Multifonctionnalité des forêts et développement économique dans les Hautes Vosges

Mémoire de fin d'études

- octobre 2009 -

Louise Marchais

Promotion FIF 2005/2009

Photo :

Louise Marchais

Col de la Schlucht, 18 août 2009

Multifonctionnalité des forêts et développement économique dans les Hautes Vosges

Mémoire de fin d'études

- octobre 2009 -

Louise Marchais

Promotion FIF 2005/2009

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE FIF

F.I.F. - E.N.G.R.E.F.	TRAVAUX D'ELEVES
TITRE : Multifonctionnalité des forêts et développement économique dans les Hautes Vosges	Mots clés : Multifonctionnalité, Biens et services, Évaluation économique, Vosges
AUTEUR(S) : Louise Marchais	Promotion FIF 2005/2009
Caractéristiques : 1 volume ; 134 pages ; 4 annexes ; 7 cartes, 10 figures, 4 tableaux ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISMES

Parc naturel régional des Ballons des Vosges
Claude Michel
Responsable du pôle Veille, prospective,évaluation

ACTeon
Pierre Defrance
Économiste de l'environnement

Nom du correspondant ENGREF : Christophe Voreux

Tronc commun ☐ Option ☐ Spécialité ☐	Stage entreprise ☐ Stage étranger ☐ Stage fin d'études X Date de remise : 07-10-2009	Autre ☐

Contrat avec Gref Services Nancy ☐ OUI X NON

SUITE À DONNER (réservé au service des études)

☐ - diffusable.
☐ - confidentiel de façon permanente.
☐ - confidentiel jusqu'au / / puis diffusable.

RÉSUMÉ

Le parc naturel régional des Ballons des Vosges, territoire très fortement forestier, est soucieux de la confrontation existant entre la gestion forestière, pour la production de bois, et les autres biens et services, notamment environnementaux, fournis par les écosystèmes forestiers, principalement dans les Hautes Vosges.

Le travail réalisé ces derniers mois a permis de caractériser qualitativement et, quand cela était possible, quantitativement, les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers. Par ailleurs, les relations existant entre différents modes de gestion mis en place et l'expression de ces biens et services ont été étudiées et illustrées par des cas d'étude. Enfin, ce travail a permis d'ébaucher une évaluation économique de la biodiversité dans les forêts des Hautes Vosges grâce à la méthode des transferts de valeur.

SUMMARY

The natural and regional park from the "Vosges" is predominantly a forested territory. The confrontation between forest management for wood production and other goods and services provided by forest ecosystems is an important problem for the park.

This work realised during the past months defined qualitatively and quantitatively, when possible, the goods and services provided by forest ecosystems in Hautes Vosges territory. Besides, relations between types of forest management and expression of those goods and services has been studied and illustrated by caseworks. Finally, we began to develop a first economic evaluation of biodiversity in Hautes Vosges woodlands.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les équipes du parc naturel régional des Ballons des Vosges et d'ACT*eon*, qui m'on chaleureusement accueillie tour à tour au cours de ce stage, et plus particulièrement Claude Michel (PNRBV) et Pierre Defrance (ACT*eon*) qui m'ont accompagnée dans ma démarche et m'ont apporté de précieux conseils pour la réalisation de ce stage.

Je remercie également Claire Duprez et Brice Amand, qui, en plus du suivi de mon stage, m'ont aidée dans la réalisation de mes cas d'étude.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des personnes qui ont accepté de me rencontrer et de partager avec moi leurs connaissances, locales ou générales, du secteur des Hautes Vosges.

Je remercie Christophe Voreux qui a suivi mon stage pendant ces six mois et qui m'a beaucoup aidée pour la relecture.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à la rédaction de ce mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements **1**

Table des matières **3**

Tables des illustrations **7**

Table des annexes **9**

Index alphabétique des sigles **11**

Note aux lecteurs **13**

Introduction **15**

1 Contexte **17**

1.1 Les politiques et volontés nationales et internationales 17

1.1.1 Une volonté de développement de la filière forêt-bois 17

1.1.2 La conservation des écosystèmes forestiers : une prise de conscience récente 19

1.1.3 La démarche d'évaluation économique : à la recherche d'une meilleure prise en compte des biens non marchands 20

1.2 Les Hautes Vosges dans le PNRBV : une zone de confrontation 21

1.2.1 Les Hautes Vosges : un territoire principalement forestier 21

1.2.2 Les enjeux de la filière forêt-bois 22

1.2.3 Les enjeux de conservation des écosystèmes 23

2 Méthode et outils **24**

2.1 Les différentes activités réalisées 24

2.2 Cas d'études 26

2.2.1 Données à croiser 26

2.2.2 Échelle des cas d'étude 26

2.2.3 Méthodologie générale 27

2.3 Évaluation économique 27

2.3.1 Les différentes valeurs des biens et services 27

2.3.2 Les méthodes d'évaluation économique 28

2.3.3 Le transfert de valeur : une méthode économique rapide et peu coûteuse 29

3 Biens et services fournis par les écosystèmes forestiers **30**

3.1 Écosystèmes forestiers présents dans les Hautes Vosges : les hêtraies-sapinières, habitats majoritaires 30

3.1.1 Qu'est-ce qu'un écosystème forestier ? 30

3.1.2 Les écosystèmes forestiers potentiellement présents dans les Hautes Vosges 30

3.1.3 Les hêtraies-sapinières 31
3.2 L'expression des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers dans les Hautes Vosges 32
3.2.1 Les différentes fonctions remplies par les écosystèmes forestiers 32
3.2.2 Fonction de soutien 33
3.2.3 Fonction d'approvisionnement 38
3.2.4 Fonction de régulation 42
3.2.5 Fonction culturelle 45
4 Les différents modes de gestion forestière et leur influence sur l'expression des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers 49
4.1 Les différents modes de gestion forestière 49
4.1.1 La futaie régulière 49
4.1.2 La futaie irrégulière 50
4.1.3 Les autres gestions 51
4.2 Présentation des cas d'étude réalisés 52
4.2.1 Forêt communale de Fréland : deux séries traitées différemment 52
4.2.2 Forêt communale de Lautenbachzell : un traitement régulier 53
4.2.3 Forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang : un traitement en futaie irrégulière 53
4.3 Relations entre gestion forestière et écosystèmes forestiers 54
4.3.1 Influence de la gestion forestière sur la structure 54
4.3.2 Influence de la gestion forestière sur les essences 55
4.3.3 Influence de la gestion forestière sur la répartition dans les classes d'âge ou de diamètre 57
4.3.4 Synthèse 58
4.4 Impacts de la gestion forestière sur les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers 59
4.4.1 Offre d'habitats 59
4.4.2 Équilibres écologiques 60
4.4.3 Cycle des éléments minéraux et formation des sols 62
4.4.4 Production de bois 63
4.4.5 Chasse 63
4.4.6 Cueillette 64
4.4.7 Eau 64
4.4.8 Risques (érosion, crues) 65
4.4.9 Stockage de carbone 65
4.4.10 Activités de loisirs et tourisme 65
4.4.11 Paysages 66
4.4.12 Synthèse 66
5 L'évaluation économique 68

5.1 L'évaluation des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers.....68
5.1.1 Des biens soumis à un marché, avec une valeur existante 68
5.1.2 Des biens et services potentiellement marchands, dont une partie de la valeur peut être approchée 69
5.1.3 Des biens et services non marchands, dont la valeur ne peut pas être estimée facilement 70
5.2 L'évaluation économique de la biodiversité.....72
5.2.1 Application d'une valeur par hectare 72
5.2.2 Application d'une valeur par ménage 72
5.2.3 Discussion des résultats 73
6 Discussions 74
6.1 Des politiques et mesures en opposition 74
6.2 Vers une meilleure prise en compte de la multifonctionnalité des forêts dans la gestion forestière 74
6.3 Limites de l'étude.....75
6.3.1 Un sujet vaste 75
6.3.2 Des biens et services complexes 76
6.3.3 Un manque de données 76
Conclusion 77
Bibliographie 79
Liste des contacts 85
Office national des forêts (ONF) 85
Parc naturel régional des Ballons des Vosges.....85
ACT*eon* 86
Groupe Tétras Vosges 86
Table des annexes 87

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Chronologie des lois et mesures pour le développement de la filière forêt-bois en France . 19
Figure 2 : Chronologie des conférences et mesures prises en faveurs de la multifonctionnalité des forêts 20
Figure 3 : Organisation des différentes activité mises en place au cours du stage 24
Figure 4 : Récupération et synthèse des données pour chaque cas d'étude 27
Figure 5 : Typologie de la valeur économique totale et méthodes d'estimation (Pearce *et al*., 2007).. 28
Figure 6 : Répartition des principaux biens et services utilisables par l''homme au sein des différentes fonctions remplies par les écosystèmes forestiers 33
Figure 7 : Représentation du cycle biogéochimique en forêt (Ranger *et al.*, 1994) 37
Figure 8 : Flux de carbone liés aux écosystèmes forestiers (Robert, 2008) 44
Figure 9 : Les différentes phases du peuplement en futaie régulière (Bastien, 2001) 50
Figure 10 : Les différents types de structure de futaie irrégulière (Bastien, 2002) 51

Carte 1 : Le parc naturel régional des Ballons des Vosges et les Hautes Vosges, à la croisée de différents territoires 13
Carte 2 : La diversité biologique et les espaces protégés dans les Hautes Vosges (PNRBV, 2009)... 35
Carte 3 : Le réseau hydrographiques et les zones de captage dans les Hautes Vosges 43
Carte 4 : Les principales zones attractives pour les activités de loisirs et le tourisme (PNRBV, 2009) 46
Carte 5 : Les éléments paysagers dans le territoire du parc (PNRBV, 2009) 48
Carte 6 : Localisation des trois cas d'étude 52

Tableau 1 : Âge et diamètre d'exploitabilité des principales essences forestières (Bastien, 2001)..... 56
Tableau 2 : Synthèse des influences de la gestion forestière sur les principales caractéristiques de l'écosystème forestier 58
Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques de l'écosystème forestier influençant les différents biens et services fournis par ceux-ci et bilan qualitatif des impacts de la gestion forestière sur leur expression 67
Tableau 4 : Synthèse des données et méthodes utilles à l'évaluation économique des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers 71

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiches descriptives des habitats potentiellement présents dans les Hautes Vosges, issues de la typologie nationale des habitats forestiers (Gégout *et al*., 2008)..... 89

Annexe 2 : Synthèse du cas d'étude de la forêt communale de Fréland..... 99

Annexe 3 : Synthèse du cas d'étude de la forêt communale de Lautenbachzell 111

Annexe 4 : Synthèse du cas d'étude de la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang 119

INDEX ALPHABÉTIQUE DES SIGLES

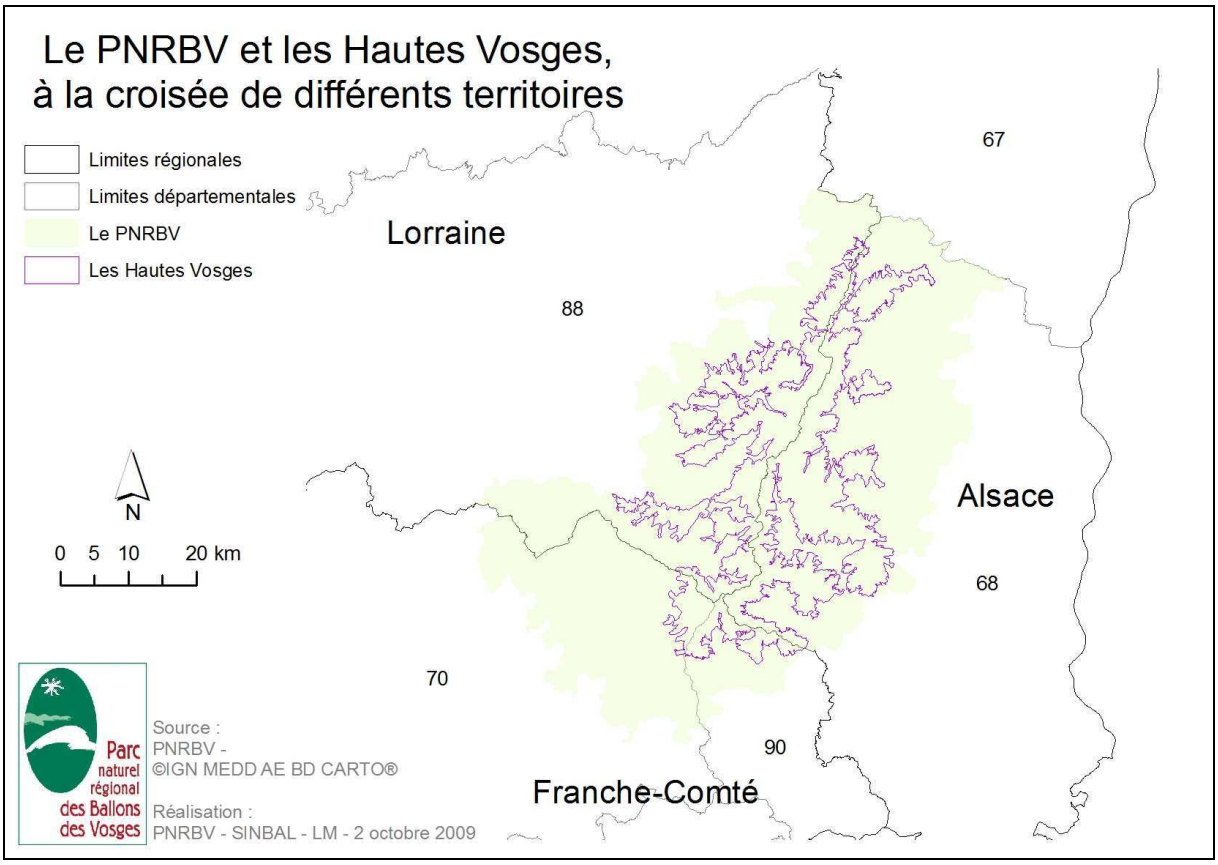
ADEME	Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'Énergie
ASSEDIC	Association pour l'emploi dans les industries et le commerce
DIREN	Direction régionale de l'Environnement
FAO	*Food and Agriculture Organization of the United Nations*
IFN	Inventaire forestier national
INRA	Institut national de la recherche agronomique
LEF	Laboratoire d'économie forestière
LERFOB	Laboratoire d'étude des ressources forêt-bois
MAP	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
MAP-CGAAER	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – Conseil général de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Espaces ruraux
MCPFE	*Ministerial conference on the protection of forest in Europe*
MEEDDAT	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
ONF	Office national des forêts
PNRBV	Parc naturel régional des Ballons des Vosges
SIC	Site d'intérêt communautaire
ZPS	Zone de protection spéciale
ZSC	Zone spéciale de conservation

NOTE AUX LECTEURS

Le parc naturel régional des Ballons des Vosges (PNRBV) a été classé une première fois en 1989, et une seconde fois en 1998. Le processus de révision de sa charte a de nouveau été mis en place pour la rédaction de la troisième charte du parc 2010-2022.

Le parc regroupe 208 communes adhérentes réparties sur trois régions (Alsace, Lorraine et Franche-Comté) et quatre départements (Haut-Rhin, Vosges, Haute-Saône et Territoire-de-Belfort). Le parc englobe des territoires diversifiés : les Hautes Vosges et leurs versants boisés, les vallées vosgiennes, haut-rhinoises et comtoises, les piémonts sous-vosgiens et alsaciens et le plateau des Mille Étangs. Il comporte une grande diversité d'espaces naturels de haute qualité : hautes chaumes, forêts feuillues et mixtes, falaises et éboulis, collines calcaires, tourbières, lacs, étangs et rivières.

Avec 256 000 habitants, soit 85 habitants au km², le parc est un territoire de moyenne montagne densément peuplé et périurbain. Il supporte un important réseau de petites et moyennes entreprises, qui sont la base de l'activité économique locale. De plus, le parc est bordé d'agglomérations avec de vastes bassins d'emplois. Enfin, le parc est un lieu de tourisme et de détente pour tout le Grand Est, avec 4,5 millions de visiteurs potentiels se trouvant en périphérie du parc, à moins de deux heures de voiture.



Carte 1 : Le parc naturel régional des Ballons des Vosges et les Hautes Vosges, à la croisée de différents territoires

Le bureau d'étude et de recherche ACT*eon* est spécialisé dans le développement et la mise en œuvre de politiques environnementales. Initialement spécialisé sur les politiques de gestion de l'eau à différentes échelles, ACT*eon* a ouvert son champ d'expertise à la convergence entre agriculture et environnement. ACT*eon* continue à étendre son champs d'action vers d'autres thématiques : les énergies renouvelables, le développement rural, la forêt…

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un partenariat récent entre le parc naturel régional des Ballons des Vosges et le bureau d'étude ACT*eon*.
Les opinions et chiffres publiés dans ce rapport n'engagent que leur auteur. Les valeurs et estimations ne sont pas à sortir du contexte de ce travail sans précaution.

INTRODUCTION

Au cours des vingt dernières années, la population mondiale, mise face au changement climatique, à la destruction d'écosystèmes, d'habitats et d'espèces, a pris conscience de l'importance des écosystèmes, notamment forestiers, et des biens et services fournis par ceux-ci. Cette prise de conscience sociétale a poussé les hommes politiques à réfléchir et à prendre position sur des problématiques environnementales fortes. Ainsi, la conservation des écosystèmes et habitats forestiers, riches d'une faune et d'une flore diversifiées, a maintenant toute son importance.

Cependant, la forêt, de par son exploitation, joue un rôle important dans l'économie locale, nationale et internationale. En effet, la ressource « bois » a toujours été importante et exploitée : pour le bois de feu, le bois de construction, les industries, etc. et contribue ainsi à l'économie grâce notamment aux emplois dans la filière forêt-bois, à la valeur ajoutée liée à la transformation, au commerce des produits forestiers et à la production d'énergie.

Il convient donc de se demander comment concilier conservation des écosystèmes forestiers et exploitation de la ressource en bois pour assurer à la fois la sauvegarde d'habitats et d'espèces variés et la pérennité d'une filière forêt-bois importante pour le développement d'une région ou d'un pays.

Le parc naturel régional des Ballons des Vosges, majoritairement couvert de forêts, avec un important réseau d'entreprises de la filière forêt-bois et accueillant un vaste réseau de sites classés et protégés, est notamment soucieux de la confrontation existant entre la gestion forestière pour la production de bois, assurant une part du développement économique de la région, et les autres biens et services, notamment environnementaux. Face à ces enjeux, le parc naturel régional des Ballons des Vosges a besoin de mieux appréhender et analyser les relations existant entre développement économique et préservation des écosystèmes.

Dans ce contexte, se pose la question de la définition et la caractérisation qualitative et quantitative des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, ainsi que la question de leur valeur économique. En effet, si un certain nombre de ceux-ci sont connus et reconnus par certains acteurs, comme l'importance écologique est reconnue par les acteurs de protection de l'environnement, tous n'ont pas de valeur facilement mesurable et « monétarisable ». Cette absence de valeur économique directe, pour certains biens et services, rend difficile la comparaison avec les bénéfices économiques de la filière forêt-bois et ne permet donc pas de les mettre en balance avec le développement économique de celle-ci. Il est donc important pour le parc de qualifier et quantifier les impacts du développement de la filière forêt-bois sur les autres biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, en particulier de comprendre les relations entre gestion forestière et biodiversité et les impacts que peuvent avoir différents modes de gestion mis en place sur l'expression de ces biens et services.

Afin de répondre à ces questions, nous replacerons les enjeux du parc liés à la problématique du stage dans le contexte politique national et international. Par la suite, nous présenterons la méthodologie et les activités réalisées pour répondre à la problématique. Dans une troisième partie, nous expliquerons et caractériserons les différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers dans les Hautes Vosges, cœur forestier du parc naturel régional des Ballons des Vosges,

avant de mettre en avant les impacts de différents modes de gestion forestière sur l'expression de chacun des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, grâce notamment aux apports des trois cas d'étude. Puis nous tenterons de donner une valeur économique aux différents biens et services précédemment étudiés et principalement d'évaluer la biodiversité dans les Hautes Vosges. Enfin, dans une dernière partie, nous discuterons des méthodes et outils utilisés, des résultats obtenus ainsi que des pistes d'amélioration.

1 CONTEXTE

Dans cette première partie, nous allons présenter plus en détail le contexte politique national et international, ce qui nous permettra de replacer les enjeux du parc et la problématique du stage, centrée les Hautes Vosges, dans ce contexte.

1.1 Les politiques et volontés nationales et internationales

Le diagnostic du contexte politique national et international est centré sur trois points : le développement de la filière forêt-bois, la conservation des écosystèmes forestiers et la prise en compte des biens non marchands grâce à l'évaluation économique.

1.1.1 Une volonté de développement de la filière forêt-bois

1.1.1.1 La filière forêt-bois, importante pour l'économie mondiale.

En 2005, à l'échelle du monde, la moitié des forêts était concernée par la production de bois. Au plan mondial, 47 % du matériel sur pied mondial, soit près de 204 milliards de m^3 de bois, sont considérés comme commerciaux, c'est-à-dire étant exploitables à plus ou moins long terme. En 2005, 2,8 millions de mètres cubes de bois ont été extraits des forêts mondiales, dont 40 % pour du bois de feu, et ont rapportés 64 milliards de dollars EU : 57 milliards pour les bois ronds et 7 milliards pour le bois de feu (FAO, 2005). Cependant, ces données ne prennent pas en compte les valeurs liées à l'autoconsommation, non déclarée et donc difficile à estimer. On peut donc considérer que ces chiffres sont en dessous de la réalité pour ce qui est des bois extraits.
Par ailleurs, près de 10 millions de personnes sont employées dans les activités forestières en 2000. Ce chiffre ne tient pas compte des emplois liés à la transformation du bois en produits dérivés. Si cela était fait, l'influence de la filière forêt-bois serait beaucoup plus élevée (FAO, 2005).
Le volume des bois extraits chaque année, lié au nombre de personnes employées dans le secteur forestier, démontre l'importance des écosystèmes forestiers et de l'exploitation de bois pour l'économie mondiale.

1.1.1.2 La filière forêt-bois en France : une situation difficile

Dans ce contexte mondial et alors que la surface forestière est importante en France (28,2 % du territoire métropolitain), l'industrie forestière française est peu développée et souffre de la concurrence des autres industries forestières européennes. En effet, la filière bois française est principalement composée de petites structures artisanales qui proposent des produits de qualité et elle comprend peu d'unités de transformation importantes qui se révèlent, elles, efficaces sur le marché européen.

Cette situation dangereuse pour les industries forestières françaises résulte d'une série de décisions politiques tournées vers la gestion et le développement de la ressource forestière française, mais omettant le développement des entreprises de la filière bois. Si ces politiques ont permis à la France de doubler sa surface forestière, caractérisée par sa diversité d'essences, et d'être reconnue pour ses techniques sylvicoles et sa culture forestière, elles ont cependant délaissé les industries de transformation et de valorisation des produits forestiers français (Barthet, 2007).

Toutefois, la situation des entreprises forestières françaises découle aussi de l'insuffisante mobilisation des ressources forestières françaises : en 2005, 37,5 millions de m^3 de bois étaient exploités, correspondant à un prélèvement qui n'excède pas 60 % de la production biologique annuelle. Ce prélèvement étant insuffisant pour répondre aux besoins des entreprises forestières françaises, celles-ci doivent se résoudre à importer une partie du volume de bois nécessaire à leur activité, ce qui augmente leur coût de production et diminue d'autant leur compétitivité sur les marchés internationaux (MAP-CGAAER-6e section « Nature, forêt, paysages », 2007a).

1.1.1.3 Des mesures récentes pour dynamiser la filière française

Face à cette situation, les acteurs de la filière forêt-bois et l'État cherchent à dynamiser la filière et la rendre plus compétitive. Différentes études, réflexions et décisions vont d'ailleurs dans ce sens.

Depuis plusieurs années, les acteurs de la filière forêt-bois et les institutions mettent en avant le développement de nouvelles filières pour la ressource « bois », telles que le « bois énergie » ou le « bois construction ». Ainsi, l'État, à partir de 1994, a mis en place plusieurs programmes « Bois énergie », contrôlés par l'ADEME, et a signé un accord cadre « Bois construction environnement » afin de développer ces deux filières.

La figure 1 présente ces différents programmes et accords et les met en relation avec différentes lois et programmes promouvant la gestion durable des forêts et visant à améliorer la compétitivité de la filière forêt-bois (loi n°2001-6002 d'orientation sur la forêt), réglementant l'utilisation du bois dans certaines constructions (loi n°96-1236 sur l'air e t l'utilisation rationnelle des énergies) ou visant à développer les processus de certification (programme forestier national).

Ensuite, les propositions et conclusions émises lors du Grenelle de l'environnement confortent les processus déjà développés dans la loi d'orientation sur la forêt et le programme forestier national (rapports des groupes II et IV du Grenelle de l'environnement, 2007). Au sein de celles-ci, une proposition commune à France Nature Environnement, à la fédération des communes forestières, à l'Office national des forêts et à la fédération Forestiers Privés de France décrit parfaitement les enjeux auxquels doivent faire face les acteurs de la filière forêt-bois : « produire plus de bois tout en préservant mieux la biodiversité ».

Enfin, très récemment, le président de la République, lors d'une visite à Urmatt (Alsace) le 19 mai 2009 a invité la filière forêt-bois à se moderniser et à dynamiser son activité, suivant en cela les recommandations de M. Jean Puech (2009).

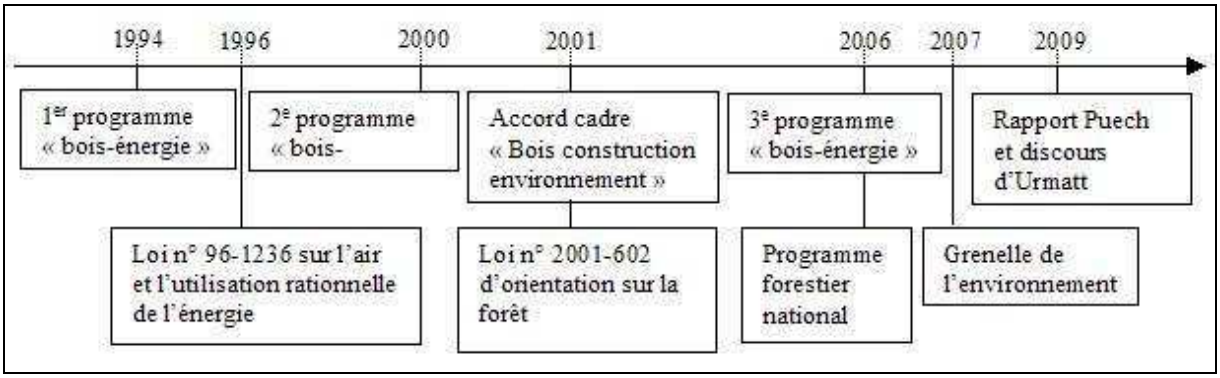


Figure 1 : Chronologie des lois et mesures pour le développement de la filière forêt-bois en France

1.1.2 La conservation des écosystèmes forestiers : une prise de conscience récente

Comme nous l'avons dit précédemment dans l'introduction, la prise de conscience de l'importance des écosystèmes et des biens et services fournis par ceux-ci est récente et a obligé les hommes politiques et les gouvernements à réfléchir et à prendre position sur ces thématiques, à travers des conférences et plans d'actions internationaux comme à travers la mise en place de réseaux de sites protégés.

1.1.2.1 Des conférences et plans d'actions internationaux pour mobiliser les gouvernements

La conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement durable, à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992, a réuni 110 chefs d'État et de gouvernement et 178 pays. Ce premier sommet de la Terre a permis l'adoption d'un texte fondateur de 27 principes, précisant notamment la notion de développement durable, ainsi que l'adoption d'un programme d'actions pour le XXI^{e} siècle : l'Agenda 21. Cette conférence a engendré plusieurs autres conférences sur les thèmes du développement durable, de la biodiversité…

Dans la mouvance du sommet de la Terre à Rio, des conférences ministérielles sur la protection des forêts prennent place en Europe (MCPFE) (Strasbourg : 1991 ; Helsinki, 1993 ; Lisbonne, 1998 ; Vienne, 2003 ; Varsovie, 2008). Celles-ci vont alors émettre des recommandations générales pour la gestion durable et pour la protection de la diversité biologique des forêts en Europe et adopter des critères et indicateurs paneuropéens de gestion durable des forêts.

1.1.2.2 Des réseaux de sites protégés pour une coordination nationale et internationale

En plus des décisions prises lors de ces conférences, les directives européennes « Oiseaux » (1979) et « Habitats » (1992) ont permis la mise en place d'un vaste réseau européen cohérent de sites écologiques classés : le réseau Natura 2000. En mai 2007, la composante française du réseau Natura 2000 couvrait 6,8 millions d'hectares, soit plus de 12 % du territoire métropolitain français, et

comprenait 1705 sites dont 1334 sites d'intérêts communautaires (SIC) et 371 zones de protection spéciale (ZPS). Avec 2,66 millions d'hectares, les écosystèmes forestiers représentent 39 % de la surface totale du réseau Natura 2000. (Portail du réseau Natura 2000, 2009)

Par ailleurs, en France, d'autres réseaux de sites classés existent. Le réseau d'espaces protégés regroupe 9 parcs nationaux, 327 réserves naturelles, dont 161 réserves naturelles nationales , 641 arrêtés de protection de biotope en métropole) et plus de 100 000 ha de terrains du conservatoire du littoral (MEEDDAT, 2009). Répartis sur l'ensemble du territoire français, l'ensemble de ces sites protégés, allié au réseau Natura 2000, contribue au maintien d'une trame verte nationale, nécessaire pour assurer la conservation et le maintien de certaines populations animales et végétales.

Dans ce sens, la stratégie nationale pour la biodiversité (MAP, 2006) vise à la fois la préservation de la biodiversité remarquable et celle de la biodiversité ordinaire. Le plan d'action forêt de cette stratégie est décliné en 6 objectifs transversaux : augmenter les connaissances en termes de biodiversité et de protection des espèces, mieux prendre en compte les impacts de la gestion forestière sur la biodiversité, compléter et améliorer les réseaux d'espaces protégés dans le cadre d'une trame verte nationale, simplifier les procédures, informer et former les acteurs de la gestion forestière sur la biodiversité, sensibiliser et informer le grand public.

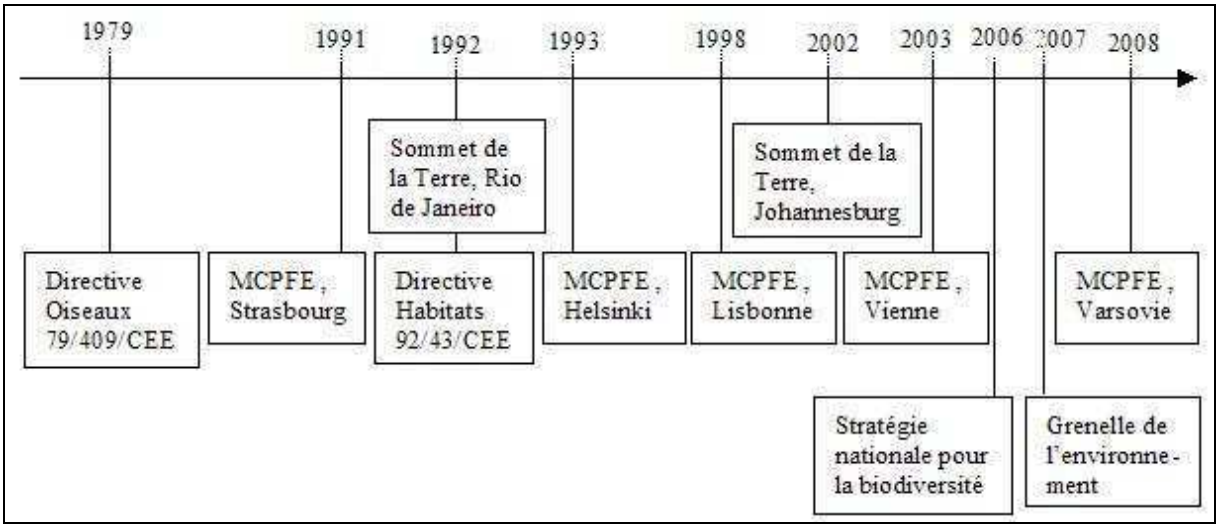


Figure 2 : Chronologie des conférences et mesures prises en faveurs de la multifonctionnalité des forêts

La figure 2, à mettre en relation avec la figure 1, montre l'augmentation forte de mesures pour la conservation des écosystèmes forestiers en parallèle du développement de la pression pesant sur ceux-ci *via* le développement de la filière forêt-bois.

1.1.3 La démarche d'évaluation économique : à la recherche d'une meilleure prise en compte des biens non marchands

Le sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992 a permis une prise de conscience globale face aux risques encourus par l'environnement : perte de biodiversité, destruction d'habitats rares ou remarquables, pollution de l'air et de l'eau, etc., qui participent à la dégradation de la qualité de vie des populations.

Les trois causes principales de dégradations environnementales sont directement liées au type de société vivant dans cet environnement : la taille de la population, le niveau individuel moyen de consommation et la nature de la technologie. Ces trois causes interagissent à différents niveaux suivant les situations des sociétés. Dans les pays en développement, la taille de la population est la principale cause de dégradations environnementales alors que les deux autres causes sont primordiales dans les pays développés du Nord. Toutefois, une des causes les plus importantes des dégradations environnementales provient de la sous-estimation de la valeur des biens environnementaux (Bontems et Rotillon, 2007).

Parvenir à évaluer économiquement ces biens et services environnementaux, et en particulier la composante non marchande, c'est-à-dire non prise en compte par le système mercantile actuel, permettrait de mettre en balance ces valeurs face aux coûts de certains projets et d'obtenir ainsi une meilleure prise en compte de ces biens et services environnementaux dans les prises de décision.

Nous avons pu voir ci-dessus que l'évolution parallèle des mesures en faveur du développement de la filière forêt-bois, augmentant la pression exercée sur les écosystèmes forestiers, et celles en faveur de la conservation de ces écosystèmes. Cette situation engendre alors le développement des risques de confrontation sur le terrain de ces deux volontés a priori opposées.

1.2 Les Hautes Vosges dans le PNRBV : une zone de confrontation

Dans ce contexte national et international, le parc naturel régional des Ballons des Vosges, en tant qu'outil d'aménagement et développement du territoire, est une bonne illustration de ces confrontations entre développement économique et conservation des écosystèmes forestiers et de leurs différentes fonctionnalités.

1.2.1 Les Hautes Vosges : un territoire principalement forestier

Le secteur des Hautes Vosges, près de 91 500 hectares répartis sur 116 communes adhérentes, a été défini, au cours du processus de révision de la charte du parc, comme l'ensemble des « espaces peu habités mais fréquentés qui englobent les grandes entités forestières et les landes sommitales ».

Ce territoire a été défini en croisant différents critères. Il concerne ainsi des espaces à caractère montagnard, situés à plus de 900 mètres d'altitude. De plus, le parc définissant ce secteur comme un espace de nature et de quiétude, les zones urbanisées, sauf constructions isolées, sont exclues du territoire des Hautes Vosges. Par ailleurs, les Hautes Vosges incluent les espaces à forts enjeux écologiques et biologiques comme, par exemple, l'ensemble de la ZPS des Hautes Vosges. Enfin, ce secteur doit garantir la continuité spatiale et fonctionnelle des habitats présents.

Ainsi définies, les Hautes Vosges englobent des milieux naturels exceptionnels et des paysages remarquables, marqués par la forêt d'altitude, les chaumes et les lacs glaciaires. Elles abritent aussi de nombreuses espèces rares, les plus emblématiques étant le grand tétras et le lynx.

Les écosystèmes forestiers, représentant près de 93 % de la zone d'étude, participent fortement à l'identité spécifique des Hautes Vosges tant du point de vue paysager, qu'écologique, touristique et économique. Ainsi, c'est un espace de respiration et de récréation pour les habitants du Grand Est, proposant de plus en plus d'activités de loisir estivales et hivernales avec notamment un dense réseau de sentiers et chemins. De plus, les Hautes Vosges accueillent depuis longtemps des activités agricoles et agro-touristiques qui contribuent au développement économique du territoire. Par ailleurs, le massif des Vosges constitue un château d'eau important pour le Grand Est, alimentant à la fois le bassin du Rhin et celui de la Meuse.
Les Hautes Vosges, de par leurss caractéristiques, constituent donc un site d'étude idéal pour analyser la multifonctionnalité des forêts vosgiennes.

1.2.2 Les enjeux de la filière forêt-bois

Le diagnostic de la filière forêt-bois dans le PNRBV, réalisé par Barthet (2007), a permis de définir les principaux enjeux forestiers à l'échelle du territoire du parc. Ceux-ci concernent la gestion durable des milieux forestiers, la pérennisation de l'activité de la filière bois sur le territoire du parc, la prise en compte de la multifonctionnalité des forêts ainsi que la vulgarisation, auprès du grand public, du matériau bois et de ses utilisations.

