'évaluation à l'échelle du site (ceci est à définir localement). Ce document présente la démarche à adopter (critères et indicateurs à étudier et méthode pour analyser les données) pour effectuer une évaluation à un temps t ainsi que les éléments à prendre en compte dans le cadre des évaluations à un temps $t + 1$.

Le Directeur du Service du Patrimoine Naturel du
MNHN
Jacques Trouvilliez

Le Directeur de l'Environnement et du
Développement Durable de l'ONF
Jacques Le Hericy



Organisation du document

Après quelques définitions importantes, le principe de la méthode sera énoncé. Puis seront présentés plus en détail les critères et indicateurs retenus pour évaluer l'état de conservation d'un habitat forestier à l'échelle du site Natura 2000, le protocole pour renseigner ces indicateurs ainsi que la méthode pour analyser les données. Enfin, quelques perspectives d'amélioration de la méthode seront évoquées.

Un autre document destiné aux opérateurs, le guide d'application, fournit des conseils pratiques pour le recueil des données et l'évaluation de l'état de conservation.

1 Définitions et explications de concepts fondamentaux

1.1 Habitat naturel d'intérêt communautaire

La directive « Habitats-Faune-Flore » définit un **habitat naturel** comme une zone terrestre ou aquatique qui se distingue par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques (art. 1). C'est donc un ensemble indissociable constitué :

- d'un compartiment stationnel (conditions climatiques, sol et matériau parental) ;
- d'une communauté d'organismes vivants : flore et faune (Bensettiti *et al.*, 2006). La flore par son caractère intégrateur étant souvent utilisée pour déterminer l'habitat (Rameau *et al.* 2000).

Un habitat naturel est dit « d'intérêt communautaire » lorsqu'il figure à l'annexe I de la directive qui regroupe des habitats qui sont :

- en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle ;
- ou avec une aire de répartition naturelle réduite ;
- ou qui constituent un exemple remarquable de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs des neuf régions biogéographiques suivantes : alpine, atlantique, de la mer Noire, boréale, continentale, macaronésienne, méditerranéenne, annonique et steppique (art. 1).

1.2 Bon état de conservation d'un habitat forestier

Au sens de la directive, l'**état de conservation** d'un habitat naturel résulte de « l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire européen des États membres » (art. 1).

Il est en état de conservation **favorable** lorsque :

- son aire de répartition naturelle et les superficies qu'il couvre sont stables ou en extension ;
- la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible ;
- l'état de conservation des espèces qui lui sont typiques est favorable (art. 1).

Cette définition est appliquée à l'échelle d'un territoire biogéographique mais n'est pas directement utilisable à l'**échelle locale (site Natura 2000)** pour laquelle il n'existe à ce jour pas de définition précise et unanime (Le Jean, 2008). En effet :

- Les guides méthodologiques pour l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle nationale (Bensettiti *et al.*, 2006) et pour une gestion forestière prenant en compte la diversité biologique (Rameau *et al.*, 2000) reprennent la définition de la directive « Habitats-Faune-Flore » sans la décliner à l'échelle locale ni aux différents types d'habitats forestiers.
- D'autres documents en proposent une définition déclinée par type d'habitats forestiers : les Cahiers d'habitats forestiers* (Bensettiti *et al.*, 2001) définissent pour chaque habitat élémentaire des « états à privilégier » et, pour exemple de document plus local, le guide régional des habitats forestiers franc-comtois (Le Jean *et al.*, 2002) définit l'état de conservation comme « l'écart entre la végétation actuelle et la végétation potentielle », c'est-à-dire la composition dendrologique supposée « climacique ». Cependant, ces définitions reposent essentiellement sur le type de peuplement* forestier (structure du peuplement et origine des essences*), et il semble important, au vu de la définition de la directive (art. 1), de compléter cette définition en tenant compte également d'autres composantes relatives à la structure et la fonctionnalité de l'habitat, de ses espèces typiques et des atteintes qui peuvent modifier son état de conservation.

Nous retiendrons les grandes lignes de la définition de la directive en ne conservant que ce qui s'adapte à l'échelle d'un site. Ainsi, l'évolution de l'aire de répartition naturelle des habitats s'évaluant à l'échelle d'un domaine biogéographique, nous n'en tiendrons pas compte.

Un habitat forestier peut donc être considéré en bon état de conservation, à l'échelle d'un site Natura 2000, lorsque :

- ses structures caractéristiques sont présentes et les fonctions spécifiques et nécessaires à son maintien sont assurées ;
- il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- les espèces (végétales, animales et fongiques) qui lui sont typiques peuvent s'exprimer et assurer leur cycle biologique (figure 1).

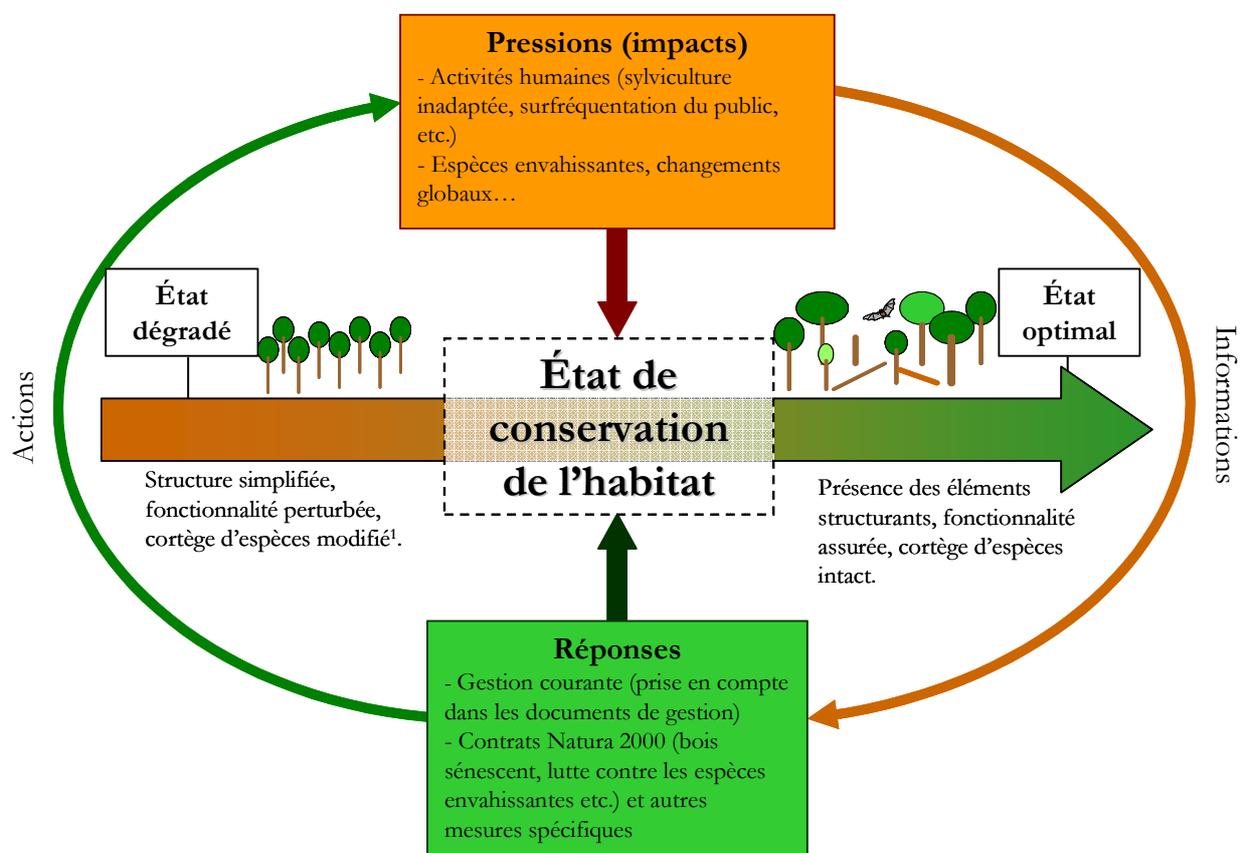


Figure 1. Relations dynamiques entre l'état de conservation et les facteurs qui l'influencent.

¹ Présence d'espèces étrangères à l'habitat, absence d'espèces de l'habitat les plus exigeantes

2 Principes de la méthode et démarche adoptée pour son élaboration

Cette méthode consiste à évaluer l'état de conservation d'un habitat naturel en comparant l'entité observée (le type d'habitat à évaluer) à une (ou des) entité(s) de référence pour ce type d'habitat. Cette comparaison se fait par l'étude de diverses caractéristiques de l'habitat (**critères***) à l'aide d'**indicateurs*** (variables qualitatives ou quantitatives à mesurer) pertinents, simples et pragmatiques. Les critères et indicateurs retenus sont en nombre restreint et correspondent notamment aux principaux facteurs de perturbation influençant l'état de conservation des habitats forestiers (choix reposant sur des références bibliographiques et des jugements d'experts), ce qui permet de mieux guider l'opérateur dans le choix des mesures de gestion à mettre en œuvre pour agir en faveur du bon état.

Du fait des interrelations entre les évaluations de l'état de conservation à l'échelle du site et celles à l'échelle biogéographique, nous reviendrons assez souvent sur la démarche européenne (cadre imposé par la Commission européenne pour l'évaluation à l'échelle biogéographique) afin d'examiner si elle s'adapte à la problématique du site, le cas échéant une autre démarche sera proposée.

2.1 État de référence : le « bon état de conservation »

La directive ne fournit aucune précision sur cet état de référence puisqu'elle laisse à chaque État membre le soin de le définir. Par ailleurs, aucune vision précise et partagée de cet état de référence, dans le contexte de Natura 2000, n'émane ni de la littérature consultée dans cette étude ni des discussions avec divers experts. Il n'existe pas non plus de modèle mathématique fiable qui permette de proposer des scénarii capables de définir des états de références pour des habitats soumis à une gestion (Bouzillé, 2007).

Toutes ces difficultés pour définir l'état de référence mènent bien souvent à se fonder sur le concept de « naturalité » et à rechercher les modèles de référence dans les forêts « naturelles » c'est-à-dire vierge de toute action anthropique. Cependant, la directive « Habitats-Faune-Flore » vise à assurer la conservation de la biodiversité, tout en permettant, dans les zones Natura 2000, les activités durables qui soutiennent un tel objectif de conservation (art. 2) et ne vise pas le retour complet à la libre évolution des habitats.

Par ailleurs, cet objectif soulèverait plusieurs difficultés :

- Comment trouver, en Europe occidentale, de tels modèles de référence, alors que les forêts naturelles ont quasiment toutes disparues (Schnitzler, 1996) ? Les rares forêts ayant encore une grande naturalité se trouvent en Europe centrale ou Europe de l'Est (la réserve de biosphère de Bialowieza en Pologne, celle de Pálava en Slovaquie...) et sont d'ailleurs plutôt des forêts anciennes, car soumises dans un passé lointain à des actions anthropiques (Augé et Belet, 2005).
- Un retour à des forêts (sub)naturelles est-il écologiquement possible dans des milieux fortement imprégnés de l'action humaine ?

La référence aux forêts subnaturelles peut cependant servir à appréhender certains facteurs clés qui explique la réduction de fonctionnalité ou la disparition d'espèce exigeantes typiques de l'habitat.

A l'instar des réflexions sur le bon état écologique (Levêque, 2009) objectif de la directive cadre sur l'eau, le bon état de conservation au titre de la directive « Habitats-Faune-Flore » n'est pas une référence absolue ni un pur concept scientifique mais une **co-construction entre des principes écologiques et des choix sociaux**.

L'état de conservation d'un habitat peut se situer le long d'un gradient allant d'un habitat fortement détérioré à un habitat ne subissant aucune perturbation qui remette en cause sa pérennité, son bon fonctionnement ou la survie de ses espèces typiques (**état objectif**, état opérationnel et réaliste visé pour des habitats gérés).

La forêt naturelle se situe au-delà de l'état objectif. Un habitat qui a atteint l'état objectif est jugé en très bon état de conservation mais il commence à être en bon état de conservation dès qu'il a atteint l'**état de référence** (figure 2). La naturalité peut être utilisée pour identifier par comparaison les composantes qui sont peu présentes ou manquent en forêts gérées, telles que le bois mort et les vieux arbres

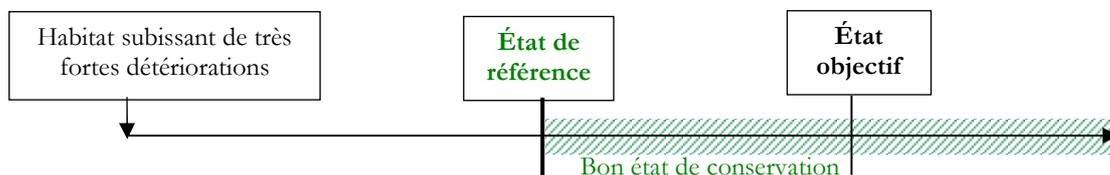


Figure 2 : Positionnement du bon état de conservation le long d'un gradient de conservation

L'état de référence étant difficile à caractériser de manière synthétique, la méthode retenue définit des « valeurs seuils » pour chaque indicateur choisi pour évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat forestier, ce que nous verrons dans les parties 3 et 5.

2.2 Terminologie adoptée pour évaluer l'état de conservation d'un habitat forestier à l'échelle d'un site Natura 2000

Comme nous venons de le voir, l'état de conservation d'un type d'habitat évalué est obtenu en comparant les valeurs renseignées pour chacun des indicateurs retenus à des « valeurs seuils ». Selon l'importance de cet écart, différents états sont attribués à l'habitat.

Pour identifier ces états, la Commission européenne a proposé la terminologie suivante : état « favorable », « défavorable inadéquate », « défavorable mauvais ».

Il est important de bien distinguer l'évaluation à l'échelle du site de celle à l'échelle du territoire biogéographique, aussi avons-nous choisi une terminologie différente, plus parlante pour le gestionnaire. Ainsi pour l'échelle d'un site Natura 2000 les états de conservation seront organisés du meilleur au moins bon selon la nomenclature suivante : état « bon-optimal », « bon-correct », « altéré », « dégradé » (figure 3). Il nous a semblé important de distinguer les habitats en très bon état de conservation (état « bon-optimal »), lesquels méritent une attention encore plus importante de la part des propriétaires et des gestionnaires. Cet état « bon-optimal » peut se situer au-delà de l'état objectif dans certains cas exceptionnels (forêts naturelles ou subnaturelles, périmètre protégé ou labellisé...).

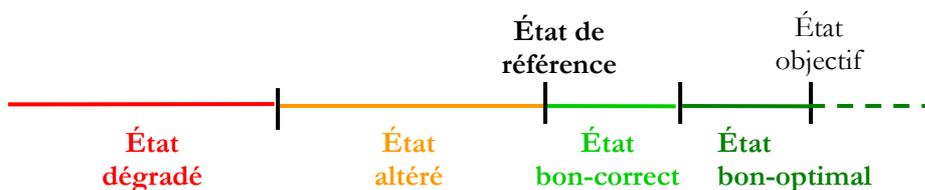


Figure 3 : Terminologie adoptée pour évaluer l'état de conservation au niveau du site

2.3 Niveaux de précisions requis pour cette évaluation

Niveau de précision de l'unité à évaluer

Cette méthode doit s'appliquer au minimum au niveau de l'habitat générique, qui correspond à l'obligation de résultat au sens de la directive, élément à prendre en compte lorsqu'on se place dans une optique de contribution à l'évaluation nationale (biogéographique). Toutefois, elle peut également être appliquée à l'échelle d'un type d'habitat élémentaire, au sens des Cahiers d'habitats.

Effort d'échantillonnage

Les données seront à récolter selon une démarche statistique, ce qui implique de définir un protocole d'échantillonnage. Cet aspect est peu détaillé dans ce document, car cela aurait nécessité une étude et des tests plus approfondis. Néanmoins, quelques indications générales sont fournies, notamment en ce qui concerne le type d'échantillonnage souhaitable (type de placettes, ordre de grandeur du nombre minimum de placettes) et les méthodes possibles pour évaluer la suffisance de l'effort d'échantillonnage (cf. partie 4). Pour calibrer l'échantillonnage c'est au minimum au niveau de l'habitat générique qu'il faut se placer. L'obligation portant sur ce niveau d'identification, cela nécessite de pouvoir disposer, pour les types d'habitats génériques, de données fiables (effort d'échantillonnage suffisant). Cependant, il sera possible voire souhaitable, si les moyens le permettent de calibrer l'échantillonnage pour les habitats élémentaires.

2.4 Choix des critères et indicateurs

Les critères et indicateurs choisis doivent permettre de rendre compte de l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle d'un site Natura 2000.

Concernant l'évaluation à l'échelle du territoire biogéographique, un cadre européen fourni par la Commission européenne (European Commission, 2005) détermine les paramètres à considérer. Quatre paramètres sont ainsi retenus pour évaluer l'état de conservation d'un habitat naturel au niveau biogéographique : son aire de répartition, la surface recouverte par l'habitat au sein de cette aire, sa structure et ses fonctionnalités, et ses perspectives futures. La Commission a laissé à chaque État membre le soin de préciser la méthode pour acquérir ces données, ce qui soulève des questions quant aux critères et indicateurs à retenir pour évaluer ces paramètres, et plus particulièrement pour celui qui concerne la structure et les fonctionnalités de l'habitat.

Parmi les paramètres retenus à l'échelle européenne, nous ne retiendrons, pour évaluer l'état de conservation d'un habitat forestier à un temps t à l'échelle d'un site Natura 2000, que la structure et la fonctionnalité de l'habitat (cf. argumentaire en partie 1.2). Ce paramètre sera complété par l'étude des atteintes portées à l'habitat. La surface et les perspectives futures seront prises en compte en tant que commentaires complémentaires à l'évaluation et viendront nuancer l'appréciation de l'état de conservation obtenu (cf. partie 3.4).

Pour étudier ces deux paramètres, les critères et indicateurs restaient à définir et le choix s'est fondé sur :

- la définition du bon état de conservation à l'échelle d'un site Natura 2000 (cf. partie 1.2) ;
- une synthèse des méthodes (ou réflexions méthodologiques) sur cette problématique précise ayant pu être recensées (Dufrêne et Delescaille, 2003 ; Asael *et al.*, 2004 ; Guyonneau, 2004 ; Ellmauer, 2005 ; Michel, 2007 ; Bundesamt für Naturschutz, 2008...). Un tableau regroupant les principaux éléments de cette synthèse figure en annexe 2 ;
- et des réflexions menées jusqu'à présent sur le sujet (communications personnelles et Le Jean, 2008).

Peu de références scientifiques ont pu être recensées pour cette problématique précise. Ce manque est également souligné dans une étude récemment publiée sur ce sujet (Cantarello et Newton, 2008), dans laquelle le choix des indicateurs à retenir s'est fondé sur des recherches bibliographiques étendues de ce fait à d'autres thématiques : « lignes directrices » officielles sur le suivi des habitats forestiers pour les sites

Natura 2000, références scientifiques sur les caractéristiques des habitats qui sont déterminantes pour maintenir la biodiversité forestière et recommandations de projets de recherche internationaux sur l'étude d'indicateurs de suivi de la biodiversité forestière et de la gestion durable des forêts. Notre démarche, assez similaire, s'est inspirée dans la mesure du possible d'études scientifiques menées sur divers concepts de la protection de la nature qui interagissent avec ce concept d'état de conservation, tout en restant vigilant dans l'utilisation de ces données (notamment pour les valeurs seuils) pour répondre au mieux à nos attentes.

Cette synthèse a permis de pré-sélectionner un certain nombre de critères et indicateurs tenant compte des enjeux de conservation les plus importants pour les habitats forestiers au regard de leurs principaux facteurs de détérioration. Ceci a ensuite été discuté avec divers experts (cf. liste en annexe 3) afin de retenir les plus appropriés pour diagnostiquer l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle d'un site Natura 2000. La notion de seuil est par nature relativement arbitraire pour des variables continues. Les valeurs seuils des indicateurs ont été déterminées en s'inspirant le plus possible de la littérature mais pour certains indicateurs, la synthèse bibliographique effectuée au cours de cette étude n'ayant pas permis de trouver de références scientifiques pour ce contexte particulier (état de conservation, forêts pouvant être gérées), les seuils ont été fixés à dire d'expert (cf. partie 3 pour plus de détails).

Ces critères et indicateurs ont ensuite été testés dans divers contextes (différents habitats des domaines continental et méditerranéen, différents types de gestion, évaluation pendant et après la cartographie), pour en tester la faisabilité et apporter les ajustements nécessaires.

2.5 Choix de la méthode d'analyse des données

La méthode d'analyse établie par la Commission européenne pour l'évaluation à l'échelle d'une région biogéographique (European Commission, 2005) est présentée ci-après.

Pour chaque paramètre retenu pour déterminer l'état de conservation d'un habitat naturel au niveau biogéographique (aire de répartition, surface recouverte par l'habitat au sein de cette aire, structure et fonctionnalités, perspectives futures), une couleur est attribuée :

- vert quand il témoigne d'un état « favorable » ;
- orange quand il témoigne d'un état « défavorable inadéquat » ;
- rouge quand il témoigne d'un état « défavorable mauvais » ;
- et « gris » quand l'état est « inconnu », en raison d'un manque d'information pour effectuer l'évaluation.

La « note » globale s'acquière en croisant les « couleurs » des paramètres obtenues au moment de l'évaluation :

- l'habitat est considéré en état favorable lorsque tous les paramètres sont « vert » ou trois paramètres sont « vert » et un est « inconnu » ;
- il est considéré en état « défavorable inadéquat » lorsqu'il y a au moins un paramètre « orange » et aucun « rouge » ;
- il est en état « défavorable mauvais » quand au moins un paramètre est « rouge » ;
- enfin l'état est inconnu quand au moins deux des paramètres sont « gris », les autres étant « vert » (European Commission, 2005 - annexe E).

L'état « inconnu » tel qu'envisagé dans la méthode communautaire n'est pas pris en compte pour l'échelle du site, toutefois dans les cas exceptionnels où certains critères ne pourraient pas être renseignés, il sera possible d'indiquer que l'état de conservation de l'habitat est « inconnu ». Il faudra alors préciser le(s) critère(s) n'ayant pas pu être renseigné(s) et le justifier.

Pour définir l'état de chaque paramètre, la France a ensuite précisé dans un guide méthodologique (Bensettiti *et al.*, 2006) la démarche à adopter pour appliquer la méthode sur son propre territoire, à l'échelle d'un domaine biogéographique. Ainsi, pour évaluer l'état, à l'échelle biogéographique, de la structure et la fonctionnalité d'un type d'habitat ce guide évoque une liste de critères pouvant être pris en

compte mais sans préciser la façon de les analyser. Pour l'évaluation de 2007 ce paramètre a principalement été évalué à dire d'expert, au regard de l'état de conservation des espèces typiques de l'état des structures et des fonctionnalités du type d'habitat considéré. De plus, l'évaluation à l'échelle d'un site Natura 2000 n'a pas été abordée dans ce guide.

Il s'est donc avéré nécessaire d'engager une réflexion pour préciser la démarche à adopter pour analyser les critères et indicateurs jugés les plus pertinents pour obtenir une évaluation à l'échelle d'un site (détaillés dans la partie 3). Cette méthode d'analyse doit permettre d'obtenir une évaluation précise de l'état de conservation d'un habitat et être assez progressive afin de rendre compte des efforts à fournir pour tendre vers le bon état et refléter assez rapidement les efforts de gestion effectués entre les évaluations.

Plusieurs approches ont été envisagées lors du premier travail de réflexion méthodologique (Carnino, 2008 ; Carnino et Augé, 2008) :

- Une **adaptation de la méthode « communautaire »** (European Commission, 2005) : il suffit qu'un seul critère soit qualifié de « mauvais » pour que l'habitat soit jugé en mauvais état de conservation, quelque soit la valeur des autres indicateurs.
- Un système de **clé dichotomique** : cela consiste à répondre à une série de questions (alternatives dichotomiques portant sur les critères) pour déterminer l'état de conservation de l'habitat.
- Un système de **notation** : une note est attribuée à un type d'habitat à l'échelle du site en sommant les valeurs attribuées à chaque critère. Cette note est ensuite comparée à des « valeurs seuils » afin d'évaluer l'état de conservation.

Ces approches présentent divers avantages et inconvénients (tableau 1).

La méthode de notation a finalement été retenue car elle s'avère plus progressive que les autres approches envisagées et permet ainsi un meilleur lien avec les effets de la gestion. Elle sera présentée plus en détail dans la partie 5. Les autres approches figurent en annexe 4.

| Méthode d'interprétation | Avantages | Inconvénients |
|---|---|--|
| Adaptation de la méthode « communautaire » | Simple et facile à comprendre | Les variations d'un état de conservation à l'autre ne sont pas assez graduelles. |
| Clé dichotomique | Facile à comprendre. Un peu plus progressive que la méthode ci-dessus. | Elle classe l'habitat dans des grandes catégories d'état de conservation sans donner plus de précision. |
| Notation | Plus progressive que les deux autres approches : la note permet de situer l'habitat de manière plus fine au sein d'une « catégorie » d'état de conservation. L'évaluation est donc plus précise, ce qui permet de mieux mesurer les efforts à fournir pour agir en faveur du bon état de conservation et cela valorisera d'autant mieux les efforts de gestion effectués entre les évaluations. | Un peu plus compliquée à appréhender que les deux autres approches mais une fois la démarche assimilée, l'application ne pose pas de problème. Les "valeurs-seuils" pour attribuer les notes sont parfois difficiles à fixer. |

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des diverses méthodes d'interprétation envisagées

3 Critères et indicateurs retenus pour évaluer l'état de conservation

Divers critères ont été retenus pour étudier les deux types de paramètres suivants :

- la structure et les fonctions spécifiques du type d'habitat forestier nécessaires à son maintien (indicateurs de structure et de composition de l'habitat) ;
- les atteintes que peut subir cet habitat et qui peuvent nuire à sa pérennité.

Remarque préalable : il est important de distinguer cette méthode, qui permet d'évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat, de la cartographie des habitats qui est une autre démarche, en général effectuée en amont bien que les deux puissent être combinées. Chacune de ces démarches nécessite de recueillir des informations bien spécifiques. Les critères utilisés pour l'identification de l'habitat reposent sur des caractères constants de l'habitat (critères stationnels et type de végétation), qui ne sont pas nécessairement pertinents ou suffisants pour juger de son état de conservation. Pour évaluer cet état, il est en effet nécessaire de s'intéresser aux paramètres qui varient au sein d'un même habitat, selon les pratiques et impacts auxquels il est soumis.

Au cours de la définition de ces critères et indicateurs, la principale difficulté résidait dans la détermination des seuils à fixer pour définir le bon état au regard de chacun de ces indicateurs, qui relève d'un compromis entre un « idéal » écologique et le maintien d'un usage socio-économique de l'habitat adapté. Cette difficulté était due notamment au peu de références bibliographiques recueillies sur cette thématique précise (état de conservation des types d'habitats forestiers).

3.1 Critères et indicateurs relatifs à l'état de la structure et de la fonctionnalité de l'habitat

Évaluer l'état de la structure d'un type d'habitat forestier suppose d'évaluer l'état de ses diverses composantes : cortèges floristiques et faunistiques typiques de cet habitat et compartiment stationnel (cf. annexe 5 pour une présentation des critères et indicateurs en fonction des différents compartiments d'un habitat forestier). Ces évaluations peuvent se faire par des études « directes » ou, pour des raisons pratiques (faisabilité, nécessité d'indicateurs simple, manque de données), par des études indirectes (biotope pour la faune, facteurs de dégradations). L'idée de s'appuyer sur des taxons bioindicateurs d'un bon état écologique de l'habitat peut sembler intéressante mais dans la pratique, de telles espèces ne sont pas encore connues car le sujet n'a pas encore été suffisamment étudié. Comme pour les autres méthodes utilisées en Europe, nous avons privilégié des indicateurs indirects qui présentent un meilleur rapport coût/information et sont plus facilement reliés à des pratiques de gestion. Les indicateurs directs basés sur les espèces n'ont cependant pas été totalement écartés et quatre indicateurs sont utilisés : la composition dendrologique, la flore typique de l'habitat, la faune saproxylique* (facultatif) et les espèces exotiques envahissantes.

