



**HAL**  
open science

# Évaluation de la mise en oeuvre du plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais

Lucile Demaret

► **To cite this version:**

Lucile Demaret. Évaluation de la mise en oeuvre du plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais: caractérisation des conséquences de la gestion sur l'état de conservation des principaux milieux: tourbeux et forestiers. Sciences de l'environnement. 2012. hal-01869751

**HAL Id: hal-01869751**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01869751>**

Submitted on 6 Sep 2018

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

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



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

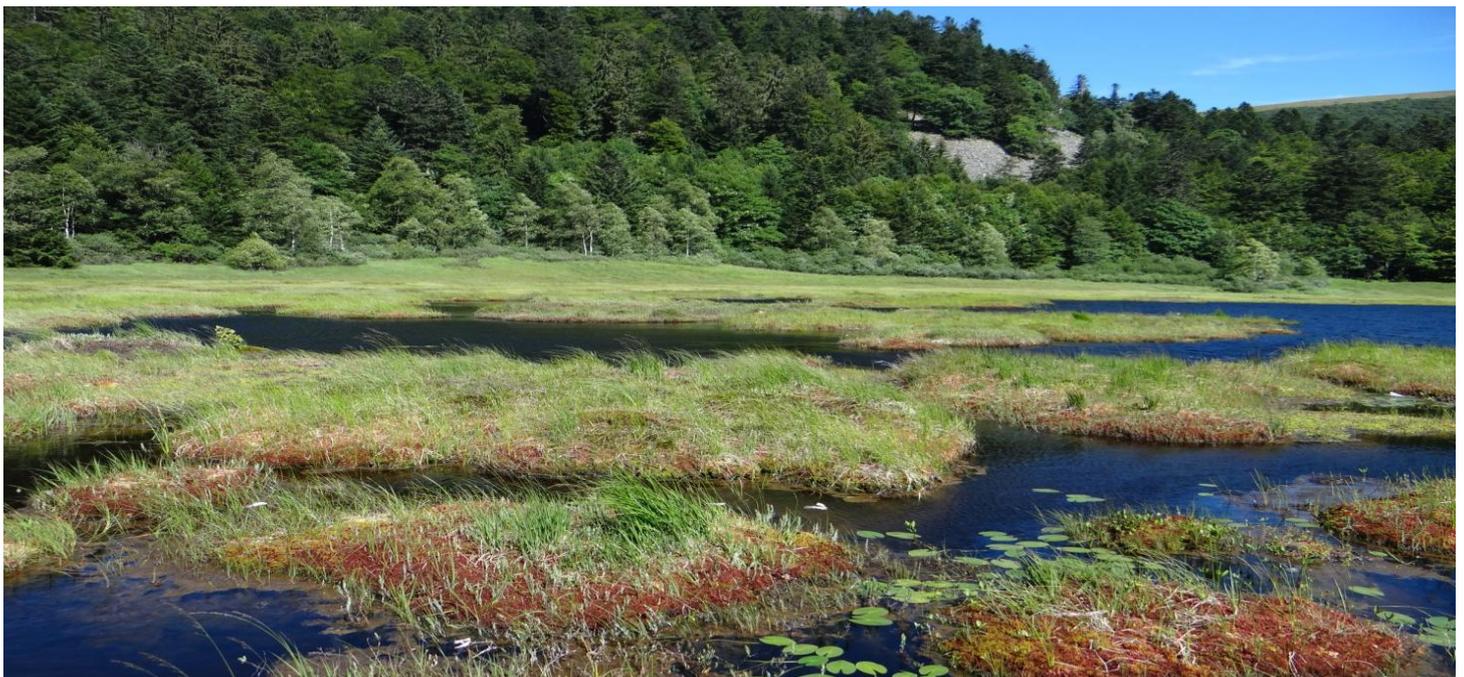
MASTER BEFAGE

Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et Génie de l'Environnement

Spécialité

Fonctionnement et Gestion des Écosystèmes

**Évaluation de la mise en œuvre du plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais:**  
*caractérisation des conséquences de la gestion sur l'état de conservation des principaux milieux : tourbeux et forestiers*



**Lucile DEMARET**

Mémoire de stage, soutenu à Nancy le 03/09/2012

**Alix BADRÉ**, Conservatrice de la Réserve naturelle de la Tourbière de Machais

**Bernard AMIAUD**, Enseignant chercheur à l'ENSAIA

**Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges**,

Maison du Parc, 1 Cour de l'Abbaye 68140 Munster

# REMERCIEMENTS

---

Je tiens tout particulièrement à remercier Alix BADRÉ, conservatrice de la Réserve, de m'avoir accueillie et confiée cette mission (impossible) d'évaluation de l'état de conservation. Merci pour ton aide, ta disponibilité, ta gentillesse et ta bonne humeur qui aura égayé ces journées (parfois) fraîches et humides passées au BEN, durant ces six mois ! Merci pour tous tes conseils pour l'organisation mon travail et pour la rédaction de mon rapport. Sans oublier tous les bons moments passés ensemble.