- **Vers une meilleure connaissance des écosystèmes forestiers pour une gestion durable de ceux-ci**

Du point de vue des acteurs de la filière, il est nécessaire d'avoir une meilleure connaissance des milieux forestiers et d'assurer un suivi plus complet de la biodiversité de ces milieux, pour pouvoir ensuite contrôler et limiter les risques qui pèsent sur celle-ci. De même, il convient de préserver et restaurer la fonctionnalité et la richesse biologique des écosystèmes forestiers pour que ceux-ci puissent garder leur rôle de corridors écologiques dans la trame verte du parc (Barthet, 2007).
La gestion durable des forêts nécessite aussi une meilleure prise en compte de la multifonctionnalité des écosystèmes forestiers. Ainsi, la fonction d'habitat de la faune sauvage devra être mieux prise en compte, notamment dans les zones susceptibles d'abriter une faune exceptionnelle telle que le grand tétras ou le lynx. Par ailleurs, la canalisation des flux du public, avec la mise en place d'informations et d'installations spécifiquement destinées au public, permettra de mieux accueillir le public tout en limitant les risques liés à la surfréquentation pesant sur certains écosystèmes forestiers fragiles.
Enfin, il est nécessaire de mieux connaître les capacités de réservoir, en carbone et en eau, des écosystèmes forestiers pour pouvoir les intégrer et les mettre en avant dans certains modes de gestion.

- **À la recherche d'approvisionnements et de nouvelles filières pour pérenniser l'activité de la filière bois.**

Afin de pérenniser l'activité de la filière bois au sein du parc, il est nécessaire d'assurer l'approvisionnement durable des entreprises, notamment à travers des contrats d'approvisionnement entre propriétaires, gestionnaires et entreprises, ainsi que de valoriser et favoriser les circuits courts. Par ailleurs, l'amélioration des connaissances en matière d'utilisation du bois dans les filières bois

construction et bois énergie permettra de développer ces filières et d'assurer leur durabilité sur le territoire.

D'autres parts, la diffusion d'informations sur le matériau bois et ses utilisations permettra de promouvoir les qualités et les valorisations possibles du bois des Vosges sur le territoire du parc. Pour ce faire, il faut favoriser la communication avec le grand public pour le sensibiliser au matériau bois et lui faire prendre conscience des savoir-faire au sein du parc. De même, la communication auprès des maîtres d'œuvre devra être favorisée afin de valoriser le bois produit et transformé localement.

Enfin, des liens devront être créés et favorisés entre les entreprises et le milieu de la recherche pour trouver de nouvelles possibilités d'utilisation du matériau bois. De plus, les différentes entreprises de la filière devront coordonner leurs activités afin de mieux répondre à la demande.

1.2.3 Les enjeux de conservation des écosystèmes

Le parc naturel régional des Ballons des Vosges recèle un vaste réseau de sites naturels protégés qui composent la base de la trame verte du parc. Ainsi, l'ensemble du réseau Natura 2000, comprenant dix sites, couvre 74 500 hectares, soit 23 % du territoire du parc, et les sites protégés réglementaires, tels que les réserves naturelles nationales, parfois inclus dans les zones Natura 2000, représentent 10 700 hectares. La trame bleue, comprenant l'ensemble des tourbières, zones humides et cours d'eau vient compléter cette trame verte. De plus, le parc est l'animateur de quatre des sites Natura 2000, dont le grand ensemble « Hautes Vosges », qui couvre près de 50 000 hectares. Enfin, trois des cinq réserves naturelles nationales du parc sont gérées par le parc et une autre est en cogestion entre le parc et l'Office national des forêts.

Si les enjeux de conservation des espaces naturels remarquables ont été compris par tous les partenaires du parc (région, élus locaux, associations…), des améliorations doivent encore être apportées en termes de fonctionnalité et de gestion de ces espaces naturels, notamment grâce à une meilleure prise en compte de l'interdépendance de ce réseau de patrimoines naturels pour assurer les continuités spatiale et fonctionnelle des trames verte et bleue.

Enfin, pour que la conservation des espaces naturels et de la biodiversité ne soit plus considérée comme une contrainte au développement local, il convient de sensibiliser les populations locales et de mettre en avant la biodiversité comme un atout pour les activités humaines.

Dans ce contexte, et face à ces enjeux, il semble particulièrement intéressant de regarder les relations existant entre gestion forestière, écosystèmes forestiers et biens et services fournis par ceux-ci, et notamment les liens existant entre la gestion forestière et les bénéfices ou pertes économiques associés aux modifications de l'expression de ces biens et services.

2 MÉTHODE ET OUTILS

Dans cette partie, nous présenterons les différentes activités réalisées pour répondre à la problématique du stage et les outils utilisés.

2.1 Les différentes activités réalisées

Afin de répondre à la problématique, différentes activités ont été réalisées. Le schéma ci-dessous les présente ainsi que leur organisation dans le temps et les relations qui existent entre elles.

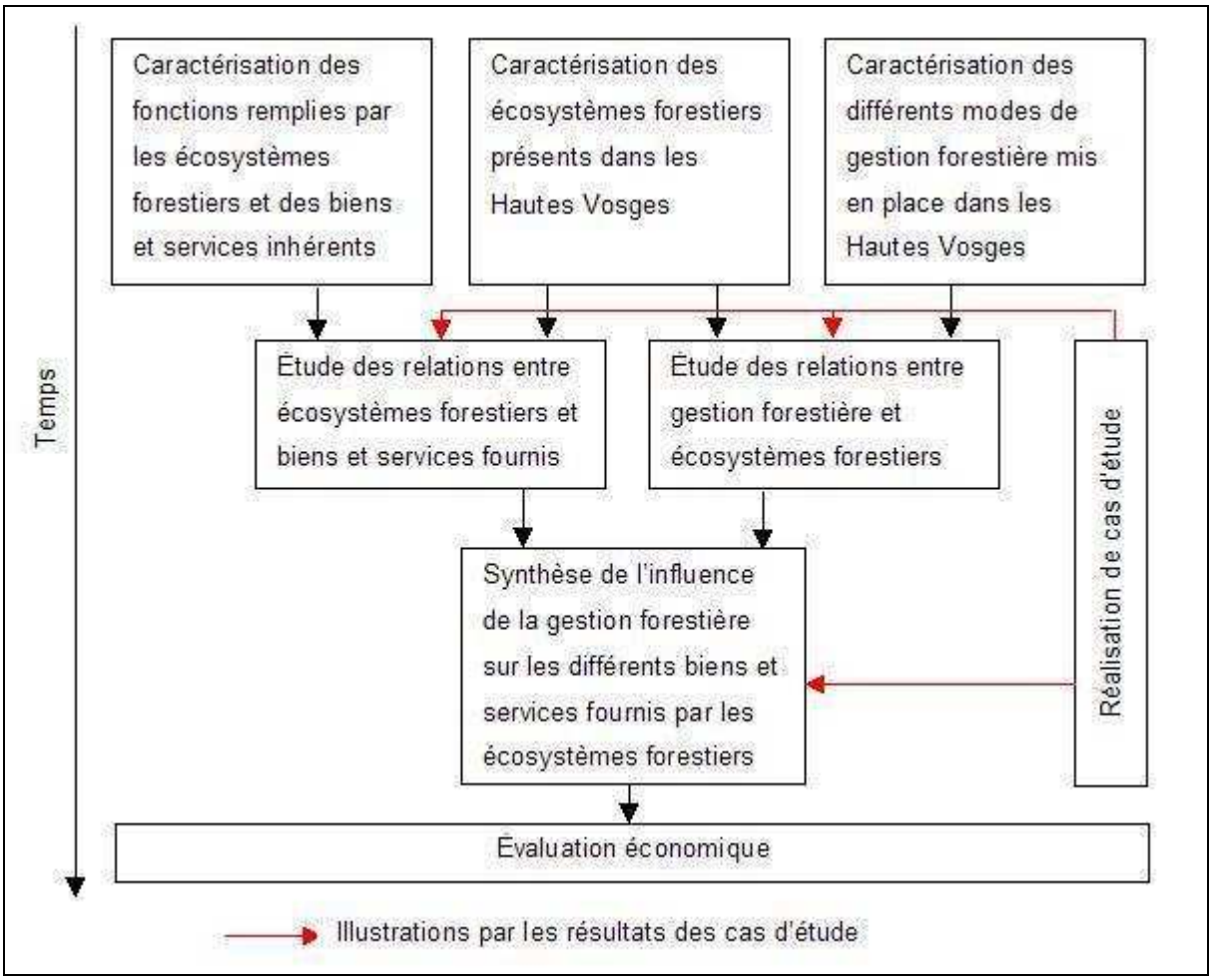


Figure 3 : Organisation des différentes activité mises en place au cours du stage

Il convient maintenant de détailler chaque activité mise en place, ainsi que son rôle pour répondre à la problématique finale.

La caractérisation des différentes fonctions remplies par les écosystèmes et des biens et services inhérents, dans les Hautes Vosges, a pour objectif de cadrer les différents biens et services étudiés et de détailler leurs caractéristiques propres à ce secteur. Cette caractérisation est réalisée à partir d'une revue de littérature. Des entretiens avec des experts complètent celle-ci et apportent des précisions sur les différents biens et services dans les Hautes Vosges.

La caractérisation des écosystèmes forestiers présents dans les Hautes Vosges permet de déterminer à quoi correspond un écosystème forestier dans notre étude, puis de présenter ceux que l'on peut potentiellement trouver dans les Hautes Vosges, avant de détailler les caractéristiques de l'habitat forestier majoritaire sur ce territoire, à savoir la hêtraie-sapinière. Pour réaliser cette activité, la possibilité d'utiliser des typologies et catalogues de stations forestières a été envisagée. Cependant, notre zone d'étude se trouvant à cheval sur plusieurs régions et départements, les différents typologies et catalogues de stations forestières utilisés n'étaient pas uniformes sur l'ensemble des Hautes Vosges. Nous avons donc décidé d'utiliser la typologie nationale des habitats forestiers, réalisée par le LERFOB, qui a pour avantage d'être uniforme sur l'ensemble du territoire d'étude, même si elle ne prend pas en compte les variations locales au sein de chaque habitat forestier.

La caractérisation des différents modes de gestion forestière, régulière ou irrégulière, a pour objectif de présenter leur principe, puis de les comparer en fonction de leurs caractéristiques propres et des différentes interventions mises en place dans chacune d'elle. Cette étape est réalisée à partir d'une revue de littérature, ainsi qu'à partir d'entretiens avec différents aménagistes et autres professionnels de l'ONF.

L'étude des relations entre écosystèmes forestiers et biens et services fournis par ceux-ci a permis de déterminer quelles caractéristiques de l'écosystème forestier interviennent et influencent l'expression de ces biens et services.

L'étude des impacts de différents modes de gestion forestière sur les écosystèmes forestiers a pour objectif de comparer les impacts de chacun des modes de gestion, régulier ou irrégulier, sur les principales caractéristiques de l'écosystème forestier, déterminées dans l'activité précédente. Ces deux activités sont réalisées à partir d'une revue de littérature et d'entretiens avec des experts. La réalisation des cas d'étude, décrite plus loin, permet alors d'apporter des suppléments d'information dans ces étapes.

La synthèse de l'influence de la gestion forestière sur les différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers consiste à réaliser un bilan des deux activités précédentes en reliant les impacts de la gestion forestière à l'expression des différents biens et services grâce aux caractéristiques de l'écosystème, comme cela est présenté dans la figure 3. De même que dans les activités précédentes, les cas d'étude apportent des éléments complémentaires et permettent d'illustrer cette synthèse d'information.

Les cas d'étude permettent d'apporter des précisions sur certains biens et services et de relativiser certains résultats obtenus précédemment en les confrontant avec une réalité du terrain. À eux seuls, ils ne sont toutefois pas suffisants pour l'étude. Ils sont mis en place pour infirmer, confirmer ou préciser certaines observations faites à l'échelle macro et ont donc principalement un rôle illustratif. Cependant, leur choix doit permettre de comparer les types de gestion (structure forestière) et leurs impacts sur la fourniture de biens et services. La méthodologie mise en place est détaillée dans la partie 2.2.

La dernière étape d'évaluation économique a pour but d'arriver à donner une valeur à certains biens et services qui n'ont, pour le moment, pas de valeur marchande connue et affichée. La méthode et les outils mis en place pour l'évaluation économique sont présentés dans la partie 2.3.

Parce que les cas d'étude et l'évaluation économique sont des parties importantes du processus de réflexion, la méthodologie et les outils mis en place pour ceux-ci sont présentés plus avant dans les parties suivantes.

2.2 Cas d'études

2.2.1 Données à croiser

Il a été envisagé de croiser plusieurs types de données pour choisir les cas d'étude : les types de propriétés forestières (privées ou publiques), les modes de gestion (régulier ou irrégulier) ainsi que les essences principales.
Le nombre de cas d'étude étant limité, et afin d'obtenir des cas d'études comparables entre eux, il est nécessaire de limiter les variations entre ceux-ci. Comme ce stage considère les impacts de la gestion forestière sur les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, il a été décidé de se concentrer sur les différents modes de gestion (ou structure forestière).
Ainsi, comme les essences principales dans les propriétés forestières découlent en partie de choix de gestion du propriétaire forestier, ce point n'influence pas du tout les cas d'étude. Par ailleurs, dans le souci de faciliter les contacts et la recherche de données, les cas d'étude ont été sélectionnés en forêts publiques, majoritaires sur le massif. En effet, le PNRBV a déjà de nombreux contacts avec l'ONF (gestionnaire) et celui-ci dispose d'un certain nombre de données intéressantes pour les cas d'étude, plus facilement accessibles que dans de la forêt privée (notamment au niveau économique).

2.2.2 Échelle des cas d'étude

La question de l'échelle des cas d'étude est très importante pour obtenir des résultats comparables.
Nous avons pensé étudier des cas d'étude de surface comparable, de l'ordre d'une centaine d'hectares, sous la forme de propriétés forestières complètes, proches de cette surface, ou sous la forme d'une zone de 100 hectares au sein de propriétés forestières plus grandes. Cette approche pose cependant plusieurs problèmes.
Tout d'abord, les propriétés forestières sont de taille très variable. La taille moyenne des forêts publiques dans le parc avoisinerait les 300 hectares, mais on peut trouver des forêts de plus de 3 000 hectares comme de plus petites. D'autres parts, dans le privé, les propriétés forestières sont très morcelées, relativement « petites » par rapport aux propriétés forestières publiques, avec quelques cas de grandes forêts privées (700 hectares pour la forêt de Béliure). Ainsi, il est probable que peu de propriétés forestières de 100 hectares soient accesssibles pour notre étude.
Par ailleurs, considérer 100 hectares à l'intérieur d'une propriété plus grande semble peu réalisable. En effet, ceux-ci doivent être représentatif de l'ensemble de la forêt, ce qui est quasiment impossible, et un grand nombre de données sont uniquement accessibles à l'échelle de la propriété et peuvent être difficilement extrapolées pour la zone d'étude de 100 hectares.

L'approche la plus simple consiste donc à considérer des unités de gestions homogènes, ayant un document de gestion propre et une continuité dans le mode de gestion, sans souci de taille.

2.2.3 Méthodologie générale

Pour chaque cas d'étude, un certain nombre de données sont à récupérer dans divers documents ou par l'intermédiaire d'interviews avec des acteurs clés. Ces données peuvent être classées dans deux catégories (mais peuvent se trouver dans les deux). On distingue ainsi les données caractérisant l'écosystème forestier et la gestion forestière de celles caractérisant directement les biens et services.

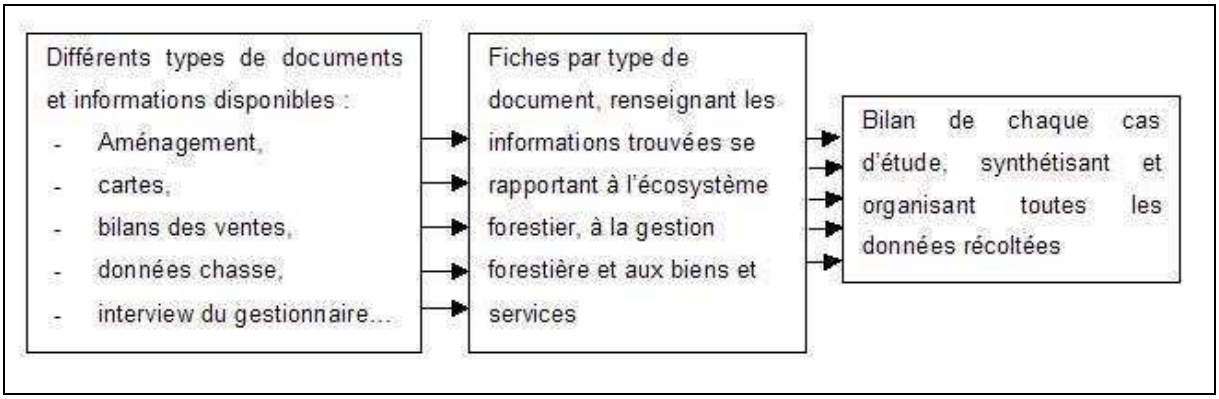


Figure 4 : Récupération et synthèse des données pour chaque cas d'étude

Les données récupérées permettent, d'une part, de caractériser l'écosystème forestier présent (c'est-à-dire sa potentialité à fournir des biens et services) ainsi que la gestion forestière mise en place et, d'autre part, de caractériser les biens et services que l'on rencontre sur le site (c'est-à-dire les potentiels exprimés). Ces données sont ensuite analysées à partir des relations mises en évidence lors de l'analyse macro.

Une demi-journée sur le terrain, accompagné du propriétaire ou du gestionnaire, a été réservée pour chaque cas d'étude, afin de prendre connaissance *de visu* de la réalité de celui-ci.

2.3 Évaluation économique

2.3.1 Les différentes valeurs des biens et services

On peut identifier théoriquement différents types de valeurs aux services fournis par un bien environnemental : les valeurs d'usage et les valeurs de non-usage.

Pour les valeurs d'usage, on distingue la valeur d'usage actuel, liée aux activités qui existent et qui sont mises en place, et la valeur d'option, qui prend en compte la possibilité de réaliser des activités déjà mises en place ou des activités différentes dans le futur. Certaines des valeurs d'usage sont faciles à estimer car elles résultent directement d'activités économiques, qui ont une valeur sur un marché, comme, par exemple, la production de bois pour les scieries : ce sont des valeurs dites

marchandes. D'autres sont plus difficiles à estimer parce qu'il n'existe pas de marché pour celles-ci ou que les données sont incertaines (valeurs non marchandes).

Parmi les valeurs de non-usage, on discerne :

- la valeur d'existence, qui correspond à la valeur que l'on attribue à un bien environnemental pour le seul fait d'exister, d'être là,
- la valeur de legs, qui reflète l'importance de préserver un bien environnemental pour le léguer aux générations futures,
- la valeur d'altruisme, pour laquelle compte le fait que le bien existe et puisse être utilisé par d'autres.

D'autres valeurs peuvent aussi apparaître en fonction des services fournis par les biens environnementaux. Les valeurs de non-usage n'ont généralement pas de valeur économique connue et affichée car il n'existe pas de marché permettant de les évaluer (REZEL, 2008).

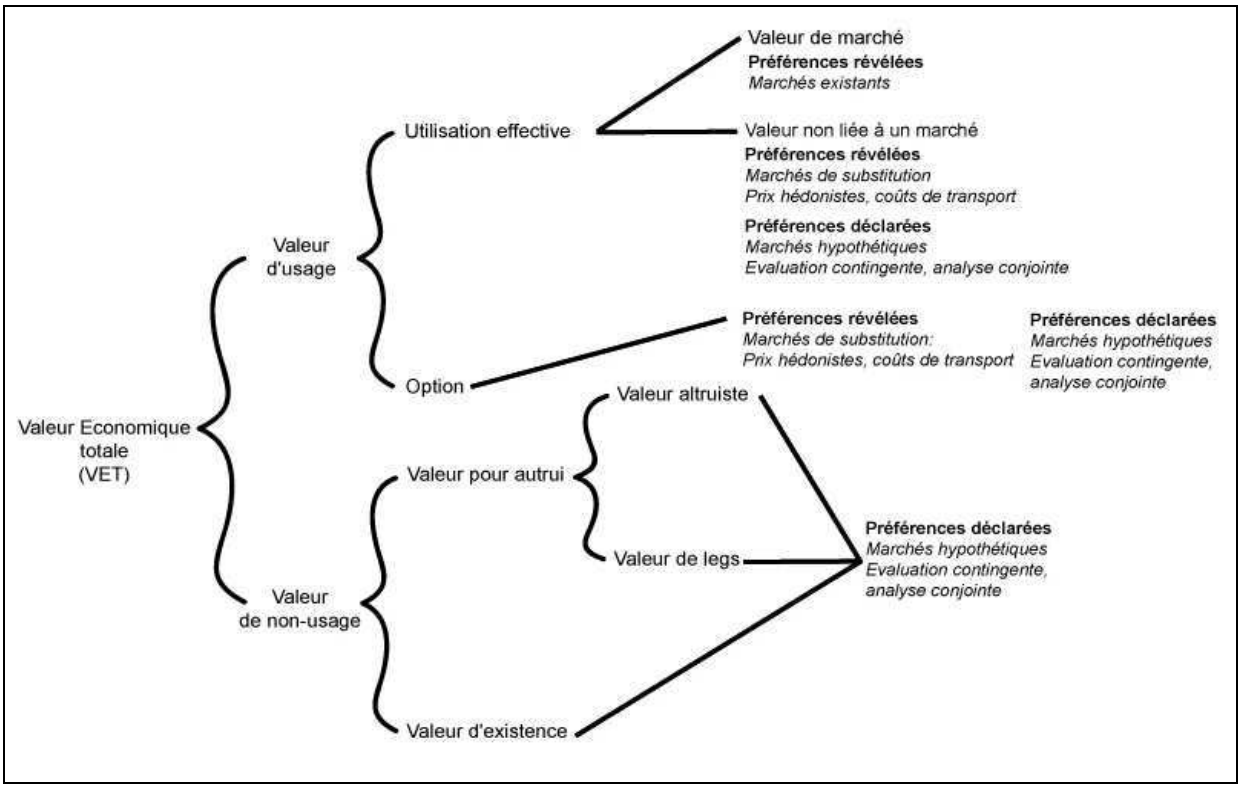


Figure 5 : Typologie de la valeur économique totale et méthodes d'estimation (Pearce *et al*., 2007)

Afin de parvenir à estimer ces valeurs non marchandes différentes méthodes d'évaluation économique peuvent être utilisées en fonction de la nature du bien environnemental considéré et de la valeur recherchée.

2.3.2 Les méthodes d'évaluation économique

Différentes méthodes existent pour parvenir à évaluer les biens et services environnementaux qui n'ont pas de valeur économique directe. Certaines de ces méthodes se basent sur une analyse des

comportements pour déterminer ensuite un surplus économique : il s'agit des méthodes indirectes. D'autres interrogent les préférences des individus pour déterminer ensuite une valeur économique qui découle de ces préférences : ce sont des méthodes d'évaluation directe.
Les méthodes d'évaluation indirecte font intervenir différentes fonctions. Les fonctions de dommages évaluent les dommages de manière physique, puis leur donnent une valeur. Les dépenses de protection calculent les moyens mis en œuvre par les individus pour se protéger d'une dégradation de leur environnement. La méthode des prix hédonistes étudie le lien entre les caractéristiques d'un bien et son prix. Les coûts de déplacement prennent en compte les moyens qu'un individu est prêt à mettre en œuvre pour profiter d'un bien ou d'un service.
De même, il existe différentes méthodes d'évaluation directes. L'évaluation contingente demande aux individus leur volonté à payer (ou à recevoir) pour passer d'une situation A à une situation B en leur proposant différents scénarios.

2.3.3 Le transfert de valeur : une méthode économique rapide et peu coûteuse

Ainsi, lorsque d'autres études ont été réalisées sur les mêmes problématiques et les mêmes biens et services environnementaux, il est possible d'effectuer un transfert des valeurs obtenues en apportant un recadrage et une correction liée au contexte spécifique de l'étude à réaliser. Certaines bases de données regroupent les différentes évaluations économiques déjà réalisées et permettent donc d'avoir accès aux valeurs obtenues lors de précédentes études.
La première étape d'un transfert de valeur consiste à chercher des évaluations économiques réalisées auparavant sur les biens et services que nous cherchons à étudier. Il convient dans cette étape de bien considérer les conditions et hypothèses de ces différentes études pour sélectionner celles qui sont le plus proche possible des conditions de notre étude.
Lorsque nous avons trouvé des valeurs applicables à notre cas d'étude, il faut convertir, lorsque cela est nécessaire, et actualiser les valeurs obtenues dans les études précédentes pour obtenir une valeur actualisée qui correspondrait à la valeur d'aujourd'hui pour chaque étude.
Une fois la valeur actualisée, il convient de bien expliciter les différentes hypothèses que nous considérons afin de pouvoir ensuite appliquer les valeurs actualisées obtenues à notre situation.
Dans notre cas, nous allons principalement chercher à évaluer la biodiversité présente dans les écosystèmes forestiers à partir du transfert de valeurs obtenues par des études évaluant la valeur que les gens attribuent à la biodiversité forestière.

3 BIENS ET SERVICES FOURNIS PAR LES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS

Cette partie va permettre de caractériser un certain nombre de termes, aussi bien les écosystèmes forestiers, que les différentes fonctions remplies par ceux-ci et les biens et services fournis inhérents à ces fonctions.

3.1 Écosystèmes forestiers présents dans les Hautes Vosges : les hêtraies-sapinières, habitats majoritaires

Cette partie présente les différents écosystèmes forestiers potentiellement présents dans la zone d'étude, puis se concentre sur les hêtraies-sapinières, en tant qu'habitats majoritaires.

3.1.1 Qu'est-ce qu'un écosystème forestier ?

Le *Millennium Ecosystem Assessment* définit un écosystème comme « un complexe dynamique composé de plantes, d'animaux, de micro-organismes, et de la nature morte environnante agissant en interaction en tant qu'unité fonctionnelle » (Millennium Ecosystem Assessment, 2006). Il s'agit donc d'un système dans lequel les organismes vivants interagissent avec leur environnement physique, dans un équilibre plus ou moins stable.

Les limites que l'on peut donner à un écosystème dépendent de ce que l'on veut étudier. En forêt, un arbre isolé comme un massif entier peuvent donc être considérés comme des écosystèmes à part entière.

Pour notre étude, on considérera les écosystèmes forestiers comme des unités fonctionnelles correspondant à des stations forestières, aussi appelées habitats forestiers. De superficie variable, celles-ci sont homogènes dans leurs conditions physiques et biologiques (sols, topographie, climat) et correspondent à des communautés d'essences d'arbres et d'autres plantes adaptées à ces conditions (IFN, 2009).

Cette échelle est celle qui correspond le mieux à notre étude puisque c'est à cette échelle que s'exprime un maximum des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers.

3.1.2 Les écosystèmes forestiers potentiellement présents dans les Hautes Vosges

Le parc, à cheval sur 3 régions et 4 départements, est couvert par différents catalogues de stations forestières qui ne concordent pas, rendant difficile l'étude d'écosystèmes forestiers homogènes à

l'échelle du parc. Il a donc été décidé de prendre les écosystèmes forestiers décrits dans la typologie nationale des habitats forestiers de France tempérée, réalisée par le LERFOB.

Parmi les 174 habitats décrits dans la typologie, ceux intéressant la zone d'étude des Hautes Vosges correspondent à des écosystèmes forestiers présents dans les Vosges ou le quart nord-est continental, à une altitude supérieure à 900 mètres. Une fois ce tri réalisé, neuf écosystèmes forestiers sont potentiellement présents dans la zone d'étude et peuvent être regroupés selon trois grands types d'écosystèmes forestiers :

- Érablaies : érablaies à Lunaire des pentes froides à éboulis grossiers, érablaies montagnardes et subalpine à Orme de montagne ;
- Hêtraies-sapinières : hêtraies et hêtraies-sapinières acidiphiles de l'étage montagnard, sapinières-hêtraies vosgiennes à Fétuque des bois ;
- Écosystèmes forestiers de zones humides ou marécageuses : bois d'aulnes marécageux à Fougère femelle et ronces, saulaies arbustives marécageuses à saule cendré et à oreillettes, aulnaies-frênaies de rivières à eaux rapides à Stellaire des bois sur alluvions siliceuses, pessières de contact des tourbières bombées, pineraies tourbeuses de Pin à crochets.

Parmi ces trois grands types d'écosystèmes forestiers, les hêtraies-sapinières sont prédominantes dans les Hautes Vosges. Les érablaies et les autres écosystèmes forestiers de zones humides sont liés à des situations particulières, locales, souvent rares et dispersées.

Pour la suite de l'étude, seules les hêtraies-sapinières seront considérées.

Les fiches descriptives des hêtraies-sapinièresprésentes dans les Hautes Vosges sont consultables en annexe 1.

3.1.3 Les hêtraies-sapinières

Situées à l'étage montagnard, sur les versants et parfois sur les crêtes, les hêtraies-sapinières se trouvent sur différentes roches siliceuses et des sols plus ou moins acides suivant les cas, avec des pH variant entre 3,5 et 5,1 (pH moyen entre 3,9 et 4,2). Les différents types de hêtraies-sapinières présents dans les Hautes Vosges font face à des températures équivalentes : entre 7,8 ℃ et 8 ℃ de température moyenne annuelle, avec une température moyenne en janvier entre -0,6 ℃ et -0,4 ℃ et une température moyenne en juillet de 16,3 ℃. Le b ilan hydrique est bon, favorable à la production, malgré les sols sableux et la présence d'éléments grossiers en profondeur.

Les matériaux sont pauvres en éléments minéraux et les réserves minérales sont faibles. Cependant, en fonction de l'acidité des sols, l'activité biologique varie et peut avoir des conséquences sur le recyclage des éléments minéraux et la productivité. Ainsi, les sapinières-hêtraies vosgiennes à Fétuque des bois ont une bonne activité biologique qui permet le recyclage de l'azote et des éléments minéraux et donc le maintien de la productivité (humus de type mull). À l'opposé, les hêtraies et hêtraies-sapinières acidiphiles de l'étage montagnard, très acides, présentent une mauvaise activité biologique et un mauvais recyclage des éléments (humus moders à dysmoders).

Par ailleurs, les sols sont sensibles à la dégradation et aux déséquilibres chimiques qui fragilisent le fonctionnement de l'écosystème. Enfin, il est possible, dans certains cas, que les écosystèmes rencontrent des problèmes de régénération des peuplements forestiers.

3.2 L'expression des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers dans les Hautes Vosges

3.2.1 Les différentes fonctions remplies par les écosystèmes forestiers

Au cours des quinze dernières années, les regards portés sur la forêt ont changé. En effet, celle-ci n'est plus considérée uniquement comme une source de matériaux pour les industries de la filière bois. D'autres biens et services fournis par les écosystèmes forestiers sont de plus en plus souvent mis en avant et la multifonctionnalité des forêts est plus régulièrement prise en compte dans la gestion. Celle-ci s'exprime au regard des fonctions remplies par ces écosystèmes particuliers, mais également des biens et services que ces derniers rendent.

- **Fonction**

Chaque écosystème remplit différentes fonctions, utiles pour l'homme. Ces différentes fonctions ont été explicitées par le *Millennium Ecosystem Assessment* (2006).

La fonction de soutien participe au maintien des conditions favorables à l'écosystème, notamment au niveau des interactions et des équilibres entre espèces et environnement. Par ailleurs, cette fonction est la première des fonctions remplies par les écosystèmes car elle est nécessaire à la réalisation de toutes les autres fonctions.

La fonction d'approvisionnement comprend tous les produits matériels que procurent les écosystèmes forestiers, qui peuvent être exploités par l'homme. Parmi ceux-ci, on peut noter la production de bois, mais aussi la production de fruits, de champignons ainsi que le prélèvement de gibier par la chasse.

La fonction de régulation permet aux écosystèmes de contrôler et réguler certains phénomènes et processus naturels qui intéressent l'homme.

La fonction culturelle est une fonction immatérielle, liée à la perception et au vécu des hommes par rapport aux écosystèmes forestiers, aux activités qui leur sont liées et aux regards qui leur sont portés.

Ces quatre fonctions existent naturellement dans les différents écosystèmes forestiers, mais elles n'ont d'intérêt que lorsqu'elles sont liées à l'homme et aux utilisations que celui-ci peut en faire.

- **Biens et services**

Chaque écosystème forestier, à travers ces différentes fonctions, offre différents biens et services aux hommes. Ceux-ci correspondent à des applications utilitaristes et anthropocentrées de chaque fonction.

Ces différents biens et services auront des intérêts variables suivant les écosystèmes forestiers. En effet, dans certains écosystèmes, certains biens et services pourront ne pas s'exprimer ou très faiblement, alors que d'autres pourront être prépondérants.
L'utilisation par l'homme de ces différents biens et services offerts par les écosystèmes forestiers pourra entraîner des perturbations et modifier le fonctionnement intrinsèque de l'écosystème.

Le schéma suivant présente ces fonctions et les biens et services associés, ainsi que les relations existant entre chaque fonction et l'écosystème.

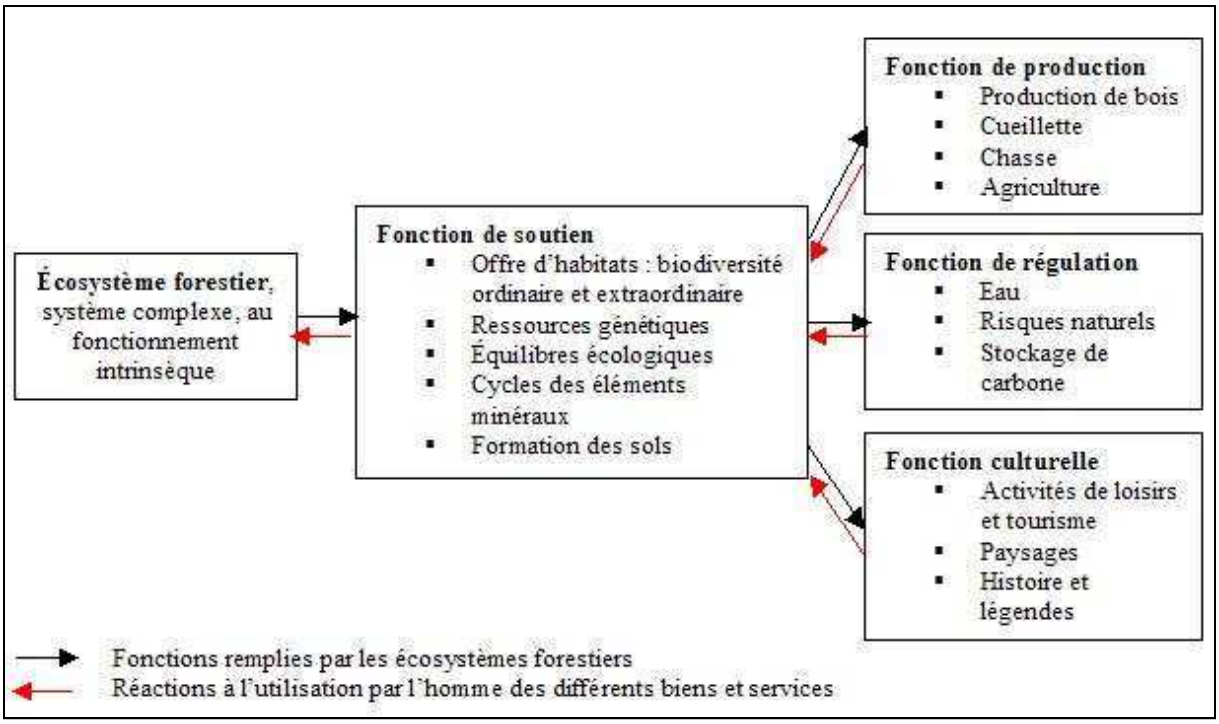


Figure 6 : Répartition des principaux biens et services utilisables par l"homme au sein des différentes fonctions remplies par les écosystèmes forestiers

Il convient maintenant de définir chacun de ces biens et services et de détailler leurs caractéristiques dans les Hautes Vosges.

3.2.2 Fonction de soutien

Les différents biens et services inhérents à la fonction de soutien découlent directement du fonctionnement de l'écosystème et des interactions entre facteurs biotiques et abiotiques qu'il abrite. Cependant, au fil des siècles, les activités humaines ont entraîné des perturbations et des dysfonctionnements au sein de ces biens et services et certains écosystèmes ont maintenant besoin d'interventions humaines pour être pérennisés.

3.2.2.1 L'offre d'habitats

Au sein d'un écosystème forestier, la flore présente, de la strate herbacée à la strate arborée, la structure du peuplement et les conditions physiques et biologiques peuvent varier localement. Ces

variations locales composent une mosaïque d'habitats qui peuvent être favorables à différentes espèces animales ou végétales.