3.1.1 Composition floristique

La composition floristique est un élément de l'habitat qui est important à la fois pour reconnaître l'habitat mais également pour évaluer son état :

- l'atteinte à la composition dendrologique figure parmi les atteintes les plus importantes et peut remettre en cause l'état de conservation de l'habitat (rôle « clé de voûte » des arbres) ;
- la flore de l'habitat permet de renseigner sur des facteurs de qualité du milieu difficiles à observer (exemple ancienneté de la forêt, aspect important pour la biocoenose) ;
- les espèces exotiques envahissantes peuvent induire un changement profond de la nature de l'habitat (cf. partie « atteintes »).

3.1.1.1 Intégrité de la composition dendrologique

Une composition dendrologique altérée engendre des conséquences importantes sur l'état de l'habitat et sur les espèces qui lui sont associées. Ce critère s'applique à l'ensemble des surfaces de l'habitat à l'intérieur du site Natura 2000, y compris les plantations (lorsque l'habitat est encore identifiable).

L'état de la composition dendrologique d'un type d'habitat s'évaluera en repérant la présence d'**essences non typiques de l'habitat**. Tel qu'envisagé dans cette étude, une essence est considérée comme non typique d'un type d'habitat quand elle est :

- allochtone (*e.g.* le Chêne rouge d'Amérique) ;
- située en dehors de sa région naturelle (*e.g.* le Mélèze dans les Pyrénées) ou en dehors de son étage de végétation naturel (*e.g.* l'Épicéa en plaine) ;
- ou simplement plantée ou spontanée en dehors de son habitat naturel (*e.g.* le Hêtre dans une chênaie sessiliflore continentale à Gaillet des bois ou dans une érablaie à Alisier blanc du montagnard supérieur).

Les documents de références pouvant être utilisés sont les Cahiers d'habitat (Bensettiti *et al.*, 2001), qui listent dans chaque fiche les « espèces indicatrices des types d'habitats » et les essences que l'on peut trouver dans certaines conditions géographiques ou stationnelles (partie « variabilité ») ou suivant la « physionomie et la structure » de l'habitat.

Par simplification, la présence d'essences non typiques de l'habitat sera estimée en pourcentage de recouvrement. Toutefois, si les compétences des observateurs le permettent le pourcentage de surface terrière, assez bien corrélé au recouvrement et plus précis, peut être utilisé.

A partir de 30% d'essences non typiques, l'impact sur l'état de conservation est considéré comme fort. Ce seuil est cohérent avec les réflexions menées actuellement dans le cadre de l'élaboration des chartes Natura 2000 (Le Jean Y., com. pers.) et les seuils établis par l'ONF et l'Inventaire Forestier National (IFN) pour estimer la pureté des peuplements.

3.1.1.2 État de la flore typique du type d'habitat forestier

L'état de conservation d'un habitat naturel, tel que défini dans la directive « Habitats-Faune-flore » résulte de l'effet de l'ensemble des influences qui agissent sur cet habitat ainsi que sur ses espèces typiques (art. 1). Ce concept d'espèces typiques n'est pas défini dans la directive mais dans les recommandations faites aux États membres de l'Union européenne qui doivent appliquer cette directive, la Commission européenne précise la démarche à suivre à ce sujet pour effectuer les évaluations à l'échelle biogéographique. Ainsi, chaque État membre doit choisir un nombre restreint d'espèces appropriées dont l'état de conservation favorable renseigne également sur l'état de conservation favorable de l'habitat, notamment au niveau de la structure et la fonctionnalité de celui-ci.

A l'échelle du site aucune obligation n'est formulée à ce sujet dans le Code de l'environnement mais afin d'avoir une démarche cohérente et complémentaire entre les deux échelles de perception (pour pouvoir notamment alimenter l'évaluation nationale par agrégation des données locales), il a été jugé important de prendre également en compte un critère qui renseigne directement l'état du cortège spécifique de l'habitat, et notamment sa flore typique, plus simple à appréhender directement que les cortèges d'espèces animales et fongiques.

Mais que choisir comme critère opérationnel et facilement applicable ?

Bien que la directive stipule que les espèces typiques doivent être en bon état pour que l'habitat le soit également (art.1), le Comité Habitat a admis que l'évaluation de l'état de conservation des espèces telle que mise en place pour les espèces des annexes II, IV et V de la directive était difficilement envisageable car nécessitant des moyens trop importants pour sa mise en œuvre. De plus, pour que cette méthode soit applicable sur l'ensemble des sites Natura 2000, qui peuvent avoir une très grande superficie et renferment plusieurs types d'habitats, elle doit être assez simple à mettre en œuvre.

Aussi, l'état de la flore typique d'un habitat forestier précis sera directement étudié en observant la proportion des espèces typiques de référence (liste établie par type d'habitat) qui sera présente sur l'ensemble des secteurs du site où l'habitat est présent.

Ces listes restent à établir. Des experts seront sollicités pour choisir pour chaque type d'habitat forestier d'intérêt communautaire et chaque région, sur la base des espèces citées dans les Cahiers d'habitats, un nombre restreint d'espèces (une vingtaine maximum) qui soient :

- caractéristiques de l'habitat (pour les espèces végétales, ce sont les espèces caractéristiques ou différentielles au sens phytosociologique) ;
- typiques du milieu forestier (éviter les espèces de lisière...) *e.g.* témoignant de forêts anciennes (définies dans Dupouey *et al.* 2002) ;
- dominantes et fréquentes ;
- ni trop communes, ni trop rares.

Nous nous attacherons à prendre en compte, dans la mesure du possible, des espèces observables le plus longtemps possible au cours de l'année et facilement identifiables.

Les données seront à renseigner en présence/absence par relevé. L'analyse se fera à l'échelle du site en comparant le nombre moyen d'espèces de cette liste observé sur l'ensemble des relevés au nombre total d'espèces figurant sur cette liste. Ce ratio sera ensuite à comparer à une valeur seuil pour déterminer si l'habitat peut être jugé bon au regard de ce critère. Cette démarche étant assez novatrice, il est difficile de se fonder sur des références scientifiques pour établir ce seuil. Une étude peut apporter des éléments à la réflexion : celle réalisée par Dupouey *et al.* en 2002, portant sur la végétation des forêts anciennes. Elle indique que les placettes inventoriées en Petite Montagne jurassienne contenaient en moyenne plus de 40 % d'espèces de forêts anciennes. A défaut d'autres études ayant pu être recensées pour définir le pourcentage seuil minimal de présence d'espèces typiques pour témoigner du bon état de l'habitat, nous proposons un seuil fondé sur l'étude qui vient d'être citée. Ainsi, **une présence moyenne de 40 % d'espèces typiques de l'habitat sur l'ensemble des placettes témoignerait du bon état de conservation de l'habitat, sachant que ce seuil nécessitera d'être précisé suite aux retours d'expériences et par une analyse bibliographique plus approfondie.**

3.1.2 Les très gros arbres vivants : élément structurant à haute valeur biologique

Remarque commune aux très gros arbres vivants et au bois mort : les diamètres dont il sera fait mention correspondent aux catégories de diamètres utilisées par les forestiers. Ainsi un diamètre 70 correspond aux arbres de 67,5 à 72,5 cm mesurés avec le compas forestier à hauteur de poitrine.

Définition et intérêt des très gros arbres

Les très gros arbres vivants correspondent aux vieux arbres et de très gros diamètres, qui structurent naturellement les stades terminaux des forêts. Ces arbres sont importants comme éléments structurants du peuplement utilisés par la faune (nids de rapace par exemple), contenant des cavités et branches mortes dans le houppier et constituant un vivier potentiel de gros bois déperissant. La présence de cavités est corrélée à l'âge et au diamètre de l'arbre (Ranius *et al.*, 2009) même si dans certains contextes, le lien entre la faune saproxylique et la densité de gros arbres n'a pu être établi (Bouget, 2009). Ils constituent globalement des « micro-habitats » nécessaires à un vaste cortège d'espèces et figurent parmi les substrats les plus importants pour les espèces menacées des forêts tempérées (Nilsson, 2003).



En forêt gérée, les stades terminaux et par conséquent les éléments structurants de ces stades, sont peu fréquents, la gestion forestière ayant tendance à tronquer le cycle sylvigénétique (figure 4), et les peuplements ne dépassent en général pas l'âge d'exploitabilité (Gosselin et Laroussinie, 2004). Ces éléments sont cependant de plus en plus pris en compte dans la gestion forestière contemporaine (Gosselin et Laroussinie, 2004), le maintien de gros arbres vivants, à tous les stades sylvicoles, étant une des principales préconisations de gestion en faveur de la biodiversité. Il est donc important, pour évaluer l'état de conservation des habitats forestiers, d'étudier ces éléments.

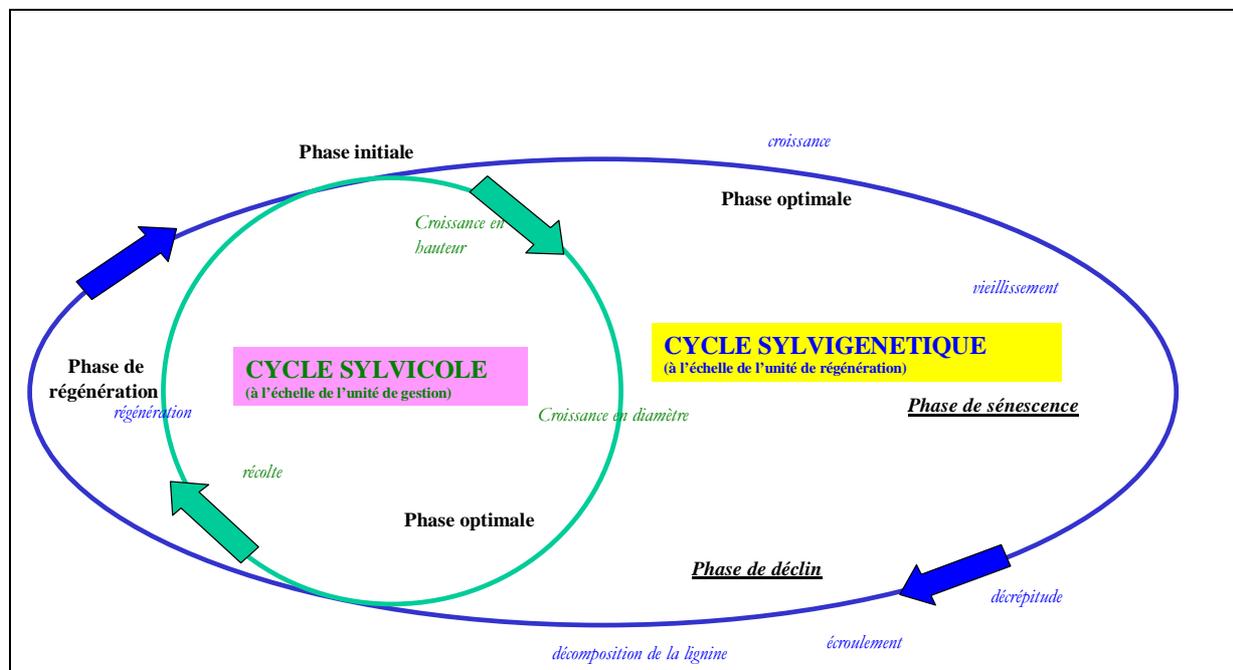


Figure 4 : Parties du cycle sylvigénétique ayant tendance à être tronquées par le « cycle sylvicole »
(Source : Brézard J.-M., ONF)

Comment les étudier ?

De manière pratique les très gros bois, que l'on nommera par la suite « TGB », sont définis comme correspondant aux **arbres vivants ayant dépassé le diamètre optimal d'exploitabilité**. Pour étudier ce critère, l'opérateur renseignera le nombre à l'hectare de très gros bois présent dans chaque type d'habitat forestier évalué.

La manière la plus simple d'identifier un TGB est de mesurer son diamètre à hauteur de poitrine (mesure couramment utilisée en gestion forestière). Ces diamètres varient d'une essence à l'autre selon le niveau de fertilité de la station* et l'altitude. Pour les obtenir, l'opérateur pourra se référer à la classe de diamètre immédiatement supérieure aux « diamètres optimaux d'exploitabilité » figurant dans les « tableaux maîtres des critères d'exploitabilité des essences objectives » des Directives Régionales d'Aménagement des forêts domaniales (cf. exemple en annexe 6). Ces diamètres sont définis selon les types de station auxquelles sont associés des potentiels de qualité (selon la fertilité du sol). A défaut de telles références, le diamètre de 70 cm utilisé par l'IFN sera retenu et cette valeur sera ramenée à 45 cm sur les stations peu fertiles (blocage stationnel) ou d'altitude, où, plus généralement, là où les essences n'atteignent naturellement pas des gros diamètres.

Remarque : l'objectif de la méthode étant d'évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat, seules les **essences typiques de l'habitat** (cf. partie 3.1.1.1) sont à prendre en compte pour la comptabilisation des très gros arbres vivants.

Quelles valeurs seuils et quelle échelle d'étude ?

Il s'agit de définir la quantité minimum à l'hectare nécessaire pour assurer la bonne conservation du type d'habitat évalué et d'une partie de ses espèces typiques.

Peu de références bibliographiques ont été trouvées sur ce sujet. Parmi les méthodes et réflexions méthodologiques traitant de l'évaluation de l'état de conservation qui ont été recueillies, les seules qui proposent un seuil en nombre d'arbres à l'hectare sont les méthodes allemandes (Bundesamt für Naturschutz, 2008) et autrichiennes (Ellmauer, 2005), et leur approche diffère un peu :

- La méthode allemande considère simultanément les vieux arbres (qui sont, d'après leur définition des arbres ayant souvent plus de 150 ans et un diamètre minimum de 80 ou 40 cm selon l'espèce et les conditions stationnelles) et les arbres « habitat » (qu'ils définissent comme des arbres à cavité et servant à la nidification des oiseaux ou des arbres sénescents de plus de 40 cm de diamètre). Le seuil du bon état de conservation qu'ils proposent pour ces deux types d'arbres est de 6/ha.
- La méthode autrichienne retient, pour la plupart de leurs types d'habitats forestiers, la quantité de bois moyens et gros bois (à partir de 50 cm), pour estimer si la structure du peuplement est naturelle ou modifiée. Elle propose en général le seuil minimum de 40 tiges de bois moyen et/ou de gros bois par hectare pour juger l'habitat en bon état (hormis pour les chênaies-charmaies - 9170 - et les châtaigneraies - 9260 - pour lesquelles le seuil est baissé à 5/ha).

Dans les méthodes recueillies, la plupart des seuils proposés sont exprimés en pourcentage de gros ou très gros bois et sont variables d'une étude à l'autre :

- 5 % de TGB, diamètre supérieur à 60 cm (PNR du Morvan, Godreau 2004) ;
- 5 % de gros bois (diamètre entre 45 et 60 cm) et dès qu'il y a 1 % de TGB (65 cm et plus) l'habitat est en état optimal (forêts alluviales, réflexion engagée par RNF en 2008 : Pêcheur, 2008) ;
- 7 % d'arbres de diamètre supérieur à 80 cm (forêt anglaise, the New Forest, citée dans Cantarello et Newton 2008) ;
- 14 % d'arbres de diamètre supérieur à 80 cm (forêt italienne, Foresta del Consiglio, citée dans Cantarello et Newton 2008).

Parmi les références portant sur la biodiversité forestière :

- dans la version actuelle de son instruction sur la biodiversité, l'ONF propose de laisser au moins 2 arbres à l'hectare parmi les catégories « vieux ou très gros arbres » et « arbres à cavités visibles » pour une gestion en faveur de la biodiversité, ainsi que de maintenir des îlots de vieillissement et des îlots de sénescence ;
- une réflexion actuellement menée par le CRPF Midi-Pyrénées sur l'évaluation de la biodiversité potentielle de peuplements forestiers fixe un seuil de 5 très gros arbres vivants à l'hectare pour assurer une biodiversité potentielle maximale au regard de ce critère (Larrieu et Gonin 2009).

Au regard de ces références et après discussions avec divers experts, **le seuil minimal retenu pour témoigner du bon état de conservation de l'habitat au regard de ce critère a été fixé à 3 TGB par hectare en moyenne sur le site.**

Des interrogations se sont posées quant à la nécessité de différencier les seuils selon les contextes (par exemple forêts de feuillus / forêt de résineux). Pour l'instant cette différenciation n'est pas proposée, mais ceci pourra évoluer selon les retours de terrain.

3.1.3 Dynamique de renouvellement

Le renouvellement du peuplement est une notion clé pour la pérennité de l'habitat. Les phases forestières associées à la régénération abritent par ailleurs un cortège d'espèces typiques qu'il convient de préserver.

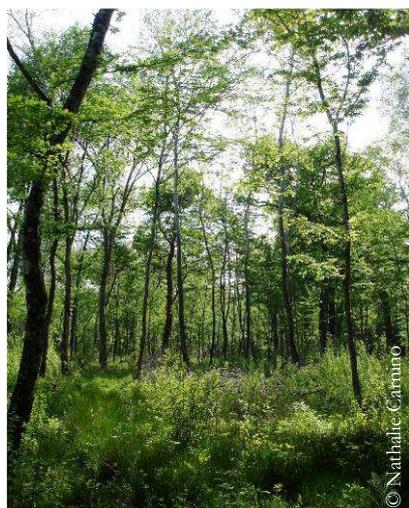
Définition et justifications

Pour étudier l'état de conservation d'un habitat forestier à l'échelle d'un site Natura 2000 ou d'un massif, il convient de s'intéresser à la dynamique de renouvellement de l'habitat.

Pour cela, il est nécessaire de considérer séparément les traitements (ou états) réguliers et les autres (irrégulier, jardiné, libre évolution).

Forêts à allure régulière

Dans ce cas, l'attention sera portée sur la proportion (maximale et minimale) de jeunes peuplements.



Un peuplement est dit « jeune » jusqu'à la première coupe d'éclaircie. Ainsi sont classés en jeunes peuplements les stades semis, fourrés, gaulis et perchis. Ceci correspond à des hauteurs d'arbre maximales de l'ordre de 10 à 15 m pour les peuplements réguliers résineux et feuillus et à un âge approximatif de 20 à 30 ans pour l'arbre selon l'essence et les conditions stationnelles.

Une sur-représentation des jeunes peuplements peut être interprétée comme un facteur défavorable pour l'état de conservation des espèces typiques de l'habitat qui sont inféodées aux stades plus « matures ». Mais une absence de jeunes peuplements peut aussi être considéré comme une atteinte à la bonne conservation de l'habitat (remise en cause du renouvellement de l'habitat).

Forêts à allure irrégulière

Il s'agira de repérer des éventuels problèmes de régénération, *a priori* plus rares (exemple des suberaies du Massif des Maures).

Quelles valeurs seuils et quelle échelle d'étude ?

Forêts à allure régulière

Pour ces forêts, il convient de définir une proportion de jeunes peuplements qui atteste du bon état de conservation de l'habitat au regard de ce critère. En futaie régulière, les forestiers recherchent à se rapprocher d'un équilibre qui est fondé sur les classes d'âge et l'âge d'exploitabilité de l'essence objectif. La part « idéale » des jeunes peuplements dépend donc de l'essence, de la vitesse de croissance et de l'âge d'exploitabilité.

Prenons quelques exemples issus des Directives Régionales pour l'Aménagement de Franche-Comté :

| Unité stationnelle | Essence objectif | Age d'exploitation indicatif | Diamètre de l'arbre | Durée estimée des jeunes peuplements | % surface correspondante à l'équilibre |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--|
| Hêtraie-chênaie neutrophile | Hêtre (bonne qualité) | 100 ans | 65 cm | 30 ans | 30 % |
| Hêtraie-chênaie neutrophile | Chêne (bonne qualité) | 180 ans | 75 cm | 30 ans | 17 % |
| Chênaie pédonculée-frênaie | Chêne pédonculé | 120 ans | 70-80 cm | 25 ans | 20 % |
| Hêtraie-sapinière sol profond | Sapin ou hêtre | 110 ans | 55 cm | 30 ans | 27 % |

D'après ces exemples, il semble qu'un seuil de 30 % maximum de jeunes peuplements paraît pertinent pour juger d'un bon état de conservation au regard de ce critère.

Il est important de fixer aussi un seuil minimum de jeunes peuplements, pour attester du renouvellement de l'habitat. Pour cela, nous retiendrons le seuil de 5 %, fixé à dire d'expert et conforté par le test effectué sur le terrain.

L'échelle d'analyse la plus pertinente pour évaluer ce critère est celle du site, en ne prenant que les surfaces des forêts traitées en futaie régulière ou en conversion en futaie régulière.

Forêts à allure irrégulière

Dans ces cas de figure, il faudra statuer sur la régénération du couvert forestier typique de l'habitat. Il s'agira donc de vérifier que le couvert forestier pourra se renouveler après la sénescence des arbres qui constituent l'habitat : cela consiste à regarder si la relève (semis, arbres de moins de 10 m – hauteur minimale pour définir un jeune arbre) est bien assurée et si elle a un avenir (bon état de la régénération permettant d'attester qu'elle pourra former le futur couvert arboré). Il est difficile de déterminer un seuil quantitatif pour cet indicateur, aussi nous proposons un seuil « qualitatif », établi sur la présence de régénération et sur son avenir.

L'échelle d'analyse est également celle du site. L'habitat sera jugé **en bon état au regard de ce critère lorsqu'aucun problème notable de régénération n'est repéré sur le site.** A titre d'exemple, il peut y avoir un problème de régénération lorsque l'essence qui régénère n'est pas typique de l'habitat, lorsqu'il n'y a que des phases âgées de la forêt sans trouées, ou lorsque la régénération est entièrement consommée par les herbivores.

3.1.4 Le bois mort

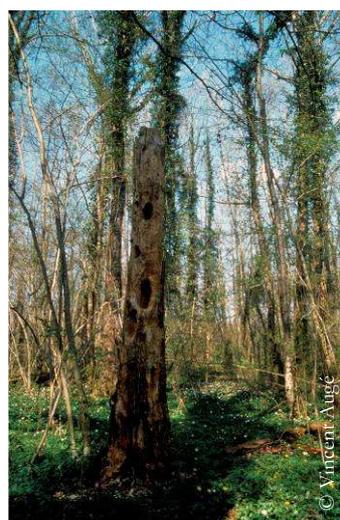
Type de bois mort à considérer et justifications

Les arbres morts (debout et au sol) sont des éléments des stades terminaux des forêts qui font partie intégrante de la structure des habitats forestiers et qui sont importants à plusieurs titres :

- le bois mort fournit des micro-habitats particuliers et de la nourriture nécessaire au maintien d'un certain cortège d'espèces (espèces saproxyliques*) (Vallauri *et al.*, 2005) ;
- il est également nécessaire au bon fonctionnement de l'écosystème (cycles biogéochimiques, productivité) (Vallauri *et al.*, 2005).



Bois mort au sol



Bois mort debout

Or, le bois mort est beaucoup moins présent dans les forêts gérées en Europe et notamment en France que dans les forêts à caractère naturel ce qui constitue une limite pour le développement des espèces saproxyliques (Vallauri *et al.*, 2005). Ce déficit est d'ailleurs identifié comme un des problèmes importants des habitats forestiers par l'évaluation nationale de 2006. En effet, ces éléments ont tendance à être tronqués par la gestion (Gosselin et Laroussinie, 2004).

En plus d'affecter la structuration des habitats forestiers (Nilsson *et al.*, 2003 ; Oheimb *et al.*, 2005 ; Müller *et al.*, 2007), cette sous-représentation nuit aux populations des espèces qui sont liées à ces phases et qui ont un rôle important dans le fonctionnement général des habitats forestiers (dégradation de la matière organique, retour au sol des éléments minéraux...).

A l'instar des très gros arbres vivants, ces éléments sont de plus en plus pris en compte dans la gestion forestière contemporaine, notamment du fait des préconisations de gestion en faveur de la biodiversité.

Parmi les enjeux de conservation **les bois morts de gros diamètre sont ceux qui sont à privilégier** (Brunnel, 1999 *in* Gosselin et Laroussinie, 2004) car ils sont les plus difficiles à obtenir et ils hébergent des espèces particulièrement exigeantes. La diversité des bois morts est également un paramètre clé pour la présence d'espèces saproxyliques (Bouget, 2009).

La question complémentaire est celle du diamètre minimum de bois mort à prendre en compte.

Le diamètre seuil varie selon les taxons considérés : 35 cm pour les insectes saproxyliques et 50 cm pour les oiseaux micro-cavicoles par exemple (Hunter 1990 et Brunnel, 1999 *in* Gosselin et Laroussinie 2004). Dans les forêts de pin, 20 cm de diamètre semble être le seuil pour observer une bonne dynamique des espèces de coléoptères saproxyliques (Brin *et al.*, 2009).

Dans les méthodes d'évaluation de l'état de conservation recueillies, le diamètre minimum retenu varie entre 20 cm (Ellmauer 2005, ces bois morts étant considérés 2 à 3 fois plus important que le petit bois mort), 30 cm (pour certaines essences dans la méthode allemande : Bundesamt für Naturschutz, 2008), 35 cm (Godreau 2004 ; Michel, 2007) et 50 cm (Cantarello et Newton, 2008 ; et pour certaines essences dans la méthode allemande : Bundesamt für Naturschutz, 2008).

Nous retiendrons le **diamètre minimum de 35 cm**, qui est cohérent avec certaines instructions de gestion en faveur de la biodiversité (par exemple, l'instruction biodiversité de l'ONF).

Quelles informations relever ?

L'expérience des études en réserve intégrale et les diverses mesures en forêt gérée montrent qu'il est très difficile de mesurer un volume de bois mort en forêt : les valeurs varient fortement selon les protocoles, notamment les types de bois inventoriés et les diamètres minimaux retenus (Génot, 2005 ; Teissier du Cros et Lopez, 2009). Des tests réalisés par l'IFN montrent pour un même secteur un volume calculé de 0,9 m³/ha avec le protocole actuel et de 6,6 m³/ha avec un protocole plus complet (Office National des Forêts, 2006). Un protocole encore plus complet donne quant à lui une moyenne de l'ordre de 30 m³/ha toutes forêts confondues dans le Sud-Ouest de la France (Teissier du Cros et Lopez, 2009) ! De plus, ces protocoles d'inventaires de bois mort en volume sont inadaptés à notre projet, qui requiert des critères faciles à mesurer.

Ce critère sera donc étudié en renseignant le nombre d'arbres morts par hectare, pour chaque type d'habitat forestier. Ceci permet de limiter, par rapport à une mesure en volume à l'hectare, les biais dus à la méthode adoptée pour obtenir la quantité de bois mort. C'est d'ailleurs l'approche retenue dans d'autres méthodes d'évaluation existantes (JNCC, 2004 ; Michel, 2007 ; Bundesamt für Naturschutz, 2008). Seuls les gros arbres morts (plus de 35 cm de diamètre à hauteur de poitrine) seront pris en compte, étant la catégorie de bois mort la plus rare et permettant de supposer l'existence des autres catégories et d'une certaine diversité de bois mort. Les arbres morts debout et au sol seront comptabilisés, hormis pour les forêts alluviales et les forêts de pente où seul le bois mort debout sera à prendre en compte, le bois mort au sol pouvant être emporté par les cours d'eau ou la pente.

Toutefois, si des inventaires de bois morts en volume ont été menés ou sont prévus sur le site, l'opérateur pourra utiliser cette donnée, tant qu'il lui sera possible de relier ces données à un type d'habitat forestier.