Un grand merci à Jean-Christophe Ragué et Yannick Despert, pour leur disponibilité, le partage de leurs connaissances lors de nos nombreuses réflexions autour de l'évaluation des habitats tourbeux et forestiers et tous les nombreux conseils qu'ils ont pu nous apporter.

Je remercie également Nicolas Debaive, sans qui nous n'aurions pas pu traiter les données du Protocole Forêt. Merci pour le temps que tu nous as accordé.

Merci aussi à Jacky Véret, d'avoir donné de son temps également pour participer à nos réflexions et pour avoir partagé ses connaissances de forestier.

Merci à toute l'équipe du BEN pour votre accueil, votre convivialité et les bons moments passés à vos côtés.

Enfin, je remercie le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges de m'avoir accueillie au sein de sa structure. Merci à toute l'équipe pour les quelques moments partagés.

Finalement, je tiens à remercier toutes les personnes que j'aurais pu oublier, et toutes les rencontres que j'ai pu faire durant ces six mois.

# SOMMAIRE

---

Liste des tableaux et figures .....	0
INTRODUCTION.....	1
I. CONTEXTE DE L'ÉTUDE .....	2
1. Organisme d'accueil : Le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges .....	2
a. Un vaste territoire, au cœur de différentes cultures .....	2
b. Statut et missions : développement durable et concertation territoriale.....	2
c. L'équipe professionnelle au service du Parc.....	2
2. Présentation de la Réserve naturelle de la Tourbière de Machais.....	2
a. Une histoire particulière liée à un patrimoine exceptionnel.....	2
b. Une Réserve naturelle au cœur du territoire Parc .....	3
c. Des caractéristiques stationnelles influençant directement les milieux .....	3
d. Site exceptionnel intégré dans un massif à haute valeur écologique .....	4
3. Missions confiées.....	4
II. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION.....	6
1. Définition des termes employés .....	6
2. Etat de l'art sur les méthodes existantes et réflexions actuelles .....	8
3. Données mobilisables nécessaires à l'évaluation de l'état de conservation .....	10
III. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION : MILIEUX FORESTIERS.....	11
1. Habitats forestiers présents sur la Réserve naturelle .....	11
2. Élaboration d'une grille d'évaluation .....	11
a. Choix des critères, indicateurs, valeurs seuils et état de référence .....	11
b. Choix du système de notation .....	15
3. Résultats.....	15
4. Interprétation et perspectives de mesures de gestion .....	16
IV. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION : MILIEUX TOURBEUX .....	18
1. Habitats tourbeux présents sur la Réserve naturelle .....	18
2. Élaboration d'une grille d'évaluation .....	18
a. Choix des critères, indicateurs, valeurs seuils et état de référence .....	18
b. Choix du système de notation .....	22
3. Résultats.....	22
4. Interprétation et perspectives de mesures de gestion .....	23
V. DISCUSSION .....	26
CONCLUSION.....	27
BIBLIOGRAPHIE .....	28
GLOSSAIRE ET LISTE DES ABRÉVIATIONS .....	30
LISTE DES ANNEXES.....	31

## Liste des tableaux et figures

---

Tableau 1: Outils de protection et de réglementation appliqués à la RN .....	4
Tableau 2 : Grille d'évaluation simplifiée de l'état de conservation des habitats forestiers .....	15
Tableau 3 : Base de travail pour l'élaboration d'une grille d'évaluation de l'état de conservation..	18
Tableau 4: Grille d'évaluation simplifiée de l'état de conservation des habitats tourbeux.....	22
Figure 1: Frise chronologique de l'histoire de la Réserve .....	3
Figure 2: Schématisation de la démarche d'évaluation de l'état de conservation .....	6
Figure 3: Graphique radar des critères évalués .....	16
Figure 4 : Echelle de notation de l'état de conservation global du site .....	16
Figure 6: Echelle de notation de l'état de conservation global du site .....	23
Figure 5: Graphique radar des critères évalués .....	23

## INTRODUCTION

---

Les tourbières, autrefois considérées comme des lieux de légendes, des endroits malsains, dangereux et improductifs, ont été, dès le 18<sup>e</sup> siècle, sacrifiées par les activités humaines : extraction de tourbe en tant que combustible, drainage, plantation, ennoisement pour la construction de barrages, etc. Ainsi leur surface en France, estimée entre 100 000 et 120 000 hectares en 1945, a chuté à 60 000 hectares en 50 ans, soit une diminution d'environ la moitié des surfaces.