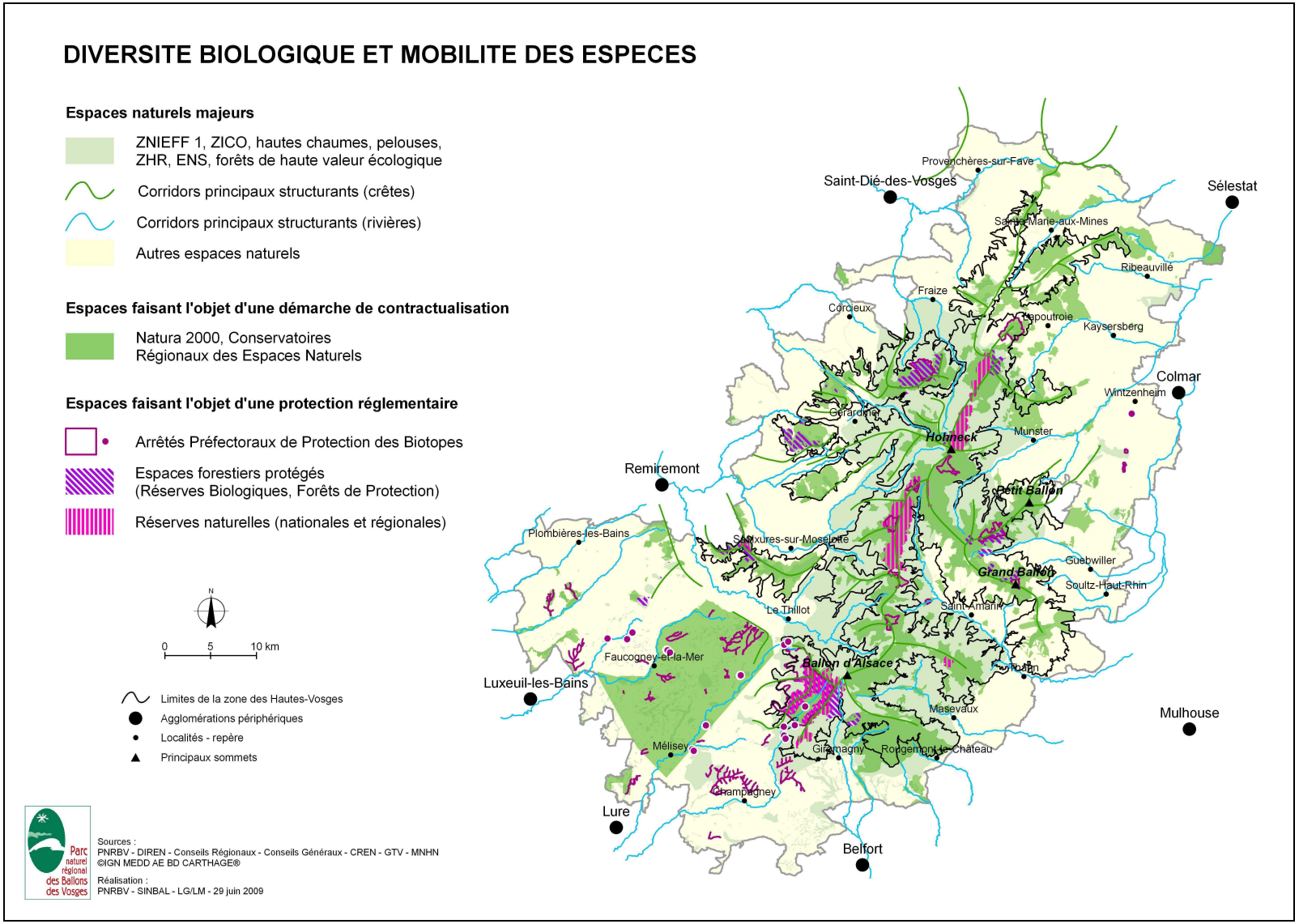
Ainsi, ces habitats peuvent aussi bien répondre aux besoins nutritionnels de certaines espèces, que servir pour les périodes de repos ou de reproduction d'autres espèces, ainsi que pour les déplacements et échanges entre communautés. De même, ils peuvent aussi bien abriter un certain nombre d'espèces communes que répondre aux besoins d'espèces exigeantes, souvent rares, menacées ou emblématiques.

- **Les habitats présents dans les Hautes Vosges**

Les écosystèmes forestiers recouvrent (93 % de la superficie des Hautes Vosges. Les hêtraies-sapinières, majoritaires, constituent une large ceinture verte autour des Hautes Vosges, parsemées d'autres habitats forestiers tels que des érablaies d'éboulis, des tourbières boisées ou des hêtraies-érablaies plus présentes en zone sommitale.

Entre les habitats forestiers, une grande variété d'habitats ouverts tels que des chaumes, des prairies ou des zones humides (tourbières) complète la mosaïque.

Une grande partie de ces habitats sont intégrés et protégés dans les réseaux de sites classés et notamment au sein de ZSC du réseau Natura 2000.



Carte 2 : La diversité biologique et les espaces protégés dans les Hautes Vosges (PNRBV, 2009)

- **Quelques espèces présentes**

La grande diversité d'habitats offerts par les écosystèmes des Hautes Vosges favorise la présence de nombreuses espèces.

Parmi les mammifères, les espèces de gibiers (cerf, chevreuil, chamois et sanglier) sont bien représentées. Différentes espèces emblématiques sont aussi présentes sur ce territoire de manière plus ou moins ponctuelle : le lynx, prédateur réintroduit entre 1983 et 1993, et différentes populations de chiroptères.

Les principales espèces pour lesquelles les sites classés ont été mis en place sont des oiseaux. Le Grand Tétras fait ainsi l'objet de nombreuses mesures visant à stabiliser ces populations et à améliorer son habitat. Ces mesures favorisent aussi de nombreuses autres espèces d'oiseaux qui sont inféodées aux mêmes types de milieux, tels que la chouette de Tengmalm, la gélinotte des bois ou la chevêchette d'Europe.

Différentes espèces de poissons sont présentes dans les cours d'eau des Hautes Vosges lorsque leurs eaux sont de bonne qualité hydrobiologique. Ainsi, la truite fario, le chabot et la lamproie, parmi d'autres, sont présentes. De même quelques biotopes à écrevisse à pattes blanches ont été inventoriés.

3.2.2.2 Les ressources génétiques

Les écosystèmes forestiers peuvent offrir une diversité génétique plus ou moins riche, qui représente la variabilité génétique intraspécifique, au niveau des allèles, des gènes ou de la structure chromosomique. Elle pourra se traduire par des variations de formes au sein d'une même espèce, par des adaptations à des conditions particulières…

Si nous savons que cette ressource génétique est importante pour le maintien et la continuité du peuplement, elle est cependant difficilement évaluable sur le terrain ; c'est pourquoi ce bien ne sera pas détaillé pour les Hautes Vosges.

3.2.2.3 Les cycles des éléments nutritifs et la formation des sols

Le cycle des éléments nutritifs (figure 7) fait partie des équilibres écologiques observables dans un écosystème forestier. À travers les flux d'éléments chimiques, il permet le développement du peuplement forestier et la formation des sols, en conséquence de quoi il contribue à la pérennisation de l'écosystème forestier. Lorsque ce cycle est perturbé, des dommages parfois important peuvent être observés dans l'écosystème forestier.

Les éléments nutritifs présents dans le sol sont à la fois issus de l'altération des minéraux du sol, de dépôts atmosphériques et de la décomposition des végétaux morts. Ces éléments nutritifs sont prélevés par les végétaux grâce à des transferts d'ions entre les racines et le sol et sont ensuite utilisés par les végétaux pour leur croissance. Au fil du temps, les végétaux accumulent ces éléments nutritifs dans leurs tissus.

A la mort des végétaux, la dégradation et la décomposition des tissus forment une litière dans laquelle les éléments nutritifs prélevés auparavant sont libérés. Cette litière crée une couche superficielle plus ou moins épaisse, l'humus, qui, en s'altérant, va participer à la formation du sol.
Ce cycle des éléments nutritifs peut être plus ou moins long en fonction des végétaux observés : plantes annuelles ou arbres bicentenaires.

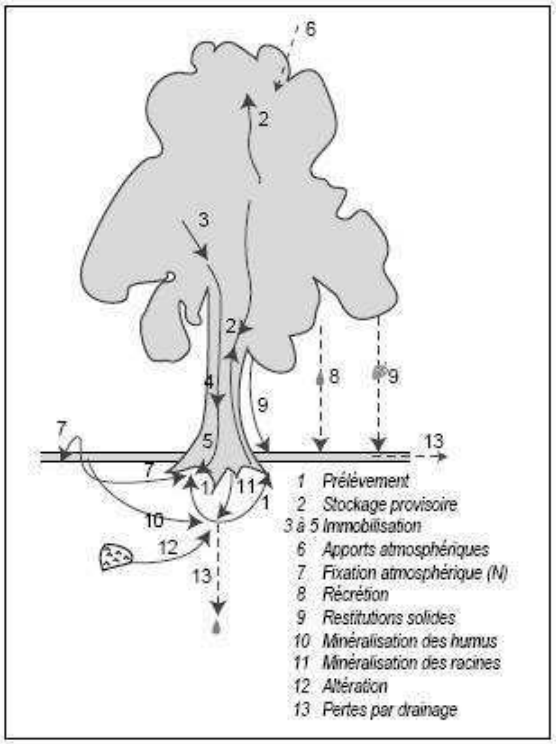


Figure 7 : Représentation du cycle biogéochimique en forêt (Ranger *et al.*, 1994)

- **Des sols peu riches et acides qui subissent un processus d'acidification**

Les sols et substrats présents dans les Hautes Vosges sont pauvres en calcium et en magnésium et leur capacité à neutraliser les acides sont donc faibles. Dans les Vosges, les dépôts acides, issus des émissions atmosphériques de polluants, sont trop importants pour être neutralisés par les sols. Ils entraînent alors un appauvrissement progressif des sols en cations (Ca et Mg) qui sont donc de plus en plus acides. Même si les émissions d'acides et, en conséquence, les dépôts et les pluies acides, ont fortement diminué entre les années 1970 et 1990, on observe toujours une acidification des sols.
Le cycle des nutriments chimiques est donc plus ou moins perturbé dans les Hautes Vosges, en fonction des sols et substrats.

3.2.2.4 Les équilibres écologiques

Au sein d'un écosystème forestier, les processus et interactions existants assurent normalement la pérennité et le renouvellement de cet écosystème dans le temps et dans l'espace. Ainsi, ces différents processus et interactions exercent un contrôle sur les caractéristiques de l'écosystème.

Par exemple, les arbres mûrs produisent des graines qui, lorsque les conditions leur sont favorables (lumière, température, etc.), germent et produisent de jeunes plants qui, en grandissant, assurent le renouvellement de la strate arborée grâce à un processus de régénération naturelle.

De même, les populations animales fluctuent en fonction des ressources, notamment nutritionnelles, disponibles.

- **Équilibres faunistiques dans les Hautes Vosges**

Dans les Hautes Vosges, certains équilibres écologiques sont menacés.

Ainsi, certaines populations animales, du fait de certaines activités humaines, voient leur espace de vie diminuer et les relations entre les différentes populations sont parfois interrompues, menaçant la pérennité de celles-ci, comme c'est le cas pour le Grand Tétras.

À l'opposé, certaines populations animales prolifèrent grâce aux actions humaines et menacent parfois la pérennité de certains écosystèmes et certaines activités humaines. Ainsi, le sanglier, favorisé par les pratiques d'agrainage des chasseurs, fait de nombreux dégâts en forêt et dans les espaces agricoles et est considéré comme une espèce nuisible.

Après de longues années ou les cervidés étaient menacés et, en conséquence, en partie protégés, on constate maintenant une augmentation importante des populations de cervidés. Dans certaines forêts où les populations sont trop importantes, la pression du gibier sur le peuplement forestier peut menacer la régénération naturelle du peuplement.

- **Équilibres floristiques dans les Hautes Vosges**

Du fait du processus d'acidification décrit plus haut, certains peuplements de résineux souffrent lors des périodes de sécheresse et sont plus sujets aux dépérissements et plus sensibles aux pathogènes que d'autres peuplements.

Par ailleurs, la pérennité de l'écosystème forestier peut parfois être menacée au cours des processus de régénération. Ainsi, dans certaines hêtraies-sapinières, le sapin se régénère mal du fait de la concurrence d'autres espèces, naturelles comme le hêtre, ou introduites comme l'épicéa, et de l'abroutissement qu'il peut subir par les cervidés.

3.2.3 Fonction d'approvisionnement

Les biens et services inhérents à la fonction d'approvisionnement dépendent principalement des capacités d'accueil et de production de l'écosystème forestier.

3.2.3.1 La production de bois et la filière forêt-bois

- **Le bois : une ressource très utilisée**

La production de bois, liée à la filière bois, est un des services fournis par les écosystèmes forestiers les plus importants pour le développement économique d'un territoire.

Le processus de la photosynthèse permet aux écosystèmes forestiers de produire de la biomasse en quantité et notamment le bois nécessaire à la croissance des arbres. Cette production de bois, annuelle, dépend beaucoup des conditions du milieu : quantité d'eau et d'éléments nutritifs disponibles, durée de la période de photosynthèse, température, qualité et profondeur des sols… Il peut donc exister de grandes différences de productivité entre deux écosystèmes forestiers.

Le bois produit possède de nombreuses propriétés : résistance en traction et en compression, durabilité, pouvoir calorifique, etc., qui peuvent être utilisées par les hommes. Ainsi, le bois est un matériau disponible, exploitable et utilisable par les hommes pour de nombreuses utilisations : production de chaleur, utilisation en bois d'œuvre, pour la fabrication de mobilier et d'autres objets utilitaires, production de papier et d'autres produits issus des fibres du bois…

En plus de ces nombreuses utilisations, la vente de bois apporte des revenus aux propriétaires forestiers et les industries de la filière forêt-bois (exploitation, transformation, utilisation) offrent de nombreux emplois.

- **Une filière forêt-bois importante pour l'économie de la région**

Au vu du volume sur pied disponible pour la production, si on compte un emploi pour la production et la transformation de 300 m^3 de bois (estimation de Barthet, 2007, pour le Grand Est), la filière forêt-bois a un poids social très important et a un rôle à jouer dans le développement économique du territoire du parc.

Les données des ASSEDIC nous donnent une première estimation du nombre de travailleurs dans la filière forêt-bois. Ainsi, en 2004, la filière représentait 4534 emplois sur le massif vosgien, soit 7,16 % des emplois de ce territoire. Cette part est en augmentation depuis 1996, principalement grâce au développement de la filière bois construction et des entreprises de 2^e transformation, même si on observe parallèlement une diminution des emplois dans l'exploitation forestière et les scieries (Barthet, 2007).

Ces chiffres montrent la place centrale de la filière forêt-bois pour l'économie locale sur le massif vosgien.

Le parc est situé au cœur de régions urbanisées, densément peuplées, et en bordure de la diagonale économique européenne. Avec la mondialisation des échanges, le parc doit faire face à de nombreux enjeux et notamment pour la filière forêt-bois. Ainsi, celle-ci est soumise à de nombreuses pressions.

Bien que les forêts vosgiennes soient très productives, la demande globale en bois dépasse les capacités de production du massif. Par ailleurs, l'augmentation des capacités des scieries dans les pays voisins du Grand Est français, et notamment allemandes, et l'essor des marchés bois énergie et, dans une moindre mesure, bois construction, renforcent la concurrence sur la matière première bois et fragilisent le tissu social local.

Cet état de fait est très paradoxal. Alors que les marchés se développent, les petites entreprises locales souffrent et celles-ci rencontrent des problèmes d'approvisionnement, alors même que les forêts vosgiennes sont riches en bois.

3.2.3.2 La cueillette, une activité marginale

- **De nombreux menus produits disponibles, à portée de mains**

En plus du bois, les écosystèmes forestiers offrent aussi de nombreux autres produits non ligneux, en quantité plus ou moins importantes, qui peuvent être récoltés et utilisés par les hommes. Parmi ces produits, on peut notamment citer les fruits, les champignons, les plantes aromatiques et médicinales.
La cueillette de ces produits relève majoritairement de l'autoconsommation : les usagers récoltent de quoi satisfaire leur consommation personnelle. Cependant, certains produits rares et recherchés, tels que certains champignons, certains fruits ou le miel, ont une importante valeur marchande : les usagers les récoltent alors majoritairement pour les vendre.
Afin d'éviter la surexploitation et la disparition de ces produits non ligneux, leur récolte est parfois soumise à réglementation : période de récolte autorisée, poids maximal par personne et par jour…

- **Une activité marginale, mais avec des retombées pouvant être importantes**

Les myrtilles et les champignons sont les produits les plus récoltés dans les Hautes Vosges. Leur cueillette est en partie réglementée et généralement limitée pour l'autoconsommation. Ainsi, en Franche-Comté, la cueillette de champignons ou de myrtilles est limitée, en saison, à 2 kg par personne par jour de cueillette.
L'existence de centres de collecte de champignons qui revendent ensuite les produits récoltés dans toute la France et notamment à Rungis en région parisienne, prouve que cette activité n'est pas sans valeur économique. Toutefois, d'après le responsable d'un de ces centres de collecte, situé dans les Vosges, les quantités disponibles et récoltées sur les Hautes Vosges sont minimes par rapport aux quantités récoltées dans la plaine. Il semblerait donc que peu des produits récoltés dans les Hautes Vosges entrent réellement dans ces marchés.

3.2.3.3 La chasse

- **Une activité de loisir, à caractère social ou de luxe.**

La fonction de soutien, et notamment l'offre d'habitats, permet aux écosystèmes forestiers d'accueillir des populations animales, qui peuvent servir de gibier aux hommes. Parmi les animaux chassés en forêt, on distingue les ongulés (cerf, chevreuil, sanglier, etc.), le petit gibier (lapin, lièvre, renard, etc.), les oiseaux…
Autrefois, la chasse était une activité nécessaire à la survie des hommes. Maintenant, en France, il s'agit surtout d'une activité de loisir, à fort caractère social. La majorité des chasseurs sont des habitants locaux, qui profitent de terrains de chasse proches de chez eux, grâce à des associations communales de chasse agréées ou des baux privés. Le gibier qu'ils tuent est majoritairement pour leur consommation personnelle, une partie peut toutefois être proposée à la vente.

Par ailleurs, la chasse est aussi une activité de loisirs de luxe, pour laquelle des chasseurs, étrangers principalement, sont prêts à mettre le prix. Ceux-ci recherchent surtout de bons lots de chasse, avec du gibier « noble[1] », en quantité suffisante. Ce loisir de luxe nécessite aussi de nombreuses infrastructures de qualité, qui favorisent la création d'emplois dans l'hôtellerie et la restauration principalement.

- **De grandes variations dans le territoire**

De part et d'autre des Hautes Vosges, une grande variété de gibier est présente. On trouve ainsi des populations de cerfs, de chevreuils, de chamois et, bien entendu, d'importantes populations de sangliers.

La chasse est une activité au fort caractère social, structurée par un tissu associatif important. Dans les Vosges, on compte, en sus de la fédération départementale des chasseurs, pas moins de 12 associations de chasse spécialisées. Dans le Haut-Rhin, on en dénombre un peu moins, avec 7 associations de chasse spécialisées en plus de la fédération départementale.

La chasse est un moteur de l'économie départementale. Le coût du loyer est variable, en fonction de la situation du lot de chasse, de sa valeur cynégétique et des cahiers des charges imposés. Dans les Vosges, le prix d'un loyer varie entre 3 et 110 €/ha/an. Dans le Haut-Rhin, le loyer moyen est proche de 23 €/ha/an et la somme des loyers versés aux communes, proche de 6,2 millions d'euros par an.

Dans les Vosges, on dénombre 7400 permis validés annuellement, dont 1 500 à 2 000 permis de chasseurs extérieurs au département, ce qui apporte un flux financier touristique important en saison de chasse. Dans le Haut-Rhin, le nombre de chasseurs est plus faible, de l'ordre de 5 500, mais les proportions de chasseurs extérieurs sont plus importantes, avec près de 30 % de chasseurs suisses et environ 5 % de chasseurs allemands. Les retombées touristiques liées aux chasseurs extérieurs sont donc plus importantes dans le Haut-Rhin, où la chasse revêt alors un caractère d'activité de luxe.

3.2.3.4 L'agriculture

La lisière entre forêts et espaces ouverts est un espace particulier, présentant à la fois des caractéristiques typiques à la forêt et d'autres propres aux espaces ouverts et accueillant un certain nombre d'espèces des deux milieux. Certaines de ces espèces peuvent parfois intervenir dans les milieux adjacents. Ainsi, des espèces auxiliaires tout comme des ravageurs peuvent avoir des effets sur les productions agricoles adjacentes à la forêt.

Par ailleurs, les lisières ne sont pas fixes. Elles sont soumises à des dynamiques écopaysagères spécifiques et évoluent au cours du temps. À la limite forêt-espaces ouverts, on peut ainsi observer des zones où la forêt envahit les milieux ouverts grâce à une dynamique naturelle et d'autres où la forêt recule sous l'action d'événements climatiques, météorologiques ou humains.

Nous avons cependant décidé de ne pas étudier les relations existant entre écosystème forestier et espaces agricoles car nous ne disposions pas de suffisamment de données pour les analyser.

[1] Sont considérés comme gibiers nobles les cervidés, de bonne prestance et ayant de belles ramures.

3.2.4 Fonction de régulation

3.2.4.1 Les apports et la qualité de l'eau

- **Une influence sur les apports en eau**

Les écosystèmes forestiers, très souvent majoritaires en tête de bassin versant, jouent un rôle important pour l'approvisionnement en eau des territoires en influençant l'alimentation des cours d'eau et des nappes phréatiques.

La couverture forestière peut ainsi limiter en partie les quantités d'eau qui arrivent au sol : 20 à 50 % de la pluie peut en effet être retenue par le feuillage des arbres et en moyenne 5 % de la pluie incidente s'écoule le long des troncs (Lavabre, 2003). Par ailleurs, les écosystèmes forestiers utilisent une certaine quantité d'eau du sol dans les processus d'évapotranspiration, ce qui peut concurrencer l'approvisionnement en eau des cours d'eau et des nappes phréatiques (Andréassian, 2008). On pourrait donc penser que l'écosystème forestier limite les apports en eau du bassin versant.

Cependant, les caractéristiques des sols forestiers permettent une plus grande infiltration et rétention de l'eau dans les sols. En effet, la couche d'humus forestier, très filtrante, a une très forte capacité de rétention de l'eau. Par ailleurs, le réseau racinaire des arbres, enfoui dans le sol, facilite l'infiltration des eaux de pluie, et notamment des eaux ruisselant sur les troncs, et accroît la conductivité hydraulique des sols (Lavabre, 2003). Ainsi, un écosystème forestier infiltrera 2 à 5 fois plus d'eau de pluie que des prairies, des cultures ou des pâtures (Jenni, 2008).

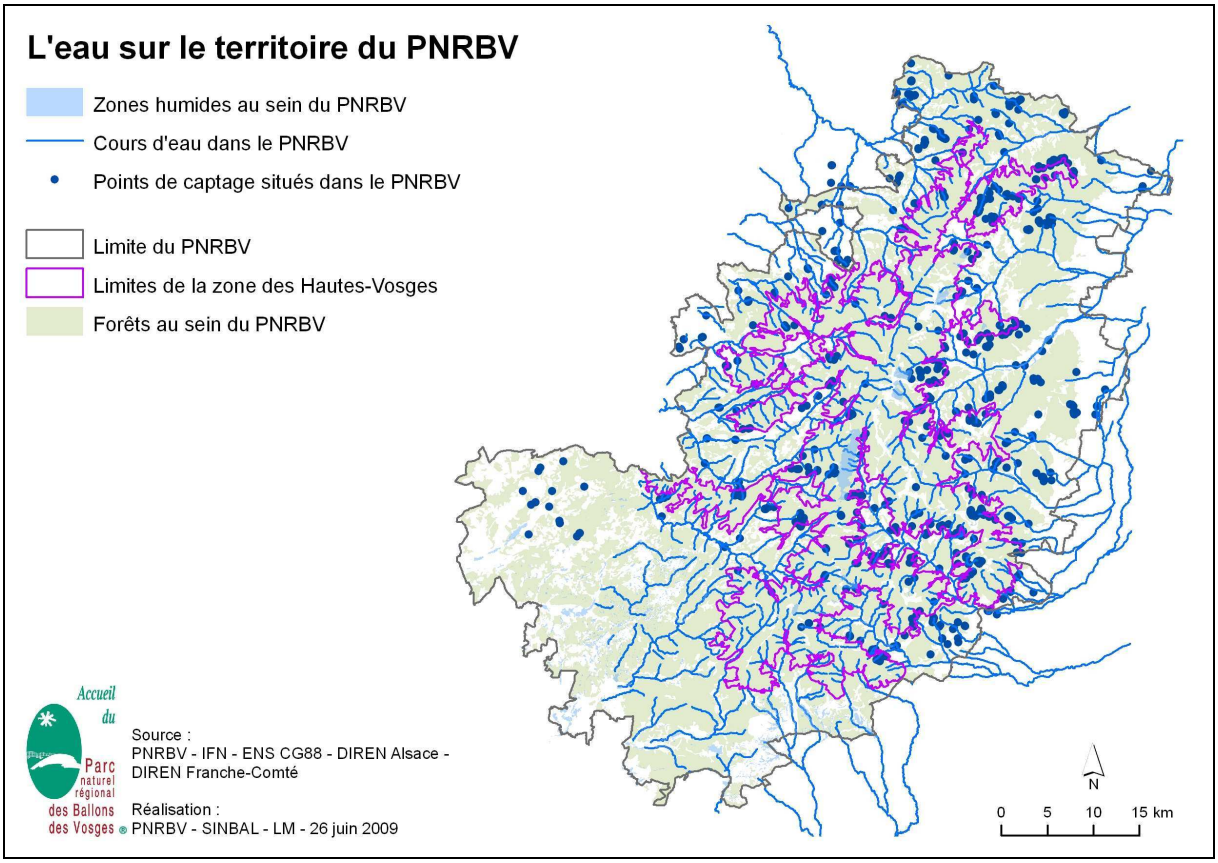
En plus de l'influence sur la quantité d'eau disponible, les écosystèmes forestiers ont une influence sur la qualité de l'eau disponible. Ainsi les eaux prélevées en milieu forestier présentent généralement de faibles teneurs en éléments chimiques polluants. Ceci peut s'expliquer principalement par l'activité biologique des sols ainsi que par le recyclage important des minéraux par la végétation. De plus, comparés aux terres agricoles, les écosystèmes forestiers reçoivent peu d'apports d'éléments chimiques polluants dans le cadre de leur gestion (Jenni, 2008).

L'influence que les écosystèmes forestiers ont sur la quantité et la qualité d'eau disponible varie toutefois en fonction des essences présentes, des types de sols et des modes de gestion forestière appliqués.

- **Les Hautes Vosges : château d'eau du Grand Est**

Les Hautes Vosges, point de départ de nombreux cours d'eau, tels que la Moselle ou l'Ill, servent de château d'eau à une grande partie du Grand Est et fournissent une importante partie de l'eau consommée dans la région.

Toutefois, comme les sols des Hautes Vosges sont soumis à de forts dépôts acides et ne peuvent pas toujours les neutraliser, les acides en surplus dans les sols sont lessivés par les eaux et celles-ci sont par conséquent plus ou moins acides, ce qui, compte tenu la présence de plomb dans les canalisations, accroît les risques de saturnisme. Les eaux prélevées doivent donc parfois être traitées et neutralisées avant consommation.



Carte 3 : Le réseau hydrographiques et les zones de captage dans les Hautes Vosges

3.2.4.2 La forêt : une protection contre certains risques naturels

Le classement de certaines forêts françaises en forêt de protection, notamment en milieu montagnard, a mis en valeur le service apporté par les écosystèmes forestiers en termes de prévention des risques, et notamment des risques de crues et d'érosion.

Comme cité précédemment, le couvert forestier retient en partie l'eau de pluie incidente (Lavabre, 2003), ce qui permet déjà en partie une régularisation des écoulements de l'eau de pluie. Par ailleurs, les écosystèmes forestiers favorisent l'infiltration de l'eau de pluie dans les sols, ce qui limite les écoulements rapides de surface et privilégie les écoulements dans le sol, ralentissant les temps de transit de l'eau de pluie (Andréassian, 2003). Tout ceci permet une atténuation des pointes de crues. Ceci n'a cependant été démontré que pour des crues de fréquence courante (crues décennales), mais la forêt n'a que peu d'influence lors d'épisodes pluviométriques plus importants (Lavabre, 2003).

En plus de prévenir certains risques de crues, les écosystèmes forestiers limitent aussi les processus d'érosion. En effet, la stabilité de la couverture végétale du sol au cours du temps permet la fixation des sols sur les pentes et, ainsi, limite le transport des éléments solides du sol vers et dans les cours d'eau (Berger, 2003).

Dans les Hautes Vosges, quelques forêts ont été classées en forêt de protection. Si la surface classée est minime comparée à la surface forestière globale, il ne faut pas négliger l'importance locale de la forêt vosgienne, en bordure de barres rocheuses, dans des zones d'éboulis ou simplement sur des

terrains très pentus. Ainsi, sans être classée en forêt de protection, l'aménagement d'une forêt peut intégrer tout ou partie de la surface de la forêt dans une série de protection.

3.2.4.3 Le stockage de carbone : une donnée difficile à estimer

- **Caractérisation générale**

Les écosystèmes forestiers sont des « puits » de carbone naturels, essentiels au cycle du carbone. En effet, la végétation des écosystèmes forestiers, et principalement les arbres, absorbe le CO_2 de l'atmosphère grâce au processus de photosynthèse :

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O + \text{lumière} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O.$$

Le carbone ainsi absorbé est ensuite utilisé par les végétaux pour leur croissance. En moyenne, le carbone représente environ 20 % du poids d'un arbre vivant.

Lorsque les arbres meurent et ne sont pas récoltés, une partie du carbone qu'ils contenaient est de nouveau libéré dans l'atmosphère, le reste est stocké dans le sol ou réutilisé par les espèces animales et végétales présentes pour leur nutrition.

Le flux de carbone dans la biomasse des forêts françaises est estimé à 17,1 millions de tonnes de carbone par an, soit 17 % des émissions nationales de carbone fossile (INRA, 2009).

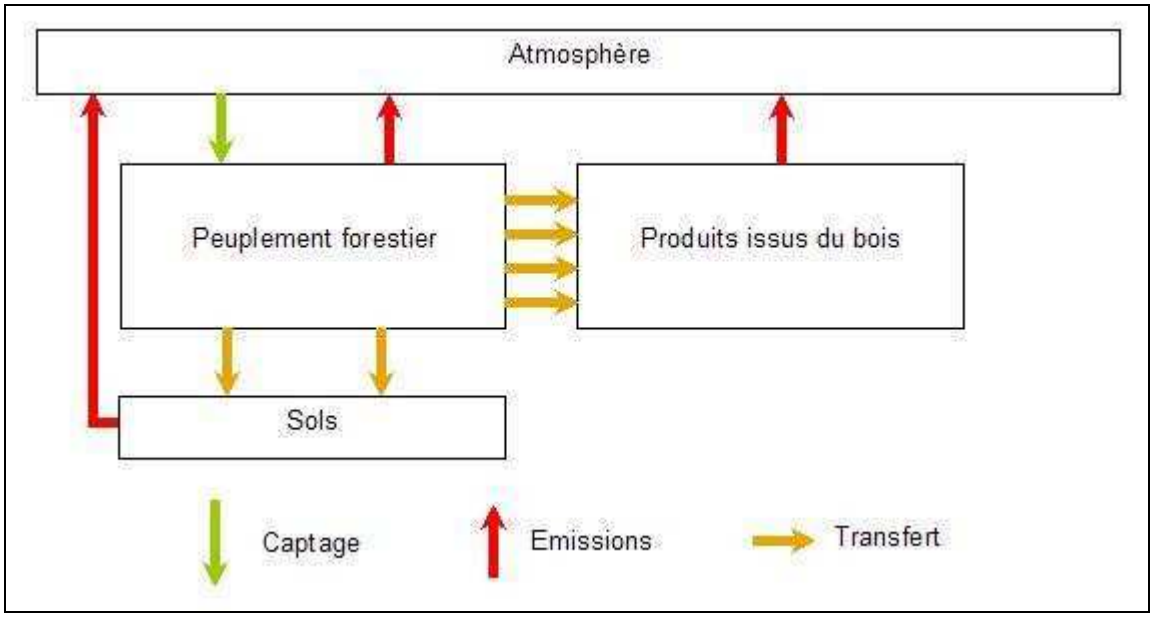


Figure 8 : Flux de carbone liés aux écosystèmes forestiers (Robert, 2008)

Différentes études sont en cours de réalisation pour parvenir à évaluer la biomasse des écosystèmes forestiers et la quantité de carbone stocké associée. Toutefois, les modélisations existantes ne peuvent pas être appliquées rapidement et facilement à notre zone d'étude. En effet, ces modélisations sont applicables à des échelles différentes, de l'ordre d'une parcelle par exemple, et nécessitent de nombreuses informations pour pouvoir être mises en œuvre.

Cependant, nous pouvons essayer d'obtenir une première estimation grossière de la quantité de carbone captée par les écosystèmes forestiers en se basant sur la productivité forestière des peuplements présents dans les Hautes Vosges. Ainsi, l'IFN, pour la région forestière des Vosges cristallines, indique une productivité forestière moyenne de 10,3 m^3/ha/an. En se basant sur l'ordre de

grandeur de 20 % de carbone dans un arbre vivant, avec, pour des résineux légers tels que le sapin et l'épicéa, essences majoritaires sur le massif, une masse volumique de 400 kg/m^3, on obtient alors une première estimation d'environ 60 000 tonnes de carbone captées chaque année par les forêts des Hautes Vosges, ce qui représenterait moins de 0,5 % du flux de carbone lié à la biomasse des forêts françaises.

Il convient toutefois de relativiser la valeur obtenue. Celle-ci concerne uniquement les quantités de carbone captées par les écosystèmes forestiers et non pas le bilan final. Par ailleurs, nous avons considéré que tous les peuplements dans les Hautes Vosges avaient la même productivité forestière et étaient au même stade de développement. En réalité, il existe des différences de productivité en fonction des sols, mais aussi de l'exposition, de l'altitude… Ces variations n'ont pas pu être prises en compte dans cette estimation. De plus, les peuplements jeunes n'ont certainement pas la même productivité ni la même quantité de carbone que des peuplements mûrs. Enfin, s'il est vrai que les résineux sont majoritaires dans les Hautes Vosges, il existe quand même une proportion intéressante de feuillus, plus denses et donc plus riches en carbone.

3.2.5 Fonction culturelle

3.2.5.1 Les activités de loisirs et tourisme

- **Différents types de visiteurs pour différentes activités**

Les forêts offrent de nombreuses possibilités d'activités en leur sein : randonnée, VTT, équitation, accro-branche, observation, pique-nique, etc. et attirent donc de nombreux visiteurs.

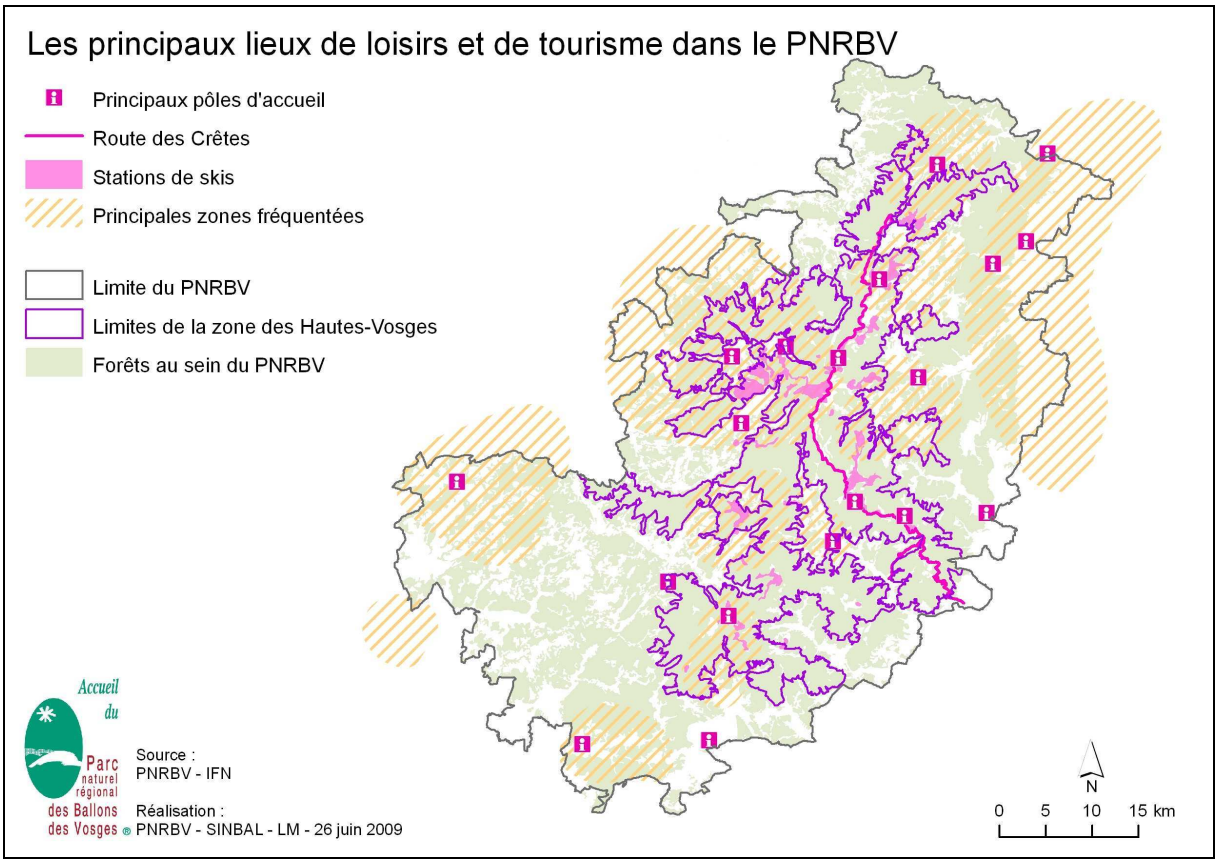
On distingue trois types de visiteurs en forêt : les visiteurs locaux, les « excursionnistes » et les touristes.