Il devra cependant s'assurer que ce volume contient des gros arbres morts, composante ayant le plus tendance à manquer. Des correspondances entre le volume à l'hectare et le nombre d'arbres de plus de 35 cm à l'hectare seront précisées dans la grille d'analyse (partie 5) et en annexe 7.

Quelles valeurs seuils et quelle échelle d'étude ?

En termes de seuils, la plupart des données disponibles dans la littérature sont exprimées en volume de bois mort (m^3) par hectare et les cadrages méthodologiques (degrés de précision et d'exhaustivité) varient fortement d'une étude à l'autre, ce qui rend impossible la comparaison des chiffres proposés (Teissier du Cros et Lopez, 2009). Voici cependant, à titre d'exemple, quelques valeurs seuils proposées dans la littérature :

- Une analyse de la gestion forestière en Europe, menée par le WWF, propose un objectif de « 20 à 30 m^3 / ha de bois mort à moyen terme pour les forêts gérées, incluant dès que possible 2 chablis et 2 volis de diamètre supérieur à 40 cm » (Vallauri *et al.*, 2005).
- Une autre synthèse bibliographique, indique qu'il faudrait conserver 5 à 15 m^3 / ha de bois mort pour assurer un bon niveau de richesse spécifique locale des insectes saproxyliques (Gosselin et Laroussinie, 2004).
- Pour évaluer l'état de conservation des habitats forestiers d'une forêt anglaise (the New Forest, citée dans Cantarello et Newton 2008), le seuil minimum est fixé à 26 m^3 / ha de bois mort au sol et 16 m^3 / ha de bois mort debout.

Concernant le nombre d'arbres debout et au sol à l'hectare, les valeurs seuils proposées dans les méthodes d'évaluation de l'état de conservation qui ont été recueillies varient entre 1 ou 2 de plus de 50 cm de diamètre (the New Forest, citée dans Cantarello et Newton 2008), 3 de plus de 30 ou 50 cm de diamètre selon l'essence (Bünderamt für Naturschutz, 2008) et 5 d'au moins 35 cm de diamètre (Godreau 2004 ; Michel, 2007).

Parmi les références portant sur la biodiversité en milieu forestier, l'instruction biodiversité de l'ONF préconise dans sa version provisoire actuelle de laisser au moins un arbre mort de 35 cm de diamètre par hectare (ONF, com. pers.). Les réflexions méthodologiques du CRPF Midi-Pyrénées sur l'indice de biodiversité potentielle des peuplements forestiers fixent un seuil à l'hectare de 3 bois morts sur pied et 3 bois morts de grosse circonférence au sol (Larrieu et Gonin 2009).

Les chiffres fournis par une étude de cas dans les Vosges du Nord (Génot, 2005) montrent que les arbres morts (chablis, chandelle et mort sur pied) de diamètre 30 et plus constituent de l'ordre de 10 % à 20 % du volume total en forêt gérée.

Les études sur l'intérêt écologique du bois mort insistent sur les différences notables de faune inféodée au bois mort, selon qu'il se trouve au sol ou debout et selon le stade de décomposition. Un habitat forestier en bon état de conservation suppose donc que le bois mort soit aussi le plus diversifié possible. Néanmoins, les études sur les réserves intégrales montrent que les protocoles permettant de noter la diversité de décomposition du bois mort sont très lourds. De même, la prise de données relatives à la situation au sol ou debout du bois mort présente complique inévitablement le protocole et impose de se poser plusieurs questions :

- Faut-il noter cette position de manière globale et plus ou moins à dire d'expert ou très finement pour chaque placette ?
- Comment interpréter les données au niveau d'un site ? Quels seuils fixer pour considérer qu'un habitat présente du bois mort assez diversifié ? Si l'information est renseignée finement dans chaque placette, le seuil pourrait être la simple présence de bois mort dans les deux situations (mais dès qu'une forêt présente un minimum de bois mort, il y en a au sol et debout), ou la présence des deux types de bois mort dans au moins x% de placettes.
- Comment interpréter les résultats pour les habitats peu recouvrant d'un site ? Les seuils chiffrés et les méthodes précises deviennent en effet de moins en moins pertinents à mesure que les surfaces à étudier sont restreintes.

- Y-a-t'il enfin un risque de mauvaise interprétation ou d'application abusive par les opérateurs si l'on choisit de simplifier le protocole? La réponse est assez directement liée au seuil de densité retenu et à la surface des habitats forestiers du site. En effet, le bois mort en forêt gérée est actuellement en faible quantité et atteindre un seuil élevé de bois mort sur des surfaces importantes impliquera un effort très important, généralisé et durable dans le temps pour tous les propriétaires et gestionnaires. Il ne semble donc pas utile de chercher une trop grande précision dans la notation.

Les études sur les espèces saproxyliques montrent qu'elles ont de très faibles rayons de dispersion, et que la disparition de bois mort durant une longue période est préjudiciable pour la biodiversité de ces espèces (Dodelin, 2006). Un habitat forestier en bon état de conservation supposerait donc que du bois mort ait toujours existé localement. Juger de cette continuité temporelle est assez compliqué et ne peut donc figurer comme critère à relever systématiquement mais si les informations sont disponibles (données historiques ou études sur les insectes saproxyliques) ceci peut venir nuancer la note du critère « bois mort », comme indiqué plus bas (cf. partie 5).

Au final, nous retenons le seuil minimal de 3 arbres morts d'au moins 35 cm de diamètre par hectare, par type d'habitat forestier (ce qui correspond à un ordre de grandeur du volume total minimum de 10 m³/ha), **pour juger du bon état de conservation au regard du bois mort, sans préciser le stade de décomposition ni la répartition entre arbres debout ou au sol.**

3.1.5 Prise en compte d'autres groupes taxonomiques typiques de l'habitat forestier

A l'instar de l'étude de la flore typique de l'habitat présentée précédemment, des réflexions se sont menées sur l'**étude directe d'autres groupes taxonomiques** qui témoigneraient de l'état d'un type d'habitat forestier ou plus globalement de la forêt.

Ceci ne pourra être renseigné que si les données sont disponibles ou si les moyens permettent de faire les inventaires nécessaires. Ce critère est donc **optionnel** afin de ne pas bloquer l'évaluation en l'absence de données. Ces données viendront **compléter les informations obtenues par les autres critères** considérés par ailleurs. Le choix des taxons à prendre en compte se fondera sur les connaissances locales.

Exemple de groupe taxonomique pouvant témoigner de l'état des habitats forestiers : les insectes saproxyliques

Une liste de coléoptères saproxyliques exigeants, témoignant de la valeur écologique et de l'état de conservation de la forêt est disponible d'après la thèse de Brustel de 2004. Elle est figure dans le fichier zip téléchargeable à l'adresse indiquée en deuxième de couverture et les actualisations éventuelles seront mises à disposition sur le site de l'INPN (<http://inpn.mnhn.fr>). En lien avec les fonctions et les exigences écologiques des coléoptères saproxyliques, cette communauté constitue une ressource descriptive pertinente de la valeur biologique et de l'état de conservation des sites dans lesquels ils sont présents (Brustel, 2004).

Ces espèces étant révélatrices de l'état de la forêt, ce sera donc une donnée commune à tous les types d'habitats présents dans le site.

Lorsqu'elle est disponible, l'information viendra compléter l'évaluation obtenue via l'étude du bois mort. Il faut cependant être vigilant dans l'interprétation des absences d'espèces exigeantes (compte tenu de la détectabilité des espèces et des efforts d'échantillonnage nécessaires) : il faut que ces absences soient avérées (plusieurs années d'inventaires réalisées par des entomologistes expérimentés, par exemple 4 pièges d'interception utilisés pendant 3 années - protocole ONF) pour que cette absence rentre dans l'étude du critère bois mort. En cas de manque de prospection, une valeur neutre sera attribuée à ce critère. Les données peuvent être récupérées d'études récentes menées par ailleurs ou être issues de

piégeages dédiés si c'est possible au cours de l'évaluation de l'état de conservation, en orientant les prospections sur les secteurs qui sont déjà bon au regard de la structure (bois morts et micro-habitats).

Méthode d'interprétation proposée pour ce critère, sur la base de l'indice fonctionnel (If) et l'indice patrimonial (Ip) des espèces (Brustel, 2004) :

- Une espèce est jugée
 - o exigeante quand la somme de son indice fonctionnel (exigences écologiques) et de son indice patrimonial (« rareté ») -Ip+If- est supérieure ou égal à 4 ;
 - o très exigeante quand $Ip+If \geq 5$.
- La forêt est estimée
 - o en très bon état au regard des insectes saproxyliques ou à forte valeur biologique (ce qui justifie un petit rehaussement de la note « bois mort ») à partir de 5 espèces très exigeantes présentes dans le site ;
 - o en état moyen à faible quand il n'y a aucune espèce très exigeante et moins de 5 espèces exigeantes ;
 - o le résultat est neutre quand 1 à 4 espèces très exigeantes et plus de 5 espèces exigeantes sont présentes ou qu'il n'y a pas eu de prospection suffisante pour détecter les espèces (plusieurs années d'inventaires réalisées par des entomologistes expérimentés, au minimum 4 pièges pendant 3 années, situés dans les endroits les plus favorables pour juger de l'état de la faune saproxylique du site – secteurs définis par la présence de gros bois et de phase sénescence).

La démarche précise pour intégrer ce critère à l'analyse du bois mort est présentée plus loin, dans la partie 4.

3.2 Critères et indicateurs relatifs aux atteintes portées à l'habitat

L'habitat peut subir diverses dégradations. Pour beaucoup d'entre elles, il est possible d'en déterminer la cause (nature des atteintes). Ceci permet de proposer plus facilement des mesures de gestion appropriées pour tendre vers le bon état.

Ci-dessous seront présentées les atteintes principales (les plus dommageables pour l'état de conservation des habitats forestiers et les plus fréquentes) et les plus faciles à renseigner. Mais cette liste n'est pas exhaustive, l'opérateur ayant la possibilité d'ajouter d'autres atteintes si elles remettent en cause l'état de conservation de l'habitat. Une catégorie « autres atteintes » est envisagée pour cela.

Certaines atteintes ont un impact lourd sur l'habitat, car elles affectent la nature même de l'habitat et seront à relever localement. D'autres ont un effet un peu plus diffus dans le site et seront à renseigner par l'opérateur après avoir parcouru la totalité du site, selon ses observations de terrain. A noter qu'il sera également possible d'utiliser, pour renseigner ces atteintes, des résultats d'études spécifiques lorsqu'elles seront disponibles.

3.2.1 Exemples d'atteintes « lourdes »

Les atteintes « lourdes » (espèces exotiques envahissantes, perturbations hydrologiques, dégâts au sol...) ont un impact significatif sur l'état de conservation de l'habitat dès leur apparition, induisant immédiatement une modification de l'habitat. Elles seront donc prises en compte dès leur simple présence et l'impact est jugé de plus en plus important à mesure que leur recouvrement augmente. A partir d'un recouvrement de la surface totale de l'habitat de 15% on considère que l'habitat est fortement endommagé et il l'est très fortement au-delà de 30%.

L'analyse de ces atteintes pourrait se faire localement - à l'échelle de chaque point de relevé - mais pour simplifier la démarche ces atteintes seront directement analysées à l'échelle du site, en cumulant les données recueillies localement.

3.2.1.1 Espèces exotiques envahissantes

La notion d' « espèce exotique envahissante », désigne toute espèce étrangère (non indigène) dont l'introduction par l'homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences négatives sur le plan écologique, économique et/ou sanitaire (IUCN, 2000 et Mc Neely *et al.*, 2001 in Gautier et Triolo, 2008). Cette notion est équivalente au néologisme « espèce invasive » (traduction française de « invasive species »), mais il semble que le terme « espèce exotique envahissante » soit plus pertinent, car plus compréhensible et plus précis (toutes les espèces exotiques ne sont pas envahissantes et certaines espèces indigènes peuvent le devenir) (Gautier et Triolo, 2008).

La prolifération des espèces exotiques envahissantes affecte directement la dynamique des populations d'espèces indigènes mais elle peut également entraîner de profondes modifications dans les écosystèmes (*e.g.* problème de régénération des arbres sur des parcelles où le Cerisier tardif prolifère).

Ces listes d'espèces peuvent être trouvées dans les études de référence sur la thématique (Muller, 2004 ; Gautier et Triolo, 2008) ou tirées d'études menées régionalement sur le sujet.



Renouée du Japon

3.2.1.2 Perturbations hydrologiques

Parmi les perturbations hydrologiques nous pouvons citer, les drainages, les endiguements des vallées alluviales, les déconnexions des nappes alluviales, les pompages de nappes...

Le drainage est une mesure de gestion qui fut très pratiquée au XXème siècle pour « assainir » les sols trop humides, afin d'augmenter la productivité du sol, et pour planter des essences qui ne pourraient pas pousser dans des conditions aussi hydromorphes.

Ces perturbations ne sont à prendre en compte que pour les habitats forestiers humides (forêts alluviales - 91EO -, forêts mixtes riveraines des grands fleuves -91F0, tourbières boisées - 91 D0, et chênaies pédonculées - 9160 et 9190). Ce sont des actions qui affectent les facteurs écologiques des habitats. Si un impact « léger » peut influencer sur l'état de conservation, un impact important peut aller jusqu'à modifier la nature même de l'habitat. Par exemple, l'endiguement des grands fleuves tel que le Rhin entraîne un assèchement tel que des forêts anciennement en habitat alluvial évoluent maintenant vers des chênaies pédonculées, des hêtraies continentales, voire des hêtraies sèches. Elles sont très difficiles à relever sur le terrain, car elles nécessitent d'avoir une vision plus globale des travaux ou pompages. Nous proposons de les étudier au moyen d'indicateurs indirects renseignés à dire d'expert, à travers les conséquences de ces atteintes sur l'état sanitaire des arbres, ou par des études propres lorsque c'est possible (observations directes, bibliographie sur le site ou contacts avec des experts locaux).



Ruisseau rectifié

3.2.1.3 Dégâts au sol

Ce critère comprend les dégâts engendrés par le mode de gestion des forêts (mécanisation lors des récoltes de bois ou de l'entretien des peuplements) : tassement, orniérage, décapage... Les habitats sont plus ou moins sensibles selon la nature du sol : le tassement peut même devenir irréversible sur des sols limoneux et entraîner une baisse de fertilité et un changement profond de la flore.

Des consignes sont actuellement données pour limiter ces tassements, en fonction de la sensibilité des sols (période d'intervention, utilisation de cloisonnements* avec des rémanents).

Les dégâts sont à prendre en compte **à l'intérieur et à l'extérieur des cloisonnements*** prévus pour le passage des tracteurs, **lorsqu'ils affectent notablement** le fonctionnement de l'habitat voire sa pérennité (augmentation du niveau d'hydromorphie entraînant des mortalités dans le peuplement ou un blocage de la régénération par envahissement des joncs, molinie et autres espèces « explosives »). La difficulté réside dans la définition du seuil à partir duquel l'impact sur l'état de conservation est fort.



Débardage par tracteur

3.2.2 Exemple d'atteintes « diffuses dans le site »

Ces atteintes ont un impact sur l'état de conservation de l'habitat dès qu'une certaine proportion de surface de cet habitat dans le site est notablement endommagée. Pour évaluer l'impact de ces atteintes, une vision d'ensemble est donc nécessaire : l'opérateur renseignera ce critère après avoir parcouru la totalité du site.

En l'absence d'indicateur simple et opérationnel, l'impact de ces atteintes sera estimé à vue par l'opérateur, au regard notamment des éléments qui seront cités ci-dessous, pour les atteintes qui sont détaillées : l'abrouissement, les dégâts engendrés par la surfréquentation humaine et l'impact des incendies. L'opérateur devra indiquer si l'impact est important, moyen ou négligeable. Toutefois, si des études sont menées sur ces impacts, les résultats pourront alimenter l'évaluation.

3.2.2.1 Impact des grands ongulés sur la végétation (abrouissement)

Un fort abrouissement sur une grande partie de la surface de l'habitat à l'échelle du site peut affecter la végétation, avec des changements de composition et de dominance floristique (Archaux *et al.*, 2008), sa régénération, et donc l'état de conservation de l'habitat.

L'impact des grands ongulés sur la végétation étant difficile à évaluer localement (car cette évaluation nécessite d'avoir une vision d'ensemble sur le site), ce critère sera à relever à l'échelle du site. L'opérateur estimera cet impact après avoir parcouru la totalité du site, au regard des éventuels dégâts récents observés (les dégâts d'écorcement anciens, présentant des bourrelets cicatriciels, ne doivent pas être considérés parce qu'ils ne reflètent *a priori* pas une pression actuelle du gibier) ou en utilisant les connaissances des forestiers sur les problèmes rencontrés. Le recours à des protections contre le gibier dans les régénérations est par exemple un indice indirect de l'impact de l'abrouissement. L'état de conservation sera considéré plus ou moins dégradé selon l'intensité des abrouissements et leur durée.

Il sera néanmoins possible de se référer à des études menées sur ces dégâts si elles existent.

3.2.2.2 Impact de la surfréquentation humaine

Une fréquentation humaine intensive peut avoir des répercussions néfastes sur l'habitat : fort piétinement, traces de motos ou de quads, nombreux déchets, très forte cueillette... Après avoir parcouru la totalité du site, l'opérateur notera s'il a observé, sur le type d'habitat évalué, un impact notable de la surfréquentation humaine au regard des éléments qui viennent d'être cités (fort piétinement, nombreuses traces de motos, nombreux déchets...). Selon l'intensité de cet impact et la surface de l'habitat dans le site impacté, cette atteinte sera jugée importante, moyenne ou négligeable.

3.2.2.3 Impact des incendies

On parle d'incendie de forêt lorsqu'un feu concerne une surface minimale d'un hectare d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et/ou arborés (parties hautes) est détruite (Anonyme, 2009).

L'incendie de forêt est un phénomène complexe qui, associé à la sécheresse, fait partie du fonctionnement normal des milieux méditerranéens (Vennetier *et al.*, 2008). Ses effets peuvent varier suivant divers facteurs du milieu, lié à la nature même de l'habitat ou aux conditions climatiques : état de déshydratation de la litière et état d'hydratation du feuillage, vitesse du vent au sein de l'habitat, quantité de combustibles (certaines espèces étant plus combustibles et d'autres plus résistantes comme le Chêne liège protégé par son liège), importance de la couverture végétale basse, etc. (Carle, 1974). Alors que les « nuisances » liées au passage du feu sont bien réelles pour l'homme (menace pour la sécurité des personnes, dommages aux biens...), l'impact sur la nature est moins évident (Alexandrian, 1997). Les recherches menées sur la cicatrization et la reconstitution des écosystèmes montrent qu'en région méditerranéenne les impacts sur les écosystèmes sont en général assez faibles (Alexandrian, 1997) et les incendies peuvent profiter à certaines espèces (espèces animales ou végétales pyrophiles). Cependant, ils peuvent également avoir des

effets négatifs sur l'habitat (disparition d'espèces clés du fonctionnement de l'habitat, altération des sols, destruction des essences structurantes ou affaiblissement favorisant l'attaque de ravageurs...). Ces effets négatifs dépendent de la nature de l'habitat (capacité de résilience), de la nature des feux (feu de cime ou de surface, angle et longueur des flammes, intensité du front de feu...) et de leur répétition dans le temps (nombre de feux et intervalle de temps entre deux incendies) et peuvent être accentués par des sécheresses répétées dues au changement climatique (Carle, 1974 ; Vennetier *et al.*, 2008...).

Depuis quelques années, de nombreuses observations et études ont été menées (certaines étant encore en cours) sur l'impact des incendies et les processus de cicatrisation et de reconstitution après incendie des constituants majeurs des écosystèmes forestiers (Valette *et al.*, 1997 ; Jacquet et Prodon 2007 ; Vennetier *et al.*, 2008...), ainsi que sur les caractéristiques des incendies (exemple étude Prométhée). Diverses méthodes et protocoles expérimentaux existent (Jappiot et Tolron, 1997) mais aucun indicateur fiable et opérationnel pour évaluer l'impact des incendies sur tout type d'habitat forestier exposé n'a pu ressortir des recherches bibliographiques et discussions avec experts au cours de cette étude. Les données sont soit fragmentaires (connaissances approfondies sur des peuplements forestiers précis et ne pouvant être directement généralisées ou ne concernant que quelques compartiments de l'écosystème forestier) soit indisponibles (recherches en cours).

Aussi, en attente de résultats d'études pouvant permettre de proposer un indicateur plus objectif et facile à appliquer, ce critère sera à renseigner à dire d'expert, au regard de divers facteurs tels que l'état sanitaire des arbres, la quantité de bois morts, et la physionomie des habitats (composition végétale) dans les zones parcourues par le feu et de la proportion de surface de l'habitat, à l'échelle du site, fortement endommagée au regard de ces facteurs. En fonction de cela, l'impact sera jugé important, moyen ou négligeable et les raisons de ce jugement devront être explicitées.

3.2.3 Autres atteintes

Il est apparu important de laisser la possibilité à l'opérateur de renseigner d'autres atteintes non listées et qui s'avèreraient jouer un rôle important dans la conservation du type d'habitat évalué.

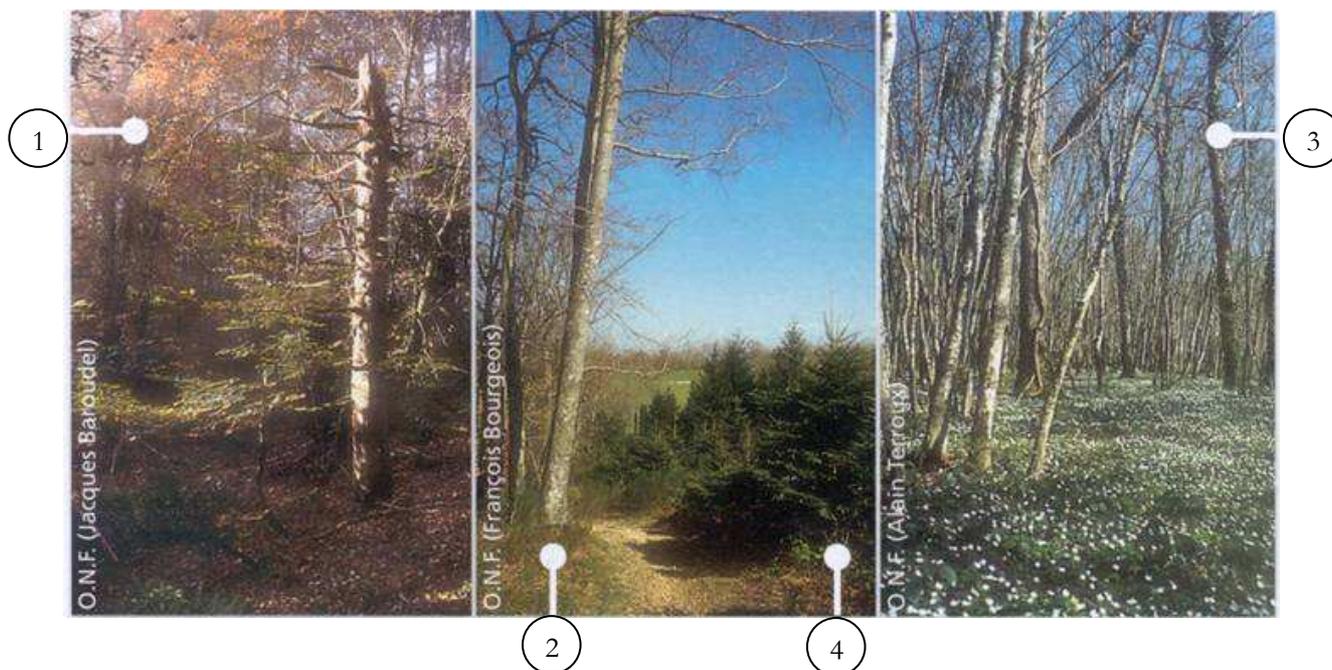
A titre d'exemple, nous pouvons citer

- des dégâts sanitaires des arbres typiques de l'habitat (dépérissements) dus à d'autres facteurs que les atteintes citées ci-dessus (exemple sécheresse, attaque d'insectes ravageurs, changement climatique...). Il faudra que l'opérateur soit formé à reconnaître ces dégâts et en attribuer la cause afin de limiter l'effet opérateur ou se référer à des études spécifiques menées sur la santé des forêts ;
- des remblaiements ou décharges ayant un impact notable sur l'état de conservation de l'habitat évalué, etc.

3.3 Autres critères non retenus mais ayant fait l'objet de discussions

3.3.1 Typicité du sylvofaciès

Au cours de cette étude, des réflexions ont été menées sur la prise en compte de la typicité du sylvofaciès dans l'évaluation de l'état de conservation d'un habitat forestier. Ceci consisterait à comparer la composition dendrologique actuelle avec une composition typique « théorique ». A titre d'exemple, voici différents sylvofaciès pour une hêtraie de l'*Asperulo-Fagetum* (9130), les illustrations ci-dessous étant issues du guide des habitats forestiers de Franche-Comté (Le Jean *et al.*, 2002) :



Légende : 1- typique de vieilles forêts ; 2- typique ; 3- chênaie-charmaie en taillis sous futaie ; 4- plantation de sapin

Cette démarche est sujette à discussions, car les seules références utilisables que seraient les forêts naturelles sont rares et les références que nous avons à notre disposition sont des descriptions issues des Cahiers d'habitats ou des catalogues de stations forestières, réalisées par des experts à partir de l'étude de peuplements plus ou moins anthropisés. Dans ces descriptions, les essences existantes dans un habitat se regroupent en deux catégories :

- Les essences structurantes, qui sont les essences climaciques qui structurent normalement les peuplements soit en raison d'un blocage stationnel (nous pouvons citer le chêne ou l'aulne selon l'hydromorphie, l'épicéa sur lapiaz, l'érable sycomore sur éboulis...) soit sous des contraintes climatiques (par exemple : hêtre en plaine et le sapin en montagne)
- Les essences compagnes (chêne sessile ou charme en hêtraie de plaine, aulne en chênaie pédonculée...). Ces essences sont souvent des essences pionnières ou post-pionnières, que le forestier a pu favoriser pour des raisons sylvicoles, pouvant à l'extrême conduire à des peuplements sans essences climaciques (taillis sous futaie à chêne-charme en plaine par exemple).

Pour étudier ce critère il avait été envisagé de regarder la proportion d'essences structurantes présentes dans l'habitat et le seuil proposé était de 30% : au-delà de 30% de recouvrement des essences climaciques, l'habitat était considéré comme typique.

Néanmoins, ce critère n'a pas été retenu en raison des difficultés rencontrées dans certains cas pour l'appliquer. En effet, l'analyse des données peut soulever des difficultés, en raison du manque de concordance existant pour certains types d'habitats, entre les essences structurantes et les essences citées dans les états à privilégier des Cahiers d'habitats forestiers : dans les hêtraies-chênaies à Pâturin de Chaix

par exemple, le hêtre est naturellement structurant (et donc naturellement dominant) ou la chênaie apparaît également comme « état à privilégier ».

Par ailleurs, les autres sylvofaciès (non typiques) ont aussi un intérêt floristique et faunistique, contribuant à la biodiversité au sein de l'habitat à une échelle biogéographique.

3.3.2 Structure des peuplements

Des réflexions ont aussi porté sur la prise en compte de la structure des peuplements pour évaluer l'état de conservation d'un habitat forestier.

La structure du peuplement peut s'étudier à deux niveaux :

- la structure verticale, correspondant à l'agencement local de la végétation qui fait apparaître des strates de végétation selon les hauteurs des espèces floristiques ;
- la structure horizontale, correspondant à l'agencement des différents peuplements homogènes les uns par rapport aux autres.