Le cas des espaces forestiers est un peu moins inquiétant puisque depuis 1994, la surface boisée en France est en augmentation (croissance de +1,4%, *source IFN*), ce qui est le résultat d'efforts de reboisement et d'intensification des cultures. Il n'en a pas toujours été ainsi puisque, depuis l'ère glaciaire, les surfaces boisées sont passées de 80-90 % du territoire français à 23 % en 2007. La forêt fut l'un des premiers écosystèmes à subir les impacts des activités humaines : production de bois de chauffage (particuliers et industries), exploitation de bois d'œuvre, déforestation pour le développement de l'agriculture, intensification avec l'arrivée de la mécanisation, perturbations du cycle sylvogénétique...

Ce constat alarmant de destruction d'habitats, donc des espèces qui leur sont liées, et de perturbation des cycles naturels, ne concernent malheureusement pas que les habitats tourbeux et forestiers. Après de nombreuses années pendant lesquelles les naturalistes et scientifiques défendant les écosystèmes tourbeux (entre autres) en réel danger n'étaient pas entendus, un premier pas dans la protection des habitats naturels a été franchi avec la signature, en 1979, de la **Convention de Berne**. Les Etats signataires de cette convention ont accepté de prendre conscience, dorénavant, de l'importance de la conservation de la faune, de la flore sauvage et de leurs habitats naturels, en s'engageant également à coopérer entre eux afin d'assurer une cohérence au niveau de l'Europe. Les actions en ce sens ne se sont pas arrêtées là, puisqu'en 1992 une nouvelle convention a été signée lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro : la **Convention sur la Diversité Biologique**. De cette convention est née la **Directive Européenne 92/43/CEE « Habitat, Faune, Flore »**, dans laquelle le terme « état de conservation » apparaît pour la première fois avec une définition pour les habitats et les espèces (Article 1).

Ainsi, les Etats signataires ont pour obligation d'assurer le bon état de conservation des habitats et des espèces (Article 2), de veiller au maintien de cet état (Article 11), avec une obligation de résultats tous les six ans (Article 17) (*European Commission, 2005*).

Afin de définir un cadre précis d'actions, un réseau européen délimitant des sites d'intérêt communautaire a été créé : il s'agit du **réseau Natura2000** (1 753 sites pour 6,9 millions d'hectares en France).

Depuis, l'intérêt et les actions en faveur de la conservation des habitats et des espèces, se multiplient (Grenelle de l'Environnement, apparition des sciences participatives...) afin de pérenniser et de protéger la diversité d'habitats et d'espèces existantes, indispensable à l'équilibre de notre planète.

Dans le but de pouvoir suivre l'évolution et de surveiller « l'état de santé » des habitats et des espèces et pour répondre à la demande de la Directive « Habitat, Faune, Flore », les acteurs de l'environnement se sont donc penchés ces dernières années sur la notion **d'évaluation de l'état de conservation**.

Cette notion d'évaluation de l'état de conservation, placée au cœur de mon stage, s'inscrit dans le cadre de la révision du plan de gestion de la Réserve naturelle la Tourbière de Machais, arrivé à son terme en 2011. En effet, la fin d'un plan de gestion implique de faire un bilan de la gestion passée à travers une évaluation administrative et une évaluation de l'état de conservation.

# I. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

---

## 1. Organisme d'accueil : Le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges

### *a. Un vaste territoire, au cœur de différentes cultures*

Au sein du massif montagneux des Vosges, recouvrant pour partie l'Alsace, la Franche-Comté et la Lorraine, le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (PNRBV) s'étend sur plus de 3 000 km<sup>2</sup> (Carte de localisation, Annexe 1), à travers quatre départements : le Haut-Rhin, la Haute-Saône, le Territoire de Belfort, les Vosges, et 209 communes (avril 2012). Il s'engage depuis 1989 à appliquer une politique de développement économique, social et culturel, tout en préservant les nombreuses richesses naturelles et culturelles de ce territoire. Impliquant plus de 256 000 habitants, le PNRBV est aujourd'hui le plus grand Parc et le plus peuplé de France avec une densité de 80 habitants/km<sup>2</sup>.

Situé à proximité de plusieurs grandes villes (Mulhouse, Colmar, Epinal...), la fréquentation de son territoire est importante et régulière tout au long de l'année.

Le territoire du Parc présente une grande diversité d'habitats naturels, dont certains d'exception (protégés par des Réserves naturelles nationales). Sa richesse ne se réduit pas seulement à la diversité du paysage, mais compte également un patrimoine culturel exceptionnel résultant de l'histoire de chaque région.