Les visiteurs locaux pratiquent des activités de loisirs à proximité de chez eux. Une étude réalisée en Lorraine a montré que ceux-ci restent dans un rayon de 15 kilomètres autour de leur habitation (Normandin, 1998). Les activités pratiquées, « simples », nécessitent peu d'infrastructures : ballade en famille, randonnée, cueillette… Elles prennent généralement place sur tout ou partie d'une journée.

Les « excursionnistes » viennent pour pratiquer des activités particulières, qu'ils n'ont pas à proximité de chez eux : skis, grandes randonnées… Ils sont généralement prêts à parcourir de longues distances pour pratiquer ces activités. Cependant, leurs déplacements prennent places en une seule journée.

Enfin, les touristes viennent découvrir un territoire, un patrimoine, une culture et pratiquer de nombreuses activités qui ne sont pas majoritairement tournée vers la forêt. Ils peuvent venir de très loin pour apprécier le territoire et sont présents pendant une période plus ou moins longue sur le territoire. Les touristes ne viennent généralement pas pour la forêt, ils la traversent généralement pour atteindre des lieux à plus fort intérêt touristique : châteaux, points de vue, stations…

- **Les hauteurs des Hautes Vosges, hauts lieux touristiques qui drainent beaucoup de public**



Carte 4 : Les principales zones attractives pour les activités de loisirs et le tourisme (PNRBV, 2009)

Dans une région densément peuplée et très urbanisée, au cœur du parc naturel régional des Ballons des Vosges, le secteur des Hautes Vosges regroupe un ensemble d'espaces naturels unique, abritant une faune et une flore très diversifiées (et en partie menacées) et formant des paysages remarquables.

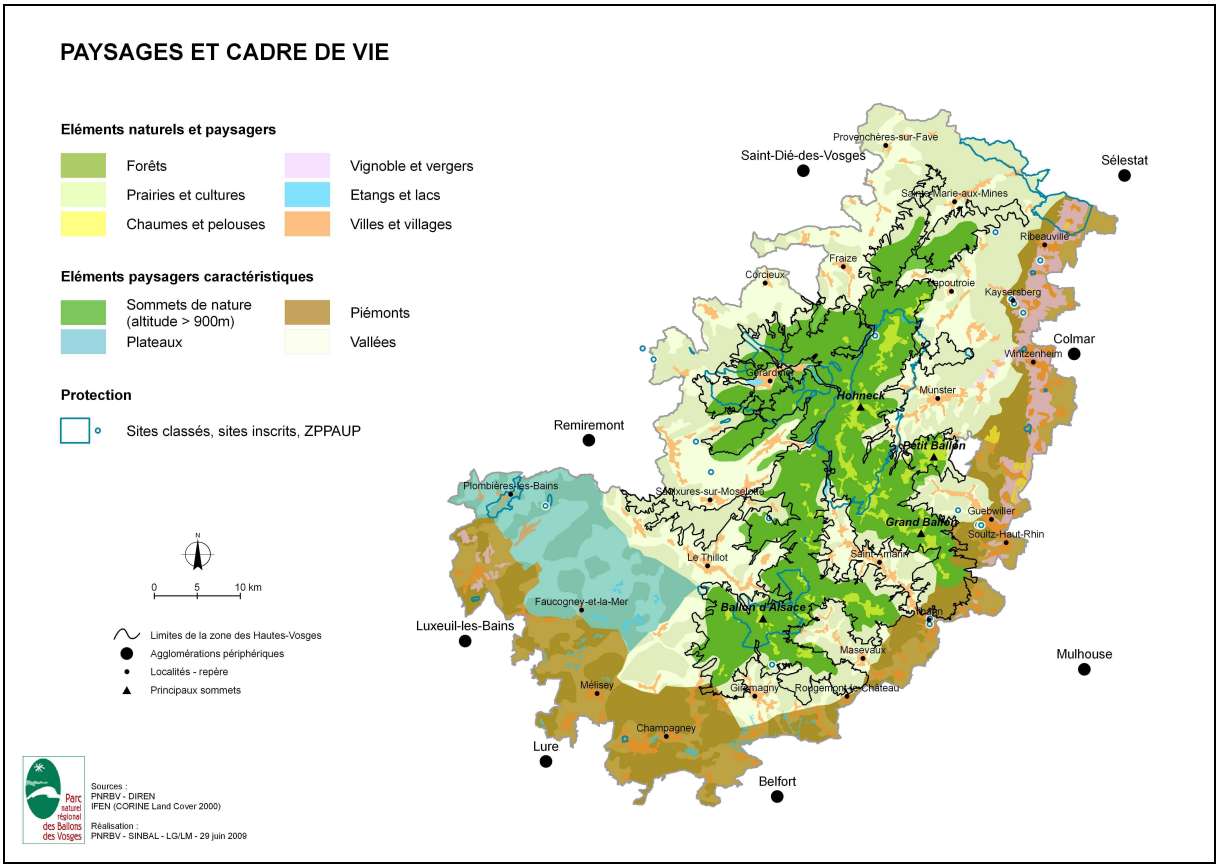
Ces espaces naturels offrent une grande variété d'activités de plein air, aussi bien estivales qu'hivernales : ski de piste ou de fond, parapente, randonnée, VTT, route des Crêtes et points de vue, etc., qui attirent un flux important de visiteurs. Pour ceux-ci, et notamment pour les habitants du Grand Est et des pays voisins, le secteur des Hautes Vosges est un espace de tranquillité, de respiration et de ressourcement.

Certains sites sont beaucoup plus attractifs que d'autres, notamment en fonction de la publicité qui en est faite dans les guides de voyage et les offices de tourisme. La carte 5 ci-dessus indique les principaux sites touristiques et installations présentes dans le secteur des Hautes Vosges. Les principaux sites visités sont le col de la Schlucht, le Markstein, le Grand Ballon, ainsi que la route des Crêtes, qui n'est pas qu'un axe routier mais aussi un parcours de découverte du patrimoine et des paysages des Hautes Vosges.

Pour près de 4,5 millions de visiteurs potentiels, situé dans le Grand Est, à moins de deux heures de voiture, le parc et les Hautes Vosges représentent un lieu de tourisme et de détente, un espace de respiration et de tranquillité.
Par ailleurs, sur le territoire du parc, on dénombre 3,5 millions de nuitées par an pour une capacité d'environ 67 000 lits. Toutefois, la répartition de ces capacités d'hébergement n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire et l'on peut observer de profondes disparités entre les lieux très touristiques (vallée de Munster, vallée de Gérardmer, vignoble), où le parc cherche à contrôler les activités touristiques, et des lieux très isolés (nord du parc des Ballons des Vosges, plateau des Mille Étangs), où le parc cherche à dynamiser le tourisme.

3.2.5.2 Les paysages

La convention européenne des paysages définit un paysage comme « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ». Elle reconnaît par là tout aussi bien les paysages extraordinaires que les paysages du quotidien, qui sont des facteurs essentiels de la qualité de vie individuelle et sociale.
Parce que chacun voit le paysage différemment en fonction de ses propres souvenirs, associations d'idées et de connaissances, le paysage est un assemblage de valeurs et revendications particulières des différents acteurs d'un territoire. Il s'agit d'une culture vivante qui renforce l'identité et les particularités d'un territoire. En cela, les aménagements et modifications apportés aux différentes composantes d'un territoire (forêt, eau, etc.), parce qu'ils peuvent dégrader ou détruire l'identité du territoire, sont observés et jugés par tous les acteurs en fonction de leurs besoins.
En organisant les éléments (la terre, l'eau, les arbres et la roche), l'agriculture et la forêt, pour répondre à certains besoins, créent des formes et façonnent le territoire. Ainsi, les agriculteurs et les forestiers, à travers leurs choix techniques, participent à la création et à la gestion des paysages.
La carte 6 ci-dessous présente la répartition des différents éléments qui constituent le paysage des Hautes Vosges.



Carte 5 : Les éléments paysagers dans le territoire du parc (PNRBV, 2009)

Le paysage caractéristique des Hautes Vosges correspondrait à des versants couverts de forêts mixtes (hêtraie-sapinière), se transformant en hêtraie pure d'altitude à l'approche des lignes de crêtes où la forêt disparaît pour laisser la place à des chaumes.

Différents paysages du parc sont classés ou protégés, de par leur nature même ou à cause de leur proximité avec des monuments et lieux historiques.

3.2.5.3 Histoire, contes et légendes

Lla forêt, en abritant de nombreux vestiges et traces d'anciennes activités, appartient à la grande comme à la petite histoire. Par ailleurs, elle est source de nombreux contes et légendes qui lui donnent une place importante dans l'imaginaire populaire.

Ce bien et service est toutefois quelque très subjectif et il est difficile de connaître et d'étudier cette histoire et ces contes et légendes, qui demandent de solides connaissances culturelles. C'est pourquoi celui-ci ne sera pas détaillé plus avant dans ce rapport.

4 LES DIFFÉRENTS MODES DE GESTION FORESTIÈRE ET LEUR INFLUENCE SUR L'EXPRESSION DES BIENS ET SERVICES FOURNIS PAR LES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS

4.1 Les différents modes de gestion forestière

4.1.1 La futaie régulière

4.1.1.1 Principe et caractéristiques

Le principe de la futaie régulière est basé sur une gestion, par unité de gestion (parcelle ou sous-parcelle), de peuplements équiennes, sensiblement du même âge ou de dimensions voisines. La structure régulière ainsi présente dans chaque unité de gestion permet l'individualisation d'un étage prépondérant qui caractérise le niveau horizontal de fermeture du couvert. Celui-ci permet de déterminer la structure du peuplement et la phase dans laquelle il se trouve.

Chaque unité de gestion passe ainsi par différentes phases, différenciées dans le temps (figure 9) : la phase de jeunesse, la phase d'amélioration, puis la phase de régénération.

De ce fait, le système de production est discontinu dans le temps à l'échelle de l'unité de gestion, mais la répartition générale, à l'échelle de la propriété, des différentes phases, tend à une production continue à l'échelle de la propriété.

4.1.1.2 Différentes phases

La gestion en futaie régulière correspond à une sylviculture proche de la sylvigénèse après une grande perturbation ayant détruit des pans entiers de forêts, mais le cycle mis en place est plus court que celui de la sylvigénèse naturelle, puisque l'on ne va pas jusqu'au vieillissement et à la sénescence du peuplement.

Au sein de chaque parcelle, lors de la phase de jeunesse, les espèces pionnières et post-pionnières, mêlées aux essences forestières déjà en place, se succèdent au sein de chaque parcelle. Le nombre de tige, très élevé au départ, décroît rapidement sous l'action de la concurrence naturelle.

La phase d'amélioration du peuplement concerne les peuplements de petit bois, bois moyens puis gros bois, en cours de maturation. Progressivement, grâce à des éclaircies progressives en faveur des essences voulues et des arbres de meilleure qualité, la composition du peuplement s'améliore pour parvenir au meilleur peuplement possible à maturité.

La phase de régénération correspond à la période de récolte des gros bois, arrivés à maturité, et à la mise en régénération du peuplement pour assurer son avenir. Plus ou moins longue en fonction des situations (régularité des fructifications, conditions difficiles), la phase de régénération peut être plus

ou moins longue, mais n'excède jamais la moitié de l'âge moyen d'exploitabilité de l'essence principale.

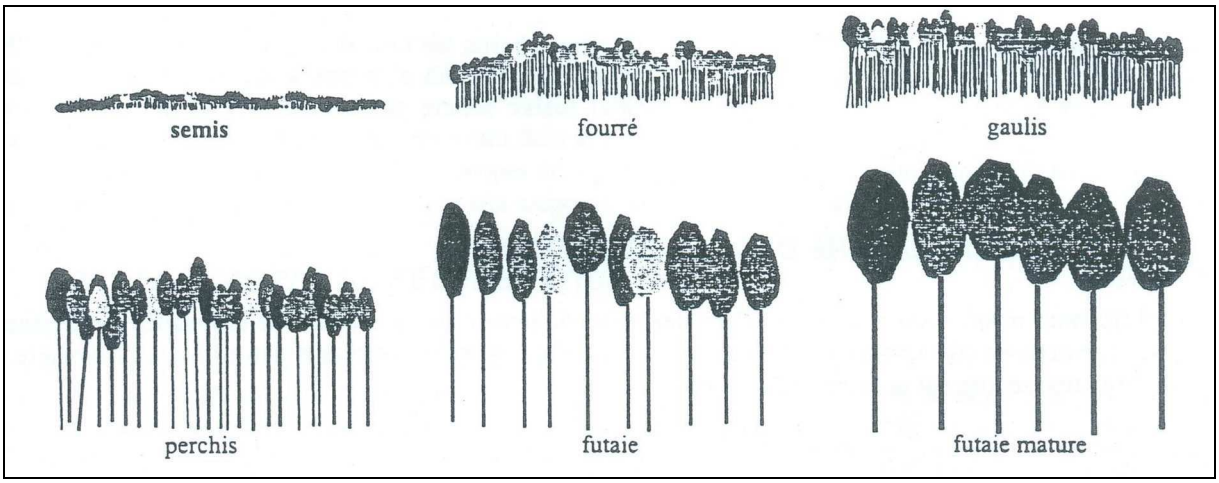


Figure 9 : Les différentes phases du peuplement en futaie régulière (Bastien, 2001)

4.1.2 La futaie irrégulière

4.1.2.1 Principe et caractéristiques

Le principe de la gestion en futaie irrégulière est basé sur une éducation d'arbres de toutes dimensions en mélange dans une unité de gestion. Ainsi, on trouvera dans chaque unité de gestion des arbres de tous les diamètres, jusqu'au diamètre d'exploitabilité (voire au-delà de celui-ci), mais aussi des perches et de la régénération. La structure irrégulière ainsi obtenue ne permet pas à un étage de végétation de prédominer, mais assure la continuité du couvert forestier sur l'ensemble de la propriété (figure 10).

Dans une propriété gérée en futaie irrégulière, les gros arbres producteurs sont (idéalement) répartis sur l'ensemble de la propriété et récoltés progressivement au fur et à mesure qu'ils arrivent à maturité. Le système de production est ainsi continu à l'échelle de l'unité de gestion comme à celle de la propriété.

Afin de garder l'irrégularité de la structure du peuplement et d'assurer l'équilibre de production, les prélèvements annuels doivent être équivalents à la production annuelle, en prenant en compte la répartition des tiges selon les différentes classes de diamètre et leur « passage » de l'une à l'autre.

4.1.2.2 Différentes phases

La gestion en futaie irrégulière correspond à une sylviculture d'arbres, ou de groupe d'arbres, qui entretient le peuplement en permanence par des mini-perturbations.

De ce fait, dans chaque unité de gestion, on peut trouver des arbres dans les différentes phases (jeunesse, amélioration, régénération) d'un peuplement. La régénération est ainsi diffuse et continue sous le couvert des gros bois.

Comme les arbres passent par des phases de compression plus ou moins longues au cours de leur croissance, l'âge du peuplement est peu pertinent pour parler des arbres et de leur exploitabilité, il convient plutôt d'utiliser leur diamètre.

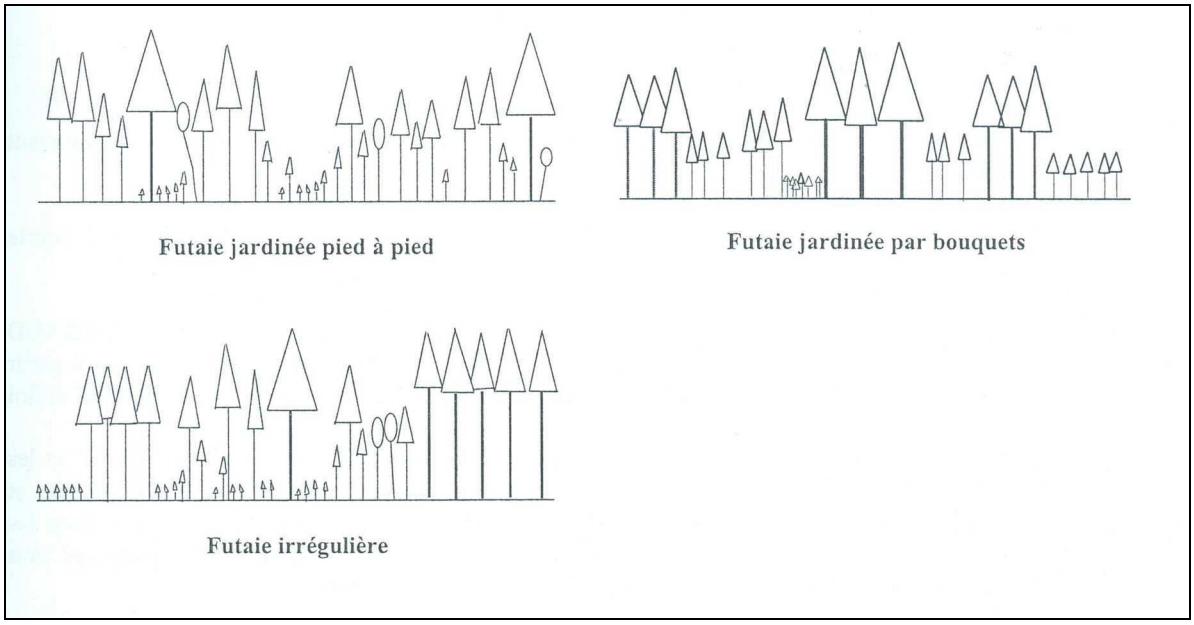


Figure 10 : Les différents types de structure de futaie irrégulière (Bastien, 2002)

4.1.3 Les autres gestions

Les forestiers sont parfois amenés à modifier le mode de gestion d'une forêt, en fonction des objectifs recherchés, de la situation de la forêt, du peuplement…

4.1.3.1 Conversion

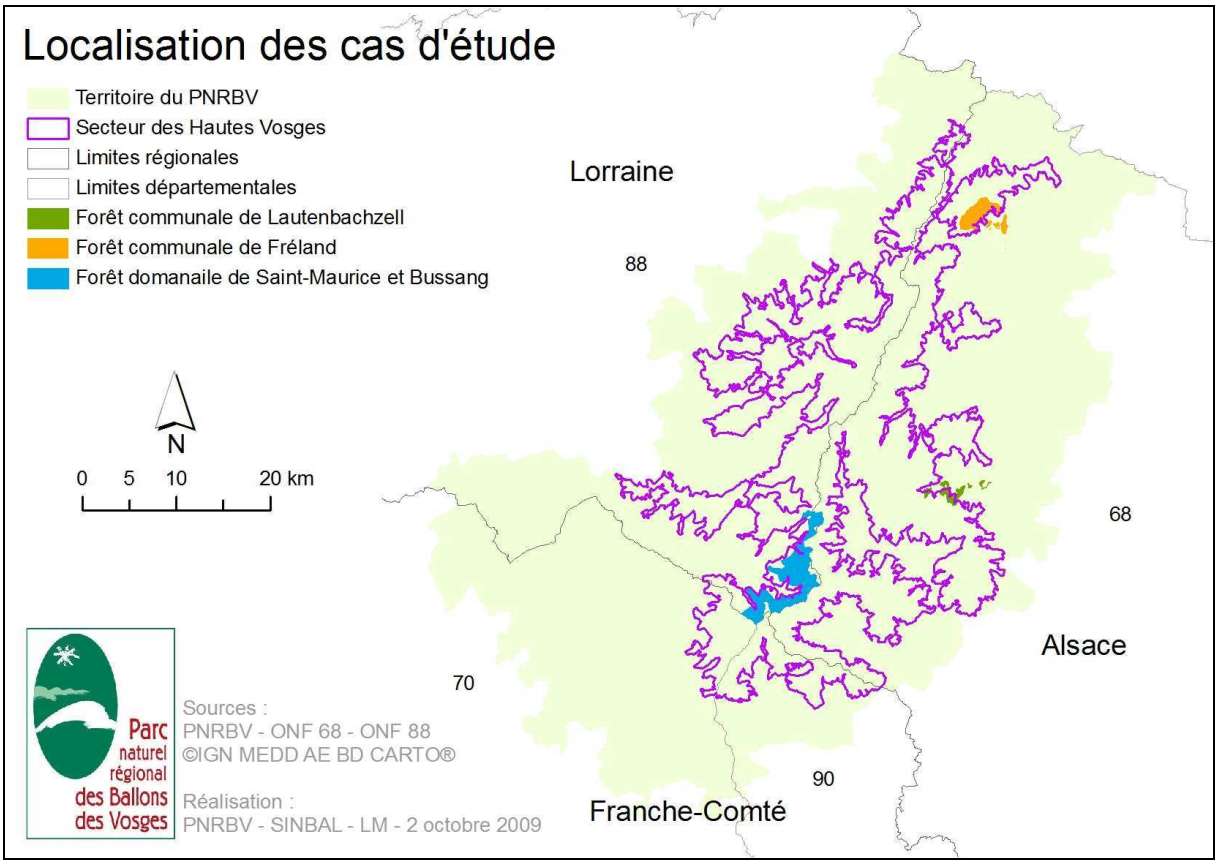
La conversion permet le passage d'un mode de gestion à un autre sur une période de temps assez longue (une à plusieurs durées d'aménagement)m et sans changement de l'essence dominante. Elle est principalement réalisée pour passer du traitement en taillis-sous-futaie à un traitement en futaie régulière, parfois en futaie irrégulière. Dans le sud du massif vosgien, il existe aussi des conversions de la futaie régulière à la futaie irrégulière, suite à l'irrégularisation naturelle des peuplements. Si la conversion peut être plus ou moins longue, ce n'est pas un mode de gestion destiné à durer indéfiniment.

4.1.3.2 Transformation

La transformation d'un peuplement est plus brutale, elle a généralement lieu sur une seule durée d'aménagement et entraîne le passage d'un type de peuplement à un autre, avec changement de l'essence dominante. Elle est parfois utilisée dans des peuplements pauvres, à croissance faible, ou sur des terrains nus ou en friches, pour obtenir des peuplements plus productifs. De nombreuses plantations en épicéas et en pins ont ainsi été réalisées dans le sud du massif vosgien.

4.2 Présentation des cas d'étude réalisés

Trois forêts publiques ont été étudiées comme cas d'étude : deux situées dans le Haut-Rhin, la forêt communale de Fréland et la forêt communale de Lautenbachzell, et une située dans les Vosges, la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang.



Carte 6 : Localisation des trois cas d'étude

4.2.1 Forêt communale de Fréland : deux séries traitées différemment

La forêt communale de Fréland se situe dans une vallée latérale au dessus du Kaysersberg, dans le nord-ouest du Haut-Rhin. Divisée en plusieurs massifs, la forêt s'étale entre 470 m et 1229 m d'altitude (sommet du Brézouard), en majorité sur les versants (massif principal et massif du Kalblin), avec quelques parcelles disséminées en fond de vallée.

La surface totale de la forêt est de 958,94 hectares, dont 956,51 hectares correspondent à une surface boisée ou boisable. Le reste consiste en 1,57 hectare d'espace prairial et 0,86 hectare de terrains de services.

La forêt communale de Fréland a vu son aménagement révisé récemment pour une période 20 ans, de 2009 à 2028. Elle a alors été divisée en deux séries distinctes. La 1re série, d'une surface de 571,82 ha, a pour premier objectif la production de bois, tout en assurant la protection générale des

milieux et des paysages. Elle est principalement gérée en futaie régulière. La 2e série, d'une surface de 387,12 hectares, est une série d'intérêt écologique particulier, qui correspond principalement à l'emprise de la ZPS « Hautes Vosges ». Située sur les crêtes, cette série est gérée en futaie irrégulière.

4.2.2 Forêt communale de Lautenbachzell : un traitement régulier

La forêt communale de Lautenbachzell se situe sur le territoire de la commune de Lautenbachzell, dans la vallée de Guebwiller, dans l'ouest du Haut-Rhin. Constituée d'un massif principal et de plusieurs parcelles isolées en bas de versant et dans la vallée, la forêt s'étale entre 400 et 1100 m d'altitude.

L'aménagement de la forêt communale a été révisé en 2006 pour une période de 20 ans, courant de 2006 à 2025. Dans cet aménagement, la forêt constitue une série unique de production, d'une surface de 281,28 ha, traitée majoritairement en futaie régulière, avec quelques zones traitées en futaie irrégulière.

4.2.3 Forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang : un traitement en futaie irrégulière

La forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang se situe sur les territoires des communes de Saint-Maurice-sur-Moselle et de Bussang, dans la pointe sud-est des Vosges, à la limite des Vosges, du Haut-Rhin et de la Haute-Saône. En un seul massif d'une surface totale de 2 717,21 hectares, avec 751,99 ha sur la commune de Bussang et 1 965,22 ha sur la commune de Saint-Maurice-sur-Moselle, la forêt domaniale s'étale entre 610 et 1 249 m d'altitude (sommet du Ballon d'Alsace) en tête du bassin versant de la Moselle.

L'aménagement de la forêt domaniale est en cours de révision pour une nouvelle période de 15 ans, de 2009 à 2023. La forêt sera divisée en deux séries. La 1re série, d'une surface de 1 072,80 ha, aura pour objectif principal un objectif de production, tout en protégeant les milieux et les paysages. Le traitement de cette série n'a pas encore été déterminé. La 2e série, d'une surface de 1 644,41 ha, sera une série d'intérêt écologique particulier, correspondant principalement à l'emprise de la ZSC. Elle devrait être gérée en futaie irrégulière.

Cette forêt, bien que l'ancien aménagement préconise une gestion en futaie régulière, présente dans les faits une structure irrégulière. C'est pourquoi nous avons jugé intéressant de l'intégrer dans nos cas d'étude.

4.3 Relations entre gestion forestière et écosystèmes forestiers

La gestion forestière, par différentes actions, agit directement sur certaines caractéristiques de l'écosystème forestier : la structure du peuplement, les essences présentes, la répartition dans les différentes classes d'âge ou de diamètre et les sols.

4.3.1 Influence de la gestion forestière sur la structure

- **Densité de peuplement**

Les éclaircies réalisées régulièrement tout au long de la vie du peuplement permettent au forestier de favoriser la croissance des bois de qualité en contrôlant la concurrence des autres arbres et les apports de lumière au peuplement. En effet, l'ouverture régulière du peuplement, lorsqu'elle est bien dosée, offre à la fois plus d'espace aux arbres restants pour qu'ils puissent développer leur houppier tout en assurant une densité suffisante pour assurer leur gainage et la stabilité du peuplement.

L'intensité des éclaircies et leur rotation sont définies en fonction des objectifs que le forestier veut atteindre, en termes d'essences objectifs, de qualité des bois et de structure du peuplement, mais aussi en fonction des capacités du peuplement en termes de productivité forestière. Elles seront donc adaptées aux conditions de terrain et elles influenceront directement la densité du peuplement et sa stabilité.

Ainsi, la typologie forestière du massif vosgien (Asael, 1999), adaptée aux peuplements composés essentiellement de sapin, hêtre, épicéa et pin sylvestre, préconise différentes interventions en fonction de la structure des peuplements. Ces préconisations peuvent être adaptées, avec prudence, aux peuplements de douglas et de mélèze. Par exemple, pour une jeune futaie à bois moyen, la typologie préconise des éclaircies prélevant 15 à 20 % de la surface terrière (sans excéder un volume de 100 m^3/ha) avec une rotation de 6 à 8 ans, pour garantir une surface terrière de 20 à 35 m²/ha.

Cas d'étude

Dans la forêt communale de Fréland, on peut trouver des plantations d'épicéas de 30 à 40 ans, non encore éclaircies, dans lesquelles la densité de peuplement est très élevée. Dans le reste des peuplements, les forestiers maintiennent un capital proche de 30 m²/ha, dans la fourchette préconisée dans la typologie forestière du massif vosgien pour des peuplements majoritairement en croissance active.

Dans une gestion en futaie régulière, la surface terrière augmente progressivement de la phase de jeunesse jusqu'à arriver à un peuplement plus âgé. La forte densité du peuplement dans la phase de jeunesse permet au forestier d'assurer le gainage et la bonne formation des futurs arbres d'avenir. Puis, une fois les peuplements plus âgés, les forestiers contrôlent puis font progressivement diminuer la densité du peuplement afin de garantir une surface terrière stable dans le temps et assurer ainsi la bonne croissance du peuplement.

Dans une gestion en futaie irrégulière, le couvert forestier est toujours existant et il existe des arbres de tous diamètres. Tout au long de la vie du peuplement, le forestier maintient une surface terrière stable, sans avoir à se préoccuper des phases de jeunesse du peuplement.

- **Structuration verticale et horizontale du peuplement**

Le mode de sylviculture mis en place dans la forêt va influencer directement la structuration verticale et horizontale du peuplement.

Dans un mode de gestion régulière, on retrouve un étage prédominant par parcelle. Tous les étages seront représentés dans la forêt, mais ils seront spatialisés dans l'espace, par plage. Ainsi, en traversant la forêt, on pourra apercevoir des zones ouvertes, composées de peuplements très jeunes, au stade de semis ou de fourrés, très denses et souvent impénétrables, mais ne faisant pas plus de 3 mètres de haut, puis des peuplements plus âgés, encore denses, avec une majorité de petits bois, mais dans lesquels la lumière pénètre difficilement, puis des parcelles en maturation avec des arbres de plus en plus gros, pour parvenir à des parcelles en régénération, très ouvertes où l'on pourra distinguer les gros semenciers dominant la jeune régénération.

La gestion en futaie irrégulière, idéalement, assure la présence de tous les étages sur chaque portion de forêt. Ainsi, de la régénération pourra côtoyer des petits bois, des bois moyens et des gros bois au sein d'une même parcelle. Le mélange des étages, soit pied par pied, soit par bouquet, se retrouve sur l'ensemble de la propriété. Ainsi, où que l'on soit dans la forêt, on pourra voir la même forme de peuplement présentant à la fois de la régénération, des petits bois, des bois moyens et des gros bois.

Cas d'étude

Lors de nos cas d'étude, nous avons pu voir qu'il existait parfois de profondes différences entre le traitement appliqué et la structure réelle du peuplement.

Si la forêt communale de Lautenbachzell, gérée en futaie régulière, a une structure régulière, ce n'est pas le cas dans la 1re série de la forêt communale de Fréland, où, à l'exception des parcelles issues de plantations, les peuplements ont un aspect moins régulier.

Enfin, la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang, officiellement gérée en futaie régulière, mais, dans les faits, plutôt gérée de manière irrégulière, a une structure irrégulière.

4.3.2 Influence de la gestion forestière sur les essences

- **Choix des essences objectifs**

Quel que soit le mode de gestion forestière mis en place, le forestier va favoriser certaines essences en fonction des stations forestières, mais aussi en fonction du contexte économique et des objectifs recherchés : production de bois, aspects paysagers, aspects environnementaux… Ainsi, la demande croissante en bois après la Seconde Guerre mondiale a encouragé les forestiers à planter, lorsque cela était possible, des essences à croissance rapide telles que l'épicéa ou le douglas. De même dans

les Hautes Vosges, les forestiers, par leurs interventions régulières tout au long de la vie du peuplement, ont préféré favoriser le sapin, de meilleure qualité et plus rentable, au hêtre.

Cas d'étude

Cette vague de plantations et d'enrésinement est encore visible dans les forêts vosgiennes. Ainsi, dans la forêt communale de Fréland, on trouve encore plusieurs parcelles d'épicéas pures, issues des plantations des années 1960-1970, qui n'ont encore jamais été éclaircies.

- **Exploitation des différentes essences**

Par ailleurs, le forestier, en choisissant des essences objectifs, fixe aussi leurs âges d'exploitabilité. À titre d'exemple, dans des bonnes stations, on estime l'âge d'exploitabilité du sapin à 100 ans, de même que pour le hêtre et l'épicéa. Le douglas, lui, a un âge d'exploitabilité moyen de 80 ans et le pin sylvestre, un âge d'exploitabilité moyen de 150 ans. Ces âges d'exploitabilité dépendent des diamètres d'exploitabilité, fixés en fonction de la croissance de l'arbre, mais aussi des conditions de vente des bois. Le tableau 1 ci-dessous présente les âges et diamètres d'exploitabilité des principales essences.

Tableau 1 : Âge et diamètre d'exploitabilité des principales essences forestières (ONF, 2008)

Essence	Âge d'exploitabilité	Diamètre d'exploitabilité
Sapin	90 à 120 ans	45 à 60 cm
Épicéa	90 à 120 ans	45 à 60 cm
Pin sylvestre	140 à 160 ans	45 à 70 cm
Douglas	60 à 100 ans	50 à 75 cm
Hêtre	90 à 120 ans	45 à 65 cm
Fruitiers	60 à 80 ans	40 à 60 cm

La gestion en futaie régulière par la méthode du groupe de régénération strict organise les coupes en fonction de chaque parcelle et de la phase dans laquelle elle se trouve. Une parcelle est inscrite dans le groupe de régénération lorsque l'on a atteint l'âge d'exploitabilité de l'essence objectif principale. Une fois inscrite dans le groupe de régénération, tous les arbres sont récoltés, en une seule ou plusieurs coupes, y compris les arbres d'autres essences n'ayant pas encore atteint leur âge d'exploitabilité, ce qui peut entraîner quelques sacrifices d'exploitabilité. La gestion par la méthode du groupe de régénération élargi, en augmentant la durée de la phase de récolte, peut limiter ces sacrifices d'exploitabilité, mais entraînera généralement une irrégularisation du peuplement. Les forestiers, dans un mode de gestion en futaie régulière, chercheront donc généralement à favoriser des essences d'âges d'exploitabilité proches.

À l'opposé, la gestion en futaie irrégulière considère le peuplement arbre par arbre ou bouquet par bouquet. La récolte des bois est progressive au fur et à mesure que les arbres atteignent leur diamètre d'exploitabilité, limitant ainsi les sacrifices d'exploitabilité. Ce mode de gestion est donc plus facilement applicable à des peuplements avec des essences d'âges d'exploitabilité très variés.

Cas d'étude

Dans nos différents cas d'étude, le choix des essences forestières a une importance forte sur les peuplements mûrs.

Ainsi, dans les forêts communales de Fréland et de Lautenbachzell, où les résineux ont été favorisés à travers les éclaircies et les plantations, on observe maintenant un fort manque de hêtres et autres feuillus dans les peuplements mûrs. Maintenant, les forestiers tentent de corriger les proportions de résineux et de feuillus en conservant un maximum de feuillus, notamment ceux qui ont un intérêt pour la faune comme le sorbier des oiseleurs.

- **Régénération naturelle**

Par ailleurs, l'organisation des coupes de bois peut aussi favoriser certaines essences par rapport à d'autres.

Ainsi, lors de la phase de régénération en futaie régulière, différentes coupes sont réalisées dans le but d'apporter de la lumière au sol et de favoriser la régénération naturelle en dessous du peuplement mûr avant de récolter tous les bois. Ces coupes sont rapides, avec une rotation courte et entraînent une ouverture importante du couvert forestier dans un délai court, apportant beaucoup de lumière au sol. Ces coupes favorisent donc les espèces héliophiles telles que l'épicéa, qui ont une forte poussée de croissance dès la mise en lumière. Au contraire, la gestion en futaie irrégulière n'entraîne pas d'ouverture brusque du couvert forestier. L'apport de lumière est très progressif, sous un couvert forestier toujours conséquent. Ces coupes vont alors favoriser des essences d'ombres telles que le sapin, qui régénèreront plus facilement.

4.3.3 Influence de la gestion forestière sur la répartition dans les classes d'âge ou de diamètre

- **Diamètre d'exploitabilité**

Quel que soit le mode de gestion forestière mis en place, régulière ou irrégulière, les diamètres d'exploitabilité choisis par les forestiers sont équivalents (cf. tableau 1). Comme nous le disions auparavant ces diamètres sont déterminés en fonction de la croissance des bois mais sont aussi influencés par les conditions de vente.