L'étude de ces structures pour juger de l'état de conservation soulève plusieurs difficultés.

Ces structures sont directement liées au mode de traitement (futaie irrégulière, jeune futaie régulière perchis inclus, autres futaies régulières, taillis sous futaie incluant les taillis). Elle est souvent complexe dans les peuplements irréguliers (Gosselin et Laroussinie, 2004). Aussi, des réflexions ont porté sur la pertinence d'intégrer l'étude du mode de traitement à l'évaluation de l'état de conservation d'un habitat forestier.

D'après les indications des Cahiers d'habitats pour la plupart des types d'habitats forestiers, les taillis et taillis sous futaie ne peuvent caractériser un bon état de conservation. Or la très grande majorité des peuplements de feuillus de plaine et de basse montagne sont issus d'un traitement en taillis sous futaie et malgré l'abandon important de ce mode de gestion au profit de la futaie depuis plusieurs décennies, la conversion de ces peuplements maintient encore à l'heure actuelle des structures de taillis sous futaie voire taillis. D'autre part, certains types d'habitat forestiers ont une structure naturelle qui peut être un mélange de taillis et de futaies. C'est le cas des forêts de ravins du *Tilio-Acerion*, des hêtraies sommitales ou de certaines forêts alluviales pour lesquelles le mode de régénération se fait en partie par rejet de souche après un épisode violent (chute de blocs, crue, avalanche). Le jugement de l'état de conservation au regard du mode de traitement apparaît donc très compliqué.

Il a également été évoqué l'éventualité d'utiliser un indicateur « diversité des modes de traitements » mais ceci doit plus s'évaluer à l'échelle d'une région qu'à l'échelle d'un site Natura 2000.

En conséquence, le critère structure des peuplements n'a pas été retenu dans cette méthode.

3.3.3 Les arbres à micro-habitats

Les micro-habitats correspondent aux cavités et aux signes de sénescence (grosses branches mortes, présence de champignons, décollements d'écorce...).

La prise en compte d'un critère propre aux arbres à micro-habitats pour attester de l'état de conservation d'un habitat forestier a suscité de nombreuses réflexions et discussions.

A l'instar des très gros arbres vivants et des bois morts, les arbres à micro-habitats (dont les très gros arbres vivants) sont des éléments structurants des forêts qui abritent un cortège d'espèces particulier et qui ont tendance à être tronqués par la gestion (Gosselin et Laroussinie, 2004). Ces éléments sont d'ailleurs pris en compte dans une des méthodes d'évaluation de l'état de conservation recueillies : la méthode allemande avec la notion d'« arbres-habitats » (Bünderamt für Naturschutz, 2008).

Néanmoins, ce critère étant en partie redondant avec d'autres critères retenus par ailleurs (très gros bois et bois morts), et compte tenu des difficultés à inventorier les arbres à micro-habitats en période de végétation ou dans les forêts alluviales (problème de visibilité) et du risque d'effort opérateur important, ce critère n'a pas été retenu.

3.3.4 Retournement du sol par les sangliers

Évaluer l'impact des sangliers sur l'état de conservation des habitats forestiers est assez complexe. Les impacts importants des sangliers en surpopulation sont surtout connus en milieu agricole : dégâts dans les prairies (modification des groupements végétaux prairiaux sous l'action des vermillis) et dans les cultures (verse et abrutissement). En forêt, les cas d'impacts forts engendrés par les sangliers sont plus rares et, notamment pour les cas des retournements de sol (les abrutissements étant déjà pris en compte par ailleurs dans la méthode) il est difficile de statuer sur l'effet positif ou négatif au regard de l'état de conservation de l'habitat, ce retournement pouvant être positif car il peut notamment permettre à certaines graines de germer...

Ce critère n'a donc pas été retenu. Toutefois, si un impact important et avéré sur l'état de conservation de l'habitat forestier évalué est observé (ou mentionné par une étude spécifique) dans un site, il sera possible de le renseigner en tant qu'« autre atteinte ».

3.3.5 L'impact du changement climatique

L'impact du changement climatique sur l'état de conservation des habitats forestiers est une notion très complexe qui reste à préciser.

Le changement climatique constitue une menace à l'équilibre établi entre les espèces constitutives de l'habitat et leur environnement. En tant que vision prospective (menace) ceci ne peut pas être intégré à l'évaluation à un temps t , mais pourra être renseigné en tant qu'élément complémentaire à l'état de conservation.

Toutefois, des atteintes à la conservation de l'habitat dues au changement climatique, couplé à d'autres facteurs, pourront être observées au temps t de l'évaluation et seront donc prises en compte. En effet, le changement climatique peut venir accentuer des déséquilibres écologiques (exemple d'espèces en limite d'aire ou établies dans des conditions stationnelles limites). Ceci se reflètera dans les autres critères déjà retenus. Il se répercutera notamment dans l'état de la composition dendrologique (arrivée d'espèces non typiques de l'habitat), la flore typique de l'habitat (diminution de la proportion d'espèces végétales typiques). Cela pourra également venir accentuer l'effet d'atteintes à l'habitat déjà prises en compte dans cette méthode : par exemple les incendies et les sécheresses répétées accroissent mutuellement leurs effets respectifs, cette interaction faisant disparaître certaines espèces végétales et animales considérées comme des espèces clefs du fonctionnement de l'écosystème et entraînant des dégradations du sol qui rendent l'habitat moins résilient à une perturbation supplémentaire (Vennetier *et al.*, 2008).

D'autres atteintes pourront aussi s'observer (exemple, des dégâts sanitaires des arbres). Elles seront à renseigner dans le critère « autres atteintes » prévu à cet effet.

3.4 Éléments complémentaires pour l'appréciation de l'état de conservation

La note obtenue avec la méthode d'analyse proposée dans ce document (cf. partie 5) sur la base des critères présentés en partie 3.2 n'est pas une fin en soi mais constitue une aide à la décision dans le cadre du DOCOB et de son suivi, cette note faisant ressortir notamment les points faibles. L'appréciation de l'état de conservation de l'habitat s'obtient en complétant cette analyse par l'étude d'autres éléments présentés ci-après.

3.4.1 Surface de l'habitat dans le site et remarques éventuelles sur sa répartition

L'influence de la surface d'un habitat sur son état de conservation peut s'évaluer en analysant son évolution dans le temps (augmentation ou régression). Cette notion est donc à prendre en compte dans le cas d'une évaluation à un temps $t+1$, contrairement aux critères présentés précédemment qui participent à une évaluation à un temps t .

Divers réflexions ont porté sur l'échelle la plus pertinente pour prendre en compte les évolutions de surface. Il s'avère que cette notion est plus discriminante à l'échelle d'une région biogéographique et peut parfois être délicate à interpréter à l'échelle d'un site, selon sa configuration et sa délimitation. Cette donnée ne rentrera pas dans le calcul de la note d'état de conservation définie pour un type d'habitat à l'échelle d'un site Natura 2000, sur la base des critères et indicateurs retenus et qui viennent d'être présentés. Néanmoins, cet élément de tendance pourra être renseigné en parallèle de cette note, pour moduler l'appréciation de l'état de conservation obtenu par cette note. De même, l'opérateur pourra renseigner ici des informations sur la répartition de l'habitat dans le site, s'il estime que cela apporte des éléments importants pour évaluer l'état de conservation de l'habitat.

3.4.2 Perspectives futures de l'habitat

L'opérateur pourra également accompagner l'état de conservation des habitats à l'échelle du site de quelques commentaires relatifs aux perspectives futures de cet habitat, notamment par rapport à des menaces éventuelles ou à des mesures de gestion positives qui sont prévues (*e.g.* préconisation pour laisser des très gros arbres vivants en îlots ou isolés avec des signes de sénescence soit au titre des documents cadres de la gestion ou au titre de contrats Natura 2000 ; action de restauration d'une dynamique hydraulique au titre de contrats Natura 2000 si une telle atteinte est observée...).

3.4.3 Qualité des données fournies

Il sera important d'indiquer la méthode adoptée pour recueillir les données (inventaire exhaustif ou statistique, et dans ce dernier cas préciser la méthode d'échantillonnage appliquée) ainsi que la qualité de ces données (selon le tableau 2).

| Qualité de la donnée | Explication |
|----------------------|--|
| Bonne | Inventaire complet ou statistiquement fiable |
| Modérée | Recueil partiel des données (extrapolation), ou inventaire avec une précision statistique médiocre (cf. partie 4, efforts d'échantillonnage) |
| À dire d'expert | Évaluation sans recueil de données sur le terrain (analyse bibliographique, interprétation de photographies aériennes, expertise bureau...) |

Tableau 2 : Qualité de la donnée

4 Protocole pour renseigner les critères et indicateurs

Compte tenu des modalités d'application et d'analyse des critères (présentées ci-après) les données devront idéalement être collectées par une méthode statistique (échantillonnage par placette) pour pouvoir obtenir des valeurs chiffrées pour certains indicateurs.

Nous conseillons des placettes de surface fixe de 1250 m² (ce qui correspond à une placette circulaire 20 m de rayon), qui semble être un bon compromis pour avoir une bonne visibilité et couvrir une surface assez grande pour que les données renseignées par placette soient pertinentes.

4.1 Effort d'échantillonnage et précision de l'évaluation

Pour obtenir une évaluation fiable, c'est à dire avoir confiance dans la note et surtout dans l'état de conservation obtenus, un nombre suffisant de placettes doit être inventorié.

Il est difficile de fournir un cadre standardisé de nombre minimum de placettes à inventorier pour assurer un effort d'échantillonnage suffisant, car ce nombre dépend de l'hétérogénéité des situations au sein de l'habitat et de la surface de cet habitat dans le site. Ceci aurait nécessité une étude particulière menée dans différents cas de figure, avec un grand nombre de placettes, afin de calibrer des valeurs de référence. En ce sens une mutualisation régionale des résultats en terme de nombre de placettes nécessaires sera d'une grande utilité.

Nous pouvons toutefois proposer un ordre de grandeur, à titre indicatif, de la quantité de placettes à inventorier pour un habitat recouvrant : 20 placettes par type d'habitat (générique voire élémentaire si les moyens le permettent) sur l'ensemble du site semblent être un minimum statistiquement satisfaisant.

Afin d'estimer la fiabilité des résultats obtenus, il est conseillé de calculer les intervalles de confiance des moyennes des critères qui reposent sur une variable numérique, en particulier la quantité de bois mort et de très gros bois qui sont très variables. Cet intervalle correspond à la gamme de valeurs qui contient, avec un certain degré de confiance (probabilité), la valeur à estimer. Dans notre cas, et comme dans beaucoup d'études, on fixera cette probabilité à 0,95 (95% de chance d'être juste ou 5% de risque de se tromper en estimant que la valeur est contenue dans l'intervalle). Plus l'intervalle de confiance est petit et plus l'incertitude sur la valeur estimée est faible.

Intervalle de confiance d'une moyenne, à 95 % :

$$\left] \bar{x} - 1,96 \frac{\sigma(X)}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + 1,96 \frac{\sigma(X)}{\sqrt{n}} \right[$$

Où :

\bar{x} est la moyenne ;

$\sigma(X)$ est l'écart type de la moyenne obtenue ;

et n est la taille de l'échantillon (le nombre de placettes.)

Remarque : Excel peut fournir directement l'intervalle de confiance d'un échantillon à l'aide de la fonction éponyme « INTERVALLE.CONFIANCE ».

Si pour certains critères l'intervalle de confiance dépasse les intervalles entre deux seuils (cf. tableau 4 p. 38 pour la présentation des seuils et du nombre de points à attribuer en conséquence), il est conseillé d'inventorier d'autres placettes supplémentaires. A défaut il faudra préciser que la qualité des données est « modérée »

Exemple, si le calcul du nombre de bois mort pour un habitat donne un résultat moyen de 2,1 +/- 1,2 arbres morts à l'hectare (figure 5), la valeur du critère au regard de la moyenne est de « -2 » (cf. tableau 4 p.38) mais elle pourrait également être de « -2 » compte tenu de l'intervalle de confiance. Si tous les autres critères obtiennent la valeur maximale, la note finale serait 90/100, ce qui classe l'habitat en état « bon-correct » mais pourrait potentiellement être de 98/100, qui correspond à un état « bon-optimal ». Il faudrait donc accentuer l'échantillonnage ou à défaut indiquer que l'habitat est en état « bon-correct » mais que la qualité des données est « modérée » compte tenu de l'intervalle de confiance, qui fait varier la note entre 90 et 98.

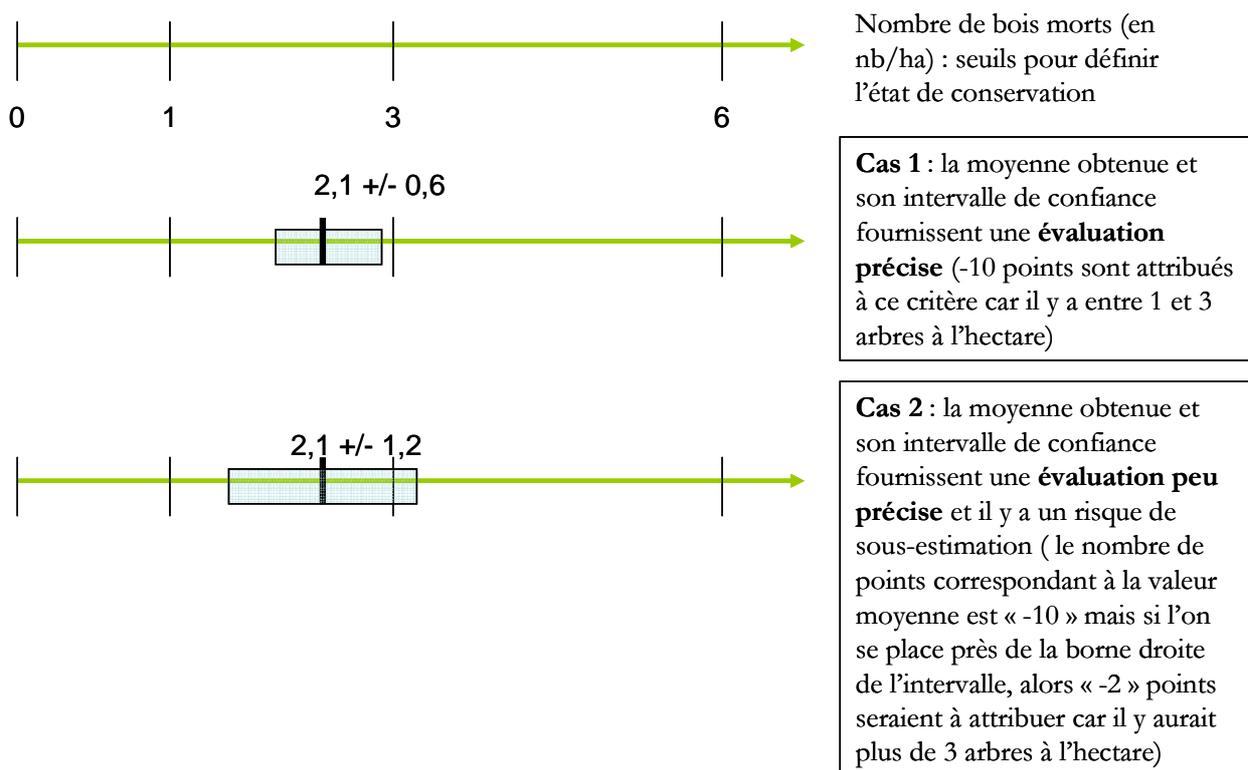


Figure 5 : Illustration de l'effet de l'intervalle de confiance sur la précision de l'évaluation
Les quantités « 1/ha », « 3/ha » et « 6/ha » correspondent aux bornes des seuils présentés dans le tableau 4

Dans le cas d'un échantillonnage insuffisant, pour connaître le nombre minimum de placettes qu'il aurait fallu inventorier, il sera possible d'appliquer notamment une formule statistique sur son jeu de données. Cette formule est présentée en annexe 9.

4.2 Modalités d'application des critères et indicateurs

Dans chaque placette, les critères présentés en partie 3.2, retenus pour évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat forestier, seront à étudier au moyen d'indicateurs comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

| Paramètre | Critère | Indicateur | Condition | Donnée à renseigner | Echelle de collecte |
|---|--|---|--|--|---------------------|
| Structure et fonctionnalité de l'habitat | Intégrité de la composition dendrologique | Proportion d'essences non typiques de l'habitat ⁽¹⁾ | | % de recouvrement et nom de ces espèces | Placette |
| | État de la flore typique de l'habitat ⁽²⁾ | Proportion de la flore typique de l'habitat présente | | Présence ou absence des espèces de la liste dressée par type d'habitat | |
| | Très gros arbres vivants (éléments structurants à haute valeur biologique) | Quantité de très gros bois (TGB) | Essences typiques de l'habitat | Nombre de TGB rapporté à la surface | |
| | Dynamique de renouvellement | Surface en jeune peuplement (JP) | Forêt en futaie régulière et taillis | Surface occupée par les JP | |
| | | Problème de régénération | Forêt à allure irrégulière | Problème de régénération observé | |
| | Bois mort | Quantité d'arbres morts sur pied et au sol d'un diamètre d'au moins 35 cm à hauteur de poitrine | Essences typiques de l'habitat | Nombre d'arbres morts rapportés à la surface | |
| Études directes d'autres taxons typiques (tels que les insectes saproxyliques) ⁽³⁾ | | En fonction des données disponibles | Résultats d'inventaires disponibles sur des espèces apportant une information sur l'état de conservation | | |
| Atteintes « lourdes » | Espèces exotiques envahissantes | Recouvrement | | % de recouvrement approximatif | |
| | Dégâts au sol | Recouvrement des espèces favorisées par le tassement (e.g. Jonc), orniérages, décapage... | | | |
| | Perturbation hydrologique (dont drainages) | Etat sanitaire des arbres (e.g. dépérissants) | Uniquement pour les habitats forestiers humides (e.g. forêts alluviales) | | |
| | Autres atteintes (problème sanitaire dû à des ravageurs, remblaiement...) | | | | |
| Atteintes « diffuses dans le site » | Impact des grands ongulés sur la végétation | Dégâts sur la végétation dus à l'abroussement | | 3 catégories : - Impact important sur l'ensemble du site - Impact moyen - Impact négligeable ou pas d'atteinte | Site |
| | Impact de la surfréquentation humaine sur l'habitat | Dommages observés sur l'habitat dus à la surfréquentation humaine | | | |
| | Impact des incendies | Pour l'instant à dire d'expert (état sanitaire des arbres, bois mort...) | Uniquement pour les habitats soumis aux incendies | | |
| | Autres atteintes | | | | |

Tableau 3 : Synthèse des critères et indicateurs à renseigner et modalités d'application

⁽¹⁾ Essences ne figurant pas dans la liste d'espèces typiques de l'habitat (cf. Cahiers d'habitats) : allochtones, en dehors de leur aire naturelle de répartition (région, étage de végétation) ou simplement en dehors de leur habitat naturel.

⁽²⁾ Critère en rouge : liste d'espèces restant à définir.

⁽³⁾ Critère en bleu : optionnel (dépend des données disponibles).

Comme évoqué en partie 3, d'autres éléments seront à renseigner en parallèle. Ces éléments n'influenceront pas sur la note mais viendront moduler l'appréciation de l'état de conservation obtenu :

- évolution de surface ;
- perspectives futures ;
- qualité des données.

4.3 Flexibilité et limites du protocole

Le protocole s'applique à tout type d'habitat forestier, tant que sa surface dans le site et la taille des patches de l'habitat permettent d'effectuer un nombre minimum de placettes pour obtenir une évaluation pertinente.

Une certaine souplesse est laissée à ce protocole pour l'adapter au mieux aux divers contextes et mettre à profit les données disponibles localement :

- Possibilité de prendre en compte des atteintes non citées grâce aux catégories « autres atteintes » prévues pour les atteintes lourdes et pour celles ayant un impact plus diffus dans le site.
- Des résultats d'études pourront venir compléter ou remplacer les données à recueillir par l'opérateur (perturbations hydrologiques, abrouissement, bois mort...) lorsqu'elles seront disponibles.
- Possibilité d'intégrer des données d'études directes de la faune ou de la fonge lorsqu'elles sont disponibles, ces données seront à utiliser en complément des critères déjà retenus et viendront donc nuancer leur analyse.

5 L'évaluation de l'état de conservation

5.1 La méthode de notation

La méthode d'analyse des données retenue repose sur un système de notation.

Principe général :

Une note est attribuée à un type d'habitat à l'échelle du site selon les valeurs moyennes de chaque critère. Cette note est ensuite comparée à des « valeurs seuils » afin d'évaluer l'état de conservation. Cette méthode a été retenue en raison de son aspect progressif qui permet d'obtenir une évaluation plus précise : la note permet de situer précisément l'habitat évalué au sein d'une « catégorie » d'état de conservation (figure 6). Ce système permet donc de mesurer précisément les efforts à fournir pour améliorer, si besoin, l'état de conservation et valorisera les efforts de gestion effectués entre les évaluations.

Détails de la méthode :

La note attribuée à chaque type d'habitat évalué à l'échelle du site est comprise entre 0 et 100. Pour obtenir l'état de conservation correspondant, cette note est à reporter sur l'axe suivant :

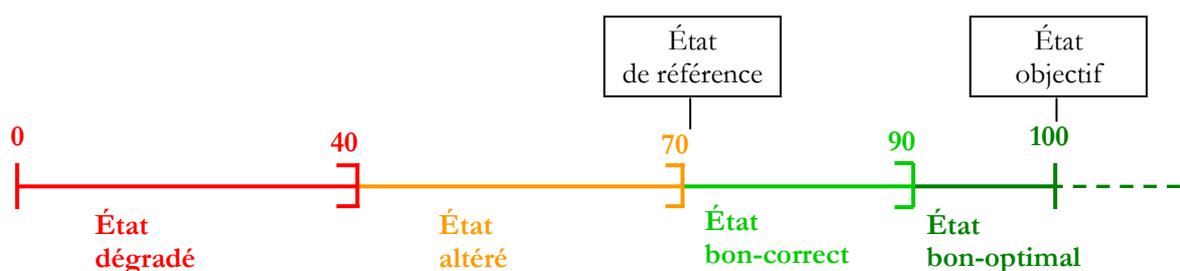


Figure 6 : Axe de correspondance note / état de conservation

Obtention de la note :

A chaque type d'habitat est attribuée la note de départ « 100 » qui varie selon les valeurs moyennes de chaque critère : dès qu'un critère n'est pas à son optimum, la note diminue.

Pour simplifier la démarche, tous les critères sont analysés à l'échelle du site. Deux critères ont un poids plus important car ils agissent sur la nature même de l'habitat : la composition dendrologique et les atteintes « lourdes ». Si tous les critères sont « mauvais », la note est ramenée à « 0 » (pas de note négative).

On aura également intérêt à calculer cette note pour les bornes hautes et basses des intervalles de confiance des variables numériques, afin de définir un intervalle autour de cette note et pouvoir juger de la confiance à accorder à l'état de conservation ainsi déterminé.

Le nombre de points à attribuer par critère est présenté dans le tableau 4, page suivante.

| Critère | Indicateur | | Modalité | Valeur | |
|--|--|---|--|--|-----|
| Intégrité de la composition dendrologique | % de recouvrement d'essences non typiques de l'habitat | Recueil localement (par placette) et analyse à l'échelle du site par calcul de la moyenne des % d'essences et de recouvrement de l'atteinte | Aucune essence non typique de l'habitat et aucune atteinte « lourde » | 0 | |
| | | | 1 à 5 % d'essences non typiques <u>et</u> aucune atteinte | -5 | |
| | | | 5 à 15% d'essences non typiques <u>ou</u> moins de 15% d'atteinte(s) | -10 | |
| Atteintes « lourdes » : espèces exotiques envahissantes, dégâts au sol, perturbations hydrologiques... | % de recouvrement de l'atteinte | | 15 à 30% d'essences non typiques <u>ou</u> 15 à 30% d'atteinte(s) | -30 | |
| | | | Plus de 30% d'essences non typiques <u>ou</u> plus de 30% d'atteinte(s) | -60 | |
| Très gros arbres vivants | Quantité à l'hectare de très gros bois (TGB) | Recueil localement et analyse à l'échelle du site (moyenne) | 5 TGB / ha et plus | 0 | |
| | | | 3 à 5 TGB / ha | -2 | |
| | | | 1 à 3 TGB / ha | -10 | |
| | | | Moins de 1 TGB / ha | -20 | |
| Dynamique de renouvellement | Surface en jeune peuplement (futaie régulière et taillis) | Analyse à l'échelle du site d'après des données de cartes générales (type plans de gestion forestiers) ou des données relevées localement | Forêts en futaie régulière ou taillis | Surface en JP comprise entre 5 et 30% | 0 |
| | | | | Plus de 30% de JP ou moins de 5% de JP | -10 |
| | ou problème de régénération (autres cas) | | Autres cas | Pas de problème de régénération | 0 |
| | | | | Problème de régénération | -10 |
| Bois mort | Quantité à l'hectare de gros arbres morts (diamètre > 35 cm) sur pied ou au sol | Recueil localement et analyse à l'échelle du site (moyenne) | Plus de 6 arbres de 35 cm (ou autre échelle si très gros diamètres soit environ 21 à 200 m ³ /ha de bois mort en moyenne) | 0 | |
| | | | 3 à 6 arbres de plus de 35 cm / ha (soit environ 10 à 20 m ³ /ha) | -2 | |
| | | | 1 à 3 arbres de plus de 35 cm/ha (soit 5 à 10 m ³ /ha) | -10 | |
| | | | Moins d'1 arbre mort de plus de 35cm/ha (soit 0 à 5 m ³ /ha) | -20 | |
| | Présence d'insectes saproxyliques exigeants (Brustel 2004) | Bonus / malus attribué au bois mort selon la présence d'espèces saproxyliques exigeantes. Optionnel selon les données et moyens disponibles. Analyse à l'échelle du site. | Plus de 5 espèces très exigeantes (indice fonctionnel + indice patrimonial >=5) | +2 | |
| | | | Présence d'espèces exigeantes : 1 à 4 espèces à Ip+If>=5 et plus de 5 espèces à Ip+If >=4 | 0 | |
| | | Des prospections poussées n'ont pas permis de trouver d'espèces exigeantes : 0 espèces Ip+If>=5 et moins de 5 espèces Ip+If>=4 | -2 | | |
| Flore typique de l'habitat | Proportion d'espèces typiques présentes en moyenne | Recueil par placette puis analyse à l'échelle du site. Listes restant à établir | Plus de 40% des espèces typiques présentes en moyenne | 0 | |
| | | | Entre 20 et 40 % | -5 | |
| | | | Moins de 20 % | -10 | |
| Atteintes « diffuses dans le site » : Impact des grands ongulés de la surfréquentation, des incendies... | Dégâts sur la végétation dus à l'abroustissement, dommages dus à une surfréquentation humaine, impact des incendies... | Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire) | Atteintes négligeables ou nulles | 0 | |
| | | | Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées) | -10 | |
| | | | Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remise en cause | -20 | |

Tableau 4 : Grille d'analyse des données

Légende : les seuils en rouge nécessitent d'être précisés par davantage d'expérimentations et d'analyses bibliographiques

N. CARNINO (MNHN/ONF) - version 1.0, août 2009

Méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle d'un site

5.2 Quelques exemples d'application de la méthode

Voici, pour illustrer la méthode, quelques exemples issus des tests réalisés dans le domaine continental et en Méditerranée.