### *b. Statut et missions : développement durable et concertation territoriale*

Le PNRBV est un syndicat mixte regroupant toutes les collectivités concernées par le territoire du Parc : régions, départements, collectivités territoriales, associations, Office National des Forêts (ONF). Celles-ci sont donc impliquées dans la gestion du Parc, et de ce fait sa présidence est assurée par des élus locaux.

Les actions du Parc sont régies par des objectifs définis dans une charte. Ce document, qui permet d'attribuer le label « Parc Naturel régional » à un territoire, est soumis à avis du préfet et validée par décret pour une durée de 12 ans. Ainsi, depuis la naissance du Parc, trois chartes se sont succédées : en 1989, 1998, et 2012. Les vocations de la dernière charte sont les suivantes : la gouvernance, un équilibre homme et nature, une économie relocalisée, des habitants enracinés dans le territoire et solidaires. Ces vocations guident le syndicat mixte dans la mise en place d'actions contribuant au développement économique, social, et culturel du territoire, tout en les conciliant avec la protection des milieux naturels.

### *c. L'équipe professionnelle au service du Parc*

Pour assurer la mise en œuvre de la charte, une équipe professionnelle d'environ 37 temps pleins fixes, dont 7 pour le compte de l'État sur les réserves naturelles, s'engage au sein de différents domaines d'actions : environnement, paysage, architecture, urbanisme, tourisme, agriculture, patrimoine, culture, pédagogie, communication.

Le personnel du Parc est basé dans plusieurs antennes réparties sur son territoire : la maison mère, située à Munster (68), l'Espace Nature Culture situé au Haut-du-Them (70), le Bureau des Espaces Naturels situé à Wildenstein (68), lieu de stage, puis les antennes de Gérardmer (88), Giromagny (90), et récemment du Grand Ballon (68). Cela permet ainsi d'assurer une présence des acteurs du Parc sur l'ensemble du territoire, et de sensibiliser le public par son accueil au sein de ces différentes antennes.

## 2. Présentation de la Réserve naturelle de la Tourbière de Machais

### *a. Une histoire particulière liée à un patrimoine exceptionnel*

Bien avant son classement en Réserve Naturelle Nationale (RNN), le site de Machais, et plus particulièrement sa tourbière centrale, suscitait déjà de vifs intérêts : dès le début du 20<sup>e</sup> siècle, de nombreux scientifiques de disciplines diverses (botanistes, géomorphologues...) se sont succédé sur ce territoire unique. L'ensemble de leurs travaux a contribué à l'émergence des caractéristiques emblématiques de la tourbière de Machais, et à son classement en Réserve naturelle nationale, le 28

janvier 1988 (décret ministériel n°88-111). Cette mise en Réserve est intervenue également en tant que mesure compensatoire à l'immersion de la tourbière des Feignes de La Lande (mise en place d'un barrage de production d'hydroélectricité) sur la commune de la Bresse. Ce premier décret fut ensuite annulé le 19 mai 1994, car une demande de cette même commune d'aménagement d'une prise d'eau en aval de la tourbière centrale n'avait pas été prise en compte. Cette annulation de décret permit de relancer la demande d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) pour la zone de la tourbière centrale, acceptée le 18 juillet 1994. Cette mesure a permis d'assurer ainsi la protection de cette zone jusqu'à la signature du deuxième décret, le 8 avril 1996 (décret ministériel n°96-102).

Depuis la création de la Réserve trois plans de gestion quinquennaux, se sont succédé : 1993-1998, 1998-2002, et dernier en date 2007-2011. Le Parc a été nommé gestionnaire de la réserve par M. le Préfet des Vosges, dans le cadre d'une convention datant du 25 août 1997, désignant également quelques partenaires privilégiés tels que l'ONF, en ce qui concerne la gestion de la forêt communale de La Bresse, et des bureaux d'études et d'expertises, comme par exemple le Conservatoire des Sites Lorrains.