Actuellement, on remarque que les scieries sont presque toutes équipées du même type de matériel, qui peut accepter des bois allant jusqu'à un diamètre de 60 cm, mais optimisé pour des bois de 50 à 55 cm de diamètre. Les bois de plus gros diamètre, de 70 cm et plus, sont alors difficiles à vendre car peu de scieries les acceptent. Afin d'assurer la vente de leur bois, les forestiers sont donc amener à réduire les diamètres d'exploitabilité.

Cas d'étude

Dans les trois forêts étudiées, on observe un problème d'écoulement des gros bois et très gros bois car l'industrie recherche des bois d'un diamètre de 50-55 cm maximum. Comme les diamètres d'exploitabilité étaient auparavant de 60 cm, ceux-ci ont été abaissés.

Le non-écoulement des gros bois entraîne un problème de surcapitalisation dans les peuplements âgés, où la densité augmente progressivement sans pouvoir être réduite par des coupes car celles-ci seraient invendues. Ce problème est très difficile à résoudre pour les forestiers et entraîne de nombreuses questions quant aux parcelles surcapitalisées.

4.3.4 Synthèse

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des impacts des différents modes de gestion forestière sur les principales caractéristiques de l'écosystème forestier.

Tableau 2 : Synthèse des influences de la gestion forestière sur les principales caractéristiques de l'écosystème forestier

	Futaie régulière	Futaie irrégulière
Composition de la strate arborée	Quel que soit le mode de gestion pratiqué, les essences majoritaire de la strate arborée correspondent aux essences que le forestier a décidé de favoriser	
Densité du peuplement	Très forte au départ Diminution progressive au cours des différentes phases de la vie du peuplement	Sauf événement climatique majeur, sensiblement constante dans l'espace et dans le temps
Structuration horizontale et verticale du peuplement	Un étage dominant par parcelle Répartition par plages des différents stades de développement	Tous les étages présents dans chaque endroit du peuplement Répartition diffuse des différents stades
Répartition par classe d'âge ou de diamètre	Une classe de diamètre majoritaire par parcelle	Tous les diamètres présents dans chaque endroit du peuplement

Le tableau 2 ci-dessus présente les impacts de deux extrêmes en matière de gestion forestière. Il convient donc de nuancer ces résultats. Ainsi, dans les Hautes Vosges, la gestion forestière mise en place se situe entre ces deux extrêmes, plus ou moins proche de l'un ou de l'autre en fonction des conditions de terrain et de la volonté du propriétaire.

La modification des caractéristiques de l'écosystème forestier par la gestion forestière pourra à son tour impacter d'autres caractéristiques de l'écosystème forestier, comme par exemple la composition florale.
L'ensemble des caractéristiques de l'écosystème forestier et les variations de celles-ci liées à la gestion forestière ont une influence (qualitative ou quantitative) sur les différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers.
Dans la prochaine partie, nous présentons quels sont les liens existant entre les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers et les caractéristiques de celui-ci.

4.4 Impacts de la gestion forestière sur les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers

Les différentes caractéristiques d'un écosystème forestier et leurs variations peuvent influencer l'expression des différents biens et services potentiellement fournis par un écosystème forestier. Nous allons maintenant étudier, pour chaque bien et service, quelles caractéristiques de l'écosystème forestier lui permettent de s'exprimer et comment les variations de ces caractéristiques peuvent modifier cette expression.

4.4.1 Offre d'habitats

L'offre d'habitats concerne tout à la fois les habitats présents, ainsi que les espèces qu'ils abritent.
La composition floristique de l'écosystème forestier dépendra des sols présents, mais aussi de la densité du peuplement. En effet, la flore est sensible, à des niveaux variables, au niveau trophique des sols, déterminé en partie par leur capacité à libérer des éléments minéraux, ainsi qu'aux apports de lumière. On ne trouvera donc pas les mêmes espèces sur des sols acides ou des sols neutres, tout comme il existe des espèces de lumière et des espèces d'ombres. Par exemple, les sols très acides, riches en aluminium, sont propices à la myrtille, et on en trouvera beaucoup plus dans des milieux ouverts (lisières et chaumes) qu'en forêt, car il s'agit d'une espèce héliophile en altitude.

Cas d'étude

Dans la forêt communale de Fréland, on note la présence de *Lycopodium clavatum*. Cette ptéridophyte, rare, est une espèce héliophile ou de demi-ombre, aimant des sols secs à frais, pauvres en base et au pH acide, sur des matériaux siliceux.

Par ailleurs, la composition de la strate arborée, la structuration horizontale et verticale du peuplement, ainsi que la répartition des classes d'âge ou de diamètre pourront aussi intervenir au niveau des habitats pour la faune.

Cas d'étude

La forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang abritait dans les années 1990 six à sept couples de Grand Tétras. Actuellement, la population a beaucoup diminué. Seuls quelques individus ont été observés au cours des trois dernières années, sans qu'il y ait d'indices de reproduction ni de données sur des places de chants dans la forêt.
Le Grand Tétras recherche des forêts mixtes assez âgées, avec de gros spécimens, comme habitat principal. Or, actuellement, les espaces sommitaux, où l'on a le plus de probabilité de trouver des populations de Grand Tétras, sont majoritairement couverts par de jeunes futaies, essentiellement de hêtres. Il faut donc essayer de retourner à un habitat plus favorable au Grand Tétras.

4.4.2 Équilibres écologiques

4.4.2.1 Un processus de régénération naturelle difficile à contrôler

La composition de la strate arborée est importante pour maintenir les équilibres écologiques. En effet, puisque la strate arborée fournit les semenciers assurant la production de graines pour la régénération naturelle du peuplement, il serait difficile d'assurer la pérennité de la hêtraie-sapinière vosgienne s'il n'y avait aucun hêtre dans le peuplement mûr, de même qu'il paraît difficile de régénérer du sapin sous une pessière.
Par ailleurs, la densité du peuplement peut fortement influencer les équilibres écologiques au sein de l'écosystème forestier, et notamment au niveau des processus de régénération naturelle. En effet, lorsque la régénération est mise en lumière, par une diminution de la densité du peuplement (ouverture du couvert forestier), les essences de lumière, telles que l'épicéa, se régénèreront facilement et auront une forte croissance dans leur phase de jeunesse. À l'opposé, le sapin, en tant qu'essence d'ombre, à croissance lente, sera dominé et disparaîtra petit à petit du peuplement. Ainsi, si le peuplement reste à une densité suffisamment élevée, sans ouverture trop importante du couvert, les essences de lumière pourront moins se développer et le sapin pourra se régénérer à l'ombre du couvert, assurant la pérennité de la hêtraie-sapinière.

De la même manière, la structure horizontale et du peuplement avec, pour la futaie régulière, des parcelles atteignant le même stade de développement avec des arbres de même classe d'âge, et pour la futaie irrégulière, une présence continue d'arbres de tout âge et de tout diamètre, influenceront aussi les apports de lumière au sol et la densité du peuplement et, en conséquence, le processus de régénération naturelle.

Cas d'étude

Nos cas d'étude regorgent de situations où la régénération naturelle est délicate.
Dans la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang, les grandes coupes de régénération mises en place ont favorisé le hêtre, qui a littéralement envahi tout l'espace disponible ne permettant qu'à très peu de jeunes sapins la possibilité de se développer. Depuis que les coupes de régénération classiques ont été arrêtées et que les forestiers récoltent progressivement les bois lorsqu'ils arrivent à maturité, même si le sapin reste quand même difficile à régénérer, on trouve des jeunes plants et des perches de sapin en quantité suffisante dans environ la moitié du peuplement.
Dans la forêt communale de Fréland, les résultats après des coupes de régénération montrent eux aussi la difficulté du sapin à se régénérer, concurrencé cette fois par la régénération d'épicéas.

4.4.2.2 Des peuplements avec peu de bois âgés

Afin de s'adapter aux contraintes du marché, les forestiers sont obligés de diminuer les diamètres d'exploitabilité. Cette exploitation plus précoce des bois limite l'apparition de bois vieux, sénescents ou morts dans le peuplement puisqu'ils sont majoritairement exploités avant d'avoir pu atteindre ce stade. Or, les bois âgés font partie de la vie d'un écosystème forestier « complet ». En coupant les arbres avant qu'ils aient pu atteindre ce stade, les gestionnaires ne laissent pas apparaître cette strate dans les peuplements et ceci entraîne un déséquilibre au niveau des équilibres écologiques. La présence d'arbres vieux, sénescents ou morts dépend donc de la volonté et des politiques mises en place par le gestionnaire.

Cas d'étude

Dans les forêts communales de Fréland et de Lautenbachzell, les forestiers ont mis en place une politique d'îlots de vieillissement et de sénescence dans des peuplements productifs afin d'assurer un minimum la présence d'arbres vieux, sénescent et morts dans le peuplement.
À l'inverse, dans la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang, le gestionnaire préfère ne pas mettre en place d'îlots localisés, mais sélectionne et marque des arbres vieux et morts, disséminés dans l'ensemble du peuplement, qu'il suivra au fil du temps. En plus de ces arbres, le gestionnaire laisse non exploitées les parcelles trop pentues et rocheuses. Deux de ces parcelles constituent une réserve biologique.

La mise en place d'îlots de vieillissement et de sénescence dans les peuplements peut porter à controverse. En effet, certaines personnes pourrait voir cette mesure comme une « compensation » permettant de cautionner par ailleurs des pratiques moins louables dans le reste des peuplements.
À l'inverse, la présence d'arbres vieux, sénescents ou morts s'insérera beaucoup mieux dans un peuplement traité en futaie irrégulière puisque, tous les âges et stades de développement étant

présents en chaque point de la forêt, ces arbres font partie de l'évolution du peuplement et ce, d'autant plus que ces arbres seront répartis dans l'ensemble de la forêt.

4.4.3 Cycle des éléments minéraux et formation des sols

4.4.3.1 L'acidification des sols : une conséquence de la prédominance des résineux

Le feuillage des sempervirents est généralement difficilement décomposable et donne un humus riche en acide organique, plus acidifiant que l'humus issu du feuillage des feuillus. Par ailleurs, le feuillage persistant des résineux collecte plus de dépôts acides que le feuillage de feuillus, caduques.
Comme les résineux, en altitude, donnent des bois de meilleure qualité que les feuillus, dans un objectif de production, quel que soit le type de traitement mis en place, les forestiers ont tendance à favoriser essentiellement des résineux à feuillage acidifiant (sapin, épicéas). Ce faisant, ils augmentent les proportions de ces résineux dans les peuplements mûrs, ce qui aggrave le processus d'acidification des sols.

Cas d'étude

Dans nos trois cas d'étude, les forestiers, conscients de risques liés à l'acidification des sols, veulent assurer la présence d'une proportion suffisante d'essences à feuillage se décomposant bien, et notamment feuillues, dans les peuplements mûrs pour limiter le processus d'acidification.

4.4.3.2 Les prélèvements de bois : un facteur d'augmentation du processus d'acidification

Dans les forêts non exploitées, les nutriments prélevés par les arbres au cours de leur croissance retournent au sol lorsque les arbres meurent et sont décomposés. Le bilan, du point de vue des éléments nutritifs, est donc nul au cours du temps.
Quel que soit le mode de gestion mis en place, l'exploitation des arbres arrivés à maturité et leur exportation vers des entreprises de la filière bois entraîne une perte en éléments nutritifs au sein de l'écosystème. Lorsque la dégradation des roches mères n'apporte pas assez d'éléments nutritifs pour compenser ces pertes, on observe une diminution du niveau de saturation des sols, ce qui contribue au processus d'acidification.
En outre, plus la durée d'exploitabilité est faible, plus l'exportation des éléments minéraux est forte, ce qui peut poser certains problèmes sur des sols pauvres comme ceux présents dans les Hautes Vosges.

Cas d'étude

Dans nos trois cas d'étude, la volonté de laisser des arbres vieux, sénescents ou morts dans le peuplement et de laisser les rémanents dans les parcelles exploitées permet de limiter cette contribution au processus d'acidification.

4.4.4 Production de bois

Le mode de gestion mis en place influence peu les volumes totaux de bois exploités. En effet, quel que soit le mode de gestion mis en place, afin de garder un équilibre et assurer la pérennité du peuplement, les volumes prélevés équivaudront aux accroissements en volume.
Le mode de gestion choisi peut par contre avoir des conséquences sur les sacrifices d'exploitabilité. Par exemple, en futaie régulière, lors d'une coupe de régénération définitive, tous les arbres sont exploités, y compris ceux qui n'ont pas encore atteint leur diamètre d'exploitabilité, ce qui peut entraîner quelques sacrifices d'exploitabilité.
Par ailleurs, le mode de gestion mis en place peut avoir des effets sur la qualité des bois. Par exemple, en futaie irrégulière, les jeunes arbres seront dans des peuplements moins denses qui auront moins d'effet d'élagage naturel. À moins d'une intervention sur les arbres d'avenir, les jeunes arbres pourraient donc avoir plus de nœuds et être de moins bonne qualité.

4.4.5 Chasse

Le mode de gestion forestière choisi influence la répartition des ressources nutritives pour le grand gibier. En effet, celui-ci se nourrit principalement d'herbacées et de jeunes arbustes. Les jeunes pousses de sapin, particulièrement appétantes, sont très appréciées par le grand gibier.
Avec une gestion en futaie régulière, les zones les plus intéressantes pour le gibier correspondent aux parcelles de régénération. Très ouvertes par rapport aux autres parcelles, celles-ci sont plus riches en herbacées ainsi qu'en jeunes arbres et arbustes. De ce fait, le gibier se nourrit essentiellement dans les parcelles en régénération, concentrant les dégâts liés à l'abroutissement (sur les jeunes plants de sapin) à ces parcelles. On peut parfois, lorsque les populations sont importantes, rencontrer alors de sérieux problèmes pour assurer la régénération et la pérennité du peuplement.
À l'opposé, avec une gestion en futaie irrégulière, la régénération est présente sur toute la surface du peuplement. Le gibier peut donc trouver de la nourriture dans n'importe quelle partie de la forêt. Ce faisant, la pression du gibier semble beaucoup moins forte car elle est diluée sur l'ensemble de la forêt.

Cas d'étude

Dans les forêts communales de Fréland et de Lautenbachzell, où les peuplements ont des structures relativement régulières, avec une répartition localisée des jeunes peuplements ouverts ou en régénération, les dégâts liés aux abroutissements sont très importants et nécessitent d'importants moyens de prévention pour assurer la régénération du sapin.

Dans la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang, où la structure du peuplement est beaucoup plus irrégulière, on ne rencontre pas ces problèmes de dégâts liés aux abroutissements. S'il est vrai que les densités de population sont moins élevées dans cette forêt, on constate une augmentation récente de celle-ci, avec l'apparition de dégâts dans certaines parties de la forêt.

4.4.6 Cueillette

De manière générale, il existe peu de données sur les impacts de la gestion forestière sur les produits (hors bois) qui peuvent être récoltées en forêt.

On peut noter une étude réalisée en 2007 par l'INRA de Bordeaux, sur la diversité des champignons dans les forêts résineuses gérées des Landes. Pour la myrtille, produit très prisé, on en récolte très peu en forêt. En effet, la myrtille étant une plante héliophile, elle a besoin d'apports importants en lumière. Les milieux forestiers étant généralement peu ouverts, on y trouve peu de myrtilles.

Le mode de gestion forestière mis en place peut toutefois influencer la quantité de myrtilles présentes. Ainsi, sur des terrains similaires, répondant aux besoins de la myrtille, on pourra potentiellement trouver plus de myrtilles dans des parcelles gérées en futaie régulière en cours de régénération, que dans des parcelles gérées en futaie irrégulière. En effet, la gestion en futaie irrégulière assure un couvert forestier continu, qui limite donc les apports en lumière au sol alors que la gestion en futaie régulière, avec les coupes de régénération, apporte d'importantes quantités de lumière au sol.

Cas d'étude

Dans la forêt communale de Fréland, le massif du Kalblin est très prisé par les cueilleurs de myrtilles, qui en trouvent en quantité à cet endroit. En effet, les sols sont très acides et les peuplements, majoritairement de pins, sont relativement ouverts, ce qui est très favorable au développement de la myrtille.

4.4.7 Eau

Le processus d'acidification des sols décrit ci-dessus (§ 4.4.3), a des impacts directs sur l'acidité de l'eau. Les sols recevant de plus en plus d'acides et étant de moins en moins capables de les neutraliser, les eaux, en s'infiltrant à travers les sols, entraînent les acides en trop et deviennent en conséquence de plus en plus acides. Le choix des essences, et le contrôle des exportations

d'éléments minéraux est donc important pour assurer une qualité d'eau qui nécessite peu de traitement avant consommation.
Les forestiers ont la possibilité, en plus des activités « traditionnelles », de mettre en œuvre des amendements calco-magnésiens qui peuvent, à terme, en fonction des sols et sous-sols, avoir de réels impacts sur l'acidité des sols et donc des eaux, limitant ainsi les traitements ultérieurs (Bonneau, 2004).

4.4.8 Risques (érosion, crues)

La forêt joue un rôle important en termes de préventions des risques naturels, notamment grâce à une couverture forestière continue.
Dans une gestion en futaie régulière, lors des coupes de régénération, des ouvertures fortes du couvert forestier sont réalisées. Les pluies sont beaucoup moins interceptées par le feuillage et les sols sont beaucoup moins couverts, ce qui entraîne des risques accrus d'érosion ou de coulées de boues en cas de fortes pluies.

Cas d'étude

Dans la forêt communale de Fréland, une parcelle a été totalement interdite d'interventions afin de garantir un couvert forestier important limitant les risques de chutes de pierres pouvant endommager les habitations situées en dessous de cette parcelle.

4.4.9 Stockage de carbone

Il n'existe pas de données, à l'échelle d'une forêt complète, sur les impacts de la gestion forestière sur le carbone stocké. Telle que nous l'avons calculée dans le § 3.2.4.3, la quantité de carbone capté par les arbres ne varie *a priori* pas en fonction du mode de gestion pour une même productivité forestière.
Toutefois, la gestion mise en place a un impact sur la répartition dans l'espace du carbone stocké. Ainsi, dans une gestion en futaie régulière, on aura des parcelles mûres avec de grandes quantités de carbone stocké, et des parcelles jeunes pauvres en carbone, alors que dans une gestion en futaie irrégulière, on trouvera, hors légère variation, les mêmes quantités en tout endroit du peuplement.

4.4.10 Activités de loisirs et tourisme

On distingue deux comportements différents chez les visiteurs des Hautes Vosges. Les locaux, habitant à proximité des Hautes Vosges, viennent en forêt pour se promener et pratiquer des activités de plein air. Les visiteurs régionaux et les touristes ont plutôt tendance à traverser la forêt pour aller vers d'autres lieux : des zones d'activités sportives (stations de ski, départ de parapente…) ou des points de vue ou autres lieux touristiques (ferme auberge…). Ainsi, les activités prenant réellement

place en forêt nécessitent peu d'installations. Il s'agit essentiellement de chemins balisés, avec parfois la présence de maisons ou chalets forestiers ouverts au public.
Dans les faits, les réactions face au type de gestion forestière mis en place vont dépendre de la sensibilité de chaque visiteur. On note toutefois une forte tendance de refus de grandes coupes rases comme cela se pratiquait autrefois. En conséquence, les forestiers font maintenant attention, lors des coupes, à l'impact sur le paysage et, notamment en bordure de zone d'accueil du public, de limiter les interventions dans un rayon proche.

Cas d'étude

Dans les trois forêts de nos cas d'étude, seules quelques routes sont ouvertes aux véhicules, ceci afin de garantir les accès aux points sommitaux lorsqu'il y existe des installations et notamment des fermes auberges. Toutes les autres routes et pistes forestières sont interdites aux véhicules, ce qui limite la pénétration du public en forêt aux promeneurs et randonneurs qui suivent les sentiers balisés.

4.4.11 Paysages

Les avis sur l'aspect esthétique de la forêt et des modifications liées aux modes de gestion forestière mis en place sont très subjectifs et dépendent fortement de la sensibilité des gens qui regardent ce paysage.
La sensibilité paysagère des forêts dépendra toutefois de leur localisation. Les impacts d'une coupe n'auront pas le même effet sur le regard des gens et leurs réactions, si cette coupe est réalisée dans une forêt très visible ou dans une forêt reculée, inaccessible et peu visible.

4.4.12 Synthèse

Le tableau 3 ci-dessous indique les caractéristiques de l'écosystèmes forestiers qui influencent l'expression des différents biens et services et donne une idée de l'importance de des impacts de la gestion forestière sur ces biens et services.

Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques de l'écosystème forestier influençant les différents biens et services fournis par ceux-ci et bilan qualitatif des impacts de la gestion forestière sur leur expression

		Principales caractéristiques de l'écosystème forestier				Impact de la gestion forestière	
		Composition de la strate arborée	Densité du peuplement	Structuration verticale et horizontale	Répartition par classe d'âge ou de diamètre	Futaie régulière	Futaie irrégulière
Biens et services fournis par les écosystèmes forestiers	Offre d'habitats	X	X	X	X	+/-	+/-
	Équilibres écologiques	X	X		X	+/-	+/-
	Cycles des éléments minéraux et formation des sols	X			X	+/-	+/-
	Production de bois	X	X		X	+	+
	Chasse		X	X		?	?
	Cueillette	X	X	X	X	?	?
	Eau	X			X	?	?
	Risques de crues et d'érosion	X	X	X		-	+
	Stockage de carbone	X			X	?	?
	Activités de loisirs et tourisme	X	X	X	X	+/-	+
	Paysages	X	X	X		-	+

Après avoir caractérisé les différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers dans les Hautes Vosges et étudié les impacts de différents modes de gestion forestière sur l'expression de ces différents biens et services, nous allons maintenant aborder la question de leur évaluation économique.

5 L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à la valeur économique de chaque bien et service fourni par les écosystèmes forestiers des Hautes Vosges en listant les données et méthodes disponibles pour parvenir à une estimation de ces valeurs. Ensuite, nous nous intéresserons plus particulièrement à la valeur économique de la biodiversité en utilisant des méthodes de transfert de valeurs.

5.1 L'évaluation des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers

Nous allons considérer dans cette partie chaque bien et service et voir s'il fait déjà l'objet d'un marché et de quelles données et méthodes nous disposons pour parvenir à une estimation de leur valeur.

5.1.1 Des biens soumis à un marché, avec une valeur existante

Parmi les différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, certains font déjà l'objet d'un marché et il est donc d'ores et déjà possible de leur attribuer une valeur commerciale.

Ainsi, la valeur du service de production de bois peut être estimée en sommant les revenus liés à l'exploitation et la vente de bois à la valeur ajoutée liée à l'utilisation et la transformation de ce matériau bois par la filière, et en prenant en compte les emplois liés à la filière forêt-bois.
En supposant que les prélèvements annuels sont équivalents à l'accroissement moyen annuel, déterminé à 10,3 m^3/ha/an pour la région forestière des Vosges Cristallines (IFN), on peut ainsi parvenir à une première estimation des volumes potentiellement prélevables dans les Hautes Vosges de l'ordre de 875 000 m^3/an. En prenant un prix de vente compris entre 30 et 50 €/m^3, on obtient ainsi une première fourchette pour la valeur des bois potentiellement prélevables en forêts comprise entre 26 et 43 millions d'euros. Cette valeur ne concerne toutefois que les bénéfices tirés de la vente des bois pour le propriétaires et ne prend nullement en compte les bénéfices tirés de la plus-value ajoutée par la transformation des bois non plus que les emplois créés. La valeur totale de la production de bois pour les Hautes Vosges devrait donc être supérieure.

De même, la valeur de la chasse peut s'estimer à partir du nombre de chasseurs, des loyers de chasse et des différentes adhésions et bracelets payés pour pratiquer cette activité.
Une étude nationale a estimée qu'un chasseur dépensait annuellement 1590 €/an pour pratiquer cette activité : permis, loyer de chasse, matériel, déplacement et restauration… En supposant qu'entre 5 000 et 10 000 chasseurs pratiquent cette activité dans les Hautes Vosges, on obtient ainsi une première estimation de l'importance de la chasse de l'ordre de 10 à 20 millions d'euros. Cette valeur

est toutefois à prendre avec précaution, d'une part, parce que le nombre de chasseurs pratiquant réellement cette activités n'est pas connu pour le secteur des Hautes Vosges et d'autre part, parce la valeur des dépenses par chasseur obtenue à l'échelle nationale n'est pas forcément adaptée au contexte local, notamment alsacien, avec de nombreux chasseurs étrangers pouvant dépenser d'importantes sommes pour pratiquer cette activité.

Par ailleurs, les menus produits récoltés tels que les champignons et les myrtilles ont souvent un prix de marché. Cependant, il peut être difficile d'arriver à une estimation précise de la valeur de la cueillette car les quantités récoltées, principalement pour l'autoconsommation, sont généralement peu connues.

Enfin, depuis 2005, il existe un marché d'échanges des quotas d'émissions de carbone. Celui-ci nous permet donc d'approcher la valeur d'une tonne de carbone émise et, en balance, la valeur d'une tonne de carbone stockée. La modélisation du fonctionnement d'un écosystème devrait nous permettre, à terme, d'arriver à une quantité de carbone stocké dans l'écosystème forestier. Cette modélisation, en prenant en compte un certain nombre de caractéristiques de l'écosystème forestier, nous permettra alors de connaître les quantités de carbone stockées celui-ci et donc de pouvoir évaluer la valeur de ce service de stockage du carbone.

À côté de ces biens et services marchands, il existe des biens et services qui ne le sont pas mais qui pourrait l'être dans un futur plus ou moins proche, et que l'on peut parvenir à estimer assez facilement.

5.1.2 Des biens et services potentiellement marchands, dont une partie de la valeur peut être approchée

Il est parfois possible d'attribuer une valeur à des ressources génétiques, notamment lorsque l'on considère celles-ci comme étant un réservoir de gènes et de molécules qui pourraient, dans le futur, être exploités pour créer de nouveaux produits, notamment dans les industries pharmaceutiques et agroalimentaires.

La valeur accordée aux équilibres écologiques dans les écosystèmes forestiers peut être en partie estimée par les efforts réalisés par les forestiers pour assurer la pérennité du peuplement.

L'approvisionnement en eau de qualité fait l'objet d'un marché. L'importance de la forêt dans la délivrance de ce service peut s'estimer à partir des quantités d'eau prélevées en forêt. Les effets de la forêt sur la qualité de l'eau sont variables et peuvent être comparés à une situation initiale en observant les coûts des traitements nécessaires ou rendus inutiles grâce à l'écosystème forestier.

La valeur du service de protection et de prévention de ces risques par la forêt peut s'estimer à partir des coûts des dégâts que ces risques naturels pourraient entraîner si la forêt disparaissait. Cependant, cette estimation n'est applicable que dans les zones définies comme des zones à risques. En dehors de celles-ci, il est difficile de prévoir l'impact de la forêt sur ces risques naturels.

La valeur accordée par le public aux activités de loisirs et au tourisme dans les forêts vosgiennes peuvent être approchée à partir des coûts que ce public serait prêt à supporter pour pouvoir continuer à profiter de ce service : coûts de transports, droits d'entrée… Ainsi, en utilisant les résultats d'une étude basée sur la méthode des coûts de transport, réalisée par le LEF en 2002 et en considérant les 4,5 millions de visiteurs potentiels pour le parc, on obtient une première valeur de l'ordre de 160 millions d'euros/an. Toutefois, cette valeur n'est pas directement applicable aux forêts des Hautes Vosges, en partie parce que la forêt est avant tout traversée et non pas pratiquée et que les lieux de visites sont majoritairement hors forêt.

5.1.3 Des biens et services non marchands, dont la valeur ne peut pas être estimée facilement

Enfin, il existe des biens et services qui sont très difficilement estimables, soit parce qu'ils sont méconnus, soit parce qu'ils sont très subjectifs et liés à la perception des choses.

Ainsi, à moins de réaliser un inventaire exhaustif des habitats, de la faune et de la flore présents sur un lieu, l'offre d'habitats est un service difficilement définissable et rarement connu en totalité, d'autant que les surfaces étudiées dans notre cas sont très grandes. En conséquence, la valeur de ce service est incalculable directement. Il est possible de demander au public son consentement à payer pour conserver cette offre d'habitats. Les résultats seront alors variables. Si on lui présente un habitat ou une espèce reconnu ou emblématique, la population sera prête à payer plus que pour conserver une offre d'habitats « ordinaires » ou méconnus alors que ceux-ci sont aussi importants que les habitats ou espèces emblématiques.

De la même manière, la valeur des paysages créés par les écosystèmes forestiers pourrait potentiellement être estimée à partir du consentement à payer d'une population pour les conserver, mais les résultats attendus seront alors très variables, en fonction de la sensibilité et des perceptions que les gens ont de ces paysages.

Le tableau 4 ci-dessous présente un récapitulatif de ces données et méthodes, ainsi que les études déjà réalisées, lorsqu'il y en a eu, et les résultats obtenus.

Tableau 4 : Synthèse des données et méthodes utiles à l'évaluation économique des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers

Biens et services	Valeurs marchandes	Données potentiellement disponibles	Données manquantes	Méthodologie d'évaluation économique	Première estimation (en millions d'euros)
Offre d'habitats	Non	Types d'habitats, avec surface correspondante, mais non exhaustif	Valeur liée ou accordée à chaque type d'habitat, à chaque espèce…	Évaluation contingente	NC
Ressources génétiques	En partie	Aucune	Estimation de la diversité génétique	Méthode à préférences révélées	NC
Cycles des éléments minéraux et formation des sols	Non	Résultats des amendements liés à leur coût	-	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	NC
Équilibres écologiques	En partie	Coûts des actions mises en œuvre par les forestiers pour assurer la régénération du sapin	-	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	NC
Production de bois	Oui	Volumes commercialisés et prix de vente	-	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	26 à 43[2]
Chasse	Oui	Nombre de chasseurs, prix des permis, nombre de lots, loyers des lots	-	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	10 à 20[3]
Cueillette	Oui	Marchés de certains menus produits	Quantité récoltées	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	NC
Apport et qualité en eau	Oui	Coûts des traitements pour avoir de l'eau potable, quantité d'eau prélevée	-	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	NC
Protection contre certains risques naturels	En partie	Coûts liés aux assurances contre ces risques	Cartographie des zones à risques	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	NC
Stockage de carbone	En partie	Prix d'une tonne de carbone sur le marché des émissions	Quantité stockées	Méthodes basées sur les coûts ou bénéfices	NC
Activités de loisirs et tourisme	En partie	Quantité de visiteurs potentiels, Dépenses	Quel attrait pour la forêt ?	Méthodes des coûts de transport	160[4]
Paysages	Non	-	Quelles perceptions du paysage? Quelle valeur accordée ?	Évaluation contingente	NC

[2] Cette valeur ne prend en compte que les bénéfices tirés de la vente des bois pour les propriétaires forestiers.
[3] Cette valeur prend en compte toutes les dépenses liées à la pratique de cette activité par un chasseur (étude nationale).
[4] Cette valeur est uniquement applicable au parc dans son ensemble et non pas aux forêts des Hautes Vosges.

5.2 L'évaluation économique de la biodiversité

En 2002, le laboratoire d'économie forestière (LEF) a réalisé une étude d'évaluation contingente portant sur le consentement à payer des ménages français pour la conservation de la biodiversité dans les forêts françaises. Il ressort de cette étude que le consentement à payer moyen est de 15,2 €/ménage/an en 2002, ce qui, extrapolé à la population totale française, donne une valeur de la biodiversité de l'ordre de 362 millions d'euros par an. Cette valeur de la biodiversité forestière, ramenée à la surface forestière française totale, nous donne une valeur de 22,8 €/ha/an.
Il existe deux possibilités de transfert des valeurs obtenues dans cette étude. La première consiste à appliquer la valeur par hectare à la surface forestière des Hautes Vosges ; la seconde, à appliquer la valeur par ménage à une population proche des Hautes Vosges, intéressée par sa biodiversité.

5.2.1 Application d'une valeur par hectare

L'étude du LEF a donné une valeur par hectare de la biodiversité forestière de 22,8 €/ha/an en 2002. Avant d'appliquer cette valeur à la surface forestière des Hautes Vosges, il convient de l'actualiser en fonction de l'inflation. On obtient alors une valeur actuelle de 25,5 $€_{2009}$/ha/an que la population française serait prête à payer pour conserver la biodiversité des forêts françaises.
Le territoire des Hautes Vosges, d'une surface de près de 91 500 ha, est couvert à 93 % par des forêts. Dans ce territoire, on a donc une surface forestière de 85 095 ha. En appliquant la valeur actualisée obtenue à cette surface forestière, on se rend compte que la population française serait prête à payer 2,17 millions d'euros par an pour conserver la biodiversité dans les forêts des Hautes Vosges.

5.2.2 Application d'une valeur par ménage

D'après l'étude du LEF, les ménages français seraient prêts à payer 15,2 €/ménage/an pour la conservation de la biodiversité dans les forêts françaises. Actualisée en fonction de l'inflation, on obtient une valeur de 17,0 $€_{2009}$/ménage/an.
Nous savons que le parc naturel régional des Ballons des Vosges et principalement les Hautes Vosges attirent de nombreux visiteurs locaux et régionaux. On dénombre ainsi 4,5 millions de visiteurs potentiels se trouvant à moins de deux heures du parc. Nous supposerons ici que ces visiteurs potentiels sont intéressés par la biodiversité des forêts dans les Hautes Vosges et qu'ils seraient donc prêts à payer pour sa conservation. Afin de faciliter les calculs pour la suite, nous considérerons la population de l'Alsace, la Lorraine et la Franche-Comté réunies, ce qui constitue une population de 5,3 millions d'habitants, légèrement supérieure aux visiteurs potentiels.
Il est admis qu'un ménage compte 2,3 membres (données INSEE). La population considérée correspond alors à un ensemble de près de 2,3 millions de ménages intéressés par les Hautes

Vosges. En appliquant la valeur par ménage actualisée, obtenue ci-dessus, on obtient alors une valeur de 39,2 millions d'euros par an que cette population serait prête à payer pour conserver la biodiversité dans les forêts de ces trois régions.
En appliquant cette valeur à une population localisée en Lorraine, Alsace et Franche-Comté, il convient alors de ramener la valeur totale obtenue au pourcentage de forêt que les Hautes Vosges représentent dans ce grand territoire, soit 4,5 % de la surface forestière des trois régions considérées. On obtient alors une valeur de 1,77 million d'euros par an, ce qui est inférieur au résultat obtenu avec la méthode précédente.

5.2.3 Discussion des résultats

On obtient donc une valeur attribuée chaque année à la biodiversité des forêts des Hautes Vosges proches de deux millions d'euros par an.
Cette estimation est basée sur des hypothèses où l'on considère que toutes les forêts de France ont la même biodiversité, ce qui n'est pas le cas. Ainsi, des forêts monospécifiques issues de plantation sont moins riches en biodiversité que des forêts naturelles, dans lesquelles on peut supposer que la biodiversité a une valeur plus importante. La forêt des Hautes Vosges étant en grande majorité d'origine naturelle et abritant des espèces emblématiques non présentes dans les autres forêts de la région, on peut en conséquence supposer que la valeur réelle attribuée à sa biodiversité soit supérieure aux valeurs obtenues ici.
De plus, les gens étant généralement plus intéressés par ce qui leur est plus proche, ils seraient probablement prêts à payer plus pour conserver la biodiversité des forêts proches de chez eux que des forêts françaises en général.

6 DISCUSSIONS

6.1 Des politiques et mesures en opposition

On observe dans la société une attraction vis-à-vis du bois, matériau renouvelable et durable, par opposition au pétrole et ses dérivés. En s'appuyant sur ce phénomène pour développer la filière (bois énergie et bois construction), les politiques se multiplient afin de développer l'utilisation de ce matériau et aider ainsi les entreprises de la filière forêt-bois. Toutefois, celles-ci ne sont pas sans conséquences sur les écosystèmes forestiers. En effet, le développement de la filière bois et l'augmentation du nombre de consommateurs de ce matériau risquent entraîner un accroissement de la pression exercée sur les forêts, et en particulier sur les peuplements productifs déjà exploités.

D'un autre côté, on observe un développement des mesures en faveur de la conservation des écosystèmes forestiers, et notamment la mise en place de réseaux nationaux, européens et mondiaux de sites classés ou protégés, dans lesquels les activités humaines sont réglementées par des documents de gestion, voire, dans certains cas, totalement interdites.

Ces deux mouvements de politiques et de mesures se développant en parallèle, le risque existe qu'un jour, nous observions la présence de sanctuaires préservés, inviolables, riches en diversité, où un grand nombre de biens et services fournis par les écosystèmes forestiers pourraient s'exprimer, disséminés au milieu de zones de production pure, où peu de biens et services environnementaux s'exprimeraient et où la situation menacerait de se détériorer.

Les politiques commencent maintenant à réfléchir, grâce à des études et à l'évaluation économique, à une meilleure prise en compte de ces deux aspects pour arriver à les concilier sur le terrain.

6.2 Vers une meilleure prise en compte de la multifonctionnalité des forêts dans la gestion forestière

Certains biens et services environnementaux commencent maintenant à être pris en compte dans les documents de gestion.