Contextes d'études :

- Dans le domaine continental :
 - o sites d'étude : des forêts de Franche-Comté de contextes écologiques différents (plaine, moyenne montagne et contexte intermédiaire) ;
 - o entièrement parcourus (évaluation couplée à une campagne de révision d'aménagement forestier) ;
 - o majoritairement des habitats de hêtraies.
- En Méditerranée :
 - o site d'étude : compte tenu du temps imparti, la zone d'étude s'est restreinte à la zone centrale du Massif des Maures, secteur représentatif pour les habitats retenus pour ce test et déjà d'une grande superficie (environ 20 000 ha). Les réflexions sont tout à fait transposables à un site étudié en totalité ;
 - o évaluation de quelques types d'habitats représentatifs du site du Massif des Maures : châtaigneraies provençales, suberaies mésophiles, et yeuseraies acidiphiles et mûtures.

Voici quelques résultats de ces tests :

- **Les châtaigneraies provençales de la zone centrale du Massif des Maures (9260-3)**



| Critère | Composition dendrologique et atteintes « lourdes » | Très gros arbres vivants | Dynamique de renouvellement | Bois mort (dont insectes saproxyliques) | Flore typique | Atteintes « diffuses dans le site » |
|------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--|---------------|-------------------------------------|
| Nombre de points | -5 (environ 2% d'essences non typiques de l'habitat) | 0 | 0 | - 8 (avec les insectes saproxyliques) | 0 | 0 |
| Note | 87 / 100 | | | | | |
| Conclusion | État « bon-correct » proche de l'optimal | | | | | |
| Avis d'expert | État « bon » à « dégradé » selon les situations : « bon » pour les châtaigneraies pures, « altéré » pour les anciens vergers en évolution et « dégradé » pour les anciens taillis en évolution | | | | | |

Tableau 5 : Application aux châtaigneraies de la zone centrale du Massif des Maures

- Les suberaies mésophiles de la zone centrale du Massif des Maures (9330-1)



| Critère | Composition dendrologique et atteintes « lourdes » | Très gros arbres vivants | Dynamique de renouvellement | Bois mort (dont insectes saproxyliques) | Flore typique | Atteintes « diffuses dans le site » |
|------------------|---|--------------------------|-----------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| Nombre de points | -5 (3% d'essences non typiques de l'habitat) | 0 | -10 (problème de régénération) | 0 | -5 (en moyenne 31% des espèces présentes) | -10 (impact moyen des incendies) |
| Note | 70/100 | | | | | |
| Conclusion | État de conservation « altéré » mais à la limite du bon-correct | | | | | |
| Avis d'expert | État « bon » à « altéré » selon les situations : « bon » pour les suberaies strictement mésophiles et « altéré » pour les suberaies plus xérophiles | | | | | |

Tableau 6 : Application aux suberaies mésophiles de la zone centrale des Maures

Remarque : seule environ une dizaine de placettes a pu être inventoriée par type d'habitat dans ce test et les placettes ont dû être installées dans des secteurs assez faciles d'accès compte tenu du temps imparti pour la phase de test. Avec un effort d'échantillonnage plus grand ces évaluations seraient peut-être à moduler, notamment, pour les châtaigneraies provençales, par rapport au recouvrement du Chêne pubescent (essence non typique qui a tendance à coloniser les châtaigneraies en libre évolution) ou par rapport aux gros bois morts (davantage présents dans les châtaigneraies en vergers moins faciles d'accès).

- Les hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* (9130) des forêts de Larrivoire et de Château-Chalon en Franche-Comté



Remarque préalable : dans les tableaux ci-dessous, certains critères ne sont pas renseignés (insectes saproxyliques, flore typique) ou ont été appliqués un peu différemment de ce qui est proposé dans ce rapport (la composition dendrologique était vue essentiellement sous l'angle des essences étant allochtones ou situées en dehors de leur région ou étage de végétation naturels), car la méthode qui fut appliquée en Franche-Comté en 2008 était en première phase d'élaboration.

- o Les hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* (9130) de Larrivoire

| Critère | Composition dendrologique et atteintes « lourdes » | Très gros arbres vivants | Dynamique de renouvellement | Bois mort | Atteintes « diffuses dans le site » |
|------------------|--|--------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Nombre de points | -5 (1 à 5% d'essences allochtones) | -10 | 0 | -10 | 0 |
| Note | 75/100 | | | | |
| Conclusion | État de conservation « bon-correct » | | | | |
| Avis d'expert | État « bon-correct » | | | | |

Tableau 7 : Application de la méthode aux hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* de Larrivoire

- o Les hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* (9130) de Château-Chalon

| Critère | Composition dendrologique et atteintes « lourdes » | Très gros arbres vivants | Dynamique de renouvellement | Bois mort | Atteintes « diffuses dans le site » |
|------------------|--|--------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Nombre de points | - 30 (15 à 30% d'essences allochtones) | -10 | 0 | -10 | 0 |
| Note | 50 / 100 | | | | |
| Conclusion | État de conservation « altéré » proche du « dégradé » | | | | |
| Avis d'expert | État « dégradé » du fait de nombreuses plantations | | | | |

Tableau 8 : Application de la méthode aux hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* de Château-Chalon

Au regard de ces résultats, nous remarquons l'intérêt d'une approche multicritère et d'une méthode par notation (où une valeur est attribuée à chaque critère), qui permettent d'identifier les caractéristiques de l'habitat qui influent sur l'état de conservation. En effet, pour le cas des hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* de Château-Chalon par exemple on voit tout de suite que les éléments expliquant l'état « altéré » sont la composition dendrologique, les très gros arbres vivants et les bois morts. Et le recours à des indicateurs correspondant à des facteurs de dégradation permet d'identifier la cause de cet état et donc facilite la proposition de mesures de gestion adéquates. En effet, pour l'exemple des hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* de Château-Chalon, leur état est dû à une présence notable d'essences allochtones et une quantité insuffisante de très gros bois et de bois mort. Les perspectives d'amélioration consistent donc à :

- éliminer les essences allochtones et favoriser par la suite une gestion avec une logique « essences adaptée à la station », qui fait partie des « bonnes pratiques » de gestion ;
- favoriser la présence de très gros bois et bois morts, notamment par le biais de la mesure F227-12 des contrats Natura 2000, dispositif favorisant le développement de bois sénescents.

En revanche, nous pouvons conclure que l'amélioration sera très lente (plusieurs décennies) compte tenu de la jeunesse des plantations d'essences allochtones et de l'absence de TGB et bois mort.

Ces informations sont données à l'échelle du site mais à l'aide d'une carte de localisation des critères, obtenue grâce aux données de terrain (cf. exemple en annexe 13), il sera possible de repérer les secteurs où il faut agir.

Ces résultats nous montrent aussi l'intérêt, en terme de finesse d'évaluation et de progressivité, d'utiliser un système de notation pour l'évaluation de l'état de conservation. En effet, si l'on s'en tient à l'état obtenu, les châtaigneraies provençales de la zone centrale du Massif des Maures (tableau 5) et les hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* de Larrivoire en Franche-Comté (tableau 7) ressortent toutes deux en même état de conservation (bon-correct). Or la note permet de préciser que les châtaigneraies sont en « meilleur » état que les hêtraies de Larrivoire (les châtaigneraies étant plus proche de l'état optimal). D'autre part, la note sera plus sensible aux efforts de gestion effectués.

Enfin, ces résultats d'application de la méthode concordent globalement avec les avis d'experts.

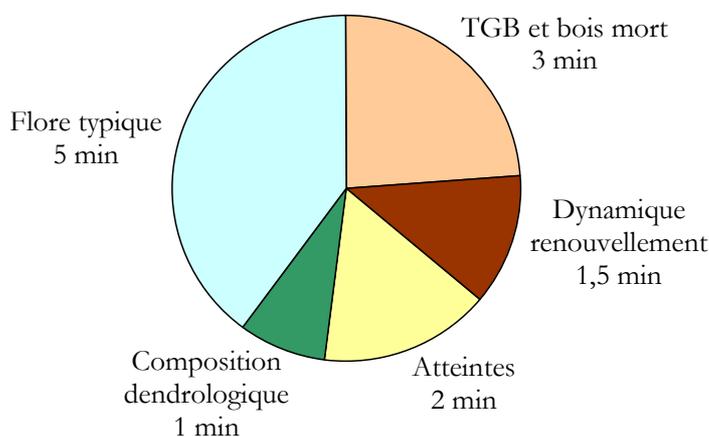
5.3 Temps et difficultés

Aucune difficulté majeure n'a été décelée lors de ces tests, hormis les problèmes de visibilité ou d'accessibilité dans certaines zones (sous-bois dense, secteurs en régénération, zones envahies par les ronces, zones pentues...). Cette méthode a l'avantage de ne pas imposer de moyen technique particulier.

Estimation du temps imparti au recueil des données :

- le temps passé par placette est assez faible (en moyenne 12 min par placette) ;
- le temps de parcours entre placettes est plus important.

Répartition du temps par critère :



6 Bilan de l'étude et perspectives futures pour la méthode

L'élaboration d'une méthode pour évaluer l'état de conservation, au sens de la directive « Habitats-Faune-Flore », d'un habitat forestier à l'échelle d'un site est un travail complexe. Plusieurs difficultés ont été rencontrées au cours de cette étude. Elles portaient sur le choix des critères et indicateurs les plus appropriés pour cette problématique et sur la détermination des valeurs seuils pour cette thématique précise, pour laquelle peu de références ont pu être recensées. La difficulté tient également au fait que ces valeurs-seuils relèvent d'un compromis entre un « idéal » écologique, fondé sur des études scientifiques quand elles existent, et des aspects socio-économiques (cadre de Natura 2000).

Néanmoins, ce travail a permis de proposer une méthode fondée sur des critères et indicateurs les plus objectifs possibles et assez simples pour pouvoir être appliqués sur ce réseau vaste et complexe. En effet, Natura 2000 comprend environ 1365¹ zones spéciales de conservation en France dont la taille moyenne est de l'ordre de 6000 ha, et les sites peuvent renfermer plusieurs types d'habitats forestiers représentatifs mais aussi d'autres types d'habitats représentatifs qui sont également à évaluer. L'approche par plusieurs critères, étudiés au moyen de facteurs de dégradation, et le recours à un système de notation pour analyser les données sont intéressants à plusieurs titres. Elle permet d'identifier facilement les causes de l'état de conservation obtenu, de faire un lien avec les modalités de gestion. Elle permet également d'obtenir une évaluation précise et progressive qui rend plus facilement compte des efforts à fournir pour agir en faveur du bon état et valorisera d'autant mieux les efforts effectués entre les évaluations, sur un pas de temps adéquat.

La méthode élaborée dans cette étude est opérationnelle, à l'exception du critère « flore typique de l'habitat » pour lequel les listes restent à dresser et les seuils à tester. Mais un travail va être lancé et des experts seront sollicités, sous la coordination du MNHN, pour dresser, par type d'habitat, des listes d'espèces qui répondent aux exigences formulées dans la partie 3.1.1.2.

Pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats à l'échelle des sites Natura 2000, un élément mériterait d'être pris en compte : les trajectoires (spontanées) d'évolution des habitats liées au changement climatique, afin de moduler l'appréciation des états de conservation et de proposer des mesures de gestion adaptées.

La méthode présentée dans ce document pourra être complétée et précisée au fur et à mesure des retours d'expériences et selon l'avancée des connaissances. Ceci pourra donner lieu à la rédaction de consignes supplémentaires dans le guide d'application de la méthode ou la rédaction d'une version 2 de ce document. Il sera donc important que les opérateurs ayant appliqués la méthode fassent remonter leurs remarques au Service du patrimoine naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle (evallec@mnhn.fr) et conservent précieusement les données de terrain si les seuils évoluent afin de pouvoir réactualiser les évaluations initiales. Parmi l'avancée des connaissances, certains résultats d'études engagées actuellement pourront apporter des compléments à la méthode. Ainsi les listes d'espèces typiques des habitats ou du bon état de la forêt pourront être confirmées, infirmées ou complétées lorsque des résultats d'études seront disponibles (exemple : les résultats d'une étude menée dans les Pyrénées sur des indicateurs taxonomiques, les résultats de l'étude engagée par l'AgroParisTech-ENGREF sur la typification et l'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers français ou ceux de l'étude « Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité » engagée par le Cemagref, l'ONF et RNF qui vise à quantifier la réponse de la biodiversité de sept groupes taxonomiques à l'exploitation forestière...).

Enfin, cette méthode fournit un cadre homogène, simple et pragmatique pour évaluer l'état de conservation des habitats forestiers qui, appliqué sur l'ensemble du territoire national pourra contribuer aux évaluations nationales qui doivent être rendues périodiquement à la Commission européenne. Cette méthode pourrait également s'appliquer à tous types d'habitats forestiers (y compris hors directive) et ainsi alimenter les connaissances globales sur l'état de ces habitats sur l'ensemble du territoire.

¹ En date de juillet 2009.

Références bibliographiques

Alexandrian D., 1997. Synthèse des résultats acquis et définition des besoins futurs. *In* Valette J.-C. (coord.), 1997. État des connaissances sur l'impact des incendies : mise en place de protocoles expérimentaux pour le suivi des incendies de forêt et de la reconstitution des écosystèmes forestiers, INRA URFM d'Avignon (coord.), convention INRA-DERF.

Anonyme, 2008. Article R414-11 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2008-457 du 15 mai 2008, art. 18, [en ligne]. <http://www.legifrance.gouv.fr>

Anonyme, 2009. Portail de la prévention des risques majeurs – le risque feux de forêt. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, [en ligne]. http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/introfeux.htm (consulté le 23.07.2009)

Archaux F., Dupouey J.-L. et Heuzé P. 2008. La flore dans le réseau RENECOFOR : avancées méthodologiques et premières tendances sur 10 ans. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n°4 « 15 ans de suivi des écosystèmes forestiers. Résultats, acquis et perspectives de RENECOFOR », p.95-98.

Asael S., Bœuf R., Claudel M.-H., Dietrich L., Dronneau C., Durand E., Gibet S., Grandet G., Jager C., Muller S., Sane R., Schnitzler A., Schortanner M. et Trémolières M., 2004. Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane. Description, états de conservation & mesures de gestion. Conservatoire des Sites Alsaciens et Office National des Forêts (coord.) Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane, 158 p.

Augé V. et Belet C., 2005. La naturalité des forêts alluviales : comment l'évaluer et la favoriser ? DIREN Franche-Comté, 144 p.

Bensettiti F., Combroux I. et Daszkiewicz. P., 2006. Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique. SPN-MNHN, Paris, 59 p.

Bensettiti F., Rameau J.-C. et Chevallier H. (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 p. et 423 p. + cédérom.

Bouzillé J.-B., 2007. Gestion des habitats naturels et biodiversité - concepts, méthodes et démarches. Lavoisier, Paris, 331 p.

Bouget C. 2009. Représentations sociales et intérêts écologiques de la nécromasse (RESINE). Rapport scientifique final, 49 p.

Brustel H., 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Perspectives pour la conservation du patrimoine naturel. Thèse de l'Institut National Polytechniques, Toulouse. Les dossier forestier n°13 : 297 p.

Brin A., Brustel H. et Jaquetel H., 2009. Species variables or environmental variables as indicators of forest biodiversity : a case study using saproxylic beetles in Maritime pine plantations. *Ann. For. Sci.*, n°66, 11 p.

Bundesamt für Naturschutz, 2008. Ergebnisse des Arbeitskreises « Wälder » - Bewertungsschemata - [en ligne]. http://www.bfn.de/0316_akwald.html (consulté le 26.03.2008)

- Cantarello E. and Newton A.C., 2008. Identifying cost-effective indicators to assess the conservation status of forested habitats in Natura 2000 sites. *Forest Ecology and Management*, 256 : 815-856.
- Carle P., 1974. Santé des peuplements et équilibre biologique dans les forêts après le passage du feu. *Revue Forestière Française*, n° spécial de 1974 : 198-206.
- Carnino N. et Augé V., 2008. Test de méthodes de cartographie d'habitats forestiers lors de l'élaboration des aménagements forestiers et proposition de méthodes pour évaluer leur état de conservation. Office National des Forêts / Diren Franche-Comté. 68 p. + annexes.
- Carnino N., 2009. État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Guide d'application de la méthode d'évaluation des habitats forestiers. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts, 23p. + annexes.
- Carnino N., 2008. État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport de stage, Office National des Forêts / Muséum National d'Histoire Naturelle. 35 p. + annexes.
- Commission européenne, 2003. Natura 2000 et les forêts : défis et opportunités – Guide d'interprétation. Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 113 p.
- Conseil de la CEE, 1992 : Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Dernière modification : directive 2006/105/CE du Conseil du 20 novembre 2006 publié au JO UE du 20.12.2006, L 363 : 368 p.
- Dodelin B. 2006. Écologie et biocénose des coléoptères saproxyliques dans quatre forêts du nord des Alpes françaises. Thèse de l'université de Savoie, 159 p.
- Dufrêne M. et Delescaille L.-M. (éd.), 2003. Guide méthodologique pour la cartographie, l'inventaire et l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des habitats d'espèces dans le cadre de la réalisation des arrêtés de désignation en Région Wallonne. Version du 17.02.2003. MRW/DGRNE/CRNFB, 78 p.
- Dupouey J.-L., Sciamia D., Koerner W., Dambrine E. et Rameau J.-C., 2002. La végétation des forêts anciennes. *Revue Forestière Française*, LIV : 521-531.
- Ellmauer T. (Hrsg.), 2005. Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH, 616 p.
- European Commission, 2005. Assessment, monitoring and reporting of conservation status – Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats Directive (DocHab-04-03/03 rev.3). Note to the Habitats Committee. European Commission, DG Environment, Brussels, 10 p. + annexes.
- European Commission, 2007. Interpretation manual of European Union habitats. EUR 27. European Commission, DG Environment, 142 p.
- Franc V., 1997. Mycetophilous beetles (Coleoptera mycetophila) – indicators of well preserved ecosystems. *Biologia, Bratislava*, 52 (2) : 181-186.
- Gautier G. et Triolo J., 2008. Les plantes exotiques envahissantes en forêt : connaître et endiguer la menace. RDV techniques ONF, n°21, été 2008, 8 p.
- Genot P. 2005. Quantification du bois mort dans les forêts gérées des Vosges du Nord. Mémoire FIF-ENGREF, Nancy, 110 p.

Gosselin M. et Laroussinie O., 2004. Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver – synthèse bibliographique. Collection Études du Cemagref, série Gestion des territoires, n°20, Antony, Co-édition GIP Ecofor – Cemagref Éditions, 320 p.

Godreau V., Pomponne H. et Corbeaux A., 2004. Critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers de la Directive Habitats dans le Morvan. Étude Parc naturel régional du Morvan / ONF - Mesures sylvoenvironnementales. 18 p.

Guyonneau J., 2004. Inventaire et cartographie des habitats naturels et semi-naturels en Franche-Comté, définition d'un cahier des charges. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, DIREN de Franche-Comté, version octobre 2004, 23 p.

Jacquet K. et Prodon R., 2007. Résilience comparée des peuplements de Chêne vert et de Chêne liège après incendies. *Revue Forestière Française*, n°1 de 2007 : 31-43.

Jappiot M. et Tolron J.-J., 1997. Application des méthodes et des protocoles sur une zone incendiée. In Valette J.-C. (coord.), 1997. État des connaissances sur l'impact des incendies : mise en place de protocoles expérimentaux pour le suivi des incendies de forêt et de la reconstitution des écosystèmes forestiers, INRA URFM d'Avignon (coord.), convention INRA-DERF

JNCC, 2004. Common Standards Monitoring Guidance for Woodland Habitats, Version February 2004, 26 p., [en ligne]. <http://www.jncc.gov.uk/page-2238>

Lalanne A., 2006. Système sylvicole, exploitation forestière : impacts respectifs sur l'état de conservation d'habitats forestiers planitiaires atlantiques. Thèse de doctorat en écologie forestière, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 192 p. + annexes.

Larrieu L. et Gonin P., 2009. L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française* [à paraître].

Le Jean Y., Augé V. et Bailly G., 2002. Guide régional des habitats forestiers et associés à la forêt. Société Forestière de Franche-Comté, 140 p.

Le Jean Y., 2008. Réflexions sur l'état de conservation des habitats forestiers. Exemple de la Franche-Comté. *Revue forestière française*, n°4 de 2008 : 425-436.

Levêque C., 2009. Bon état écologique. *Espaces Naturels*, n° 27 : 10.

Michel C., 2007. Protocole d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers, application aux sites Natura 2000 des Hautes Vosges. Parc naturel régional des Ballons des Vosges. 24 p.

Müller J., Hothorn T. and Pretzsch H., 2007. Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxylic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology and Management*, 242 : 297-305.

Muller S., 2004. Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, Publications scientifiques du Muséum, n°62, 168 p.

Nilsson S.G., Niklasson M., Hedin J., Aronsson G., Gutowski J.M., Linder P., Ljungberg H., Mikusinski G., Ranius T., 2003. Densities of large living and dead trees in old growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 161: 189-204.

Office National des Forêts, 1999. Arbres morts, arbres à cavités. Pourquoi, comment ? Strasbourg, Office National des Forêts, Direction Régionale d'Alsace, 32 p.

Office National des Forêts, 2006. Bilan patrimonial des forêts domaniales. Édition 2006, Office National des Forêts, 307 p.

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

Pêcheur A-L., 2008. Évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces – Étude des habitats fluviaux dans le réseau Réserves Naturelles de France. Mémoire de fin d'études, Réserves Naturelles de France, 66 p. + annexes.

Prévost C., 2003. Sylviculture traditionnelle dans le Ried Centre Alsace – Ses principes et son influence sur la conservation des habitats forestiers d'une Zone Spéciale de Conservation Natura 2000. L'exemple de la commune d'Erstein. Rapport de stage, Centre Régional de la Propriété Forestière. 54 p. + annexes.

Rameau J-C., Gauberville C. et Drapier N., 2000. Gestion forestière et diversité biologique - France - domaine continental. ENGREF, IDF, ONF, 360 p.

Ranius T., Niklasson M. and Berg N. 2009. Development of tree hollows in pedonculate oak (*Quercus robur*). *Forest Ecology and Management*, n° 257-1 : 303-310.

Rebière J.-M., 2006. Arrêté préfectoral n°06 / 057 relatif aux conditions de financement par l'Etat des contrats Natura 2000 dans le domaine forestier. Besançon.

Schnitzler A., 1996. En Europe, la forêt primaire. *La Recherche*, 290 : 68-72.

Teissier du Cros R and Lopez S. 2009. Preliminary study on the assessment of deadwood volume by the French national forest inventory. *Ann. For. Sci.*, n°66, 10 p.

Valette J.-C. (coord.), Alexandrian D., Bourdenet P., Gillon D., Guarnieri F., Jappiot M., Napoli A., Picard C., Sol B., Taton T., Tolron J-J., Trabaud L., Vennetier M., 1997. Etat des connaissances sur l'impact des incendies : mise en place de protocoles expérimentaux pour le suivi des incendies de forêt et de la reconstitution des écosystèmes forestiers - Annexe technique de la convention. INRA URFM d'Avignon (coord.), convention INRA-DERF, 15 p.

Vallauri D., Andre J., Dobelin B., Eynard-Machet R. et Rambaud D. (coord.), 2005. Bois mort et à cavités. Une clé pour les forêts vivantes. Ed. Tec et Doc, 405 p.

Vennetier M. et al. (49 co-auteurs), 2008. Étude de l'impact d'incendies de forêt répétés sur la biodiversité et sur les sols : recherche d'indicateurs. Rapport final. Cemagref, Ministère de l'Agriculture et de la pêche, Union Européenne, Aix en Provence, 30 p. + annexes (216 p.)

Glossaire

Cahiers d'habitats forestiers : n.m. Ouvrages de synthèse des connaissances scientifiques (identification, synthèse écologique) et techniques (cadre de gestion) sur le milieu forestier.

Cloisonnement : n.m. Ouverture linéaire (plus ou moins large) dans des peuplements* pour en faciliter soit les travaux d'entretien, soit les travaux sylvicoles (cloisonnement sylvicole), soit les exploitations (cloisonnement d'exploitation) (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Critère : n.m. Dans cette étude, un critère correspond à une caractéristique d'un type habitat forestier retenue pour évaluer son état de conservation. Un critère est renseigné par le biais d'un ou plusieurs indicateurs*.

Cycle sylvicole (ou sylvicultural) : n.m. Ensemble des stades successifs d'un peuplement forestier (ou d'un arbre) soumis à une sylviculture, depuis sa naissance jusqu'à son renouvellement (exploitation et régénération) ; la durée du cycle sylvicole est égale à l'âge d'exploitabilité (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Document d'objectifs : n.m. C'est un document cadre de gestion élaboré pour un site Natura 2000, sur la base d'un diagnostic écologique et socio-économique, dans lequel sont listées des orientations de gestion et de conservation des habitats et des espèces.

Essence : n.f. En sylviculture, une essence correspond à une espèce d'arbre.

Futaie : n.f. Régime sylvicole fondé sur la reproduction sexuée des arbres. Ce terme désigne également un peuplement forestier composé d'arbres issus de semis ou de plants. Une futaie se décompose en différents stades : les jeunes stades (semis, fourré, gaulis puis perchis) puis les stades intermédiaires et matures (jeune futaie, haute futaie et vieille futaie) (Delpech *et al.*, 1985).

Habitat naturel : n.m. C'est un ensemble non dissociable constitué d'un compartiment stationnel (conditions climatiques régionales et locales, matériau parental et sol, géomorphologie et leurs propriétés physiques et chimiques), d'une végétation et d'une faune associée (avec des espèces inféodées à une espèce végétale, à la végétation, ou utilisant un territoire plus grand que l'habitat considéré) (Bensettiti *et al.*, 2006).

Indicateur : n.m. Dans cette étude, un indicateur est une variable quantitative ou qualitative permettant de renseigner un critère retenu pour évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat forestier.

Peuplement : n.m. En écologie, synonyme de communauté. Dans le cas particulier des sciences forestières, le peuplement désigne l'ensemble des ligneux (arbustes et arbrisseaux exclus) qui poussent sur une surface déterminée (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Saproxylique : adj. Se dit d'une espèce qui vit dans le bois en décomposition (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Station : n.f. Étendue de terrain, de superficie variable, homogène dans ses conditions physiques et biologiques (mésoclimat, topographie, composition floristique et structure de la végétation spontanée) (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Taillis : n.m. Régime sylvicole fondé sur la multiplication végétative des arbres au moyen de rejets et de drageons nés de leur recépage (Delpech *et al.*, 1985).

Taillis sous futaie : n.m. Peuplement forestier de futaie feuillue et de taillis auquel est appliqué un traitement mixte (irrégulier, c'est-à-dire favorisant des arbres de toutes dimensions, dans la partie futaie et

régulier dans la partie taillis). De ce fait, il est constitué d'un taillis régulier et équienne, surmonté par une futaie (ou réserve) irrégulière d'âges variés (Delpech *et al.*, 1985).

Type d'habitat : n.m. Les habitats sont classés dans des typologies emboîtées et hiérarchisées. Des habitats présentant des caractéristiques très proches (végétation, compartiment stationnel) sont réunis dans un même type d'habitat que l'on peut définir selon deux niveaux de précision :

- **Habitat « générique »** : Les habitats sont dits « génériques », lorsqu'ils correspondent à la nomenclature du manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (la première version étant EUR 15, 1999). Pour faciliter les repères, le code EUR 27 officiel est précisé par le code CORINE qui correspond à une classification plus exhaustive, non limitée aux habitats d'intérêt communautaire. Cet habitat générique reste la définition « officielle » qui engage les pays de l'Union européenne.
- **Habitat « décliné »** (ou élémentaire) : Les habitats déclinés représentent des sous-unités de l'intitulé du code EUR 27 qui définit le type d'habitat dans l'annexe I de la directive. Ces habitats élémentaires ne sont que l'expression d'une variabilité écologique (chorologique, climatique, édaphique...) et de l'influence anthropique (mode de gestion) de l'habitat dit « générique » ; en forêt, il correspondent très souvent aux associations végétales. (Bensettiti *et al.*, 2001, Bensettiti *et al.*, 2006).