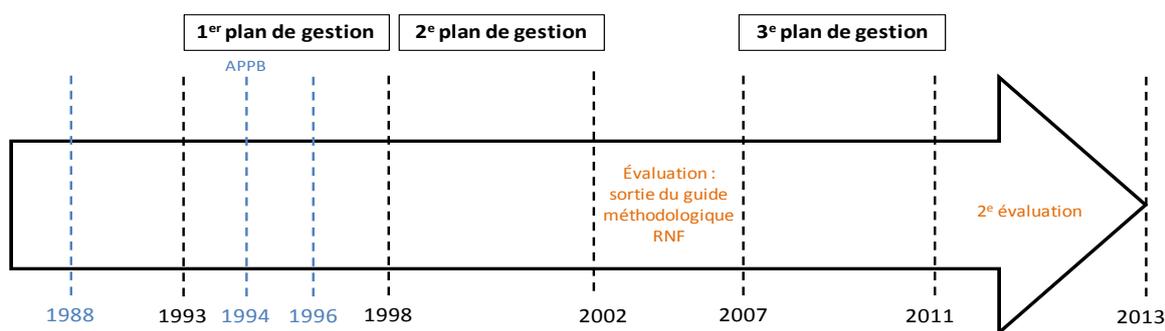


Figure 1: Frise chronologique de l'histoire de la Réserve

### *b. Une Réserve naturelle au cœur du territoire Parc*

La RN de la Tourbière de Machais se situe à la croisée de trois frontières : frontière interrégionale entre l'Alsace et la Lorraine, frontière interdépartementale entre le Haut-Rhin et les Vosges et frontière intercommunale entre Wildenstein et La Bresse.

Placée au cœur des Hautes-Vosges, elle est le point d'intersection des deux chaînes montagneuses du massif vosgien : la chaîne principale Hohneck-Grand Ballon, et la chaîne secondaire Grand Ventron-Ballon d'Alsace. Son territoire, propriété de la commune de La Bresse, s'étend sur 144,73 hectares, entre 950 et 1 160 mètres d'altitude, sur le haut du sous-bassin versant de la Moselotte, en limite orientale du département des Vosges, à 60 km d'Épinal, chef-lieu du département.

### *c. Des caractéristiques stationnelles influençant directement les milieux*

#### ❖ *Le climat*

Le massif montagnard des Vosges marque la transition entre le climat océanique et continental : c'est la première barrière face aux dépressions chargées d'humidité venant de l'ouest. Situé au cœur des Hautes-Vosges, le site de Machais présente donc un climat mixte entre océanique et continental dégradé. Ce climat est caractérisé par des précipitations importantes (autour de deux mètres par an, principalement sous forme de neige), d'une couverture neigeuse importante (1,5 à 2 mètres) et durable (4 à 6 mois), et une température moyenne annuelle de 5°C.

#### ❖ *La géologie*

Le site de Machais est un ancien cirque glaciaire ancré sur les granites des Vosges : jeunes granites des crêtes, grossiers à porphyroïdes à biotite et amphibole, nommés « Granites de Bramont ». De nombreuses formations géologiques anciennes et exceptionnelles sont visibles sur le site. Le lac relictuel est l'une des formations les plus remarquables : seule tourbière encore intacte et active des Vosges, liée à l'histoire des derniers glaciers.

### ❖ L'hydrologie

L'eau a un rôle prépondérant dans la formation des tourbières, il est donc indispensable d'en connaître toutes les caractéristiques (l'origine, le fonctionnement, le cheminement...). Or, durant de nombreuses années de gestion, les connaissances sur le réseau hydrologique et son fonctionnement étaient quasi inexistantes. C'est seulement dans les années 2000 que des études ont été menées afin d'améliorer ces connaissances.

Ainsi, la totalité du bassin versant alimentant le réseau hydrologique de la réserve est incluse dans le périmètre de celle-ci. Reliée à la vallée de la Moselotte par une gorge de raccordement et à la vallée de la Thur par un ancien col de diffluence glaciaire, cette vallée glaciaire suspendue que représente le site de Machais, est alimentée par trois affluents principaux : le « Valsche » à l'est, « La Feigne » au sud-ouest de la Réserve, et le « ruisseau du pierrier », à l'est également. D'autres apports secondaires complètent ce réseau, surtout en partie est et ouest du site. Tous ces apports ruissellent ensuite dans un réseau naturel souterrain à travers la tourbe, afin d'alimenter les fosses périphériques de la tourbière centrale. L'eau poursuit son parcours dans le seul effluent du site : la « Goutte de Machais ».

Du fait de la nature du socle géologique et de l'environnement relativement préservé (pas d'ajouts d'intrants, pas de salage de la route des Américains), les eaux circulant sur le site de Machais sont naturellement acides, pauvres en nutriments et en substances organiques dissoutes ou en suspension. Une des missions transversales de mon stage a été la réactualisation de la cartographie du réseau hydrologique.

#### *d. Site exceptionnel intégré dans un massif à haute valeur écologique*

Site d'intérêt exceptionnel, la RN de la Tourbière de Machais est incluse dans de nombreux statuts et périmètres de protection, à l'échelle internationale, nationale, et régionale. La description de ces statuts est visible en [Annexe 2](#).