Ainsi, les aménagements forestiers rédigés par l'ONF pour les forêts publiques doivent maintenant prendre en compte un certain nombre de besoins économiques et sociaux et décrire les habitats naturels et notamment préciser les données accessibles pour les sites ou espèces classés ou protégés.

Les principaux biens et services environnementaux présentés dans les aménagements forestiers concernent les plus connus d'entre eux : la production de bois, bien entendu, les activités de tourisme et de loisirs, la chasse, mais aussi l'eau et l'offre d'habitats dans une moindre mesure. Les aménagements décrivent brièvement chacun de ces biens et services, sans leur attribuer de valeur et, lorsque cela est nécessaire, ils donnent aussi des renseignements sur les réglementations en vigueur et les actions à mener pour ces biens et services. Les autres biens et services ne sont pas présentés

dans les documents d'aménagement soit parce qu'ils sont méconnus, trop complexes ou difficilement descriptibles ou explicables, soit parce qu'ils ne s'appliquent pas à l'échelle considérée dans ces documents.

Le fait que les biens et services environnementaux soient décrits dans les documents d'aménagement permet au forestier de les prendre en compte *a minima* dans les prises de décisions relatives à la gestion de la forêt. Toutefois, ces descriptions sont encore incomplètes et n'attribuent pas de valeurs à ces biens et services environnementaux. Afin de les prendre réellement en compte dans les décisions, il faudra développer les connaissances relatives à chaque bien et service et les analyser plus en profondeur pour voir ce qui peut modifier leur expression.

Enfin, il ne faut pas s'arrêter à la seule prise en compte de ces biens et services dans les documents d'aménagement. En effet, les échelles de ceux-ci ne correspondent pas forcément à l'échelle d'expression de ces biens et services et il faudra donc réfléchir à des études et des analyses adaptées à leur échelle d'expression.

6.3 Limites de l'étude

6.3.1 Un sujet vaste

Le sujet initial, proposé conjointement par le parc naturel régional des Ballons des Vosges et par le bureau d'étude ACT*eon*, très vaste et centré sur l'évaluation économiqe des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, a nécessité d'être redéfini, tant du point de vue des objectifs que de la méthodologie.

En effet, la proposition initiale s'attachait à comprendre et évaluer la valeur économique des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers du territoire du PNRBV, en apportant notamment des précisions sur les perceptions du public vis-à-vis de ces biens et services et de leur conservation, ainsi que sur les valeurs qu'ils attachent à ces biens et services environnementaux.

Cette approche des perceptions et du consentement à payer du public nécessitait la mise en place d'une vaste étude auprès du public, soit en réalisant une enquête, soit en mettant en place des réunions de discussions avec les principaux acteurs consernés. Or, la mise en œuvre de ces méthodes nécessitait un budget important dont ni le parc, ni ACT*eon* ne disposaient.

Par ailleurs, la durée du stage n'a pas permis d'arriver jusqu'à l'organisation de cette étude de perception auprès du public. Le travail a néanmoins permis, *via* la caractérisation des différents biens et services s'exprimant dans les écosystèmes forestiers des Hautes Vosges et aux impacts que les différents modes de gestion forestière avaient sur ceux-ci, de mieux comprendre le système étudié et de préparer le terrain pour des estimations économiques plus précises des biens et services associés à la forêt.

Enfin, afin de conserver une approche économique de ces biens et services, il a été décidé de réaliser une synthèse des données et méthodes disponibles pour évaluer économiquement ces biens et

services et de réaliser un transfert de valeurs pour approcher une première estimation de la valeur accordée à la biodiversité dans les forêts des Hautes Vosges.

6.3.2 Des biens et services complexes

Les écosystèmes forestiers offrent une grande diversité de biens et services environnementaux. Si certains sont connus et reconnus par le public, d'autres, plus complexes, sont encore peu connus et de nombreuses études restent à réaliser pour parvenir à qualifier et à estimer chacun de ces biens et services environnementaux.

La difficulté de ce stage a été de parvenir à caractériser qualitativement, et quantitativement quand cela était possible, et de synthétiser l'ensemble des études réalisées ou en cours pour chacun de ces biens et services.

Au vu du temps imparti pour le stage, il était impossible de parvenir à des caractérisations et explications exhaustives pour chacun de ces biens et services. En conséquence de quoi, nous avons dû simplifier les processus et les caractéristiques de certains biens et services afin de pouvoir les traiter.

Même si certains biens et services n'ont pas pu être décrits ou ont été simplifiés, le travail réalisé a permis d'améliorer la connaissance et la compréhension de ces biens et services et des mécanismes de leur expression dans un écosystème forestier.

6.3.3 Un manque de données

Enfin, pour caractériser certains biens et services ou les impacts de la gestion forestière sur leur expression, un grand nombre de données nous aurait été nécessaires. Malheureusement, certaines d'entre elles n'existaient pas, ne nous étaient pas accessibles ou étaient trop complexes à comprendre. Il nous manquait donc un certain nombre de données.

Lorsque cela était possible, nous avons fait des estimations des données manquantes, à partir des données dont nous disposions ou de nos connaissances propres. Dans d'autres cas, nous n'avons pas pu trouver ou exploiter certaines données, et, dans ces cas-là, nous n'avons pas développé celles-ci.

Même si la qualification et la quantification des différents biens et services n'a pas pu être menée jusqu'aux résultats finaux, ce travail a permis la collecte et la synthèse d'une importante bibliographie qui pourra être mobilisée plus facilement pour mener d'autres études ou pour approfondir certains points de celle-ci.

CONCLUSION

Les écosystèmes forestiers sont majoritaires dans les Hautes Vosges. En tant que principales ressources en bois dans le parc naturel régional des Ballons des Vosges, ils sont primordiaux pour assurer l'approvisionnement de la filière bois locale. Par ailleurs, se trouvant au cœur du parc, les écosystèmes forestiers des Hautes Vosges doivent répondre à de nombreuses demandes en termes de biens et services environnementaux.

Ainsi, de nombreux biens et services sont actuellement fournis par les écosystèmes forestiers, mais on rencontre des difficultés pour parvenir à les caractériser qualitativement et quantitativement, soit parce qu'ils sont complexes, soit parce qu'un certain nombre de données et d'études ne sont pas disponibles. Le travail réalisé au cours de ce stage a permis de déterminer quels sont les principaux biens et services fournis par les écosystèmes forestiers des Hautes Vosges et de poser une base de données permettant un début de définition qualitative et, parfois, quantitative, de ces biens et services.

La gestion forestière mise en place dans ces écosystèmes forestiers afin d'assurer l'approvisionnement des entreprises de la filière bois a des impacts plus ou moins importants sur l'expression de ces biens et services. En fonction des biens et services que le propriétaire décide de favoriser, il convient donc de choisir l'un ou l'autre des modes de gestion forestière. Les résultats obtenus et présentés dans ce mémoire peuvent servir de base à une communication tournée vers les propriétaires forestiers pour leur faire connaître les biens et services potentiellement fournis par leur forêt et les aider à choisir un mode de gestion en faveur des biens et services que ceux-ci veulent favoriser.

L'évaluation économique, en donnant, lorsque cela est possible, une valeur à chacun de ces biens et services, pourrait permettre d'aider au choix du mode de gestion à mettre en place. Toutefois, la valeur de chaque bien et service ne peut pas toujours être facilement estimée. La biodiversité liée aux écosystèmes forestiers, qui sert de base à l'expression des différents biens et services fournis par les écosystèmes forestiers, a été évaluée, grâce à la méthode du transfert de valeurs, à environ deux millions d'euros par an dans les Hautes Vosges. Cette première approche de l'estimation de la biodiversité dans les forêts des Hautes Vosges va permettre de faire connaître auprès des élus et des populations locales, *via* le PNRBV, les méthodes d'évaluation économique et de leur faire prendre conscience que cette démarche peut être importante et aider à la prise de décision.

Afin de poursuivre la réflexion entamée au cours de ce stage, une étude a été proposée conjointement par le parc et ACT*eon* à la DIREN Alsace. Elle devrait préciser la valeur accordée aux différents usages de la forêt et de ses produits, ainsi que la dimension écologique des impacts de ces usages sur la biodiversité forestière.

BIBLIOGRAPHIE

Le parc naturel régional des Ballons des Vosges

FÉDÉRATION DES PARCS NATURELS RÉGIONAUX DE FRANCE. – *Qu'est-ce qu'un parc ?* - http://www.parcs-naturels-regionaux.tm.fr/fr/approfondir/qu-est-ce-qu-un-parc.asp (vu le 14/04/2009)

PARC NATUREL RÉGIONAL DES BALLONS DES VOSGES. 2008 – *Avant-projet de la troisième charte du parc 2010-2022 (version de novembre 2008)* – Munster : PNR des ballons des Vosges – 186 p.

Filière forêt-bois

BARTHET (M.). 2007 – *Élaboration de la nouvelle politique pour la forêt et la filière bois du parc naturel régional des ballons des Vosges* – Nancy : AgroParisTech-ENGREF – 125 p. (Mémoire de fin d'étude)

COMITE NATIONAL POUR LE DÉVELOPPEMENT DU BOIS – *Plan Bois Construction Environnement* – http://www.cndb.org/pcbe (vu le 07/04/2009)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2005 – *Évaluation des ressources forestières mondiales 2005 : progrès vers la gestion forestière durable* – FAO, Étude FAO : Forêts, n°147 – 351 p.

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, FÉDÉRATION NATIONALE DES COMMUNES FORESTIÈRES, OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, FORÊT PRIVÉE FRANÇAISE. 2007 – *Forêt : produire plus de bois tout en préservant mieux la biodiversité*. – Paris – 2 p. (Contribution commune au groupe II du Grenelle de l'Environnement)

GROUPE II DU GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT. 2007 – Préserver la biodiversité et les ressources naturelles – Paris – 124 p. (Rapport de synthèse), voir partie 1.5, p15-16.

GROUPE IV DU GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT. 2007 – Adopter des modes de production et de consommation durables – Paris – 167 p. (Rapport de synthèse), voir partie 5.3, p31 et partie 5.6, p32-33.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE. 2006a – *Le programme forestier national*. – Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – 14 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE. 2006b – *La stratégie nationale pour la biodiversité, Plan d'action forêt*. – Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – 20 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE – *Loi d'orientation forestière* – http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/foret-bois/loi-d-orientation-forestiere (vu le 11/03/2009)

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, CONSEIL GÉNÉRAL DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES ESPACES RURAUX, 6ÈME SECTION « NATURE, FORÊT, PAYSAGES ». (2007A) - *Pour mobiliser la ressource de la forêt française, Rapport du groupe de travail sur l'insuffisante exploitation de la forêt française*. – Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – 30 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, CONSEIL GÉNÉRAL DE L'AGRICULTURE, DE LA PÊCHE ET DE L'ALIMENTATION, 6ÈME SECTION « NATURE, FORÊT, PAYSAGES ». (2007B) - *Certifications forestières et garanties de gestion durable*. – Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – 79 p.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. 2006 – *Stratégie Nationale de Développement Durable 2003-2008 (Actualisation novembre 2006)* – Paris : Ministère de l'Écologie et du Développement durable. – 164 p. (partie 1 : 64 p., partie 2 : 100 p.)

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE DES FINANCES ET DE L'EMPLOI, DIRECTION GÉNÉRALE DES ENERGIES ET MATIÈRES PREMIÈRES, DIRECTION DE LA DEMANDE ET DES MARCHÉS ÉNERGÉTIQUES. – *Le programme bois énergie* - http://www.industrie.gouv.fr/energie/renou/biomasse/f1e_biom.htm (vu le 07/04/2009)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. 1996 – Loi n°96-1236 sur l'air et l'utilisation r ationnelle de l'énergie – Paris : ME – 21 p.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE(J.). 2001 – Loi n°2001-602 du 9 juillet 2001 d'ori entation sur la forêt – Paris : MAP – 52 p.

Conservation des écosystèmes forestiers

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE. – Espaces protégés - http://www.ecologie.gouv.fr/-Espaces-proteges-.html (vu le 09/04/2009)

MINISTERIAL CONFERENCE ON THE PROTECTION OF FORESTS IN EUROPE. – *Les conférences* - http://www.mcpfe.org/francaise/conferences (vu le 09/04/2009)

PARC NATUREL RÉGIONAL DES BALLONS DES VOSGES. – *Les sites Natura 2000 dans le parc* - http://www.parc-ballons-vosges.fr/natura2000/site/site_gen.php (vu le 14/04/2009)

PORTAIL DU RÉSEAU NATURA 2000. – *Les chiffres clés du réseau Natura 2000* - http://www.natura2000.fr/spip.php?rubrique8 (vu le 09/04/2009)

Écosystèmes forestiers

ASAEL (S.). (1999). – *Peuplements forestiers du massif vosgien : typologie et sylvicultures* – Obernai : CRPF Lorraine-Alsace – ONF – 53 p.

GEGOUT (J.C.) *et al.* (2008) – *Les habitats forestiers de la France tempérée : typologie et caractérisation phytoécologique* – Nancy : LERFOB – INRA-ENGREF – 5p.

GROUPE TÉTRAS VOSGES –Le *Grand Tétras* - http://www.groupe-tetras-vosges.org/site/Repartition_Habitat-14.html (vu le 7 mai 2009)

GROUPE TÉTRAS VOSGES – *Les sapinières et le Grand Tétras* - http://www.groupe-tetras-vosges.org/site/Sapiniere_et_Grand_Tetras-88.html (vu le 7 mai 2009)

GROUPE TÉTRAS VOSGES – *Quel avenir pour le Grand Tétras dans le massif des Vosges* - http://www.groupe-tetras-

vosges.org/site/Quel_avenir_pour_le_Grand_Tetras_dans_le_Massif_Vosgien-65.html (vu le 7 mai 2009)

INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL. – *Stations forestières : définitions de base* - http://www.ifn.fr/spip/?article20 (vu le 27/05/2009)

OBERTI (D.). 1990 – *Catalogues des stations forestières des Vosges Alsaciennes, Fascicule 2 : Hautes-Vosges grèseuse* – Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Forêt – 198 p.

PARC NATUREL RÉGIONAL DES BALLONS DES VOSGES. – *Les milieux naturels du parc* - http://www.parc-ballons-vosges.fr/index2.html (vu le 16/04/2009)

PIGUET (A.). 1987 – *Typologie des stations forestières dans les Vosges du Sud* – Nancy, Besançon : ENGREF, Université de Nancy I, Université de Franche-Comté – 132 p. (Mémoire D.E.A.)

Gestion forestière

BASTIEN (Y.). (2001) – *La futaie régulière* – Nancy : ENGREF – 36 p. (Cours de sylviculture)

BASTIEN (Y.). (2002) – *La futaie jardinée* – Nancy : ENGREF – 28 p. (Cours de sylviculture)

GOSSELIN (M.), LAROUSSINIE (O.). (2004) – *Biodiversité et gestion forestière : Connaître pour préserver* – Paris : CEMAGREF, ECOFOR – 320 p. (Synthèse bibliographique)

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL. 2005 – *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises* – Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – 152 p.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. (2008) – *Schéma régional d'aménagement d'Alsace* – Strasbourg : ONF – 171 p.

Biens et services fournis par les écosystèmes forestiers

ANDRÉASSIAN (V.). (2003) – *Fiche 3 : Forêts et crues* – Antony : CEMAGREF – 2 p.

ANDRÉASSIAN (V.). (2008) – Quelles questions se pose-t-on encore au sujet du lien entre couvert forestier et hydrologie ? – *Rendez-vous techniques*, n°22, automne 2008 – p. 25-29

AUGUSTO (L.), POLLIER (B.), DAMBRINE (E.) – *Acidification dans le massif vosgien : comprendre les mécanismes pour apporter des solutions* – https://www2.nancy.inra.fr/collectif/acidification/ (vu le 02/20/09)

BERGER (F.). (2003) – *Fiche 4 : Forêts et autres risques naturels liés à l'eau* – Grenoble : CEMAGREF – 2 p.

CEMAGREF (2003) – Gérer le milieu naturel pour lutter contre les risques – *Les risques naturels en montagne : fiche n°7* – 1p.

COMITÉ NATIONAL POUR LE DÉVELOPPEMENT DU BOIS. – *Densité et dureté du bois* – http://www.bois-construction.org/?p=densite_durete (vu le 02/10/09)

CONSEIL DE L'EUROPE (2002) – La Convention européenne du paysage – *Naturopa,* n°98 – 40 p.

DECOUPIGNY (F.). (1997) – *Étude fréquentation Hautes Vosges* – Munster : PNRBV – 70 p.

DEUFFIC (P.). (1996) – Perception des impacts paysagers des actions forestières – *Ingénieries : eau, agriculture, territoires*, n°7, septembre 1996 – p. 31-39

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES CHASSEURS DE HAUTE-SAÔNE – *Prix des bracelets grands gibiers 2008-2009* - http://www.fdchasseurs70.fr/articles.php?lng=fr&pg=216 (vu le 07/05/2009)

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES CHASSEURS DE HAUTE-SAÔNE – *Gestion du grand gibier* – http://www.fdchasseurs70.fr/articles.php?lng=fr&pg=221 (vu le 07/052009)

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES CHASSEURS DE HAUTE-SAÔNE – *Gestion du petit gibier* – http://www.fdchasseurs70.fr/articles.php?lng=fr&pg=222 (vu le 07/052009)

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES CHASSEURS DE HAUTE-SAÔNE – *Indemnisation des dégâts du grand gibier* – http://www.fdchasseurs70.fr/articles.php?lng=fr&pg=226 (vu le 07/052009)

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES CHASSEURS DU HAUT-RHIN – *Le schéma départemental de gestion cynégétique du Haut-Rhin : 2006-2012* – Mulhouse : FDC68 – 70 p.

FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES CHASSEURS DES VOSGES – *Le schéma départemental de gestion cynégétique des Vosges* – Epinal : FDC88 – 90 p.

GREEN FACTS – *Consensus scientifique sur la biodiversité et le bien être humain* – http://www.greenfacts.org/fr/biodiversite/index.htm (vu le 17/05/2009)

JENNI (R.). (2008) – Quel peuplement pour quelle protection des eaux souterraines ? Entre idées reçues et faits démontrés – *Rendez-vous techniques*, n°22, automne 2008 – p. 30-33

LAVABRE (J.). (2003) – *Fiche 1 : Forêts et ressources en eau* – Aix en Provence : CEMAGREF – 2 p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2006) – *Ecosystems and human well-being : Synthesis* – New York (USA) : ONU – 155 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION, DE LA PÊCHE ET DES AFFAIRES RURALES (2002) – *L'agriculture et la forêt dans le paysage* – Paris : MAAPA – 105 p.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (2007) – *La Convention européenne du paysage : Mise en œuvre en France* – Paris : MEDD – 25 p.

NORMANDIN D. (1998). – Opinions et attitudes des Lorrains par rapport à l'environnement et à la forêt – *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°34 – 5p.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. – *L'eau, une composante majeure de la gestion des forêts* - http://www.onf.fr/gestion_durable/sommaire/action_onf/proteger_eau/@@index.html#zonecontenu (vu le 25/05/2009)

OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE. – *Les fiches habitats de l'ONCFS* - http://oncfs.esigetel.fr/Oncfs/Home/index.php (vu le 28/05/2009)

PARC NATUREL RÉGIONAL DES BALLONS DES VOSGES. (1998) – *Élaboration d'un schéma d'accueil des publics sur la grande crête et les vallées : Diagnostic* – Munster : PNRBV – 72 p.

ROBERT (N.). (2008) – *Impact de stratégie sylvicoles sur la séquestration de carbone en forêt* – Nancy : INRA – Powerpoint (11 diapositives).

Évaluation économique

BERGER (A.), PEYRON (J.-L.). 2005 – *Les multiples valeurs de la forêt française* – IFEN (Institut français de l'environnement), *Les données de l'environnement*, n°105, août 2005. – 4p.

BONTEMS (P.), ROTILLON (G.). 2007 – *L'économie de l'environnement (3ème édition)* – Paris : édition La Découverte, collection Repères – 116 p.

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT D'ALSACE – *L'évaluation économique des biens environnementaux* - http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr/ (vu le 09/03/2009)

ENVIRONNEMENT CANADA – *Environmental valuation reference inventory* – http://www.evri.ca/ (vu le 20/03/2009)

PEARCE (D.), ATKINSON (G.), MOURATO (S.). 2006 – *Analyse coûts-bénéfices et environnement : développements récents* – Paris : Organisation de coopération et de développement économiques – 355 p.

REZEL. (2008) – *Méthodes d'évaluation* – Paris : AgroParisTech – 51 p. (Cours d'économie de l'environnement)

STENGER (A.), HAROU (P.), NAVRUD (S.). 2009 – Valuing environmental goods and services derived from the forests. – *Journal of forest economics*, Vo.15 (2009) p.1-14.

Office national des forêts (ONF)

Denis Dagneaux - denis.dagneaux@onf.fr

Responsable du service commercialisation de l'agence Vosges Montagnes

François Fontaine - francois.fontaine@onf.fr

Agent de la forêt communale de Lautenbachzell (agence de Colmar)

Daniel Garouste - daniel.garouste@onf.fr

Responsable du service développement durable de l'agence de Colmar

Didier Mougin - didier.mougin@onf.fr

Responsable de l'unité territoriale de Haute Moselle

Marc Muller - marc.muller@onf.fr

Aménagiste à l'agence de Colmar

Christian Philipps - christian.philipps@onf.fr

Agent de la forêt communale de Fréland (agence de Colmar)

Jean-Paul Preiss - jean-paul.preiss@onf.fr

Aménagiste à l'agence de Colmar

Hubert Voiry - hubert.voiry@onf.fr

Aménagiste à l'agence Vosges Montagnes

Parc naturel régional des Ballons des Vosges

Claude Michel - c.michel@parc-ballons-vosges.fr

Responsable du pôle Veille, prospective, évaluation

Chargé de mission Biodiversité au pôle Environnement

Dominique Tissinier - d.tissinier@parc-ballons-vosges.fr

Responsable du pôle Valorisation économique du territoire

Catherine Bohème - c.boheme@parc-ballons-vosges.fr

Chargée de mission Qualité environnementale au pôle Aménagement de l'espace

Chargée de mission Veille territoriale au pôle Veille, prospective, évaluation

Loris Giovanacci - l.giovanacci@parc-ballons-vosges.fr

Chargé d'étude SIG

Jean-Luc Mercier - jlm@unistra.fr
Président du conseil scientifique du PNRBV

ACT*eon*

Pierre Defrance – p.defrance@acteon-environment.eu
Économiste de l'environnement

Groupe Tétras Vosges

Françoise Preiss - gtv.fpreiss@wanadoo.fr
Chargée de mission

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiches descriptives des hêtraies-sapinières présentes dans les Hautes Vosges, issues de la typologie nationale des habitats forestiers (Gégout *et al*., 2008) 89

Annexe 2 : Synthèse du cas d'étude de la forêt communale de Fréland..... 99

Annexe 3 : Synthèse du cas d'étude de la forêt communale de Lautenbachzell 111

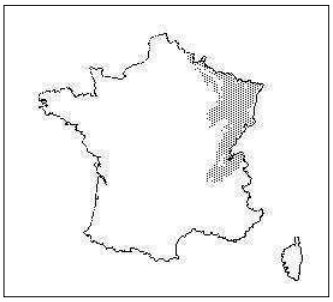
Annexe 4 : Synthèse du cas d'étude de la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang 119

Annexe 1 : Fiches descriptives des hêtraies-sapinières présentes dans les Hautes Vosges, issues de la typologie nationale des habitats forestiers (Gégout *et al*., 2008)

Hêtraies, hêtraies-sapinières acidiphiles de l'étage montagnard

41-112 / a
9110-2;-3;-4

Répartition en France



Contexte

Ce type d'habitat se rencontre à l'étage montagnard des Vosges, du Jura (assez rarement) et des Alpes du nord, dans toutes les situations topographiques. Il est présent sur diverses roches siliceuses (granites les plus acides, roches métamorphiques, grès, limons à chailles…), sur les sols acides désaturés, fréquemment podzolisés.

Espèces diagnostiques

Abies alba	*Picea abies*
Deschampsia flexuosa	*Dicranum scoparium*
Dryopteris dilatata	*Galium saxatile*
Lophocolea bidentata	*Luzula luzuloides*
Luzula sylvatica	*Plagiothecium undulatum*
Polytrichum formosum	*Rubus idaeus*
Sorbus aucuparia	*Vaccinium myrtillus*

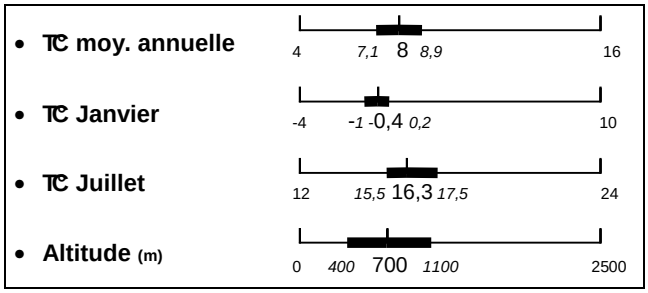
Phytosociologie

Classe :	*Querco roboris-Fagetea sylvaticae*
Ordre :	*Fagetalia sylvaticae*
Sous-ordre :	*Fagenalia sylvaticae*
Alliance :	*Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae*
Sous-alliance :	*Luzulo luzuloidis-Fagenion sylvaticae*
Association :	***Luzulo luzuloidis-Fagetum sylvaticae***

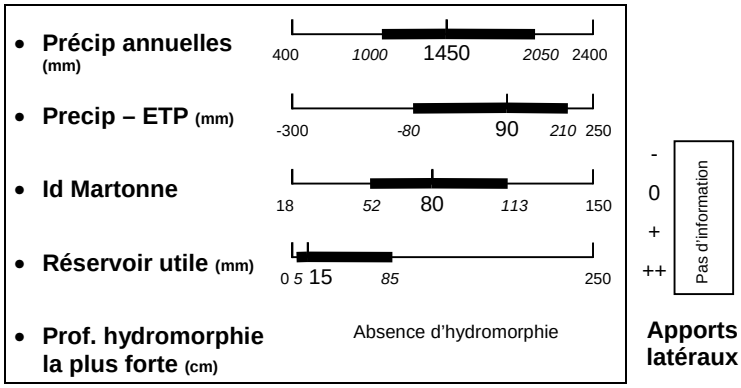
Type d'Habitat : Hêtraies montagnardes à Luzule (blanchâtre)

Référence EUR 15 : 9110-2;-3;-4

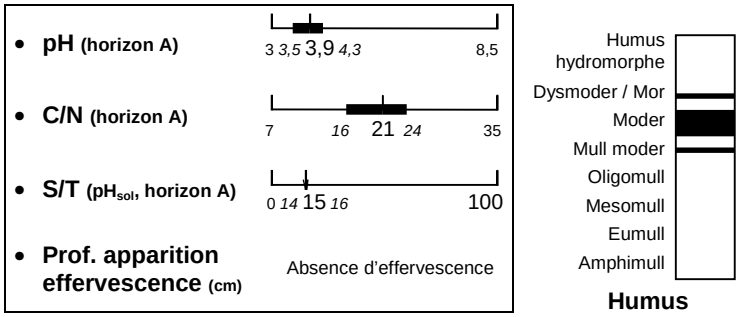
Facteurs thermiques



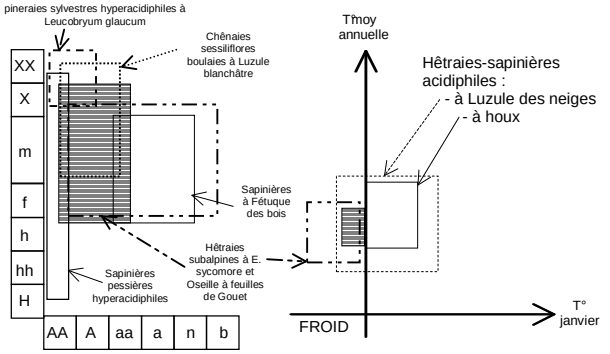
Facteurs hydriques



Facteurs trophiques



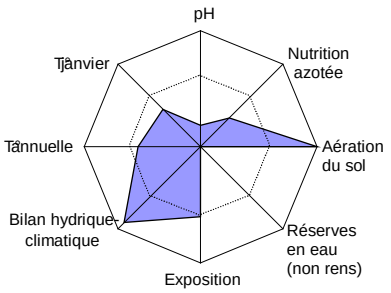
Proximités écologique et climatique



Ne pas confondre

-les chênaies sessiliflores-boulaies à Luzule blanchâtre ou les pineraies sylvestres hyperacidiphiles à *Leucobryum glaucum*, acidiphiles sur crêtes et sols superficiels ;
-les sapinières ou pessières hyperacidiphiles (à lycopode…) : voir clé 71
-les hêtraies sommitales subalpines à Erable sycomore et Oseille à feuille de Gouet, en subalpin.
Dans les Alpes, les Hêtraies à Luzule blanchâtre ne s'observent qu'en quelques points ; elles font place à des sapinières à *Galium rotundifolium, Luzula nivea*… puis vers le sud des sapinières *à Luzula pedemontana* dans les Alpes maritimes.

Bilan stationnel



Composition floristique

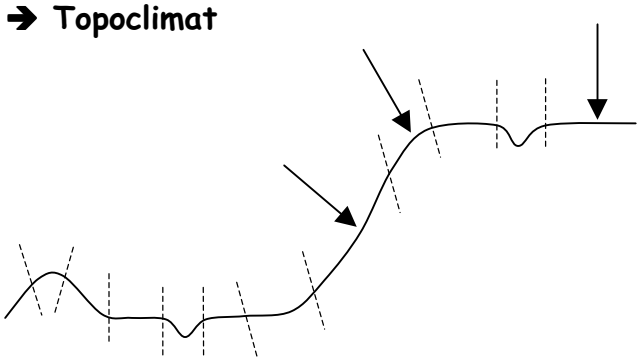
Très large amplitude	f	I_f		f	I_f
Fagus sylvatica	**91**	**1,4**	*Lophocolea bidentata*	13	1,6
Abies alba	**83**	**3,6**	*Pinus sylvestris*	13	0,2
Quercus petraea	22		*Thuidium tamariscinum*	13	0,0
Acidiphiles					
Deschampsia flexuosa	**100**	**3,0**	*Leucobryum glaucum*	22	0,8
Vaccinium myrtillus	**87**	**3,9**	*Digitalis purpurea*	17	1,3
Polytrichum formosum	83	2,0	*Melampyrum pratense*	17	0,8
Luzula luzuloides	70	3,2	*Pteridium aquilinum*	17	
Luzula sylvatica	**61**	**3,7**	*Carex pilulifera*	13	0,2
Sorbus aucuparia	61	2,6	*Hylocomium splendens*	13	1,2
Dicranum scoparium	48	1,7	*Mnium hornum*	13	0,6
Galium saxatile	**35**	**4,7**	*Plagiothecium undulatum*	13	2,7
Prenanthes purpurea	26	1,1			
Autres espèces					
Dryopteris dilatata	**70**	**3,4**	*Dryopteris carthusiana*	22	0,4
Picea abies	57	2,9	*Festuca altissima*	17	0,6
Oxalis acetosella	**52**	**1,6**	*Rubus fruticosus aggr.*	17	
Rubus idaeus	52	2,2	*Senecio ovatus*	13	0,7

Diversité spécifique : 12 espèces vasculaires par relevé (de 7 à 15)
14 espèces au total notées par relevé (de 10 à 18)

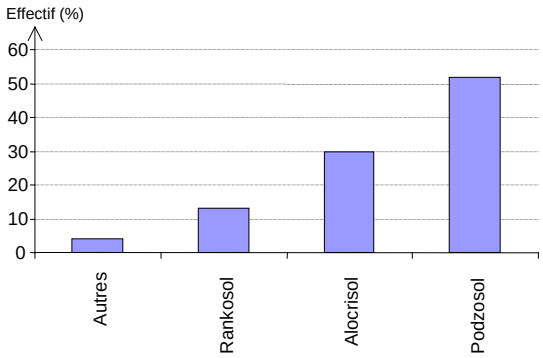
Espèces patrimoniales *
Espèces sociales
f = fréquence dans l'unité
I_f = indice de fidélité (max = 10)

Caractéristiques écologiques

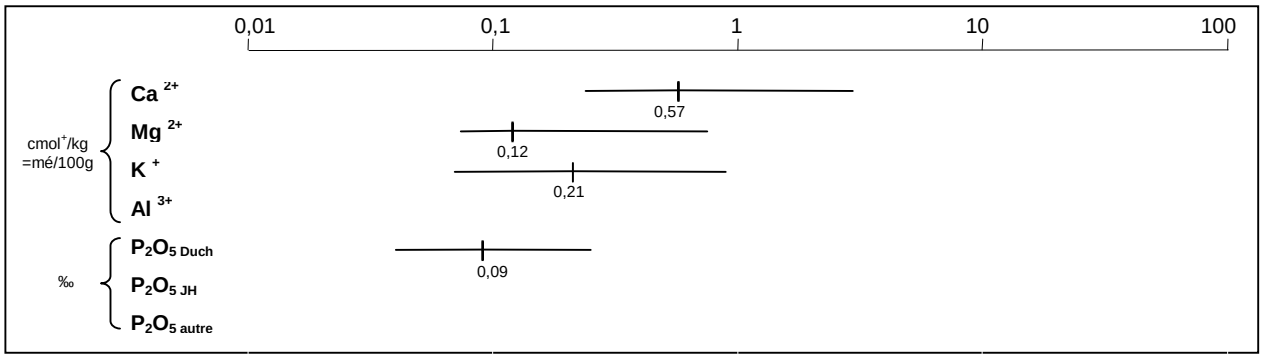
➔ Topoclimat



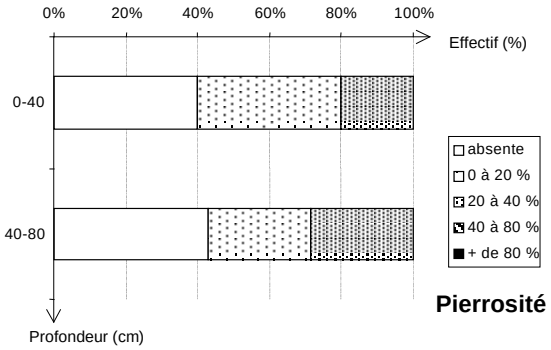
➔ Sol



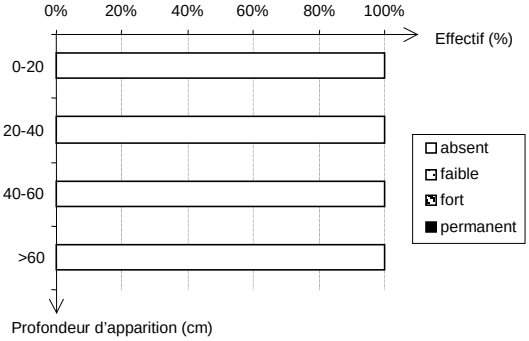
➔ Caractéristiques chimiques du sol

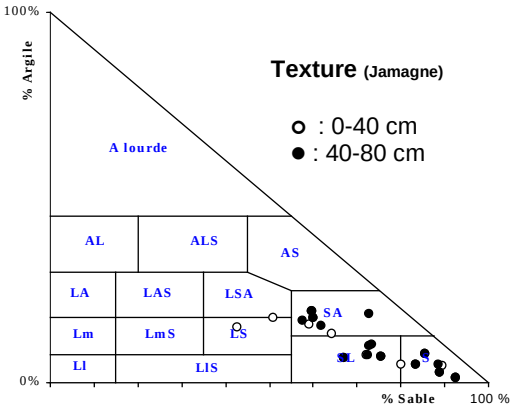


➔ Caractéristiques physiques du sol



➔ Hydromorphie / engorgement





Contraintes et facteurs favorables :

- Les conditions climatiques de l'étage montagnard arrosé sont très favorables à la forêt : l'abondance des précipitations et une évapotranspiration modérée garantissent des bilans hydriques souvent bons voire très bons, malgré des sols à dominante sableuse et souvent caillouteux en profondeur. Ces caractères sont minorés sur adrets ou sur sols peu épais.
- Les matériaux sont très pauvres en éléments minéraux. La forte acidité a pour effet une mauvaise activité biologique et un mauvais recyclage des éléments (moders à dysmoders). Il en découle une mauvaise nutrition azotée (C/N élevé) accentuée par une podzolisation fréquente (podzosols ocriques).
- Les sols sont très sensibles à la dégradation et aux déséquilibres chimiques (en particulier, les stocks magnésiens sont souvent très faibles). Ces conditions trophiques peuvent influer sur la qualité des bois et la productivité.

Intérêt patrimonial de l'Habitat

Ce type forestier d'intérêt communautaire est très répandu dans le massif vosgien ; par contre, il est plus rare dans le Jura ou les Alpes du Nord (niveaux siliceux au sein de séries calcaires).

Il peut arriver, dans les variantes très acides, que des espèces rares soient présentes (Lycopodes par exemple). Sinon la flore est constituée d'espèces très fréquentes en milieux acides.