Ressource bibliographique supplémentaire utilisée pour le glossaire :

Delpech R., Dumé, G. et Galmiche P., 1985. Typologie des stations forestières – vocabulaire. Ministère de l'agriculture, direction des forêts et Institut pour le Développement Forestier (coord.), Condé-sur-Noireau, 243 p.

- Annexes -

Table des annexes

Annexe 1 : Liste des types d'habitats visés par la méthode

Annexe 2 : Synthèse des méthodes (ou réflexions méthodologiques) d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire à l'échelle locale (site Natura 2000), recueillies au cours de cette étude

Annexe 3 : Liste des experts sollicités et des membres des comités de pilotage

Annexe 4 : Autres méthodes d'analyses envisagées dans cette étude mais non retenues

Annexe 5 : Présentation des critères et indicateurs selon les grands compartiments d'un habitat forestier

Annexe 6 : Exemple de tableau de référence servant à définir les diamètres des très gros bois

Annexe 7 : Correspondance volume de bois mort / nombre d'arbres morts à l'hectare

Annexe 8 : Extrait de la liste d'espèces de coléoptères saproxyliques exigeantes

Annexe 9 : Estimation a posteriori du nombre minimum souhaitable de placettes à inventorier pour avoir une évaluation statistiquement fiable

Annexe 10 : Exemple de fiche de relevé

Annexe 11 : Présentation des sites d'étude sur lesquels la méthode a été testée

Annexe 12 : Listes d'espèces typiques élaborées pour le test dans le Massif des Maures

Annexe 13 : Représentation cartographique de l'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers, l'exemple des hêtraies de Larrivoire

Annexe 1 : Liste des types d'habitats visés par la méthode

| Code | Prioritaire | Habitat |
|--|-------------|---|
| Forêts de l'Europe tempérée | | |
| 9110 | | Hêtraies du <i>Luzulo-Fagetum</i> |
| 9120 | | Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois à <i>Taxus</i> (<i>Quercion robori-petraeae</i> ou <i>Ilici-Fagenion</i>) |
| 9130 | | Hêtraies de l' <i>Asperulo-Fagetum</i> |
| 9140 | | Hêtraies subalpines médio-européennes à <i>Acer</i> et <i>Rumex arifolius</i> |
| 9150 | | Hêtraies calcicoles médio-européennes du <i>Cephalanthero-Fagion</i> |
| 9160 | | Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies sub-atlantiques et médio-européennes du <i>Carpinion betuli</i> |
| 9170 | | Chênaies-charmaies du <i>Galio-Carpinetum</i> |
| 9180 | * | Forêts de pentes, éboulis ou ravins du <i>Tilio-Acerion</i> |
| 9190 | | Vieilles chênaies acidophiles des plaines sablonneuses à <i>Quercus robur</i> |
| 91A0 | | Vieilles chênaies des îles Britanniques à <i>Ilex</i> et <i>Blechnum</i> |
| 91B0 | | Frênaies thermophiles à <i>Fraxinus angustifolia</i> |
| 91D0 | * | Tourbières boisées |
| 91E0 | * | Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) |
| 91F0 | | Forêts mixtes à <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> ou <i>Fraxinus angustifolia</i> , riveraines des grands fleuves (<i>Ulmion minoris</i>) |
| Forêts méditerranéennes à feuilles caduques | | |
| 9230 | | Chênaies galicio-portugaises à <i>Quercus robur</i> et <i>Quercus pyrenaica</i> |
| 9260 | | Forêts de <i>Castana sativa</i> |
| 92A0 | | Forêts-galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i> |
| 92D0 | | Galeries et fourrés riverains méridionaux (<i>Nerio-Tamaricetea</i> et <i>Securinegion tinctoriae</i>) |
| Forêts sclérophylles méditerranéennes | | |
| 9320 | | Forêts à <i>Olea</i> et <i>Ceratonia</i> |
| 9330 | | Forêts à <i>Quercus suber</i> |
| 9340 | | Forêts à <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus rotundifolia</i> |
| 9380 | | Forêts à <i>Ilex aquifolium</i> |
| Forêts de conifères des montagnes tempérées | | |
| 9410 | | Forêts acidophiles à <i>Picea</i> des étages montagnard à alpin (<i>Vaccinio-Piceetea</i>) |
| 9420 | | Forêts alpines à <i>Larix decidua</i> et/ou <i>Pinus cembra</i> |
| 9430 | * | Forêts montagnardes et subalpines à <i>Pinus uncinata</i> (* si sur substrat gypseux ou calcaire) |
| Forêts de conifères des montagnes méditerranéennes et macaronésiennes | | |
| 9530 | * | Pinèdes (sub-)méditerranéennes de pins noirs endémiques |
| 9540 | | Pinèdes méditerranéennes de pins mésogéens endémiques |
| 9560 | * | Forêts endémiques à <i>Juniperus</i> spp. |
| 9580 | * | Bois méditerranéens à <i>Taxus baccata</i> |

Annexe 2 : Synthèse des méthodes (ou réflexions méthodologiques) d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire à l'échelle locale (site Natura 2000), recueillies au cours de cette étude

Dans le corps des tableaux de cette annexe, les cellules sont grisées lorsque la méthode citée en en-tête de colonne tient compte du critère mentionné à la ligne correspondante. Les seuils pour l'analyse des données des critères sont spécifiés à l'intérieur des cases grisées lorsque l'information a pu être obtenue.

| Paramètre | Critère | Indicateur | Méthodes | | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|---|
| | | | En France | | | | |
| | | | Réflexions de l'ONF Franche-Comté | Conservatoire Botanique National de Franche-Comté (Guyonneau, 2004) | Conservatoire Sites Alsaciens & ONF (Bande rhénane) (Asael <i>et al.</i> , 2004) | Parc naturel régional des Ballons des Vosges (Michel, 2007) | Parc naturel du Morvan inspiré de la méthode du PNR du Ballon des Vosges (Godreau <i>et al.</i> , 2004) |
| Structure et fonctionnalité de l'habitat | Composition dendrologique | Essences caractéristiques de l'habitat | % de recouvrement ou surface terrière | Groupement floristique (phytosociologique) "typique", "moyennement typique", "peu typique" | % de recouvrement | Surface terrière (voir dans le document pour le détail des seuils selon le type d'habitat) | % d'essences caractéristiques de l'habitat : - Plus de 85% - 70 à 85% - Moins de 70% |
| | | Essences allochtones ou non autochtones dans la région | % de recouvrement ou surface terrière | | % de recouvrement | | |
| | | Richesse spécifique dendrologique | Nombre d'essences | | | Nombre d'essences. Seuils variables selon le type d'habitat. | Nombre d'essences. Seuils variables selon le type d'habitat. |
| | | Physionomie du peuplement par rapport à la végétation potentielle (Sylvofaciès) | | | - Physionomie du peuplement arboré proche de la végétation potentielle - Physionomie éloignée | | |
| | Composition des autres strates de végétation | Typicité du cortège arbustif et herbacé | | Groupement floristique (phytosociologique) "typique", "moyennement typique", "peu typique" | | Recouvrement des strates herbacée et arbustive | Recouvrement des strates herbacée et arbustive : - plus de 50% (herbacée) ; 10 à 50% (arbustive) - 25 à 50% (herbacée) ; plus de 50% (arbustive) - Moins de 25% ; moins de 10% |
| | Structure verticale | Type de peuplement (Fails-sous-futaie, Futaie, etc.) | | | | Surface terrière par classe de diamètre | |
| | Bois mort | Bois mort sur pied et au sol | Nb d'arbres par hectare (troncs de diamètres ≥ 35cm) | | | Nb de bois morts (diamètre > 35 cm) - Au moins 5/ha - 1 à 5/ha - Moins de 1 | Nb de bois morts (diamètre > 35 cm) - Au moins 5/ha - 1 à 5/ha - Moins de 2 |
| | Très gros arbres vivants | Gros Bois (GB) et Très Gros Bois (TGB) | Nb de TGB par hectare : - Moins de 3 TGB - 3 et plus | | | Surface terrière des TGB et GB. Analyse de la proportion de points avec des arbres âgés : - Plus de 50% de TGB(ou GB si conditions limitantes) - Entre 20 et 50 % - Moins de 20 % | Surface terrière des TGB et GB. Analyse de la proportion de points avec des arbres âgés : - Plus de 5% de TGB - 0 à 5 % - 0 % |
| | Arbres à cavité | | | | | | |
| | Dynamique et stade de développement | | | | | | |
| | Dynamique de renouvellement de l'habitat | | | | | Mélange des essences caractéristiques de l'habitat dans la régénération Recouvrement de la régénération des essences de l'habitat dans les parcelles classées à régénérer. | Mélange des essences forestières caractéristiques de l'habitat dans la régénération et dont le diamètre est inférieur à 17,5 cm : - Mélange (au moins deux essences caractéristiques) - Présence d'une seule essence caractéristique - Pas de régénération ou régénération d'essences non caractéristiques |
| | Equilibre des classes d'âge dans le peuplement | | | | Présence de mosaïques forestières de différents âges | | |
| | Conditions écologiques | | | | Inondabilité calée sur le rythme de crue et décrue du fleuve | | |
| Atteintes | Espèces exotiques envahissantes | Importance et répartition des espèces envahissantes | - Développée - Ponctuelle - Aucune | Présence / absence d'une espèce exotique avérée envahissante | | | |
| | Perturbation hydrologique (dont drainage) | Niveaux d'importance | - Important - Très localisé - Aucun | Perturbation notable quand l'habitat est affecté par des abaissements de nappe piézométrique à cause de la présence de drains collecteurs ou de fossés drainants | | | |
| | Dégâts au sol | | | | | | |
| | Coupes et perturbations | | | | | | |
| | Remblaiement | | - Important - Aucun | | | | |
| | Décharge | | - Une ou plusieurs zones importantes - Quelques éléments isolés - Aucune | | | | |
| | Impact des grands ongulés sur la végétation | Taux de dégâts d'abrouissement sur l'essence objectif appétante | | | | Nombre de essences objectif abrouties : - Dégâts sur moins d'1/10 des tiges - Dégâts sur moins de 5/10 des tiges - Dégâts sur minimum 5/10 des tiges | |
| | Fréquentation humaine | | - Importante - Occasionnelle - Exceptionnelle ou nulle | Atteinte notable quand il y a mise à nu du substrat suite à la surfréquentation du milieu (piétinement, circulation motorisée...) | | | |
| | Extraction de matériaux (carrières) | | | | | | |
| | Impact des incendies | | | | | | |

| Paramètre | Critère | Indicateur | Méthodes | | |
|---|---|--|---|--|---|
| | | | A l'étranger | | |
| | | | Wallonie Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois (Dufrêne et Delescaille, 2003) | Autriche (Ellmauer, 2005) | Allemagne Bünderamt für Naturschutz (Bünderamt für Naturschutz, 2008) |
| Structure et fonctionnalité de l'habitat | Composition dendrologique | Essences caractéristiques de l'habitat | % de recouvrement de chaque espèce | Proportion (%) | Proportion (%) |
| | | Essences allochtones | | | |
| | | Richesse spécifique dendrologique | | | |
| | | Physionomie du peuplement par rapport à la végétation potentielle (Sylvofaciès) | | | |
| | Composition des autres strates de végétation | Typicité du cortège abustif et herbacé | % de recouvrement de chaque espèce | | - Cortège typique de l'habitat - Cortège peu différent du cortège typique - Cortège très différent |
| | Structure verticale | Type de peuplement (Taillis-sous-futaie, Futaie, etc.) | | | |
| | Bois mort | Bois mort sur pied et au sol | Bois mort au sol : volume estimé visuellement en stères ou mesuré. Pour le bois mort sur pied, est compté le nombre d'arbres morts debout. (Bois mort depuis plus de 3 ans et de diamètre > 20 cm) | Recensement du bois mort de plus de 20 cm de diamètre à l'hectare | Nombre d'arbres morts (>30 ou 50cm de diamètre) par hectare : - Plus de 3 debout et au sol - 2 ou 3 debout ou à terre - 1 ou aucun |
| | Très gros arbres vivants | Gros Bois (GB) et Très Gros Bois (TGB) | Nombre de vieux arbres (càd ≥ 80 cm pour les feuillus durs et ≥ 50 cm pour les feuillus tendres et résineux). Noter s'ils forment des "îlots" | | Nombre de vieux arbres (>80 ou 40 cm de diamètre) et arbres à cavités ou sénescents par hectare : - Au moins 6 - 3 à 5 - Moins de 3 |
| | Arbres à cavité ou sénescents | | Nombre d'arbres à cavités | | |
| | Dynamique et stade de développement | | Nombre de stade et phase présents | | Nombre de phases de développement : - Plus de 3 - 2 ou 3 - Moins de 2 |
| | Dynamique de renouvellement de l'habitat | | | | |
| Equilibre des classes d'âge dans le peuplement | | | | | |
| Conditions écologiques | | | | | |
| Atteintes | Espèces exotiques envahissantes | Importance et répartition des espèces envahissantes | | | |
| | Perturbation hydrologique (dont drainage) | Niveaux d'importance | | | - Aucun |
| | Dégâts au sol | | | | - Pas d'impact important |
| | Coupes et perturbations | | | | - Important important |
| | Remblaiement | | | | |
| | Décharge | | | | |
| | Impact des grands ongulés sur la végétation | Taux de dégâts d'abrouissement sur l'essence objectif appétante | | | |
| | Fréquentation humaine | | | | |
| Extraction de matériaux (carrières) | | | | | |

Annexe 3: Liste des experts sollicités et des membres des comités de pilotage

Membres du comité de pilotage de la première phase de l'étude (2008) :

Jacques Trouvilliez, Jean-Philippe Sibley, Vincent Gaudillat et Katia Hérard (SPN), Emmanuel Michau et Grégoire Gautier (DEDD de l'ONF), Vincent Augé (ONF Jura), Anthony Auffret (ONF Franche-Comté), François Dehondt et Yorick Ferrez (CBN Franche-Comté), Yves Le Jean (DIREN Franche-Comté).

Membres du comité de pilotage pour la finalisation de l'étude (2009) :

Jacques Trouvilliez, Jean-Philippe Sibley, Farid Bensettiti, Vincent Gaudillat et Katia Hérard (SPN), Emmanuel Michau et Julien Touroult (DEDD de l'ONF), Grégoire Gautier (PN Cévennes), Vincent Augé (PN Vannoise), Véronique Bertin (ONF Centre-Ouest), Thierry Cornier (CBN Bailleul), Gilles Corriol (CBN Pyrénées), Yannick Despert (RNF), Anne Douard (RNF), Christian Gauberville (CNPPF), Claire Drocourt (MEEDDM), Jacques Gourc (ONF Méditerranée), Damien Marage (AgroParisTech-ENGREF), Francis Olivereau (DIREN Centre).

Experts sollicités en parallèle :

Louis Amandier (CRPF PACA), Jean-Pierre Ansonnaud (ONF Sud-Ouest), Julien Baret (BIODIV-Écologie Appliquée), Fabienne Benest (IFN), Richard Bœuf (ONF Alsace), Thomas Curt (Cemagref Aix-en-Provence), Nicolas Drapier (ONF DEDD), Doug Evans (CTE), Jean-Christophe Gattus (ONF Hautes-Alpes), Pierre Gonin (CNPPF), Mario Kleczewski (CEN Languedoc-Roussillon), Arnault Lalanne (ONF IDF-NO), Laurent Seytre (CBN Massif Central), Axel Ssymank (Bundesamt für Naturschutz)...

Annexe 4 : Autres méthodes d'analyses envisagées dans cette étude mais non retenues

Adaptation de la méthode « communautaire » (European Commission, 2005)

Le principe de cette méthode est le suivant : il suffit qu'un seul critère soit qualifié de « mauvais » pour que l'habitat soit jugé en mauvais état de conservation, quel que soit la valeur des autres critères.

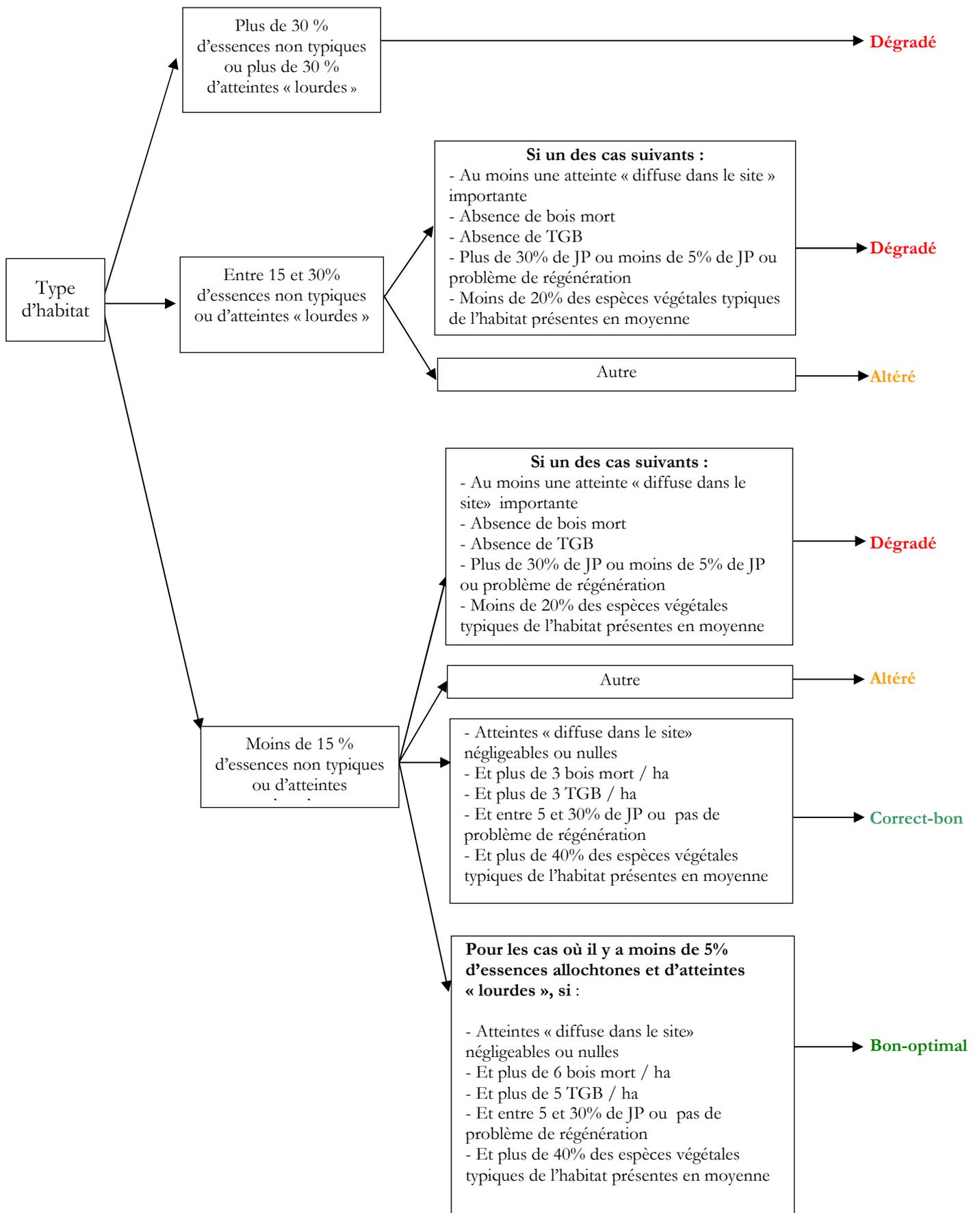
Cette méthode fonctionne donc de la façon suivante :

- A chaque critère est associée « une couleur » selon sa modalité :
 - vert quand il témoigne d'un bon état de conservation ;
 - orange quand il témoigne d'un état altéré ;
 - rouge quand il témoigne d'un état dégradé (voir tableau ci-dessous).
- Ensuite, l'état de conservation du type d'habitat à l'échelle du site est obtenu selon la règle suivante :
 - si tous les critères sont vert => l'habitat est en bon état ;
 - si au moins un critère est orange mais aucun n'est rouge => l'habitat est en état altéré ;
 - si au moins un critère est rouge => l'habitat est en état dégradé.

| Critères | Indicateurs | Seuils | |
|--|---|---|-----------------------------------|
| Intégrité de la composition dendrologique | % d'essences non typiques de l'habitat | Moins de 15 % | |
| | | 15 à 30% | |
| | | Plus de 30% | |
| Atteintes lourdes : -Espèces exotiques envahissantes -Dégâts au sol Perturbations hydrologiques... | % de recouvrement de l'atteinte | Pas d'atteinte ou atteintes faibles (moins de 15 %) | |
| | | Atteintes moyennes (15 à 30%) | |
| | | Atteinte(s) fortes(s) (plus de 30%) | |
| Très gros arbres vivants | Quantité à l'hectare de très gros bois (TGB) | Plus de 3/ha | |
| | | 1 à 3/ha | |
| | | Moins de 1/ha | |
| Dynamique de renouvellement | Surface en jeunes peuplements (JP) pour les futaies régulières ou les taillis. Problème de régénération pour les autres cas. | Futaies régulières ou taillis | Entre 5 et 30% de JP |
| | | | Plus de 30% de JP ou moins de 5 % |
| | | Autres | Pas de problème de régénération |
| | | | Problème de régénération |
| Bois mort | Quantité à l'hectare de gros arbres morts (> 35 cm de diamètre) sur pied ou au sol | Plus de 3/ha | |
| | | 1 à 3/ha | |
| | | Moins de 1/ha | |
| Flore typique de l'habitat | Proportion d'espèces typiques présentes en moyenne | Plus de 40 % | |
| | | Entre 20 et 40 % | |
| | | Moins de 20% | |
| Atteintes « diffuses dans le site » : - Impact des grands ongulés - Impact de la surfréquentation humaine - Impact des incendies... | Dégâts sur la végétation dus à l'abroustissement, dommages dus à la surfréquentation humaine, impact des incendies... | Atteintes négligeables ou nulles | |
| | | Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées) | |
| | | Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remise en cause | |

Légende : les seuils en gras nécessitent d'être précisés par davantage d'expérimentations et d'analyses bibliographiques

Systeme de clé dichotomique



Annexe 5 : Présentation des critères et indicateurs selon les grands compartiments d'un habitat forestier

| | Critère | Indicateur | Condition | Regroupement pour l'évaluation de l'EC : l'indicateur est intégré au paramètre |
|------------------------------------|--|---|--|--|
| Caractéristiques stationnelles | Dégâts au sol (tassement de sol, orniérage...) | Recouvrement des espèces favorisées par le tassement (e.g. Jonc), orniérages, décapage... | | Atteintes "lourdes" |
| | Perturbation hydrologique (endiguement, drainage...) | État sanitaire des arbres (e.g. dépérissants) | Uniquement pour les habitats forestiers humides (e.g. forêts alluviales) | |
| | Autres atteintes (champ libre laissant la possibilité de renseigner d'autres atteintes non citées) | | | |
| | Impact de la surfréquentation humaine sur l'habitat | Domages observés sur l'habitat dus à la surfréquentation humaine (fort piétinement, traces de motos ou quads, déchets épars...) | | Atteintes "diffuses dans le site" |
| | Impact dû aux incendies | | Uniquement pour les habitats soumis aux incendies | |
| | Autres atteintes à l'échelle du site (champ libre laissant la possibilité de renseigner d'autres atteintes non citées) | | | |
| Phytocénose | Intégrité (bon état) de la composition dendrologique | Proportion d'essences non typiques de l'habitat | | Structure et fonctionnalité de l'habitat |
| | État de la flore typique de l'habitat | Présence / absence des espèces définies comme typiques de l'habitat (liste restant à établir) | | |
| | Espèces exotiques envahissantes | Recouvrement | | Atteintes "lourdes" |
| | Autres atteintes à l'échelle locale (champ libre laissant la possibilité de renseigner d'autres atteintes non citées) | | | |
| | Impact des grands ongulés sur la végétation | Dégâts sur la végétation dus à l'abrutissement | | Atteintes "diffuses dans le site" |
| | Impact dus aux incendies | | Uniquement pour les habitats soumis aux incendies | |
| | Autres atteintes à l'échelle du site (Champ libre laissant la possibilité de renseigner d'autres atteintes non citées) | | | |
| Zoocénose forestière et mycocénose | Très gros arbres vivants | Quantité de Très Gros Bois | Essences typiques de l'habitat | Structure et fonctionnalité de l'habitat |
| | Dynamique de renouvellement | Surface en jeune peuplement | Pour les forêts en futaie régulière ou en taillis | |
| | | Problème de régénération | Pour les autres cas | |
| | Bois mort | Quantité d'arbres morts sur pied et au sol avec un diamètre minimum de 35 cm | | |
| | <i>Etude directe d'espèces animales ou fongiques typiques (tels que les insectes saproxyliques)</i> | <i>Exemple pour les insectes saproxyliques : nombre d'espèces exigeantes présentes</i> | <i>En fonction des données disponibles</i> | |

Annexe 6 : Exemple de tableau de référence servant à définir les diamètres des très gros bois

Extrait d'un tableau maître des critères d'exploitabilité pour la Franche-Comté, issu du DRA de cette région.

Le tableau ci-dessous précise les diamètres d'exploitabilité minimaux, maximaux et optimaux déclinés par essence et par type de station forestière (défini notamment en fonction des conditions stationnelles). Pour définir un très gros bois, il faudra se référer aux diamètres optimaux d'exploitabilité de la colonne PQM (chiffres en rouge dans le tableau). Lorsqu'une fourchette est indiquée, prendre la valeur supérieure (cf. chiffres entourés sur les tableaux). Un arbre sera considéré comme « très gros bois » dès que son diamètre aura atteint la catégorie de diamètre qui suit celle des diamètres optimaux.

| Unités stationnelles | Essences principales objectifs | Critères d'exploitabilité optimaux | | | | Critères d'exploitabilité minimaux | | Critères d'exploitabilité maximaux | |
|---|--------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|-----|------------------------------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | Sylvicultures optimales | | | | Ages indicatifs | Diamètre (cm) | Ages | Diamètre indicatif (cm) |
| | | Ages indicatifs | Diamètre (cm) | | | | | | |
| | | | PQE | PQM | PQF | | | | |
| Pessière productive | Épicéa | Futaie jardinée | 50 - 55 | | | | - | | - |
| Hêtraie d'altitude Faciès jurassien | | | | | | | | | |
| Hêtraie-sapinière pessière d'altitude | Épicéa | Futaie jardinée | 55 | | | | - | | - |
| | Sapin pectiné | | 50 | | | | | | |
| | Feuillus | | 40 | | | | | | |
| Hêtraie-sapinière acide | Sapin pectiné | 100 - 120 | 55 | | 50 | 90 | 45 | 150 | 70 |
| | Épicéa | | | | | | | | |
| | Hêtre | 90 - 120 | 60 | | 55 | 80 | 45 | 150 | 70 |
| Hêtraie-sapinière sur sol calcaire superficiel (dont lapiáz) | Sapin pectiné | 100 - 120 | | 50 - 55 | | 80 - 130 | 40 | 120-180 | 60 |
| | Épicéa | | | | | | | | |
| | Hêtre | Futaie jardinée | 40 | | | - | - | - | - |
| Hêtraie-sapinière sur sol > 20 cm (à sol profond) | Sapin pectiné | 90 - 110 (hors futaie jardinée) | 55 | | | 80 | 45 | 130 | 70 |
| | Épicéa | | | | | | | | |
| | Hêtre | 100 - 110 | 60 | 50- 55 | | 100 | 45 | 140 | 70 |
| Hêtraie-sapinière sur versant chaud | Hêtre | 110 - 120 | | 45- 55 | | 90 | 40 | 130 | 60 |
| | Sapin pectiné | | | | | | | | |
| Érablaie et tillaie d'ubac | Feuillus | 80 - 100 | | 40- 50 | | 70 | 35 | 120 | 60 |
| Hêtraie-chênaie- charmaie sur sols sains et profonds | Hêtre | 80 - 100 | 65 | 60 | | 90 | 50 | 140 | 80 |
| | Chêne sessile | 120 - 180 | 75 | 65 | 60 | 90-150 | 60 | 170-240 | 90 |

Légende :

PQE, M, F = potentiel de qualité des bois élevé, moyen, faible. Application : en futaie régulière et futaie par parquets s'applique en estimant la qualité dominante ou la qualité moyenne pondérée d'une quotité de tiges du peuplement principal considéré.