Tableau 1: Outils de protection et de réglementation appliqués à la RN

Acronyme	Dénomination	Initiative de création	Date d'application
APPB	Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope	Etat	1994
ENS	Espaces Naturels Sensibles	Départements	1995
N2K	Natura 2000 : ZPS, ZSC	Europe	ZPS : 2004 ZSC : 2006
PNR	Parc naturel régional	Etat sur proposition de la région	1989
RNN	Réserve naturelle nationale	Etat	1er décret : 1988 2e décret : 1996
	Site inscrit	Etat	1972
ZNIEFF (type I et II)	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique	Etat	1984
ZAP	Zone d'Action Prioritaire Tétrás, Directive Tétrás	Etat	1991

### 3. Missions confiées

A la fin d'un quinquennat de plan de gestion, une évaluation de la gestion entreprise durant cette période est une étape indispensable pour le gestionnaire. Cela lui permet de faire un bilan complet de ces dernières années de gestion et de rendre compte des actions qui ont été menées à bien ou pas, celles qui ont pu poser quelques problèmes soit dans la réalisation soit dans les résultats obtenus, etc. Ce travail d'évaluation va ensuite le guider dans ses choix pour la rédaction du futur plan de gestion.

Cette évaluation passe en revue différents thèmes à travers les objectifs et opérations du plan de gestion : gestion administrative et financière, travaux de gestion des habitats, et bien évidemment conservation des milieux naturels. Le cœur de ce thème étant la préservation des écosystèmes présents, l'évaluation de l'état de conservation de ces habitats est primordiale ; J'ai donc été chargée durant mon stage d'élaborer une méthode d'évaluation de l'état de conservation et d'aboutir à un résultat pour chacun des grands habitats de la réserve (milieux tourbeux et massif forestier).

Pendant longtemps évalué à dire d'experts, l'état de conservation est aujourd'hui un sujet au cœur des discussions scientifiques. Les réflexions sont nombreuses à l'heure actuelle afin de définir une ou des méthodes standardisées, selon les milieux et les échelles d'application. Ces démarches sont, pour partie, une réponse aux attentes de la DHFF, mais également un outil pour analyser les impacts négatifs ou positifs, pouvant être engendrés par les pratiques de gestion, sur l'état de conservation des milieux.

Après l'élaboration d'une synthèse bibliographique poussée sur ce sujet, mon travail a été d'élaborer une méthode qui me semblait la plus pertinente pour évaluer l'état de conservation des habitats forestiers et des habitats tourbeux. Pour cela une appropriation du site a été nécessaire : lecture des anciens plan de gestion, sorties sur le terrain, étude diachronique par l'analyse de photographies anciennes, lecture des inventaires faunistiques, floristiques, études fonctionnelles du site, cartographie du système hydrologique, etc.

Toutes ces recherches m'ont permis de connaître l'historique du site, ses caractéristiques par rapport à sa composition (faunistique, floristique...), son fonctionnement (hydrologique, sylvicole...) et sa structure, et ainsi me guider dans le choix d'indicateurs et de valeurs seuils les plus pertinents et cohérents pour élaborer une méthode. J'ai pu également déduire des anciens documents et de l'analyse diachronique, un état « initial », que pouvait présenter le site avant sa mise en gestion et ainsi comparer cet état à l'état actuel, dans l'objectif de conclure sur l'influence des pratiques de gestion appliquées pendant près de quinze ans.

Le cheminement de mes réflexions et les résultats obtenus vont donc être développés dans les parties qui suivent. En [annexe 3](#), figure également le plan de travail que j'avais établi (Diagramme de Gantt) à mon arrivée, qui m'a guidée dans l'organisation et le déroulement de mon travail durant ces six mois.

## II. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION

Bien qu'évoquée dès les années 90, avec la création de la DHFF, la notion d'évaluation de l'état de conservation était restée « discrète » et très peu utilisée en France. Historiquement, les quelques évaluations réalisées l'étaient uniquement à « dire d'experts ».

Malgré les attentes de cette Directive, ce n'est qu'en 2007 qu'est publiée la première évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces à l'échelle européenne. Cette évaluation était basée sur les données disponibles, des comparaisons, mais aucune méthode standardisée, ni protocole de suivi des habitats et des espèces n'existaient encore.

Les réflexions sur le sujet se sont donc ensuite multipliées au sein de différents organismes (MNHN, RNF, fédération des PNR...) dans l'objectif d'élaborer des méthodes applicables à différents milieux et différentes échelles. Cependant, face à la complexité du sujet, de nombreuses réflexions sont toujours en cours et la notion d'évaluation de l'état de conservation n'est pas encore strictement définie.

L'évaluation de l'état de conservation est pourtant un enjeu majeur des politiques de préservation des milieux naturels, et fait appel à un cortège de notions scientifiques complexes.