Éléments bibliographiques

Meusel H., 1937 *
Dumont J.-M., 1977
Duvigneaud P., 1974
Ellenberg H., 1963
Gehu J.-M., Richard J.-L., 1972
Gehu J.-M., 1973
Meusel H., 1939
Muller S., 1978
Oberdorfer E., 1950
Oberdorfer E., 1957
Oberdorfer E., 1967
Oberdorfer E., 1970
Oberdorfer E., 1974
Oberdorfer E., 1992
Passarge H., 1968
Rameau J.-C., Royer J.-M., 1975
Roisin P., 1969
Rühl A., 1967
Schumacker R., 1978

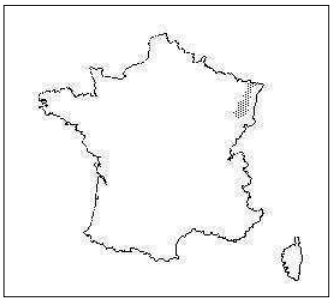
Bases de données utilisées :
EcoPlant : 23 relevés

Fiche habitats. Version provisoire du 01/12/2007 issue du document :
Gégout J.-C., Rameau J.-C., Renaux B., Jabiol B., Bar M., Marage D. Les habitats forestiers de la France tempérée ; typologie et caractérisation phytoécologique. AgroParisTech-ENGREF, Nancy. 720 pages, 6 annexes. Version provisoire nov. 2008.
Document financé par l'Office National des Forêts et l'ADEME.

Sapinières-hêtraies vosgiennes à Fétuque des bois

41-13 / c
9130-10

Répartition en France — Contexte



- Etage montagnard du massif vosgien, sur des granites peu acides et des brunisols peu à moyennement acides, généralement à mull.
- Occupent de grandes surfaces sur l'aire de répartition
- Souvent installées en mi-versant.

Espèces diagnostiques

Abies alba

Athyrium filix-femina
Dryopteris dilatata
Festuca altissima
Impatiens noli-tangere
Plagiomnium affine
Rubus idaeus
Stellaria nemorum
Digitalis purpurea
Dryopteris filix-mas
Galeopsis tetrahit
Oxalis acetosella
Prenanthes purpurea
Senecio ovatus subsp. ovatus

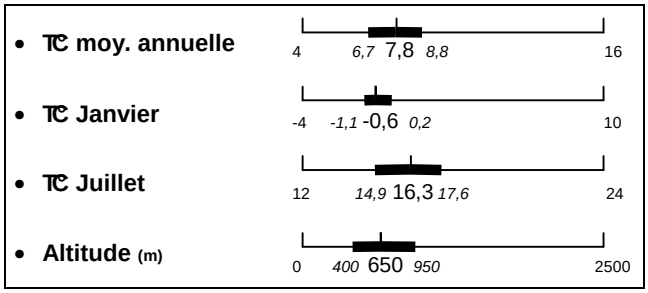
Phytosociologie

Classe :	*Querco roboris-Fagetea sylvaticae*
Ordre :	*Fagetalia sylvaticae*
Sous-ordre :	*Fagenalia sylvaticae*
Alliance :	*Fagion sylvaticae*
Sous-alliance :	*Eu-Fagenion sylvaticae*
Association :	***Festuco altissimae-Abietetum albae***

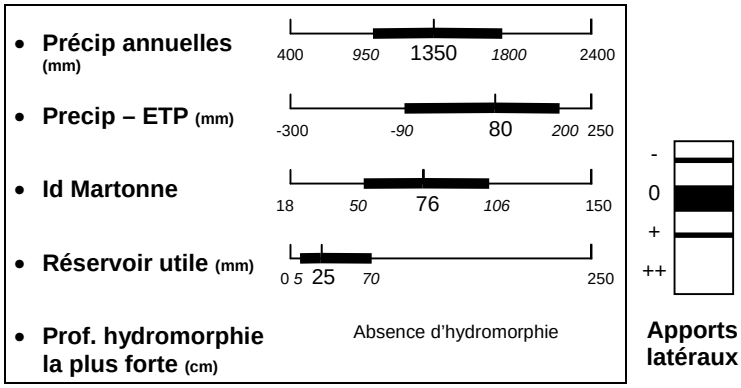
Type d'Habitat : Hêtraies neutrophiles

Référence EUR 15 : 9130-10

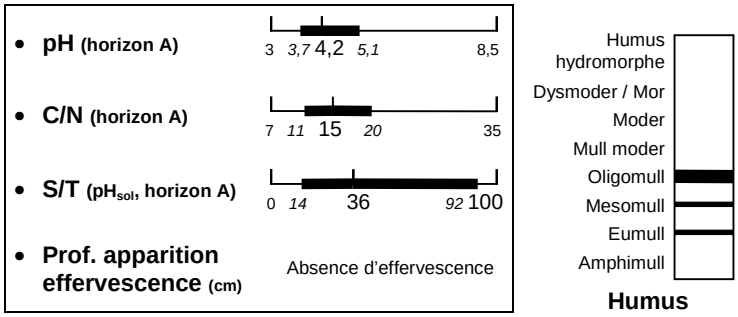
Facteurs thermiques



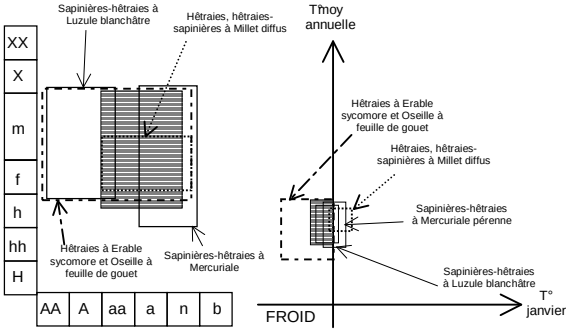
Facteurs hydriques



Facteurs trophiques



Proximités écologique et climatique



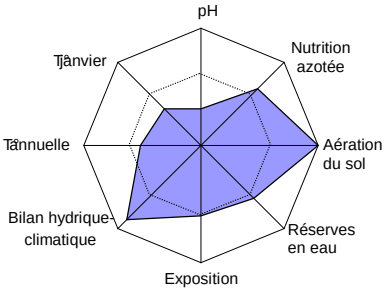
Ne pas confondre

- les hêtraies, hêtraies-sapinières à Millet diffus
- les sapinières à Mercuriale pérenne de bas de versants sur sols encore plus riches en nutriments ;

- les sapinières à Luzule blanchâtre des sols plus acides et plus désaturés.
- les hêtraies sommitales subalpines à érables acidiclines ***(Aceri pseudoplatani-Fagetum sylvaticae)*** ;

la Fétuque des bois peut être présente et recouvrante mais les autres espèces sont très différentes de celle de la Sapinière à Fétuque.

Bilan stationnel



Composition floristique

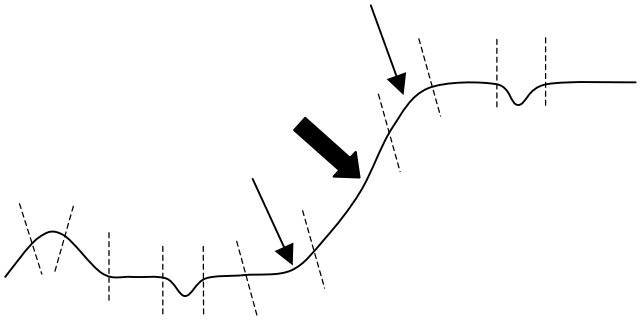
Neutroclines	f	I_f		f	I_f
Dryopteris filix-mas	67	2,9	*Viola reichenbachiana*	22	0,0
Rubus idaeus	57	4,4	*Eurhynchium striatum*	18	
Galium odoratum	43	2,0	*Carex sylvatica*	16	
Senecio ovatus	39	7,7	*Corylus avellana*	15	
Acer pseudoplatanus	**36**	**0,8**	*Hedera helix*	13	
Lamium galeobdolon	34	0,8	*Acer platanoides*	12	1,4
Melica uniflora	28	1,2	*Polygonatum verticillatum*	10	0,4
Très large amplitude					
Abies alba	**88**	**6,7**	*Anemone nemorosa*	16	
Fagus sylvatica	**81**	**1,8**	*Quercus petraea*	12	
Solidago virgaurea	18	0,9			
Neutronitriclines					
Geranium robertianum	30	1,3	*Sambucus racemosa*	18	2,7
Silene dioica	21	2,4	*Paris quadrifolia*	10	
Acidiclines					
Festuca altissima	**93**	**9,6**	*Milium effusum*	37	1,2
Athyrium filix-femina	79	4,3	*Dryopteris carthusiana*	33	1,6
Oxalis acetosella	**76**	**4,7**	*Plagiomnium affine*	25	5,9
Galeopsis tetrahit	40	3,1	*Atrichum undulatum*	15	
Acidiphiles					
Prenanthes purpurea	52	4,6	*Luzula sylvatica*	22	1,9
Luzula luzuloides	27	1,6	*Deschampsia flexuosa*	18	
Digitalis purpurea	24	3,4	*Sorbus aucuparia*	15	0,3
Polytrichum formosum	24		*Vaccinium myrtillus*	10	
Autres espèces					
Dryopteris dilatata	99	8,7	*Senecio ovatus*	13	1,3
Rubus fruticosus aggr.	**67**	**0,6**	*Mercurialis perennis*	12	
Impatiens noli-tangere	**40**	**3,7**	*Plagiomnium undulatum*	12	0,3
Picea abies	**36**	**2,9**	*Urtica dioica*	12	0,1
Stellaria nemorum	36	4,2	*Stachys sylvatica*	10	0,2
Fraxinus excelsior	13				

Diversité spécifique : 17 espèces vasculaires par relevé (de 11 à 26)
19 espèces au total notées par relevé (de 11 à 27)

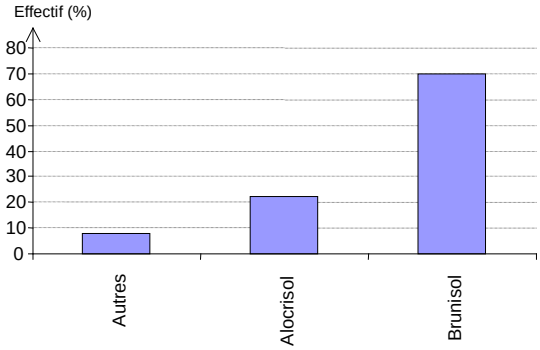
Espèces patrimoniales *
Espèces sociales
f = fréquence dans l'unité
I_f = indice de fidélité (max = 10)

Caractéristiques écologiques

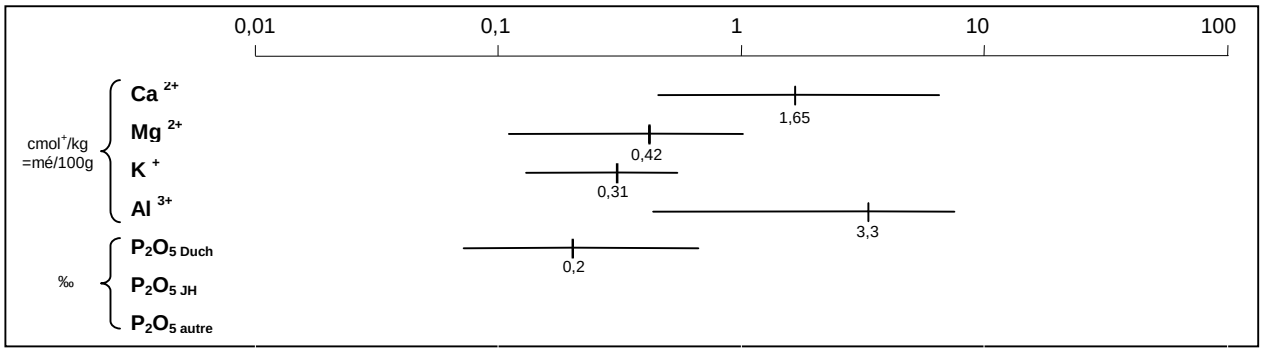
➔ Mésoclimat



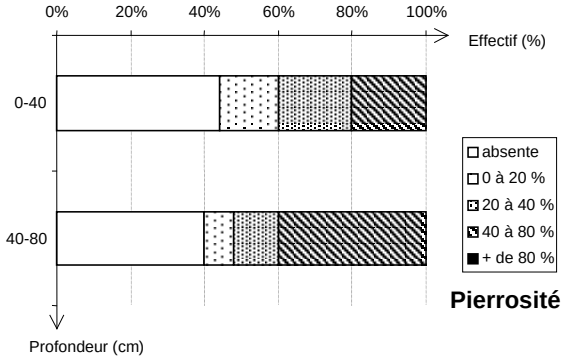
➔ Sol



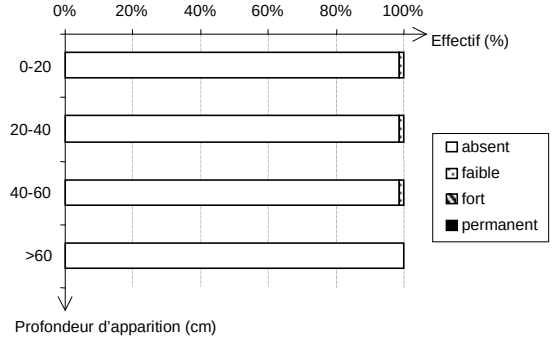
➔ Caractéristiques chimiques du sol

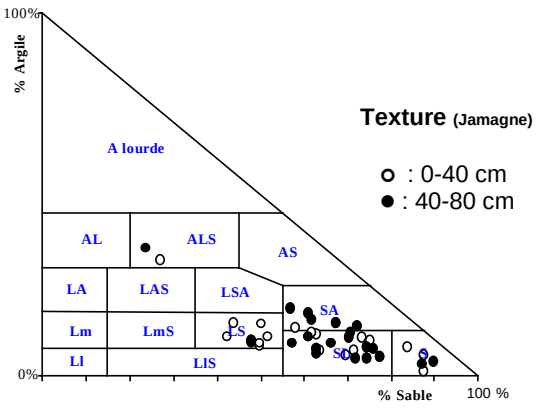


➔ Caractéristiques physiques du sol



➔ Hydromorphie / engorgement





Contraintes et facteurs favorables :

– Dans le contexte de l'étage montagnard océanique bien arrosé et de sols restant relativement profonds, le bilan hydrique est très favorable à la production, malgré des textures à dominante sableuse et la présence d'abondants éléments grossiers en profondeur.

– Les réserves minérales sont faibles, le pH acide, mais le maintien d'une activité biologique de type mull permet un recyclage de l'azote et des éléments minéraux, essentiel au maintien de la productivité (contrairement à la sapinière à Luzule), traduit par des taux de saturation assez élevés en A. La fragilité biologique du sol est donc forte ; éviter les peuplements monospécifiques sombres, surtout à base d'Epicéas.

– Les contraintes existent surtout au niveau de la régénération, contraintes non absolues mais agravées dans les Vosges par une forte pression de gibier, avec :
  - d'une part la sécrétion de substances toxiques sur les semis par la Fétuque des bois (allélopathie),
  - d'autre part l'auto-toxicité du Sapin vis-à-vis de ses propres semis sur les humus de type eumull ;
  - la toxicité des formes du manganèse dans ces conditions trophiques.

– Il convient donc de créer des peuplements mélangés (Sapin - Hêtre - Epicéa) favorables aux processus d'alternance d'essences.

Intérêt patrimonial de l'Habitat

- Ce type d'habitat d'intérêt communautaire possède une aire réduite : le massif vosgien, avec des individus d'habitats assez étendus, liés aux versants et replats sur granites pauvres en silice.
- Le cortège floristique est représentatif de l'étage montagnard ; il est le plus souvent dépourvu d'espèces rares.
- La sapinière à Fétuque est un type de milieu relativement peu fragile (sinon parfois au niveau des régénérations).

Éléments bibliographiques

Issler E., 1925-1926*
Hubert A., 1986*
Rameau J.-C., 1996
Duchaufour Ph., Millischer H., 1954
Lapraz G., 1969
Madesclaire A., 1991
Madesclaire A., 1995
Oberti D., 1987
Oberti D., 1990
Schülter H., 1957
Schülter H., 1959
Souchier B., 1971
Walter J.-M., 1966

Bases de données utilisées :
EcoPlant : 67 relevés

Fiche habitats. Version provisoire du 01/11/2008 issue du document :
Gégout J.-C., Rameau J.-C., Renaux B., Jabiol B., Bar M., Marage D. Les habitats forestiers de la France tempérée ; typologie et caractérisation phytoécologique. AgroParisTech-ENGREF, Nancy. 720 pages, 6 annexes. Version provisoire nov. 2008.
Document financé par l'Office National des Forêts et l'ADEME.

Annexe 2 : Synthèse du cas d'étude de la forêt communale de Fréland

Présentation générale

Localisation

La forêt communale de Fréland se situe sur le territoire de la commune de Fréland, dans une vallée latérale au dessus du Kaysersberg, dans le nord-ouest du Haut-Rhin.
Divisée en plusieurs massifs, la forêt s'étale entre 470 m et 1229 m d'altitude (sommet du Brézouard), en majorité sur les versants (massif principal et massif du Kalblin), avec quelques parcelles disséminées en fond de vallée. L'ensemble de la forêt appartient à la région forestière (dans le sens de l'IFN) Vosges Cristallines.

Aménagement

La forêt communale de Fréland a vu son aménagement révisé récemment. Un nouvel aménagement a été rédigé par Marc Muller pour une période 20 ans, de 2009 à 2028.
La surface totale de la forêt est de 958,94 hectares, dont 956,51 hectares correspondent à une surface boisée ou boisable. Parmi la surface restante, on dénombre 1,57 ha d'espace prairial et 0,86 ha de terrains de services.
La forêt a été séparée en deux séries distinctes au sein du dernier aménagement. La série 1, d'une surface de 571,82 ha, a pour premier objectif un objectif de production de bois, tout en assurant la protection générale des milieux et des paysages. Elle est principalement gérée en traitement régulier. La série 2, d'une surface de 387,12 hectares, est une série d'intérêt écologique particulier, qui correspond principalement à l'emprise des sites Natura 2000 (ZPS et ZSC). Située sur les crêtes, elle est gérée en traitement irrégulier.

Reliefs et climat

Il s'agit d'une forêt de montagne, aux reliefs marqués et variés, avec une majorité d'expositions chaudes (ouest à sud-est). Les terrains sont relativement pentus. Ainsi, la moitié de la forêt se trouve sur des terrains ayant une pente comprise entre 30 et 45 % et 30 % de la surface se trouve dans des pentes de plus de 45 %.
Le climat est de type montagnard, frais et humide. D'après la station d'Orbey, on estime que la pluviométrie moyenne est de 1260 mm/an, bien répartis sur l'année, et que la température moyenne est de 7,1℃. Les terrains à une altitude supérieur e à 1000 m sont régulièrement enneigés.

Sols

Le massif forestier principal se trouve sur des granites de Brézouard, à muscovite et deux micas, alors que le massif de Kalblin se trouve sur des grès vosgien. A proximité de la ligne de crêtes, on trouve par endroit des poches de conglomérats.
Les sols sont majoritairement de type podzolique à brun ocreux, parfois brun acide. La profondeur de sol est très variable selon la topographie. Les humus sont principalement du moder, sauf sur les crêtes et les substrats gréseux ou l'on trouve des humus de type mor.

Infrastructures forestières

94,7 kilomètres de routes ou de pistes forestières traversent ou parcourent la forêt communale de Fréland. 9 kilomètres correspondent à es routes appartenant au domaine publique, le reste étant dans le domaine privé et, en conséquence, non ouvert au public motorisé.
Il existe 13 places de dépôts et 19 places de retournements pour faciliter le stockage des bois exploités et les déplacements des machines d'exploitation. L'ensemble des infrastructures forestières (pistes et places) représentent une emprise d'environ 26 ha sur l'ensemble de la forêt.
Chaque année, environ 6 km de routes ou de pistes sont remises en état pour un coût moyen estimé à 20500 €/an.

Peuplement

Les essences présentes : une majorité de résineux

Les principales essences sont résineuses avec une majorité d'épicéas, de sapins et de pins sylvestres. Les épicéas et les pins sylvestres sont, à la base, issus de plantation. Si le pin est très bien adapté aux stations très acides où peu de choses intéressantes pour le forestier poussaient, les plantations d'épicéas empiètent sur les terrains propices à la hêtraie-sapinière naturelle. Ainsi, le sapin, qui représente environ 26 % de la surface totale, rencontre quelques difficultés sur le massif, notamment au niveau de sa régénération naturelle, très fortement concurrencée par l'épicéa.
Les feuillus, toutes essences confondues, ne représentent que 15 % de la surface totale du peuplement. Le hêtre, essence naturelle et normalement importante dans la hêtraie-sapinière, est relativement peu présent (seulement 8 % du peuplement).
Le tableau ci-dessous présente la répartition des essences dans chaque série ainsi que sur l'ensemble de la forêt.

Essences	Série 1	Série 2	Global
Epicéa	22 %	55,5 %	39 %
Sapin	31 %	24 %	26,1 %
Pin sylvestre	21 %	0,5 %	12,6 %
Résineux divers	7 %	3 %	5,1 %
Hêtre	7 %	15 %	8,1 %
Chênes	8 %	0 %	4,6 %
Erables	3 %	0,5 %	2 %
Feuillus divers	1 %	0,5 %	0,5 %
Vide	0 %	1 %	2 %

La structure du peuplement

Hormis quelques parcelles au peuplement très régulier, issus des grands reboisements en épicéa des années 1960-1970, les peuplements sont plus ou moins irréguliers à l'échelle des parcelles, avec étages, répartis par bouquet, plus rarement au pied par pied (seulement 11 % de la surface).
Les peuplements en croissance active (PB à BM) représentent 50 % de la surface forestière totale. Les peuplements en maturation (23 %de la surface globale) comporte quelques gros bois et ont une bonne dynamique de régénération naturelle, mais l'on rencontre peu de peuplements mûrs, concentrés sur quelques parcelles de l'ancien groupe de régénération. De manière générale, tous les peuplements sont souvent riches en perches. De manière générale, on peut dire que la forêt est relativement jeune, avec peu de vieux peuplements, mais sans que la pérennité du peuplement et la récolte des bois ne soient menacées.
La surface terrière moyenne, sur la forêt, est de 30 m²/ha, avec un volume moyen de 316 m^3/ha, ce qui correspond à une densité correcte pour assurer à la fois le gainage des peuplements et la bonne croissance des peuplements ainsi que la régénération du sapin et de l'épicéa. Dans la série 1, de production, la surface terrière moyenne est un peu plus faible (28,3 m²/ha) pour un volume plus fort (320 m^3/ha), alors que dans la série 2, d'intérêt écologique particulier, la surface terrière est un peu plus élevée (32,6 m²/ha), pour un volume équivalent (315 m^3/ha). Ceci peut en partie s'expliquer par la présence, dans la série 2, de jeunes peuplements d'épicéas non encore éclaircis qui représente une forte surface terrière pour un faible volume de bois.

Quelque soit la série, la productivité forestière est équivalente, de l'ordre de 6,7 m^3/ha/an (6,9 m^3/ha/an, si l'on ne considère que la surface productive).

Série 1 : Production

Une gestion majoritairement en traitement régulier

La structure actuelle des peuplements étant à dominante régulière, la série 1 est gérée en futaie régulière avec une régénération étalée sur 60 ou 80 ans, afin d'assurer la régénération naturelle du sapin, lente à se mettre en place. 11 % de la surface de la série seront traités en irrégulier, soit parce que la structure est irrégulière, pied par pied ou par bouquet), soit pour des aspects paysagers (notamment autour des chemins balisés).

Puisque le peuplement comprend actuellement peu de peuplements mûrs, le groupe de régénération sera relativement restreint pour cet aménagement, soit 89,32 ha dont 34,53 ha à régénérer pendant l'aménagement. Comme l'épicéa est une essence fragile et sensible (fomes, sècheresse), il conviendra de privilégier le hêtre et le sapin dans la régénération pour obtenir dans le futur un mélange d'essence plus proche de la hêtraie-sapinière. Pour la partie irrégulière, la régénération sera réalisée principalement dans les bouquets de bois mûrs ou mal conformés afin d'assurer la continuité du peuplement.

Les travaux sylvicoles mis en places pour améliorer le peuplement

Les différentes interventions mises en place dans la série 1 sont :

- Quelques plantations, majoritairement en enrichissement de feuillus ou de sapin, afin de garantir une régénération suffisante ;
- Protection des jeunes plants contre l'abroutissement par le grand gibier, grâce à du répulsif pour le sapin et grâce à des protection individuelles pour le hêtre. Ces protection sont aussi bien mises en place pour des plantations (40%) que pour de la régénération naturelle (60 %) ;
- Protection contre l'écorçage des perchis et petits bois d'épicéas, très sensibles, par un badigeonnage, à base de résine et de sable, des troncs des bois d'avenir ;
- Nettoiements, principaux travaux sylvicoles mis en place dans la forêt, afin de limiter la compétition du recrû, favoriser les plus beaux plants et doser les essences ;
- Désignation des arbres d'avenirs afin de les repérer facilement dans le peuplement pour travailler pour eux au cours des futures interventions ;
- Détourage autour des arbres d'avenirs, afin d'enlever tous les arbres concurrents autour des arbres d'avenirs désignés et leur apporter ainsi plus de lumière pour favoriser leur croissance ;
- Elagage, mise en place ponctuellement, sur des plants désigné et protégés, afin d'assurer un fut de bonne qualité sans gros neuds.

Les forestiers commencent à mettre en place des cloisonnements sylvicoles, afin de faciliter les interventions dans les jeunes peuplements.
La totalité des interventions sont réalisées par les employés communaux, la maîtrise d'œuvre étant laissée à l'ONF.

Rotations des coupes et possibilités moyennes

Les coupes sont prévues avec une rotation de 5 à 6 ans pour un prélèvement moyen de 40 à 60 m^3/ha/passage dans le groupe de régénération et avec une rotation de 6 à 8 ans pour le groupe d'amélioration. Dans les îlots de vieillissement et les zones traitées en irrégulier les coupes auront une rotation de 8 ans.
Dans ce nouvel aménagement, les possibilités moyennes annuelles sont estimées à 3720 m^3/an, dont 960 m3 provenant du groupe de régénération.

Série 2 : Série d'intérêt écologique particulier

Gestion forestière

Dans la série 2, la structure actuelle des peuplements est largement régulière, seuls quelques peuplements ont une structure réellement irrégulière.
Il a été décidé de traiter cette zone en futaie irrégulière car elle se situe dans une zone Natura 2000, désignée notamment pour le grand Tétras. L'objectif est de parvenir à long terme à une structure irrégulière, en partie pied à pied, en partie par bouquet, avec une forte présence de gros bois et très gros bois (50 % de GB et TGB avec G=30 à 35 m²/ha), afin de restaurer et améliorer l'habitat de certaines espèces, comme les oiseaux cavernicoles.
Par ailleurs, l'objectif est de favoriser le retour du hêtre, espèce locale adaptée, au dépend de l'épicéa, qui ne correspond pas aux habitats des espèces protégées.
Aucun effort de régénération n'a été chiffré pour cette série.

Interventions

Les mêmes interventions sont mises en place dans la série 2 que dans la série 1. Elles sont seulement plus ponctuelles, en fonction des tâches de régénération. Aucun élagage n'est par contre réalisé dans cette zone.

Rotation des coupes et possibilités moyennes

La durée de rotation entre deux coupes a été fixée à 8 ans, avec un prélèvement maximal n'excédant ni 100 m^3/ha/passage ni 20 % du capital sur pied initial, ceci afin d'assurer un couvert forestier constant et la stabilité du peuplement.

Sur une partie de la série, l'exploitation est interdite du 1er décembre au 1er juillet pour ne pas déranger la faune présente (Grand Tétras notamment).

Biens et services

Offre d'habitats

Dans la partie de la forêt communale de Fréland correspondant à l'étage montagnard (Zone Hautes-Vosges), on recense 5 principaux habitats : la pineraie continentale à Leucobryum (Leucobryo-pinetum), la sapinière-hêtraie neutrophile à mercuriale (Mercurialo perennis Abietetum), la sapinière-hêtraie acidicline à fétuque des bois (Festuco altissimae abietetum), la sapinière-hêtraie acide à mésoacidiphile à luzule (Luzulo fagetum festucosum) et la hêtraie subalpine à Erables (Aceri-fagetum).

Pour compléter ces habitats remarquables, le gestionnaire a mis en place une politique visant à augmenter le nombre d'arbres vieux, sénescent ou morts à travers la mise en place d'îlots de vieillissement et de sénescence, ainsi qu'à travers le repérage et le marquage d'arbres mots ou à cavités, ceci afin de garantir un minimum d'habitat aux espèces dépendantes des arbres vieux ou morts, y compris dans les zones exploitées. Ainsi, alors que les objectifs initiaux étaient de 3 arbres/ha, dans la forêt communale de Fréland, on trouve une densité moyenne d'arbres morts ou à cavité de 4,3 arbres/hectares. Dans la ZPS, qui correspond à la série 2, la moyenne est un peu plus élevée et approche les 5 arbres/hectares (4,9 arbres/ha). Par ailleurs, 12,40 hectares sont classés en îlots de vieillissement et 13,10 hectares en îlots de sénescence.

Ces habitats abritent une faune et une flore variée. Au niveau de la flore, on remarque notamment la présence de groseillier des Alpes (*Ribes alpinum*), de lycopode officinal (*Lycopodium clavatum*) et de pins mugos (*Pinus mugo*), introduits pour la protection des sols dans les versants escarpés.

Du point de vue de la faune, on constate la présence, parfois sporadique de différents oiseaux remarquables : le grand corbeau (*Corvus corax*), le pic noir (*Dryocopus martius*), la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*), le merle à plastron (*Turdus torquatus*), le casse-noix moucheté (*Nucifraga caryocatactes*) et le grand tétras (*Tetrao urogallus*). Par ailleurs, on peut parfois noter le passage de lynx (*Lynx lynx*).

Afin de protéger ces espèces, 283 hectares de la forêt sont inclus dans la ZPS Hautes-Vosges. Par ailleurs, un projet de zonage Natura 2000 pour des chiroptères est en réflexion dans les parties basses de la forêt.

Equilibres écologiques

On observe un problème de régénération du sapin. Celui-ci est en partie lié à une surpopulation de gibier. En effet, les jeunes pousses de sapin sont très appétantes pour les cervidés et, lorsque les populations sont trop importantes, ceux-ci consomment toutes les jeunes pousses de sapin, empêchant la croissance de ces plants. De plus, l'épicéa, en tant qu'espèce héliophile, profite de la moindre ouverture de couvert pour se développer avec une forte poussée de croissance initiale. Celui-ci concurrence alors très fortement les jeunes plants de sapin, à croissance lente, qui sont alors dominés et n'arrivent pas à percer. Ces deux facteurs bloquant en partie la régénération du sapin menacent, sur le long terme, la présence du sapin dans la forêt.
Par ailleurs, on observe une faible part des feuillus dans le peuplement mature. En effet, les feuillus représentent seulement 15 % du peuplement, dont 8 % pour le hêtre, ce qui est peu pour un habitat tel que la hêtraie sapinière. Par ailleurs, on constate que les feuillus on de manière générale des difficultés à se régénérer, en partie notamment à cause de la faible présence de semencier feuillus dans les peuplements matures.

Cycles des éléments nutritifs et formation des sols

On a constaté des dépérissements et jaunissements assez fréquents sur les granites de Brézouard, relativement pauvres, mais nous ne savons pas s'il s'agit d'effets liés à l'acidification ou à la sécheresse.

Production de bois

Au cours du précédent aménagement, la récolte moyenne annuelle était de 6390 m^3/an, donné en volume bois fort) et le volume moyen commercialisé était de 5330 m^3/an. Pour cet aménagement, les volumes récoltés prévisionnels sont de l'ordre de 6435 m^3/an, dont 3720 m^3/an pour la série 1 et 2715 m^3/an pour la série 2. Le tableau ci-dessous présente les volumes commercialisés au cours des 5 dernières années ainsi que les revenus bruts liés à la commercialisation des bois.

		2004	2005	2006	2007	2008
Volumes vendus (en m3)		5369,99	8072,66	6717,06	5645,87	5950,00
Revenus	Revenus bruts	215338,92 €	387352,46 €	362170,61 €	400230,56 €	397837,33 €
	€/m3	40,10	47,98	53,92	70,89	66,86

La grande majorité des bois sont commercialisés après leur exploitation en régie. Très peu de bois sont vendus sur pied.

La majorité des bois récoltés sont des résineux (95 % pour la série 1 et 92 % du volume total pour la série 2), les feuillus ne représentant qu'une faible proportion du volume total. Le tableau ci-dessus présente les différents types de produits récoltés dans les deux séries.

	Série 1 : production	Série 2 : Intérêt écologique particulier
Bois d'œuvre	93 %	89 %
Bois d'industrie	4 %	6 %
Bois de chauffage	3 %	5 %

On observe de légères variations entre les deux séries. Celles-peuvent s'expliquer par le fait que les bois de la série 2, située plus en altitude, sont d'un peu moins bonne qualité que les bois de la série 1 : branchaison, effet lisière, etc., ce qui modifie la ventilation des bois dans les différents types de produits : moins de bois d'ouvre, plus de bois d'industrie et de chauffage.

En plus de ces bois commercialisés, environ 350 m3/an sont dirigées vers les deux chaufferies de la commune. Ces bois proviennent majoritairement de pattes d'épicéa pourri et autres bois non commercialisables.

Enfin, on observe une désaffection sur les gros bois. En effet, les scieries sont majoritairement équipées de matériel standard, peu adapté au gros bois et très gros bois, qui rend leur découpe difficile. Les entreprises préfèrent donc acheter des bois moins gros et les gros bois et très gros bois restent majoritairement invendus.

La grande majorité des acheteurs (75,7 % du volume vendu en 2008) sont régionaux, ce sont principalement de grosses unités de production qui consomment un volume très important de bois chaque année. les locaux, situés dans le territoire du parc, représentent 18 % des volumes vendus en 2008. Les entreprises situées à l'étranger (Allemagne) représentent quant à elles 6,3 % du volume vendu en 2008 sur la forêt communale de Fréland.

Il peut peut-être exister quelques variations dans la répartition des acheteurs en fonction des séries. Ces variations se jouent principalement entre acheteurs locaux et régionaux. En effet, les grandes entreprises régionales ont souvent établi des contrats d'approvisionnement avec l'ONF, avec des quantités précises et certaines normes au niveau de la qualité des bois. Les bois de la série 2 étant d'un peu moins bonne qualité que les bois de la série 1, ils sont moins ventilés dans les contrats d'approvisionnement et plus vendus aux petites scieries locales.

Cueillette

Il n'existe a priori pas de réglementation particulière vis-à-vis de la cueillette. Les produits récoltés sont principalement des champignons et des fruits des bois. Il est cependant difficile d'estimer les quantités ramassées, celles-ci étant très variables d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques.

Le massif du Kalblin est un très bon coin pour les cueilleurs de myrtilles car les sols sont très acides.

Chasse

La forêt communale de Fréland est favorable au grand gibier. La population de cerfs est abondante depuis des décennies. Un comptage réalisé sur Fréland et les communes avoisinantes a révélé une augmentation de la population, avec 193 animaux comptés en 2003 et 246 animaux comptés en 2007. Le relèvement des attributions et des minimas ne semble pas avoir contrôlé ou ralenti ce processus. La population de chevreuils est elle aussi importante, même si plus petite que la population de cerf. Enfin, on dénombre une petite population de chamois, d'une vingtaine d'animaux, dont la chasse est très réglementée. Les sangliers sont présents et chassés sur la forêt, mais nous n'avons aucune estimation des populations ni données sur les réalisations.

La forêt a été divisée en trois lots de chasse différents, comprenant à la fois de la forêt et des terrains ouverts. Le lot n°1 fait une surface de 755 ha, don t 567 ha boisés. La surface boisée de ce lot a été attribuée en 2006 pour 51 €/ha, soit 28820 €. La partie boisée (327 ha) du lot n°2, d'une superficie totale de 578 ha, a été attribuée en 2006 pour 11040 €, soit 41 €/ha. Enfin, la partie boisée (239 ha) du lot n°3, d'une superficie totale de 534 ha a été attribuée en 2006 pour 44350 €, soit 32 €/ha.

Le tableau ci-dessous présente les attributions et réalisations (entre parenthèses) des 5 dernières saisons de chasse pour les 3 lots.