Diamètre = diamètre à 1,30 m de hauteur.

Annexe 7 : Correspondance volume de bois mort / nombre d'arbres morts à l'hectare

| Volume total de bois mort (m ³ / ha) | Hypothèses ² de répartition du volume total de bois mort, fondé sur des inventaires dendrologiques ² | | | | Soit volume des arbres entiers ³ morts (à terre, debout et volis) > 35 cm ⁴ de diamètre (en m ³) | Soit convertis en nombre d'arbres ⁵ de 35 cm de diamètre |
|---|--|--|----------------------------------|-----------------------------|--|---|
| | Souches | Portions de bois morts au sol (branches, très petits arbres) | Arbres entiers, volis et chablis | dont diamètre 35 cm et plus | | |
| 100 | 0% | 50% | 50% | 80% | 40 | 50,5 |
| 90 | 0% | 50% | 50% | 80% | 36 | 45,4 |
| 80 | 0% | 50% | 50% | 80% | 32 | 40,4 |
| 70 | 0% | 50% | 50% | 80% | 28 | 35,3 |
| 60 | 0% | 50% | 50% | 80% | 24 | 30,3 |
| 50 | 0% | 50% | 50% | 60% | 15 | 18,9 |
| 40 | 10% | 50% | 40% | 60% | 9,6 | 12,1 |
| 30 | 15% | 50% | 35% | 60% | 6,3 | 8,0 |
| 20 | 15% | 50% | 35% | 60% | 4,2 | 5,3 |
| 10 | 15% | 50% | 35% | 60% | 2,1 | 2,7 |
| 5 | 15% | 50% | 35% | 60% | 1,05 | 1,3 |
| 0 | 15% | 50% | 35% | 60% | 0 | 0,0 |

Pour information, la borne de 40 m³ / ha de volume total de bois mort est souvent considérée comme seuil minimal en forêt naturelle et celle de 20 m³ souvent considérée pour les espèces exigeantes (Pic cendré par exemple).

² Hypothèses basses (volumes plutôt minorés par précaution : branches mortes du houppier non prises en compte).

² D'après Genot, 2005 et Teissier du Cros et Lopez, 2009.

³ Hauteur fixée à 12 m pour le calcul

⁴ Correspondant à la classe de 32,5 à 37,5 cm.

⁵ Nombre obtenu par le calcul du ratio entre le volume d'arbres entiers morts, de plus de 35 cm de diamètre, et le volume estimé, en appliquant la formule d'un cône, pour un arbre de 35 cm de diamètre de type volis ou chandelle de 12 m de haut (soit un volume d'environ 0,8 m³).

Annexe 8 : Extrait de la liste d'espèces de coléoptères saproxyliques exigeantes

Définition d'un coléoptères saproxylique exigeant : espèce dont la somme de son indice fonctionnel (exigences écologiques) et de son indice patrimonial (« rareté ») est supérieure ou égale à 4 (cf. Brustel, 2004). Quand cette somme (Ip + If) est supérieure ou égale à 5, l'espèce est jugée **très exigeante**.

Voici un extrait de la liste qui figure dans le fichier zip téléchargeable à l'adresse indiquée en deuxième de couverture, les actualisations éventuelles seront mises à disposition sur le site de l'INPN (<http://inpn.mnhn.fr>).

Des restrictions géographiques, notamment entre le Nord et le Sud, peuvent être mentionnées dans la liste, comme pour l'*Eurythyrea micans* mentionné dans le tableau ci-dessous.

| Famille | Espèce | Valeur bioindicatrice saproxylique (If + Ip sur un maximum de 7) | Restriction géographique de la valeur patrimoniale |
|---------------|--|--|--|
| Anthribidae | <i>Enedreytes sepicola</i> (Fabricius, 1792) | 4 | |
| Anthribidae | <i>Gonotropis dorsalis</i> (Thunberg, 1796) | 5 | |
| Anthribidae | <i>Platyrhinus resinosus</i> (Scopoli, 1763) | 4 | |
| Anthribidae | <i>Platystomos albinus</i> (Linné, 1758) | 4 | |
| Anthribidae | <i>Tropideres albirostris</i> (Schaller, 1783) | 4 | |
| Biphyllidae | <i>Biphyllus lunatus</i> (Fabricius, 1787) | 5 | |
| Bostrichidae | <i>Lichenophanes varius</i> (Illiger, 1801) | 4 | |
| Bostrichidae | <i>Stephanopachys linearis</i> (Kugelann, 1792) | 5 | |
| Bostrichidae | <i>Stephanopachys substriatus</i> (Paykull, 1800) | 5 | |
| Bothrideridae | <i>Bothrideres bipunctatus</i> (Gmelin, 1790) | 6 | |
| Bothrideridae | <i>Ogmoderes angusticollis</i> (Brisout de Barneville, 1861) | 6 | |
| Bothrideridae | <i>Oxyaemus cylindricus</i> (Panzer, 1796) | 5 | |
| Bothrideridae | <i>Oxyaemus variolosus</i> (Dufour, 1843) | 6 | |
| Bothrideridae | <i>Teredus cylindricus</i> (Olivier, 1790) | 6 | |
| Buprestidae | <i>Agrilus massanensis</i> Schaefer, 1955 | 5 | |
| Buprestidae | <i>Anthaxia midas</i> Kiesenwetter, 1857 | 5 | |
| Buprestidae | <i>Dicerca berlinensis</i> (Herbst, 1779) | 5 | |
| Buprestidae | <i>Eurythyrea austriaca</i> (Linné, 1767) | 4 | |
| Buprestidae | <i>Eurythyrea micans</i> (Fabricius, 1794) | 4 | "Non patrimonial" dans le Sud de la France |
| Buprestidae | <i>Eurythyrea quercus</i> (Herbst, 1784) | 5 | |
| Buprestidae | <i>Kisanthobia ariasi</i> (Robert, 1859) | 4 | |
| Buprestidae | <i>Ovalisia (Scintillatrix) dives</i> (Guillebeau, 1889) | 4 | |
| Buprestidae | <i>Phaenops formaneki</i> Jakobson, 1913 | 4 | |
| Buprestidae | <i>Phaenops knoteki</i> Reitter, 1898 | 5 | |
| Buprestidae | <i>Phaenops sumptuosa</i> Abeille de Perrin, 1904 | 5 | |
| Carabidae | <i>Rhysodes sulcatus</i> (Fabricius, 1787) | 7 | |

Annexe 9 : Estimation *a posteriori* du nombre minimum souhaitable de placettes à inventorier pour avoir une évaluation statistiquement fiable.

Après avoir collecté les données sur le terrain, si les intervalles de confiances des moyennes des variables numériques (IGB et le bois mort) sont trop étendus, il sera possible de calculer, *a posteriori* le nombre de placettes minimum qu'il aurait fallu inventorier pour avoir une évaluation qui soit statistiquement fiable. Pour cela une formule, reposant sur la variabilité de la variable numérique la plus importante, le niveau de confiance fixé et le niveau d'erreur relative acceptable, peut être appliquée sur son jeu de données. Cette formule, détaillée sur le site de la FAO (<http://www.fao.org/docrep/007/y3779f/y3779f03.htm>) est la suivante :

$$n = (cv^2 \cdot t^2) / e^2$$

Où :

n = taille de l'échantillon approximatif (nombre de placettes)

cv = coefficient de variation (écart type de l'échantillon par rapport à la moyenne de l'échantillon)

t = valeur critique de la distribution du t de Student, qui dépend du niveau de significativité choisi (p) et du nombre de degrés de liberté (nombre de placettes inventoriées – 1). Pour ce type d'étude, un niveau de significativité de 0,05 (soit 5% de risque de se tromper) est suffisant. Le tableau de valeurs de la distribution de Student est fourni à la page suivante.

e = erreur acceptable. Elle dépend de la variable considérée.

La variable la plus importante sur laquelle cette formule est appliquée est, dans notre cas, la quantité de très gros arbres vivants ou d'arbres morts, selon ce qui varie le plus. Nous tolérons un écart entre la moyenne obtenue par échantillonnage et la moyenne réelle (non connue) de 30% (moins d'un arbre / ha sur une gamme de 3 / ha, lié aux amplitudes des seuils fixés pour le calcul de la note - cf. tableau 4 p. 38). **L'erreur acceptable correspond donc, dans ce cas, à 0,3.**

Pour appliquer cette formule, la démarche est la suivante :

- 1) Calculer le nombre **approximatif** de placettes qu'il aurait fallu inventorier (**n₀**) pour avoir une évaluation statistiquement fiable ;
- 2) Puis **préciser** ce nombre en :
 - a. Re-calculant **n** avec la nouvelle valeur du t correspondant au **n₀** que nous venons d'obtenir, au moyen du tableau de distribution de Student (cf. page suivante) : valeur figurant dans la cellule située au croisement du p (0,05) et du nouveau nombre de degré de liberté (**n-1**)
 - b. Cette opération est répétée jusqu'à ce que la valeur de n se stabilise.

Tableau de valeurs de la distribution de Student pour vérifier l'effort d'échantillonnage

La première ligne du tableau contient les probabilités (p) d'obtenir les valeurs supérieures à celle indiquée dans la cellule. La première colonne du tableau contient les degrés de liberté (df) qui correspond au nombre de placettes inventoriées moins une. Le « t de student » est la valeur figurant dans la cellule sélectionnée en croisant le « p » et le « df ».

| df/p | 0.40 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0.324920 | 1.000000 | 3.077684 | 6.313752 | 12.70620 | 31.82052 | 63.65674 | 636.6192 |
| 2 | 0.288675 | 0.816497 | 1.885618 | 2.919986 | 4.30265 | 6.96456 | 9.92484 | 31.5991 |
| 3 | 0.276671 | 0.764892 | 1.637744 | 2.353363 | 3.18245 | 4.54070 | 5.84091 | 12.9240 |
| 4 | 0.270722 | 0.740697 | 1.533206 | 2.131847 | 2.77645 | 3.74695 | 4.60409 | 8.6103 |
| 5 | 0.267181 | 0.726687 | 1.475884 | 2.015048 | 2.57058 | 3.36493 | 4.03214 | 6.8688 |
| 6 | 0.264835 | 0.717558 | 1.439756 | 1.943180 | 2.44691 | 3.14267 | 3.70743 | 5.9588 |
| 7 | 0.263167 | 0.711142 | 1.414924 | 1.894579 | 2.36462 | 2.99795 | 3.49948 | 5.4079 |
| 8 | 0.261921 | 0.706387 | 1.396815 | 1.859548 | 2.30600 | 2.89646 | 3.35539 | 5.0413 |
| 9 | 0.260955 | 0.702722 | 1.383029 | 1.833113 | 2.26216 | 2.82144 | 3.24984 | 4.7809 |
| 10 | 0.260185 | 0.699812 | 1.372184 | 1.812461 | 2.22814 | 2.76377 | 3.16927 | 4.5869 |
| 11 | 0.259556 | 0.697445 | 1.363430 | 1.795885 | 2.20099 | 2.71808 | 3.10581 | 4.4370 |
| 12 | 0.259033 | 0.695483 | 1.356217 | 1.782288 | 2.17881 | 2.68100 | 3.05454 | 4.3178 |
| 13 | 0.258591 | 0.693829 | 1.350171 | 1.770933 | 2.16037 | 2.65031 | 3.01228 | 4.2208 |
| 14 | 0.258213 | 0.692417 | 1.345030 | 1.761310 | 2.14479 | 2.62449 | 2.97684 | 4.1405 |
| 15 | 0.257885 | 0.691197 | 1.340606 | 1.753050 | 2.13145 | 2.60248 | 2.94671 | 4.0728 |
| 16 | 0.257599 | 0.690132 | 1.336757 | 1.745884 | 2.11991 | 2.58349 | 2.92078 | 4.0150 |
| 17 | 0.257347 | 0.689195 | 1.333379 | 1.739607 | 2.10982 | 2.56693 | 2.89823 | 3.9651 |
| 18 | 0.257123 | 0.688364 | 1.330391 | 1.734064 | 2.10092 | 2.55238 | 2.87844 | 3.9216 |
| 19 | 0.256923 | 0.687621 | 1.327728 | 1.729133 | 2.09302 | 2.53948 | 2.86093 | 3.8834 |
| 20 | 0.256743 | 0.686954 | 1.325341 | 1.724718 | 2.08596 | 2.52798 | 2.84534 | 3.8495 |
| 21 | 0.256580 | 0.686352 | 1.323188 | 1.720743 | 2.07961 | 2.51765 | 2.83136 | 3.8193 |
| 22 | 0.256432 | 0.685805 | 1.321237 | 1.717144 | 2.07387 | 2.50832 | 2.81876 | 3.7921 |
| 23 | 0.256297 | 0.685306 | 1.319460 | 1.713872 | 2.06866 | 2.49987 | 2.80734 | 3.7676 |
| 24 | 0.256173 | 0.684850 | 1.317836 | 1.710882 | 2.06390 | 2.49216 | 2.79694 | 3.7454 |
| 25 | 0.256060 | 0.684430 | 1.316345 | 1.708141 | 2.05954 | 2.48511 | 2.78744 | 3.7251 |
| 26 | 0.255955 | 0.684043 | 1.314972 | 1.705618 | 2.05553 | 2.47863 | 2.77871 | 3.7066 |
| 27 | 0.255858 | 0.683685 | 1.313703 | 1.703288 | 2.05183 | 2.47266 | 2.77068 | 3.6896 |
| 28 | 0.255768 | 0.683353 | 1.312527 | 1.701131 | 2.04841 | 2.46714 | 2.76326 | 3.6739 |
| 29 | 0.255684 | 0.683044 | 1.311434 | 1.699127 | 2.04523 | 2.46202 | 2.75639 | 3.6594 |
| 30 | 0.255605 | 0.682756 | 1.310415 | 1.697261 | 2.04227 | 2.45726 | 2.75000 | 3.6460 |
| inf | 0.253347 | 0.674490 | 1.281552 | 1.644854 | 1.95996 | 2.32635 | 2.57583 | 3.2905 |

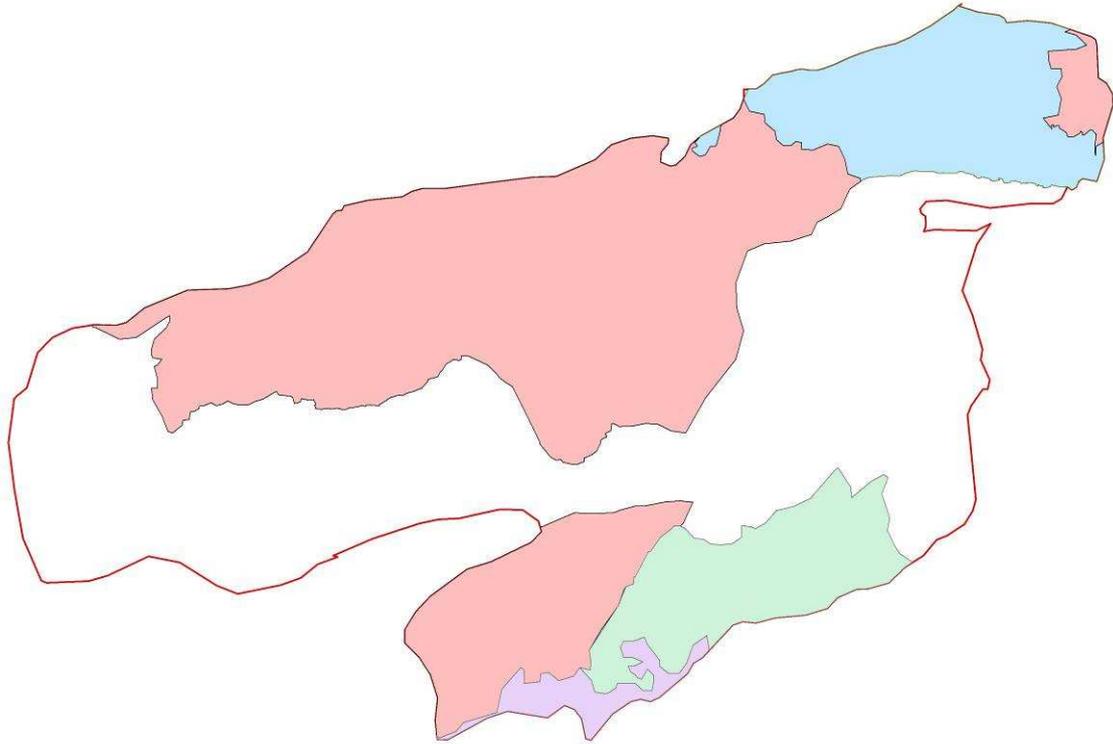
Annexe 10 : Exemple de fiche de relevé

| Évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle du site | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--------|--|---|--|--|
| Données à relever par placette | | | | | | | | |
| Site d'étude : | | Notateur : | | Date : | | | | |
| Numéro de la placette | | | | | | | | |
| Localisation de la placette (GPS ou autre) | | | | | | | | |
| Type d'habitat élémentaire | | | | | | | | |
| Indicateurs d'état de conservation : | | | | | | | | |
| % d'essences non typiques de l'habitat | | | | | | | | |
| Nb de Très Gros Bois | | | | | | | | |
| Nb de Bois mort (≥ 35 cm de diamètre) | | | | | | | | |
| % de jeune peuplement (futaies régulières ou taillis) ou problème de régénération (autres contextes) | | | | | | | | |
| % d'espèces exotiques envahissantes | | | | | | | | |
| Dégâts au sol (tassements, orniérages...) | | | | | | | | |
| Perturbation hydrologique (drainage, endiguement...) | | | | | | | | |
| Autres atteintes | | | | | | | | |
| Espèces typiques du bon état | | | | | | | | |
| Observations, remarques diverses | | | | | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Type d'habitat Noter le code natura 2000 décliné (cf. Cahiers d'habitats)</p> <p>% d'essences non typiques de l'habitat (c.à.d ne figurant pas dans les fiches des Cahiers d'habitat) Noter le % de recouvrement arboré ou la surface terrière Noter le nom des essences</p> <p>Très Gros Bois et Bois mort Noter le nombre sur la placette Ne prendre en compte que les essences typiques de l'habitat</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Jeunes peuplements Noter le % de recouvrement de la placette Ne prendre en compte que les essences typiques de l'habitat</p> <p>Problème de régénération Noter dans chaque placette si un problème de régénération est observé : - régénération d'essence non typique de l'habitat - absence de régénération - ou mauvais état de la régénération (exemple, fortement abrutie)</p> <p>Espèces typiques du bon état : à renseigner à part, sur fiches annexes dressées par type d'habitat élémentaire. Reporter ici le nombre d'espèces observé par rapport au nombre d'espèces de la liste</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Espèces exotiques envahissantes Noter le % approximatif de recouvrement de la placette Noter le nom des espèces</p> <p>Dégâts au sol et Perturbation hydrologiques Noter le % approximatif de recouvrement de la placette Indiquer le type d'atteinte</p> <p>Autres atteintes Noter la nature de l'atteinte et le recouvrement approximatif de la placette</p> </td> </tr> </table> | | | | | | <p>Type d'habitat Noter le code natura 2000 décliné (cf. Cahiers d'habitats)</p> <p>% d'essences non typiques de l'habitat (c.à.d ne figurant pas dans les fiches des Cahiers d'habitat) Noter le % de recouvrement arboré ou la surface terrière Noter le nom des essences</p> <p>Très Gros Bois et Bois mort Noter le nombre sur la placette Ne prendre en compte que les essences typiques de l'habitat</p> | <p>Jeunes peuplements Noter le % de recouvrement de la placette Ne prendre en compte que les essences typiques de l'habitat</p> <p>Problème de régénération Noter dans chaque placette si un problème de régénération est observé : - régénération d'essence non typique de l'habitat - absence de régénération - ou mauvais état de la régénération (exemple, fortement abrutie)</p> <p>Espèces typiques du bon état : à renseigner à part, sur fiches annexes dressées par type d'habitat élémentaire. Reporter ici le nombre d'espèces observé par rapport au nombre d'espèces de la liste</p> | <p>Espèces exotiques envahissantes Noter le % approximatif de recouvrement de la placette Noter le nom des espèces</p> <p>Dégâts au sol et Perturbation hydrologiques Noter le % approximatif de recouvrement de la placette Indiquer le type d'atteinte</p> <p>Autres atteintes Noter la nature de l'atteinte et le recouvrement approximatif de la placette</p> |
| <p>Type d'habitat Noter le code natura 2000 décliné (cf. Cahiers d'habitats)</p> <p>% d'essences non typiques de l'habitat (c.à.d ne figurant pas dans les fiches des Cahiers d'habitat) Noter le % de recouvrement arboré ou la surface terrière Noter le nom des essences</p> <p>Très Gros Bois et Bois mort Noter le nombre sur la placette Ne prendre en compte que les essences typiques de l'habitat</p> | <p>Jeunes peuplements Noter le % de recouvrement de la placette Ne prendre en compte que les essences typiques de l'habitat</p> <p>Problème de régénération Noter dans chaque placette si un problème de régénération est observé : - régénération d'essence non typique de l'habitat - absence de régénération - ou mauvais état de la régénération (exemple, fortement abrutie)</p> <p>Espèces typiques du bon état : à renseigner à part, sur fiches annexes dressées par type d'habitat élémentaire. Reporter ici le nombre d'espèces observé par rapport au nombre d'espèces de la liste</p> | <p>Espèces exotiques envahissantes Noter le % approximatif de recouvrement de la placette Noter le nom des espèces</p> <p>Dégâts au sol et Perturbation hydrologiques Noter le % approximatif de recouvrement de la placette Indiquer le type d'atteinte</p> <p>Autres atteintes Noter la nature de l'atteinte et le recouvrement approximatif de la placette</p> | | | | | | |

Annexe 11 : Présentation des sites d'étude sur lesquels la méthode a été testée

- Méditerranée :

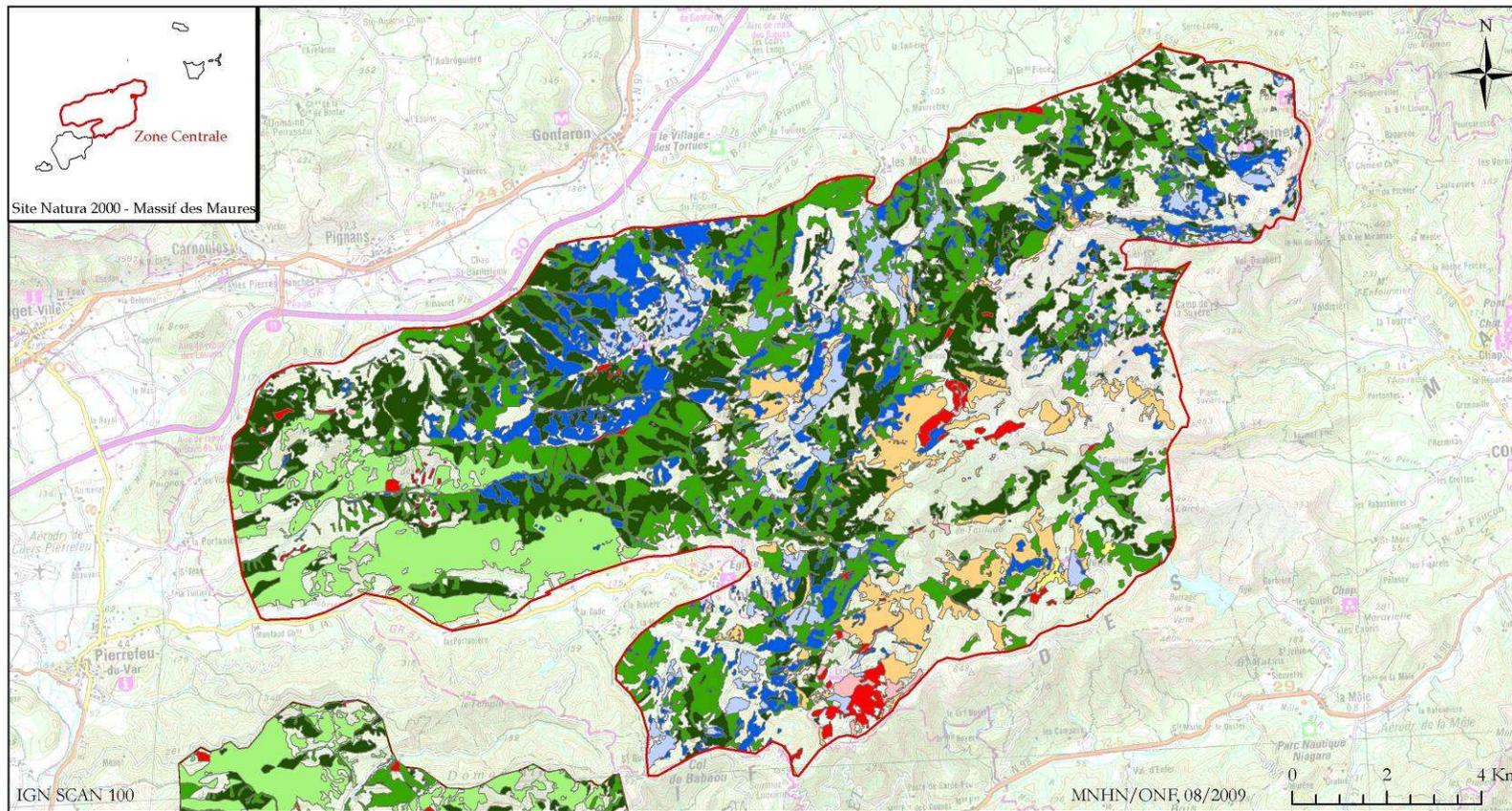
Zones d'étude retenues pour le test dans le Massif des Maures :



Légende :