Les nombreux termes techniques employés vont donc être définis dans cette partie, dans un premier temps, puis dans un deuxième temps, un état de l'art sur les différentes méthodes existantes et réflexions en cours sera présenté.

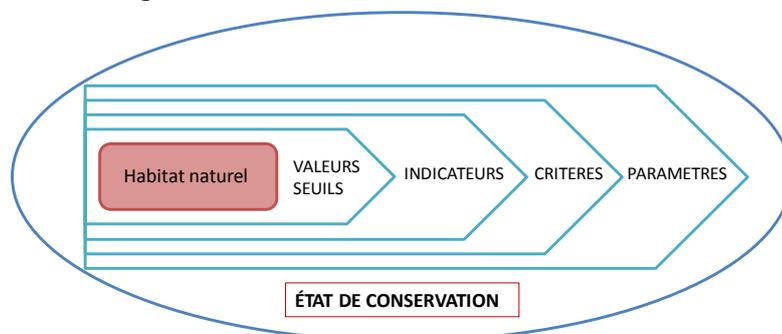


Figure 2: Schématisation de la démarche d'évaluation de l'état de conservation

### 1. Définition des termes employés

#### ❖ Habitat naturel

Un habitat naturel est défini par la Directive Habitat Faune Flore (DHFF), dans son article 1, comme « une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle ». (*Commission European, 2005*) D'après cette définition, Bensettiti (*et al., 2006*), perçoit l'habitat naturel comme un ensemble indissociable constitué : d'un compartiment stationnel (conditions climatiques, sol et matériau parental) et d'une communauté d'organismes vivants : la flore et la faune

Selon Rameau (*cité dans Bensettiti et al., 2006*), c'est un : « espace homogène par ses conditions écologiques, par sa végétation hébergeant une certaine faune, avec des espèces ayant tout ou une partie de leurs diverses activités vitales sur cet espace ». Selon lui, un habitat ne se réduit pas seulement à sa végétation, mais celle-ci est considérée comme un bon indicateur pour la détermination d'un habitat, du fait de son caractère intégrateur.

Les habitats évalués dans ce rapport ont été décrits d'après les Cahiers d'Habitats, issus du manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (version EUR 27) de la Commission européenne. (*Bensettiti et al., 2001 et 2002*)

#### ❖ État de conservation

La notion d'état de conservation a été introduite avec la signature de la DHFF, en 1992. D'après ce texte, l'état de conservation d'un habitat ou d'une espèce est défini comme suit : « l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il

abrite, et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire européen des Etats membres » (*Art. 1*).

L'état de conservation est jugé favorable lorsque sa note d'évaluation atteint un certain seuil qu'il convient également de définir.

A l'échelle européenne, en complément de l'article 1, des paramètres ont été définis définissant un état de conservation favorable pour un habitat, qui sont les suivants :

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

Définis pour une évaluation à l'échelle biogéographique, ceux-ci ne sont pas directement applicables à l'échelle du site. Il convient également de mesurer la vision avec laquelle on juge de l'état de conservation, selon les objectifs de gestion, les résultats ne seront pas les mêmes. Selon la politique appliquées : Natura2000 ou Réserves naturelles, les objectifs seront plus ou moins axés vers des choix socio-économiques (Natura2000) ou naturalistes (Réserves naturelles).

### ❖ État de référence

Le principe d'évaluation étant basé sur une comparaison entre une entité observée (l'habitat qui fait l'objet de l'évaluation) et une entité de référence (habitat type de référence), cette notion de référence est indispensable dans la démarche de jugement de l'état de conservation d'un site.

Difficile à caractériser, celle-ci n'a pas été définie à l'échelle biogéographique par la Directive. L'Union européenne a donc chargé les états membres de définir eux même cette notion à une échelle plus restreinte. Là encore, selon les objectifs de gestion et l'habitat considéré, la définition de l'état de référence diffèrera. Cet état peut être de différentes natures, selon les habitats d'une part et par rapport à la référence en elle-même d'autre part, par exemple : état au moment de la mise en RN, état historique avant activités anthropiques, état des milieux faiblement perturbés, état qui couvre l'ensemble des états possibles en évolution naturelle, sans perturbations anthropiques, définis selon des modèles. (*Pêcheur, 2008*)

Dans ce contexte, la définition de l'état de conservation est « l'État de l'habitat qui voit tous ses besoins satisfaits (conditions écologiques, fonctionnement...) » (*Chiffaut, 2006*).