Lot 1					
Cerf	40 (31)	36 (24)	36 (27)	39 (29)	40 (30)
Chevreuil	21 (NC)	21 (NC)	21 (NC)	21 (NC)	18 (NC)
Chamois	0 (0)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	5 (4)
Lot 2					
Cerf	20 (14)	20 (15)	21 (12)	21 (12)	23 (12)
Chevreuil	27 (NC)	28 (NC)	27 (NC)	27 (NC)	27 (NC)
Chamois	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	2 (0)
Lot 3					
Cerf	13 (6)	15 (8)	15 (11)	17 (13)	18 (15)
Chevreuil	21 (NC)	22 (NC)	23 (NC)	21 (NC)	21 (NC)
Chamois	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

On peu constater que les réalisations sont toujours inférieures aux attributions. Cela, lié à l'augmentation des populations de cerf, entraîne des dégâts de plus en plus importants dans les peuplements forestiers et notamment de nombreux abroutissements de plants de sapins et d'écorçage de jeunes épicéas. Une protection contre le gibier est mise en place de manière ponctuelle pour limiter les pertes de production. Cette protection coûte en moyenne 14000 €/an. Si tous les plants de sapin et jeunes épicéas étaient protégés, l'opération coûterait alors environ 38000 €/an.

Eau

L'Ur prend sa source dans la parcelle 18. Cette rivière est alimentée par de nombreux ruisseaux qui descendent de la forêt par des vallons latéraux. En rejoignant la vallée de Kaysersberg, l'Ur se jette dans la Weiss, un affluent de la Fecht.
On note par ailleurs l'existence de nombreuses sources à faibles débits sur le massif.

Risques de crues et d'érosion

Il n'existe pas de risques de crues ou d'érosion particuliers. Seule la parcelle 9 présente des rsques d'éboulis car elle est située dans une zone pierreuse. Afin de limiter ses risques, la commune a demandé à l'ONf de limiter les coupes et les interventions ans cette parcelle.

Activités de loisirs et tourisme

Différentes activités prennent place en forêt communale de Fréland.
La forêt est parcourue et traversée par près de 16 km de chemins balisés par le club vosgien : GR 5, GR 532… Ces chemins peuvent à la fois être parcourus en été à pied ou en hiver en raquettes.
Des pistes de skis de fond suivent des itinéraires balisés du site des Baguenelles, dans le secteur du Brézouard.
Une aire d'envol de parapente se situe sur la crêtede la parcelle 2.

Certaines routes qui parcourent la forêt sont ouvertes au public. C'est le cas du CD «Aubure-Fréland et des chemins de la Belle Fauchelle, Stocky, des mélèzes, du Barlin jusqu'au bas de Fréland et du Barlin jusqu'à Chamont. La route de Salem et le chemin forestier dit « tourisique sont ouverts aux véhicules motorisés, mais de manière ponctuelle et contrôlée.
Le col de Fréland, avec le belvédère et son point de vue, est un point d'arrêt privilégié pour les touristes.

Enfin, la forêt communale de Fréland peut accueillir diverses manifestations sportives.

Paysages

La forêt entourant le village et du fait de la dispersion des habitations, rares sont les parcelles de forêt qui ne ont pas visibles d'un point du village. De plus, le massif est visible depuis d'autres points plus éloignés, comme le col de Chamont, le col de Fréland et la route de Salem. La forêt communale de Fréland est donc importante en tant que paysage perçu depuis des points d vue.

Par ailleurs, la forêt est traversée par plusieurs routes publiques ouvertes à la circulation. La sensibilité paysagère de la forêt est donc importante autour de ces axes de circulations, de même qu'à proximité des itinéraires balisés.

Annexe 3 : Synthèse du cas d'étude de la forêt communale de Lautenbachzell

Présentation générale

Localisation

La forêt communale de Lautenbachzell se situe sur le territoire de la commune de Lautenbaczell, dans la vallée de Guebwiller, dans l'ouest du Haut-Rhin.
Constitué d'un massif principal et de plusieurs parcelles isolées en bas de versant et dans la vallée, la forêt s'étale entre 400 et 1100 m d'altitude.

Aménagement

L'aménagement de la forêt communale a été révisé en 2006 pour une période de 20 ans, courant de 2006 à 2025.
Dans cet aménagement, la forêt constitue une série unique, de 281,28 ha, traitée majoritairement en futaie régulière, avec quelques zones traitées en irrégulier.

Relief et climat

La forêt communale de Lautenbachzell est une forêt de montagne, au relief marqué. Ainsi, les terrains sont très pentus, dépassant fréquemment 50 % de pente. On observe par ailleurs la présence de barres rocheuses et de pierriers.
Le climat est de type montagnard vosgien, avec des précipitations annuelles moyennes comprises entre 800 mm/an dans les vallons et 1300 mm/an sur les parties hautes. La température annuelle moyenne est de l'ordre de 7℃.

Sols

La forêt se situe majoritairement sur des formations à grauwackes, relativement riches, avec quelques parcelles sur des formations granitiques, plus pauvres.
Les sols sont majoritairement des sols bruns acides, avec localement des sols podzolisés. Il est important de maintenir des feuillus en mélange avec les résineux afin de limiter l'acidification des sols.

Infrastructures forestières

La forêt communale de Lauenbachzell est parcourue par un grand nombre de routes et de pistes forestières. Dans l'aménagement, différents aménagements et travaux d'entretien de ces pistes sont prévus.

Peuplement

Essences présentes

Les essences principales sont des résineux, avec une majorité de sapins, d'épicéas et de douglas. Les épicéas et les douglas, ainsi que les autres résineux présents sont majoritairement issus de plantations. Il existe une petite plantation de sapins de Noël (sapin de Nordmann), de 0,6 ha, très importante pour la commune. Elle est bien protégée contre le gibier et très régulièrement entretenue.
Les feuillus, et majoritairement le hêtre, représentent plus de 20 % de la surface du peuplement. Le hêtre est majoritairement présent en partie sommitale, mais on le trouve aussi un peu en mélange dans les peuplements de résineux.
Le tableau ci-dessous présente les surfaces et proportions relatives à chaque essence présente.

Essences	Surface	% surface
Sapin	105,0 ha	37,3 %
Epicéa	63,4 ha	22,5 %
Douglas	32,9 ha	11,7 %
Autres résineux	5,2 ha	1,9 %
Hêtre	56,6 ha	20,1 %
Erables	5,9 ha	2,1 %
Autres feuillus	8,4 ha	3,0 %
Vides boisables	3,9 ha	1,4 %

De manière générale, on observe un manque de sapin dans les jeunes peuplements, au profit de l'épicéa, du hêtre et du douglas, qui se régénèrent plus facilement.

La structure du peuplement

La structure régulière est prédominante dans le peuplement et représente 86 % de la surface forestière totale. Le reste des peuplements est irrégulier, soit pied par pied (2,1 % de la surface, soit, plus souvent, par bouquet.
On observe une grande majorité de peuplements en croissance active (PB et BM), qui représentent 57 % de la surface forestière. Les peuplements en maturation (BM à GB) ne représentent que 15 % de la surface et les peuplements matures (GB et TGB), rares et dispersés, seulement 2 % de la

surface forestière. Les peuplements de jeunesse ne représentent que 8 % de la surface forestière. Cette prépondérance des bois moyens et petits bois est majoritairement liée aux nombreuses plantations d'épicéas, de douglas et de mélèzes qui ont été réalisées dans les années 1960-1970. Ce déséquilibre devrait se résorber progressivement au fur et à mesure de l'avancement de l'aménagement.
La surface forestière moyenne, sur l »ensemble de la forêt, est de 29,9 ²/ha. Mais cette surface terrière est très variable au sein des différents groupes. Ainsi, les groupes d'amélioration ont une surface terrière proche de la surface terrière moyenne, alors que les peuplements des groupes irrégulier et du groupe de régénération ont des surfaces terrières plus élevées, respectivement de l'ordre de 34,3 m²/ah et 41,5 m²/ha.

88 % de la forêt se trouvent sur des stations à bonne productivité, riches à peu acides. La productivité forestière est donc relativement élevée.

Gestion forestière

Un traitement en futaie régulière

La structure du peuplement étant majoritairement régulière, la série unique, de production, est traitée en futaie régulière avec une régénération étalée, sauf pour les peuplements clairement identifiés comme ayant une structure irrégulière (14 % du peuplement), traité en irrégulier.
Puisque les peuplements mûrs ou en maturation sont peu importants, le groupe de régénération est restreint, soit 44,04 ha, dont seulement 14,7 ha à régénérer pendant l'aménagement.

Travaux sylvicoles

Les différents travaux sylvicoles mis en place dans la forêt sont réalisés par des ouvriers communaux, la maîtrise d'œuvre étant laissée à l'ONF.
Les plantations, régulièrement mises en place auparavant son plutôt exceptionnelles maintenant et concernent principalement des regarnis de sapins dans les zones présentant des problèmes de régénération. Les jeunes plants de sapins sont protégés contre l'abroutissement par des protections individuelles, pour les regarnis, ainsi que par du répulsif. Dégagements, nettoiements et détourage sont réalisés dans les jeunes peuplements afin de limiter la concurrence du recrû et assurer la croissance des arbres et essences objectifs. De l'élagage est quelquefois réalisé, principalement sur des plantations de douglas (80 %) ainsi que sur quelques feuillus précieux ans les peuplements naturels (20%). L'ensemble des travaux sylvicoles envisagés sur la totalité de l'aménagement sont estimés à 103726 €, soit 5186 €/an.
La plantation de sapins de Noël, protégée par un enclos, est entretenue très régulièrement, pour un coût annuel total d'environ 2000 €/an.

L'exploitation est mécanisée dès que cela est possible, en fonction de l'aspect de la forêt (plutôt dans des jeunes peuplements denses, où le travail pour les bûcherons « à la main » est ingrat et long), de la pente (si les sols sont trop pentus, les machines ne peuvent pas y aller), du sol (si la parcelle est rocheuse, les machines ne peuvent pas passer). Les bucherons sont payés aux points (pente, cailloux, densité, diamètre moyen, difficultés aux arbres) et au rendement.

Rotation et volumes prévisionnels

Les coupes sont prévues avec une rotation de 6 ans dans le groupe de régénération et des rotations de 6, 8 ou 10 ans dans le groupe d'amélioration. Dans la partie traitée en futaie jardinée, les coupes sont prévues avec une rotation de 6 ans.
Dans cet aménagement, les prélèvements prévisionnels sont estimés à 2020 m^3/an, soit 7,2 m^3/ha/an par rapport à la surface totale de la forêt, ou 8,3 m^3/ha/an calculés sur la surface effectivement parcourue en coupes (241,78 ha).

Biens et services

Offre d'habitats

Dans la forêt communale de Lautenbachzell, sept types d'habitats ont été recensés : de la sapinière-hêtraie neutrophile vosgienne à Mercuriale pérenne (*Mercurialo perennis-Abietetum*), de la sapinière-hêtraie vosgienne à Fétuque des bois (*Festuco altissimae-Abietetum*), de la hêtraie-sapinière à luzule blanchâtre (*Luzulo-Fagetum*), de la hêtraie à Mélique (*Melico-Fagetum*) et Hêtraie-chênaie continentale à pâturin de Chaix (*Poo chaixii-Fagetum*), ainsi que des érablaies en zones rocheuses ou pierreuses et des zones humides spécifiques au fond de vallon et talweg.
En plus du grand gibier, ces habitats abritent une faune remarquable tel que le lynx (*Lynx lynx*) et le chat sauvage (*Felis silvestris*), susceptibles de parcourir occasionnellement la forêt, ainsi que le Grand Tétras (*Tetrao urogallus*), dans les parties sommitales et les chaumes hors forêt, la gélinotte des bois (*Felis sylvestris*), la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*), le grand corbeau (*Corvus corax*).
Une petite portion de la forêt se situe dans le périmètre de deux zones Natura 2000 : la ZSC Hautes-Vosges concerne 2,8 ha et la ZPS Hautes-Vosges concernent 6,5 ha, ces deux zonages pouvant se recouper par endroit. Etant trop petite pour être l'objet d'une série distincte, cette portion est quand même considérée comme étant un site d'intérêt écologique particulier et gérée suivant les préconisations des documents d'objectifs correspondant.

Equilibres écologiques

On observe un problème de régénération naturelle du sapin. Celui-ci est principalement lié à une concurrence très forte des jeunes hêtres qui ont une croissance plus rapide. Afin d'assurer la continuité du peuplement et la présence du sapin dans les peuplements futurs, les forestiers doivent donc planter des regarnis de sapins dans les trouées et les jeunes peuplements pauvres en sapin.
Les populations de gibier présentes sur la forêt sont stables et ne causent pas trop de dommages aux peuplements.

Cycles des éléments nutritifs et formation des sols

Les sols sont relativement riches. On n'observe donc peu de problème pour les essences locales. Par contre, l'épicéa souffre de dessèchement en cas de grosses chaleurs ou de longue sécheresse.

Production de bois

La grande majorité des bois récoltés sont des résineux (80 %), dont 66 % de sapin et d'épicéas et 7 % de douglas, majoritairement de qualité C, vendus façonnés, ainsi que 7 % de résineux divers, vendus sur pied pour du bois d'industrie ou du petit sciage. Les feuillus représentent 20 % des bois vendus, avec 15 % de hêtres, majoritairement de qualité C ou D, vendus façonnés, et 5 % de feuillus divers (hêtre et autres), vendus en bois de chauffage.
Le tableau ci-dessous présente les volumes vendus, ainsi que les revenus très des bois vendus, au cours des 5 dernières années.

		2004	2005	2006	2007	2008
Volumes récoltés (en m3)		1308,80	2505,24	1834,89	1343,27	2873,57
Revenus	Revenus bruts	55274,00 €	116331,59 €	66469,31 €	80005,70 €	131910,62 €
	€/m3	42,23	46,44	36,23	59,56	45,90

La grande majorité des bois sont commercialisés après leur exploitation en régie. Très peu de bois sont vendus sur pied.
La grande majorité des acheteurs (82,5 % du volume vendu en 2008) sont régionaux, ce sont principalement de grosses unités de production qui consomment un volume très important de bois chaque année. Les locaux, situés dans le territoire du parc, représentent 17,5 % des volumes vendus en 2008. Aucun bois n'a été vendu à l'étranger dans l'année 2008.

Cueillette

Il n'existe a priori pas de réglementation relative à la cueillette. Les produits récoltés sont principalement des champignons, des châtaignes, des groseilles. On ne trouve pas de myrtilles dans la forêt communale de Lautenbachzell car les sols ne sont pas assez acides.

Chasse

La forêt communale de Lautenbachzell est favorable au gibier puisqu'on y trouve de nombreuses espèces, à la fois de grand gibier et d'autres espèces plus petites : cerf, chevreuil, chamois, sanglier, renard, lièvre, blaireau, martre, belette, fouine, bécasse, pigeon ramier et geai des chênes. Les populations de cerfs sont estimées à 6 têtes pour 100 hectares, les populations de chevreuil, à 11 têtes au 100 ha et les populations de chamois à 4 têtes au 100 ha. Ces populations dépassent les capacités d'accueil de la forêt.

La forêt constitue un unique lot de chasse, loué pour la somme 23 000 €. Le tableau ci-dessous présente les attributions et réalisations liées au lot de chasse pour les 4 dernières saisons.

	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Chevreuil	21 (NC)	22 (NC)	22 (NC)	21 (NC)
Cerf	9 (5)	9 (3)	9 (2)	10 (7)
Chamois	2 (0)	2 (0)	2 (0)	0 (0)

On peu constater que les réalisations sont toujours inférieures aux attributions. Cela, avec l'augmentation des populations de grand gibier, peut entraîner des dégâts de plus en plus importants dans les peuplements forestiers et notamment de nombreux abroutissements de plants de sapins et d'écorçage de jeunes épicéas. Une protection contre le gibier est mise en place de manière ponctuelle pour limiter les pertes de production. Cette protection coûte en moyenne 2678 €/an. Si tous les plants de sapin et jeunes épicéas étaient protégés, l'opération coûterait alors environ 10806 €/an.

Eau

On dénombre deux cours d'eau dans la forêt : le Kletterbach et le Felsenbach. En plus de ces deux cours d'eau, on compte trois points de captage dans la forêt, ainsi que plusieurs autres dans la périphérie proche. De ce fait, plus de la moitié de la forêt se trouve dans les périmètres de protection, soit directement liée aux captages dans la forêt, soit liée aux captages voisins et est ainsi soumise à des règles strictes en matière d'exploitation.

Risques de crues et d'érosion

En cas de fortes pluies, il existe des risques de dommages sur les chemins liés aux ravinements. Il faut donc entretenir les pistes par un nettoyage régulier des rigoles et des buses pour que ces installations jouent efficacement leur rôle d'évacuation de l'eau.

Activités de loisirs et tourisme

Les principaux publics rencontrés en forêt communale de Lautenabchzell sont des randonneurs, des cavaliers et des cyclistes accessoirement, qui utilisent les pistes et sentiers qui parcourent la forêt.

Une aire de pique-nique et u abri ouvert, créé par les chasseurs, sont des points d'arrêts de ces visiteurs.
Une route forestière est ouverte aux véhicules motorisés afin de permettre l'accès à la ferme auberge de Gustiberg et au site de la cascade du Kletterbach, qui sont les principaux pioints d'attraction de la forêt.

Paysages

La forêt se situant en retrait par rapport aux voies de communication et agglomération, la sensibilité paysagère de celle-ci est modérée.

Annexe 4 : Synthèse du cas d'étude de la forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang

Présentation générale

Localisation

La forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang se situe sur les territoires des communes de Saint-Maurice sur Moselle et de Bussang, dans la pointe sud-est des Vosges, à la limite des Vosges, du Haut-Rhin et de la Haute-Saône.
En un seul massif d'une surface totale de 2717,21 hectares, avec 751,99 ha sur la commune de Bussang et 1965,22 ha sur la commune de Saint-Maurice sur Moselle, la forêt domaniale s'étale entre 610 et 1249 m d'altitude (sommet du ballon d' Alsace) en têt du bassin versant de la Moselle.

Aménagement

L'aménagement de la forêt domaniale est en cours de révision pour une nouvelle période de 25 ans, de 2009 à 2023.
La surface totale est de 2717,21 ha, dont 2708,25 hectares sont à vocation forestière. Les zones d'éboulis, non exploitées sont quand même comprise dans cette surface.
La forêt a été séparée en deux séries. La série 1, d'une surface de 1072,80 ha, a pour objectif principal un objectif de production, tout en protégeant les milieux et les paysages. Le traitement de cette série n'a pas encore été déterminé (Confirmation de H. Voiry), mais elle pourrait être gérée en futaie irrégulière. La série 2, d'une surface de 1644,41 ha, est une série d'intérêt écologique particulier et correspond principalement à l'emprise de la ZSC. Elle devrait être gérée en futaie irrégulière.

Relief et climat

La forêt domaniale est soumise à un climat lorrain de type continental sous influence océanique. La pluviométrie moyenne est estimée à plus de 2000 mm/an et la empérature moyenne est de l'ordre de 8℃ à 700 m d'altitude.
Le relief dans la forêt domaniale est très marqué par des pentes souvent fortes et différentes zones rocheuses ou à éboulis, qui concernent près de 81 ha de la forêt.

Infrastructures forestières

La forêt domaniale est parcourue par un vaste réseau de routes. 9,8 km de routes revêtues appartiennent au domaine public et sont ouvertes au public motorisé, de même que les 10,4 km de

routes revêtues appartenant au domaine privé. Par ailleurs, la forêt compte 22 km de routes empierrées et 29,7 km de routes en terrain naturel, non ouvertes au pulic et accessibles uniquement au personnel travaillant dans la forêt.

Peuplement

Essences présentes

Les deux principales essences sont le sapin (recouvrant 50 % de la surface forestière) et le hêtre (près de 40 %). On note la présence d'autres résineux, et notamment de l'épicéa qui couvre près de 7 % de la surface forestière. Par ailleurs, d'autres feuillus que le hêtre sont aussi présents et représentent 3 % de la surface forestière.

La grande importance du hêtre est parfois problématique, notamment dans les peuplements mixes où le sapin a des difficultés à se régénérer sous la concurrence du hêtre, de même que dans les peuplements sommitaux où, le hêtre étant omniprésent, il est difficile d'obtenir un mélange feuillus-résineux favorable aux oiseaux protégés, et notamment au Grand Tétras.

Le tableau ci-dessous présente les surfaces et les proportions relatives à chaque essence.

Essences	Surface	Proportion
Sapin	1090,74 ha	50,0 %
Epicéa	149,46	6,8 %
Pin sylvestre	1,54	0,1 %
Mélange et autres résineux	4,09	0,2 %
Hêtre	863,62 ha	39,6 %
Mélange et autres résineux	68,06 ha	3,1 %
Espaces non boisés	5,12 ha	0,2 %
Total	**2182,63**	**100 %**

La structure du peuplement

Si certaines parcelles sont relativement homogène au niveau des strates, la structure du peuplement à l'échelle du massif est plutôt irrégulière, pied par pied ou par bouquet suivant les endroits. Par rapport à la typologie du massif vosgien, le type moyen s'apparente à un peuplement irrégulier à bois moyen (type 52). La grande majorité des peuplements correspondent à des peuplements de type irrégulier (34 %) en croissance active (27 %) et en maturation (24 %). Les jeunes peuplements ne représentent que 4 % et les peuplements mûrs 9 % de la surface forestière totale. 35 % des peuplements sont relativement riches en perches. Leur régénération est donc assurée. Dans les autres peuplements (65 %), pauvres en perches, la régénération sera plus ardue.

La forêt est relativement équilibrée au niveau des différents stades, même si de nombreux gros bois et très gros bois trouvent difficilement preneurs. Cette difficulté de commercialisation pose quelques

problèmes pour le futur du peuplement. En effet, les gros bois et très gros bois se vendant peu, ils sont relativement peu exploité et l'on a le risque d'une surcapitalisation dans les gros bois et très gros bois. Il convient donc de trouver un moyen d'écouler ces bois pour décapitaliser en partie la forêt.
La surface terrière moyenne sur la forêt est de 31,4 m²/ha, mais la surface terrière dans les peuplements majoritaires est légèrement supérieure, de l'ordre de 33 à 34 m²/ha.

La productivité forestière varie entre 8 et 12 m^3/ha/an suivant les situations. En moyenne, elle est proche de 10 m^3/ha/an, ce qui correspond à une bonne productivité, liée aux sols relativement riches.

Gestion forestière

Gestion passée

Alors même que l'aménagement, jusqu'à présent, préconisait une gestion en futaie régulière, depuis, 2009, aucune coupe de régénération n'a été mise en place. Les gestionnaires ont préférés limiter les sacrifices d'exploitabilité et récolter progressivement les bois lorsqu'ils arrivaient au diamètre d'exploitabilité de 60 cm. Dans les faits, la forêt était, depuis 200ç, plutôt gérée en traitement irrégulier.

Gestion futures

Le traitement futur pour le nouvel aménagement n'a pas encore été totalement fixé.
La série 2, intégrant un zonage Natura 2000, se doit de respecter les prescriptions du DOCOB correspondant, et sera donc traitée en futaie irrégulière, avec des rotations comprises entre 8 et 12 ans en fonction des parcelles et de leur situation. Des portions de cette série ne seront pas du tout exploitées et laissées telles quelles (réserves biologiques, îlots).
La série 1 pourrait être traitée en futaie régulière ou en futaie irrégulière. Le choix n'a pas encore été effectué. Cependant, les gestionnaires sur le terrain pencheraient en faveur d'un traitement en futaie irrégulière, avec des rotations de 5 à 7 dans les parcelles avec trop de gros bis à décapitaliser et des rotations de 8 ans dans les autres parcelles.

Travaux sylvicoles

Très peu de travaux sylvicoles sont réalisés dans la forêt domaniale.
Un essai de dégagement à été réalisé dans une parcelle de hêtres, en situation de haut de versant et de crêtes, autour des hêtres désignés et des quelques perches de sapins présents, ceci afin de tester les réactions du peuplement avant de potentiellement réaliser des dégagements dans d'autres parcelles.

Quelques plantations ont été réalisées après tempête (1999) sur 1 ou 2 hectares pour « réparer » le peuplement, mais les dernières plantations réalisées datent d'une quinzaine d'années et ne concernaient que des petites surfaces. Depuis 1999, aucune plantation n'a été mise en place.

Biens et services

Offre d'habitats

- **Habitats**

Différents habitats d'intérêt communautaire ont été inventoriés dans la forêt domaniale. Hors de la ZSC, on a ainsi trouvé des érablaies à lunaire et des érablaies à orme de montagne, ainsi que de la hêtraie à érable et oseille à feuille Gouet, de la hêtraie sapinière à luzule et des forêts de conifères acidiphiles. En plus de ces habitats, on a inventorié dans la ZSC des érablaies (tillaies) à scolopendre et de la hêtraie sapinière à fétuque. On note par ailleurs la présence de formations herbeuses à nard raide, marginal dans le périmètre de la forêt et d'une tourbière haute dégradée. Environ 70% de la forêt correspond à des stations de hêtraie-sapinière favorables à la production forestière. On peut signaler l'importance relative des érablaies, ainsi que des zones rocheuses ou à éboulis, et la faible représentation des zones humides.

L'aménagement considère que la forêt semi-naturelle (ie non issue de plantation et constituée en écosystème forestier depuis plus de 80 ans) représente 95 % de la surface forestière totale, soit 2577,83 ha. Parmi cette surface, 242,09 ha ont été classés en forêt subnaturelle (A. Cecconello, 1991).

- **Arbres bios et arbres morts**

L'UT a une politique forte au niveau des arbres morts et arbres « bio » laissés en forêt, mais montre peu d'intérêt pour les îlots de vieillissement et de sénescence. En effet, le RUT pense qu'il vaut mieux améliorer l'ensemble de la forêt sur les critères arbres vieux ou morts, plutôt que de délimiter un hectare (ou plus) intouchable et faire ce qu'on veut à côté.

Dans l'ancien aménagement, il existait des parquets d'attente pour le Grand Tétras, mais ceux ci ne resteront pas dans le nouvel aménagement. Seuls deux îlots de vieillissements sont indiqués en tant que tels dans le nouvel aménagement, autour des deux arbres remarquables du massif : « le roi soleil » et « les trois mousquetaires ».

Lors des passages en martelage, les arbres morts sont inventoriés, numérotés et étiquetés et les données sont entrées dans la base de données. L'objectif est de recruté 0,5 m3/ha/an de bois mort.

Lors des passages en martelage, les arbres bios sont numérotés, étiquetés et décrits. Ces données sont ensuite rentrées dans une base de données qui permet le suivi de ces arbres. L'objectif recherché est d'atteindre 1 arbre bio par hectare. Dans la ZSC, un contrat Natura 2000 a été signé, qui finance 6 arbres bios/ha. Lorsque les arbres bios meurent, ils sont comptabilisés en tant qu'arbre morts et d'autres arbres bios sont recrutés.

- **Espèces**

Les différents habitats existant sur le massif abritent une faune et une flore variée.

Au niveau de la flore, on remarque notamment la présence de polistic de Braun (*Polystichum braunii*), la campanule à larges feuilles (*Campanula latifolia*), le streptope à feuilles embrassantes (*Streptopus amplexifolius*), le vératre blanc (*Veratrum album*), de la linaigrette engainante (*Eriophorum vagintum*), de l'airelle (ou myrtille) des marais (*Vaccinium uliginosum*), de la scolopendre (Phyllitis scolopendrium), de l'aconit napel (*Aconitus napellus*) et de l'aconit tue-loup (*Aconitus vulparia*). On note la présence d'un lichen, le *Lobaria pulmonaria*, qui est un indi cateur de la naturalité des forêts, ainsi que la présence de divers champignons.

Du point de vue de la faune, on peut observer différents oiseaux, tels que le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*), le pic noir (*Dryocopus martius*), la gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*), la bondrée apivore (*Pernis apivorus*) et le grand tétras (*Tetrao urogallus*). La population de ce dernier était estimée à 6-7 couples au début 1990 mais, actuellement, la population est très faible. Seuls quelques individus ont été observés au cours des trois dernières années et il n'y a pas d'indices de reproduction ou de données sur le chant dans la forêt.

Par ailleurs, en plus du gibier présent naturellement sur le massif, on peut noter le passage de lynx (*Lynx lynx*) et de chats sauvages (*Felis silvestris*).

- **Réserves et Grand Tétras**

Afin de protéger un certain nombre de ces espèces et habitats, une partie de la forêt, en partie sommitale, a été intégrée à une zone Natura 2000. Par ailleurs, la parcelle 165 fait partie de la réserve naturelle des ballons comtois et une réserve biologique va être mise en place dans la parcelle 164 non exploitée depuis (au moins) l'après-guerre.

Equilibres écologiques

On observe un problème de régénération du sapin. Celui-ci est principalement dû à l'omniprésence des jeunes pousses et perches de hêtres qui profitent de la moindre ouverture et concurrencent très fortement les jeunes sapins. Les grandes coupes de régénération mises en place auparavant ont parfois entraîné de profondes transformations du peuplement avec de grands risques de disparition du sapin dans certains jeunes peuplements.

Production de bois

Les bilans des ventes n'ont pas pu être récupérés et exploités pour ce cas d'étude.

Les résineux récoltés sont de qualité moyenne à bonne. D'après l'aménagement précédent, les proportions respectives en qualité sont : menuiserie 8% - charpente 75% - coffrage 7% et trituration 10%. Les sapins de grosse dimension sont de qualité variable.

Le hêtre est de qualité moyenne à médiocre et réputé assez nerveux. Les proportions en qualité sont : menuiserie 10% -sciage ordinaire 30% - traverses 25% et trituration 35%.

Cueillette

D'après les forestiers locaux, la cueillette est l'objet d'une vraie économie parallèle dans les Vosges, avec des centres de collecte de champignons ou de myrtilles qui achètent les produits récoltés et les revendent en région parisienne et sur les grands marchés (Rungis).
Dans la forêt domaniale, les principaux produits récoltés sont des champignons : chanterelles, cèpes, girolles… Peu de myrtilles sont cueillies en forêt même puisque les grandes places à myrtilles se trouvent dans les chaumes et en lisière de forêt où il y a plus de lumière.

Chasse

La forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang est propice au grand gibier. Les populations sont supportables, on ne dénombre pas trop de dégâts liés au gibier, mai les populations sont en augmentation, le pression sur les peuplements sera donc plus importante et pourrait causer plus de dégâts si l'accroissement des populations n'est pas contrôlé.
La forêt a été divisée en trois lots de chasse. Le tableau ci-dessous présente les surfaces et loyers (en 2004) de chaque lot.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Surface	765 ha	738 ha	1178 ha
Loyer (en 2004)	14 000 €	15 800 €	10 400 €

Les attributions sont données pour l'ensemble de la forêt et c'est le propriétaire, par la suite, qui décide de leur distribution entre les différents lots. Le tableau ci-dessous présente les attributions et réalisations sur les cinq dernières années sur l'ensemble de la forêt.

	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Chevreuil	59 (48)	60 (47)	63 (52)	63 (58)	94 (59)
Cerf	8 (5)	7 (3)	7 (2)	11 (3)	11 (4)
Chamois	10 (8)	9 (10)	10 (9)	10 (10)	17 (14)
Sanglier	23 (14)	29 (18)	28 (11)	26 (11)	26 (16)

On peu constater que les réalisations sont toujours inférieures aux attributions. Cela, lié à l'augmentation des populations de cerf, pourra entraîner des dégâts de plus en plus importants dans les peuplements forestiers et notamment des problèmes d'abroutissements et d'écorçage. Afin de contrôler les populations de grand gibier et garder un faible niveau de dégâts, il conviendra de réaliser au maximum les attributions, voire d'augmenter celles-ci si les populations continuent de croître.

Pêche

Il existe trois lots de pêche dans la foêt. Deux concernent des étangs de 0,17 ha chacun, loué (en 2006) pour la somme de 130 € pour l'un et de 120 € pour l'autre. Le troisième lot de pêche concerne 10 km de cours d'eau, loué en 200- pour 170 €.

Eau

La forêt domaniale de Saint-Maurice et Bussang se trouve en tête du bassin versant de la Moselle, qui prend sa source sous le col de Bussang à proximité des parcelles forestières 26 et 27. A la Moselle s'ajoutent de nombreux ruisseaux de bonne qualité hydrobiologique, qui parcourent la forêt et forment un réseau de cours d'eau permanents de plus de 10 km. En plus de ces cours d'eau permanents, il existe de nombreux cours d'eau temporaires et gouttes qui coulent beaucoup à l'automne et au Printemps.

On dénombre quatre points de captage sur la forêt. Le périmètre de protection immédiate, de l'ordre de 20 à 30 m autour des points de captage est grillagé et l'accès en est interdit. L'ensemble des périmètres de protection pour les 4 points de captage recouvrent une surface de 525 ha. Dans ces périmètres, les débardeurs doivent rester sur les pistes existantes et sont interdits en zone de protection immédiate. Les débardeurs doivent installer des ponts pour passer les cours d'eau identifiés, mais cela est dur à mettre en place sur les cours d'eau temporaires et les gouttes. Ces mesures pour les passages des cours d'eau en sont à leurs balbutiements, elles commencent tout juste à être mises en place et les installations sont souvent bricolées. Le débardage est interdit en cas de pluie.

L'acidité des sols posent surtout des problèmes au niveau de l'eau pour la consommation. En effet, après prélèvement, les eaux, trop acides, doivent être traitées au calcaire marin avant d'être consommée. Un test a été réalisé dans le Cornimont. Les amendements réalisés ont permis de baisser sensiblement le pH des eaux dans ce secteur, ce qui limite les traitements après. Les amendements en amont des zones de prélèvement, en tête de bassin, pourrait donc être une solution pour limiter les traitements après prélèvement.

Risques de crues et d'érosion

L'ensemble des sols de la montagne vosgienne est sensible à l'exportation des minéraux : la conservation des rémanents en forêt est donc essentielle.

Les zones à éboulis, rocheuses ou trop pentues ne sont généralement pas exploitées pour cause de problèmes d'accessibilité, ce qui assure un couvert forestier continu et limite les chutes de pierre.

Les pistes de débardage sont parfois susceptibles d'être érodées lorsqu'il y a d'importantes précipitations, les pistes de débardage doivent donc être traversées par des « saignées » qui détournent l'eau et limite ainsi l'érosion sur les pistes.

A l'automne et au Printemps, lorsque les sols sont gorgés d'eau, les gouttes peuvent « se nettoyer » et entraîner quelques mouvements de gravas.

Activités de loisirs et tourisme

On peut distinguer le tourisme d'été du tourisme d'hiver.

En été, la fréquentation concerne surtout trois sites sur les crêtes : Le Drumont, le Rouge gazon et surtout le Ballon d'Alsace. Entre ces pôles se sont développées des activités de pleine nature avec la création de nombreux sentiers balisés et des circuits VTT. Il existe aussi des aires d'envol pour le parapente autour du Ballon d'Alsace, de la Tête de la Bouloie et du Petit Drumont. Ces sites constituent aussi des points de vue remarquables. Des passerelles ont été installées sur le sentier de Morteville, qui traverse la parcelle 164 classée en réserve biologique.

En hiver les pôles de fréquentation sont les domaines de ski alpin du Rouge gazon, de la Bouloie et du Ballon d'Alsace. L'emprise des stations de ski de piste sur la forêt est de 8 ha. Il existe un réseau de pistes de ski de fond partant de ces sites. L'accès aux pistes de ski de fond est gratuit, celles-ci sont entretenues par les communes. Il existe aussi des circuits balisés de raquettes depuis le Ballon d'Alsace et depuis les Neufs Bois. Dans la parcelle 162, on peut voir les restes d'un tremplin de ski.

La maison forestière du Plain des loges pourrait bénéficier d'une remise en état en vue de son utilisation dans un produit de randonnée pédestre accompagnée sur plusieurs jours (projet Retrouvance Vosges). En plus de cette maison, il existe 8 chalets, ouverts au public. Créés à la base pour les bucherons lorsque ceux-ci passaient plusieurs semaines en forêt, ils sont maintenant utilisés à la fois par les randonneurs, les forestiers et les chasseurs. Ils sont entretenus par les communes de Saint-Maurice sur Moselle et de Bussang.

Ils existent deux sapins remarquables, chacun avec leur histoire, qui sont identifiés et signalés : le « Roi soleil » et les « Trois mousquetaires ».

RÉSUMÉ

Le parc naturel régional des Ballons des Vosges, territoire très fortement forestier, est soucieux de la confrontation existant entre la gestion forestière, pour la production de bois, et les autres biens et services, notamment environnementaux, fournis par les écosystèmes forestiers, principalement dans les Hautes Vosges.

Le travail réalisé ces derniers a permis de caractériser qualitativement et, quand cela était possible, quantitativement, les biens et services fournis par les écosystèmes forestiers. Par ailleurs, les relations existant entre différents modes de gestion mis en place et l'expression de ces biens et services ont été étudiées et illustrées par des cas d'étude. Enfin, ce travail a permis d'ébaucher une évaluation économique de la biodiversité dans les forêts des Hautes Vosges grâce à la méthode des transferts de valeur.

SUMMARY

The natural and regional park from the "Vosges" is predominantly a forested territory. The confrontation between forest management for wood production and other goods and services provided by forest ecosystems is an important problem for the park.

This work realised during the past months defined qualitatively and quantitatively, when possible, the goods and services provided by forest ecosystems in Hautes Vosges territory. Besides, relations between types of forest management and expression of those goods and services has been studied and illustrated by caseworks. Finally, we began to develop a first economic evaluation of biodiversity in Hautes Vosges woodlands.