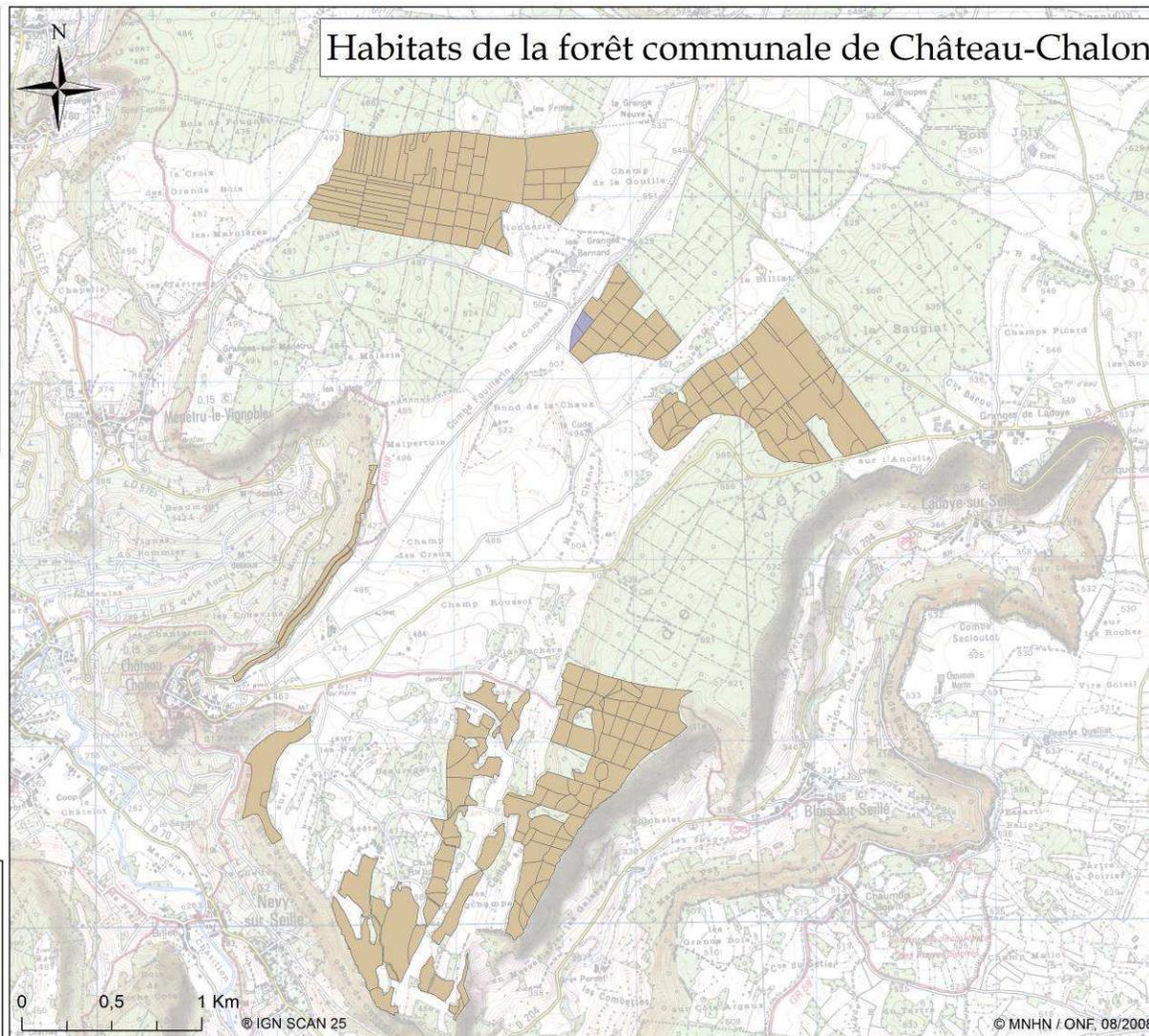
-  **Zone 1** : Ubac dominant plaine Maure, à dominance de Suberaies, brûlé une ou plusieurs fois
-  **Zone 2** : Ubac plaine Maures, dominance de châtaigneraies et chênaies pubescentes, non brûlé
-  **Zone 3** : Ubac de la Verne à Yeuseraies dominantes, non brûlé
-  **Zone 4** : Ubac de la Verne à Yeuseraies dominantes parcourue par le feu
-  Délimitation de la Zone Centrale du Massif des Maures

Habitats forestiers de la Zone Centrale du Massif des Maures



Légende

- | | |
|---|---|
| Limite de la Zone Centrale du Massif des Maures | Yeuseraies matures |
| Plantations feuillues | Yeuseraies acidiphiles à Asplenium fougère d'âne |
| Plantations résineuses | Yeuseraies thermophiles |
| Châtaigneraies provençales pures | Suberaies thermophiles à Myrte ou thermoxérophiles à Adénocarpe |
| Châtaigneraies provençales évoluant vers chênaies pubescentes | Suberaies mésophiles à Cytise velu |
| | Suberaies mésoxérophiles à Calycotomoe épineux |



Annexe 12 : Listes d'espèces typiques élaborées pour le test dans le Massif des Maures

9260-3. Châtaigneraies provençales

| | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Châtaignier | <i>Castanea sativa</i> |
| Violette de Rivin | <i>Viola riviniana (sylvestris)</i> |
| Germandrée scorodaine | <i>Teucrium scorodonia</i> |
| Véronique officinale | <i>Veronica officinalis</i> |
| Luzule de Forster | <i>Luzula forsteri</i> |
| Serratule des teinturiers | <i>Serratula tinctoria</i> |
| Épervière de Savoie | <i>Hieracium sabaudum</i> |
| Aristolochie pâle | <i>Aristolochia pallida</i> |

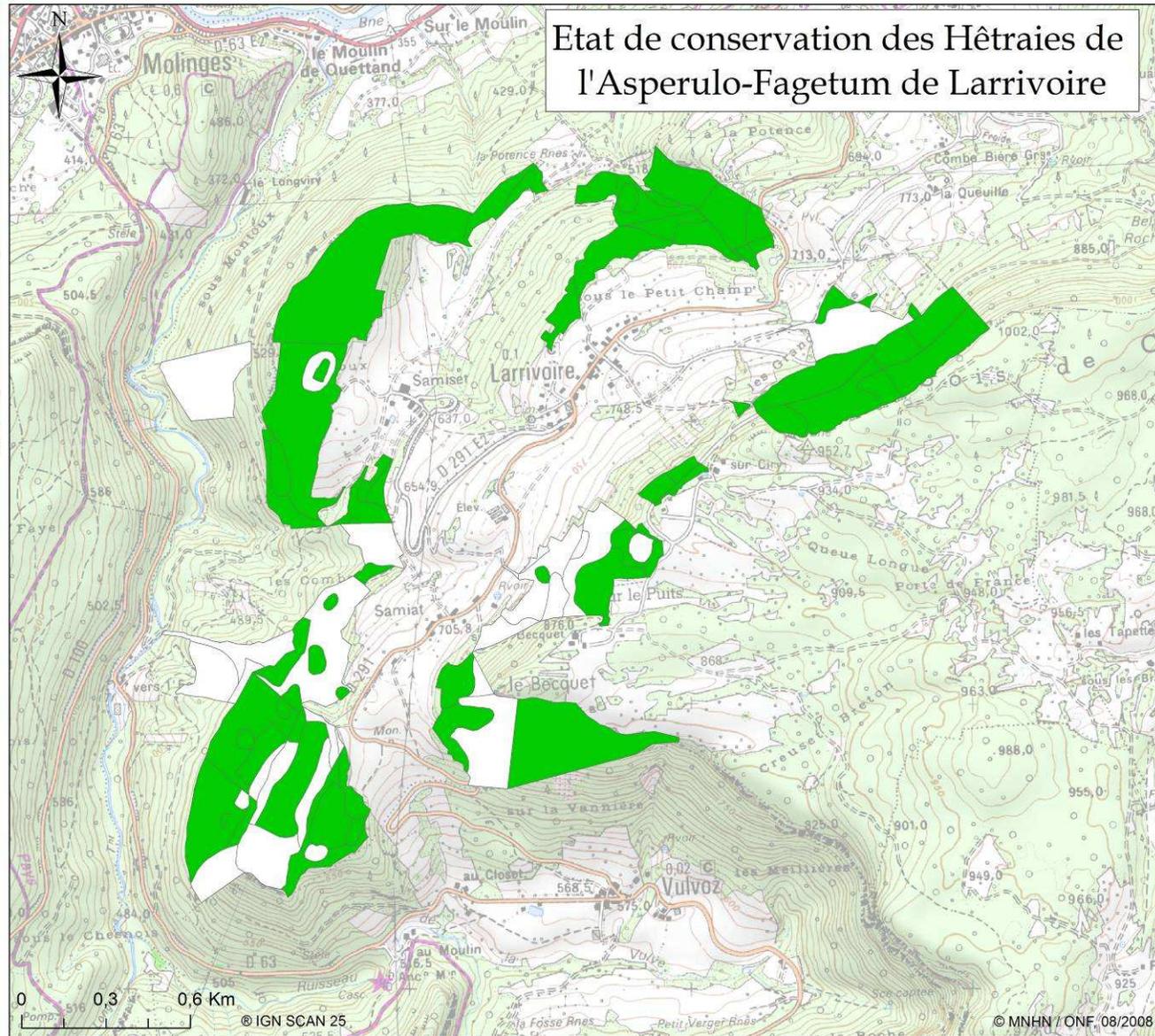
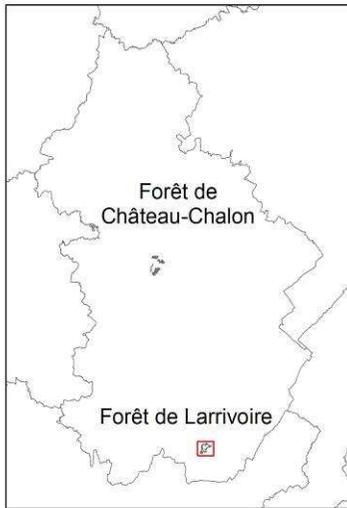
9330-1. Suberaies provençales mésophiles

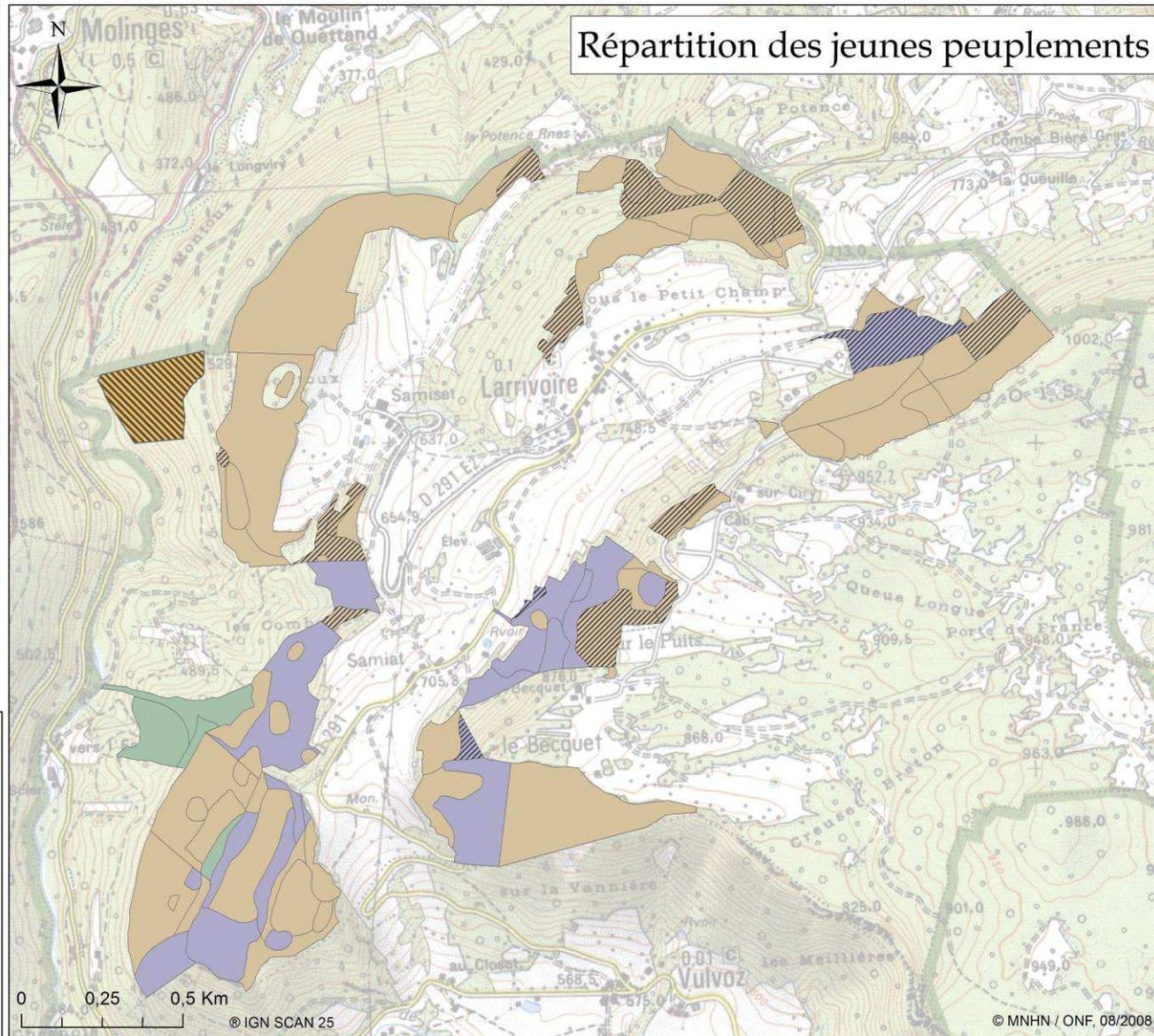
| | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Chêne-liège | <i>Quercus suber</i> |
| Cytise à trois fleurs | <i>Cytisus villosus</i> |
| Cytise de Montpellier | <i>Genista monspessulana</i> |
| Pulicaire odorante | <i>Pulicaria odora</i> |
| Filaire intermédiaire | <i>Phillyrea media</i> |
| Violette à feuilles sombres | <i>Viola scotophylla (ssp d'alba)</i> |
| Germandrée scorodaine | <i>Teucrium scorodonia</i> |
| Laîche de Hyères | <i>Carex olbiensis</i> |

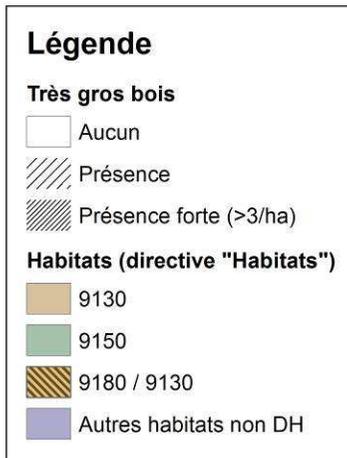
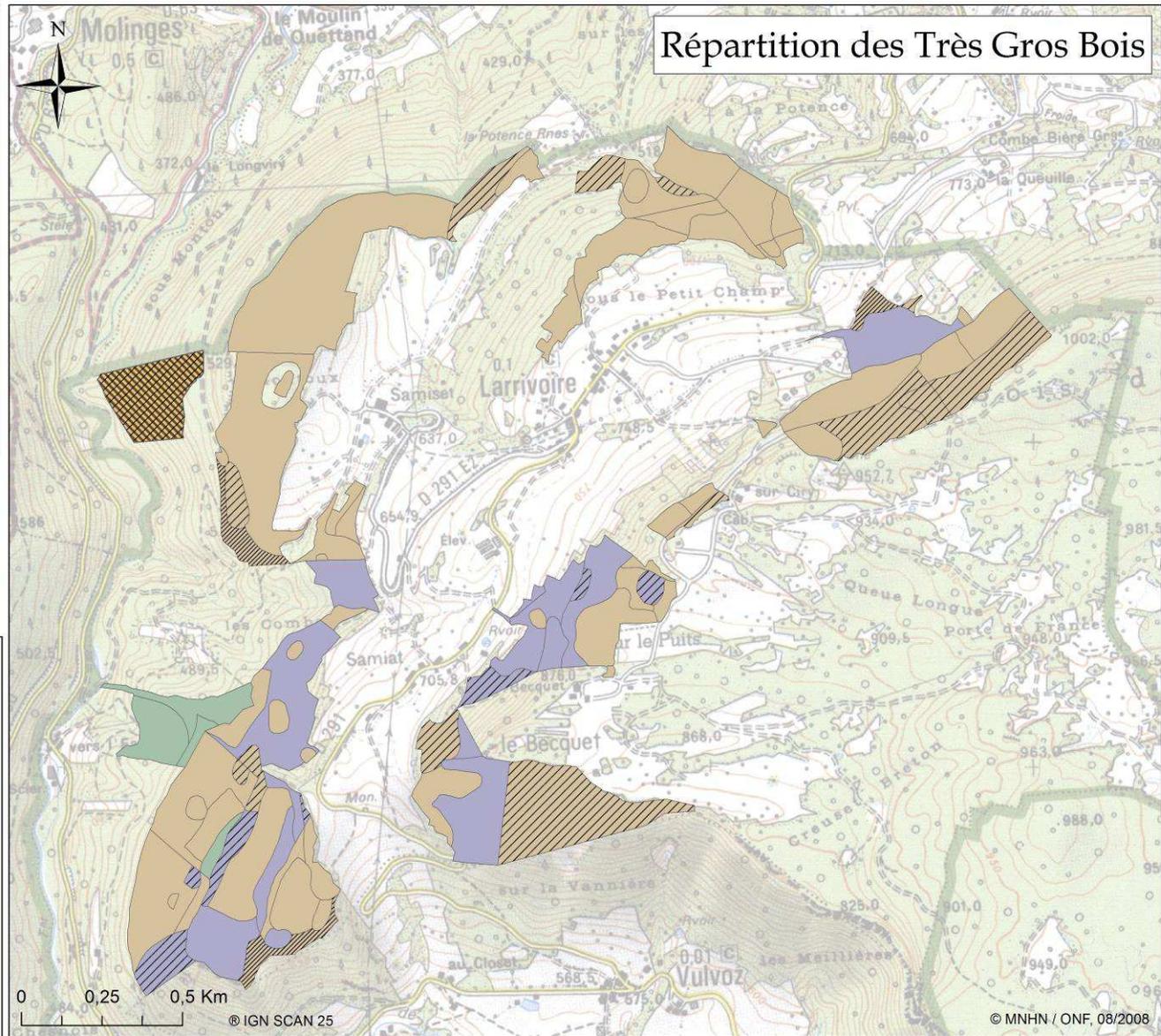
Annexe 13 : Représentation cartographique de l'état de conservation des habitats forestiers, l'exemple des hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* de Larrivoire

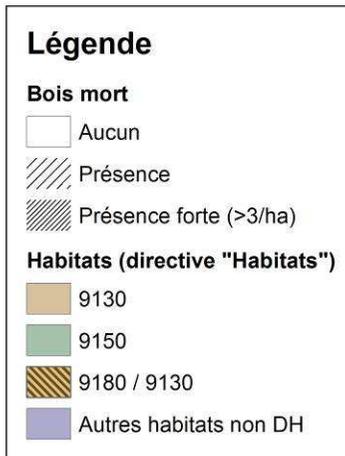
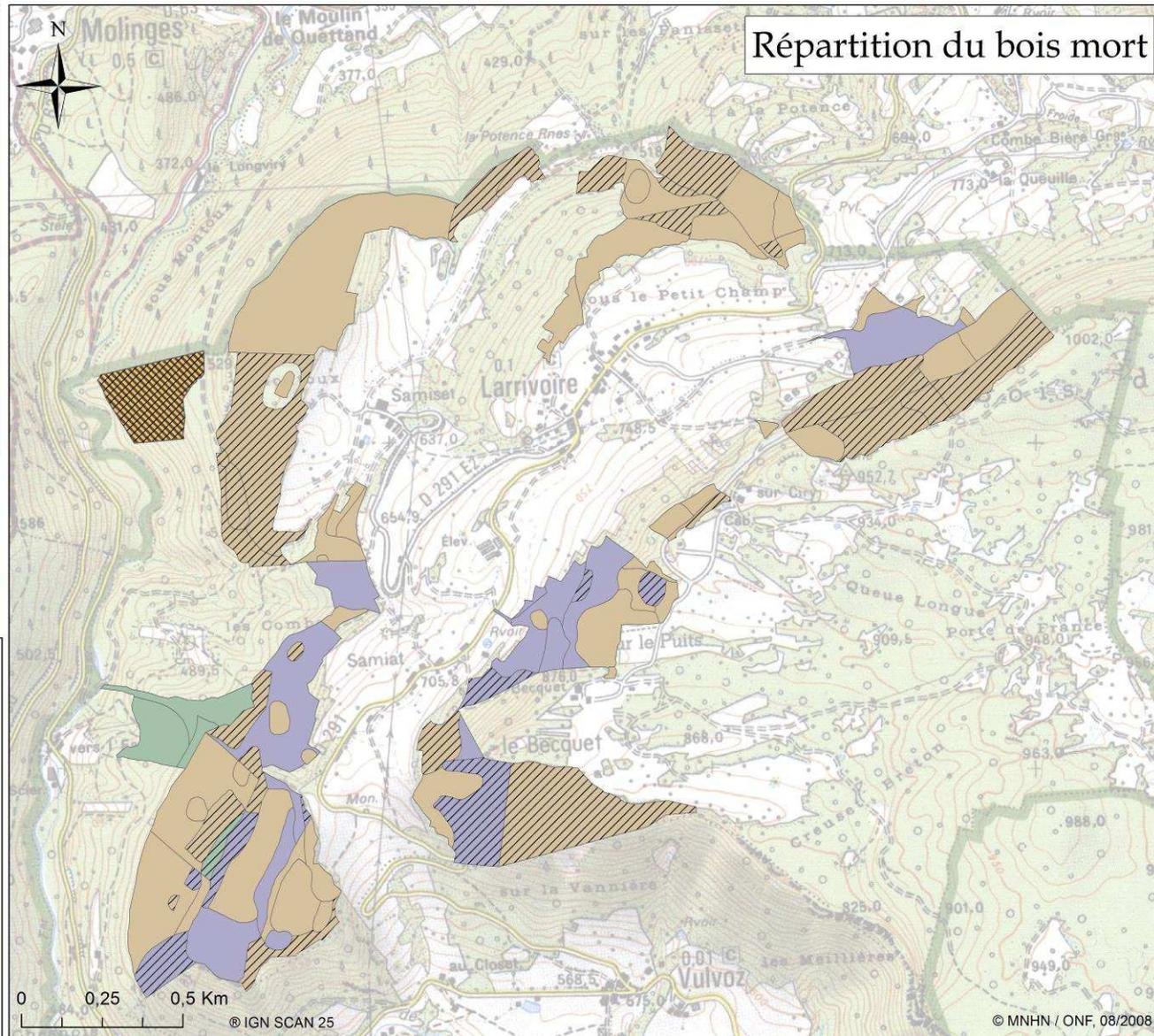
Voici des exemples de cartographies qui peuvent être dressées à partir des résultats de l'évaluation :

- Une carte synthétique des états de conservation des habitats (seul l'état des hêtraies de l'*Asperulo-fagetum* de Larrivoire est représenté sur la carte ci-dessous mais ceci peut être fait pour tous les autres types d'habitats forestiers) ;
- Des cartes représentant la répartition de chaque critère au sein d'un site et par habitat afin de repérer les secteurs où il faut agir si nécessaire (à titre d'exemple la répartition des jeunes peuplements, des très gros bois et du bois mort à Larrivoire sont présentés ci-dessous).









Abstract

The favourable conservation status of the natural habitats and species of Community interest is the aim of the " Habitats" directive and a major target for the preservation of biodiversity. The conservation status of a natural habitat is defined, in the directive, as the combination of influences which act on its functioning, organisms and long term viability. Aside the European evaluation, in France according to the 'Code de l'environnement' (*i.e.* French law) this conservation status must also be evaluated for each site of the Natura 2000 network.

Given the complexity of this issue and the need for a method which is precise and standardized to evaluate the conservation status of the habitats at the site level, further study was needed and given the wide scope of the problem, this study, led by the "Muséum National d'Histoire Naturelle" (National Museum of Natural History) and the "Office National des Forêts" (National forest service) focused on the forest habitats. The method introduced here aims at giving a homogeneous framework for all the forest habitats present in France. Moreover, the use of a common method will make comparisons and aggregation of the data easier, and thus will contribute to the biogeographic evaluation.

This method, which aims at being easy to apply, pragmatic and reproducible, is based on a small number of qualitative and quantitative indicators which are simple and accessible for any operator. Several criteria were selected and their application was specified to study the status of the structures and functions of the habitat and its damages. For each criterion a corresponding indicator was developed to be measured in each relevé or at the site level. The criteria selected to analyse the structure and function of the habitat are based on typical tree composition, presence of some typical plants, number of big trees, number of large dead wood and the regeneration dynamic. For damages, two levels are distinguished: heavy damages like invasive alien species, soil or hydraulic disturbance, and more diffuse damages like over public frequenting, forest fires and deer browsing. The method was tested on forest habitats in the continental and mediterranean biogeographical regions of France.

The analysis of data is done for each habitat type at the site level, and with a system of scoring in order to indicate conservation status. The use of scores allows a measure of the effort that is required to improve, if necessary, the conservation status and it will also assess management actions undertaken between evaluations.

Applied to the sites of the Natura 2000 network, this method will be a good tool to guide management towards good conservation status. Simple and pragmatic, it can also be applied outside the network and will thus enable to analyse, by comparison, the contribution of this network to the preservation of biodiversity. Finally, this method could also be applied to forest habitats which are not listed in the directive in order to increase our knowledge on the status of all forest habitats.

Key words: conservation status, forest habitats, evaluation, method, criteria, indicators, « Habitats » directive, Natura 2000 site, France, management plan.

Résumé

Le bon état de conservation des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire est la finalité de la directive « Habitats-Faune-Flore » et un objectif majeur pour la préservation de la biodiversité. L'état de conservation d'un habitat naturel est défini, dans la directive, comme l'effet de l'ensemble des influences agissant sur son bon fonctionnement, sa biocénose et sa pérennité. Au-delà de l'évaluation communautaire, la France doit également évaluer l'état de conservation dans chaque site du réseau Natura 2000, conformément au Code de l'environnement.

Devant la complexité de cet enjeu et la nécessité de disposer d'une méthode précise, normalisée et cohérente permettant d'évaluer l'état de conservation des habitats à l'échelle du site, il est apparu nécessaire d'engager une réflexion visant à répondre à ce besoin. Face à l'ampleur de la problématique, cette étude, co-dirigée par le Muséum National d'Histoire Naturelle et l'Office National des Forêts, a été orientée plus particulièrement sur les habitats forestiers. La méthode présentée vise à fournir un cadre homogène pour tous les habitats forestiers présents sur le territoire. L'utilisation d'une méthode commune facilitera en outre les comparaisons et l'agrégation des données, et contribuera ainsi à l'évaluation à l'échelle biogéographique.

Cette méthode, facile à mettre en œuvre, pragmatique et reproductible, repose sur des indicateurs qualitatifs ou quantitatifs, en nombre restreint, simples et accessibles à tous les opérateurs. Plusieurs critères ont ainsi été sélectionnés et leur modalité d'application a été précisée afin d'étudier l'état des structures et des fonctionnalités de l'habitat et les atteintes pouvant avoir un impact important. A chaque critère correspond un indicateur à renseigner localement (dans chaque relevé) ou à l'échelle du site. Les critères utilisés pour étudier la structure et la fonctionnalité de l'habitat concernent la typicité de la composition dendrologique, la présence d'espèces végétales typiques de l'habitat, le nombre de très gros bois, le nombre de gros bois morts et la dynamique de renouvellement. Parmi la catégorie « atteintes », deux types ont été distingués : des atteintes lourdes, telles que les espèces exotiques envahissantes, les dégâts au sol ou les perturbations hydrologiques et des atteintes plus diffuses, telles que l'impact des ongulés, de la surfréquentation humaine ou des incendies. Des tests sur des habitats forestiers des domaines continental et méditerranéen ont permis d'attester la faisabilité de la méthode.

L'analyse s'effectue pour chaque type d'habitat au niveau du site, selon un système de notation élaboré afin de préciser l'état de conservation. Cette approche par notation fournit une évaluation précise et progressive qui permet de mesurer finement les efforts à effectuer pour améliorer, si besoin, l'état de conservation de l'habitat et valoriser les mesures de gestion entreprises entre les évaluations.

Appliquée dans les sites du réseau Natura 2000, cette méthode constituera un bon outil d'aide à la gestion pour agir en faveur du bon état. Simple et pragmatique, elle pourra également être appliquée en dehors de ce réseau, ce qui permettra notamment d'analyser, par comparaison, la contribution de ce réseau à la préservation de la biodiversité. Enfin, cette méthode conçue initialement pour évaluer les habitats forestiers d'intérêt communautaire pourrait également s'appliquer aux autres types d'habitats forestiers et de fait alimenter les connaissances globales sur l'état de ces habitats sur l'ensemble du territoire.

Mots clés : état de conservation, habitats forestiers, évaluation, méthode, critères, indicateurs, directive « Habitats-Faune-Flore », site Natura 2000, Docob.