Dans la définition de cet état de référence, le concept de « naturalité\* » est une référence qui revient souvent : on cherche à tendre vers des écosystèmes naturels, non altérés et vierges de toutes activités anthropiques, qui représente un état « idéal » de ces milieux. Ces écosystèmes se font toutefois de plus en plus rares en Europe, d'où une réelle difficulté de les utiliser comme référence (manque d'informations, notes abaissées, etc.). Cet état correspond à la définition suivante de l'état de conservation : « Écart existant entre une nature perturbée par l'homme et sa référence naturelle » (*Gilg cité dans Meurillon, 2011*)

Afin de noter l'état de conservation, des **outils d'évaluation** sont nécessaires. Ils seront la base de la grille d'évaluation :

### ❖ Paramètres

Au niveau biogéographique, le MNHN a défini un outil d'évaluation basé sur des paramètres. Ces paramètres, au nombre de trois, regroupent des critères décrivant les mêmes types de caractéristiques écologiques : Composition \_ Structure \_ Fonctionnement

Ces descripteurs de milieu sont des termes déjà évoqués par R. Noss (*Noss, 1990*), qui servent encore de base pour de nombreuses autres méthodes d'évaluation de l'état de conservation. Ils permettent de structurer les critères à l'intérieur de la grille d'évaluation.

### ❖ Critères

Un critère est défini comme étant un « principe ou un élément auquel l'observateur se réfère pour définir des analyses ou mesures qui lui permettent de juger, d'évaluer. » (*Trocherie, cité dans*

*Kluszczewski, 2007*). Selon Bouzillé (*cité dans Pêcheur, 2008*), un critère est une caractéristique de l'entité étudiée. C'est un élément de référence qui permet de porter une appréciation ou un jugement sur une situation (*Pêcheur, 2008*). Enfin d'après N. Carnino (*Carnino, 2008*), c'est une expression élaborée d'un ou plusieurs indicateurs qui sont contrôlés périodiquement afin d'évaluer un changement.

Un critère, pour être efficace, doit présenter certaines caractéristiques : il doit être statistiquement valable, prouvé scientifiquement, doit pouvoir être utilisé pour plusieurs habitats ou espèces, et enfin il doit être rentable c'est-à-dire fournir des résultats pertinents pour un faible coût et ne pas détruire l'unité étudiée (*Pêcheur, 2008*).

Selon l'habitat évalué, le choix des critères sera différent, et certains critères pourront avoir un poids plus important que d'autres.

### ❖ Indicateurs

Un indicateur est défini par Girardin et Bockstaller (*cité dans Kluszczewski, 2007*), comme une grandeur qui fournit une information au sujet d'une variable plus difficile d'accès ou d'un système plus complexe afin d'aider un utilisateur dans son action.

Selon N. Carnino (*Carnino, 2008*), c'est une variable qualitative ou quantitative qui peut dénoter une tendance lorsqu'elle est observée périodiquement.

Enfin d'après Bouzillé (*cité dans Meurillon, 2011*), c'est une grandeur que l'on va mesurer pour évaluer une situation donnée au regard de chaque critère retenu. Un indicateur, pour être efficace doit lui aussi présenter certaines caractéristiques. Ainsi l'indicateur idéal relève de la pertinence, de la faisabilité, de la compréhension et de la répartition (*Kluszczewski, 2011*).

Un indicateur doit également pouvoir refléter rapidement les changements dans une large gamme, il doit donc être sensible, réparti spatialement, facile à identifier et à mesurer, et adapté à l'échelle d'application. Un indicateur idéal est donc rare à obtenir (*Pêcheur, 2008*). Là encore, selon l'habitat étudié, le choix des indicateurs sera différent.

### ❖ Valeur seuil, valeur de référence

La valeur seuil ou valeur de référence, est une valeur déterminée et propre à chaque indicateur, au-delà de laquelle l'état de conservation devient favorable, au regard de l'indicateur considéré. Elle peut être définie selon plusieurs sources : valeur historique, potentielle, modélisations ou dire d'expert (*Bensettiti, 2006*).

Les valeurs seuils utilisées dans la grille d'évaluation des habitats du site de Machais seront essentiellement des valeurs tirées de la bibliographie, notamment des valeurs avant la mise en réserve du site

## 2. Etat de l'art sur les méthodes existantes et réflexions actuelles

Suite à l'émergence du terme « état de conservation », en 1992, dans la DHFF, et avec son évaluation rendue obligatoire tous les six ans, les réflexions autour de l'élaboration de méthodes d'évaluation se sont multipliées. Ont émergé, dans un premier temps, des méthodes d'évaluation à grandes échelles, puis face aux besoins d'une évaluation à une échelle plus fine, des méthodes plus adaptées à l'échelle des sites (Natura2000, Réserves naturelles...). Si aujourd'hui quelques méthodes existent, celles-ci ne sont pas figées et sont encore susceptibles d'évoluer.

Malgré les quelques divergences entre les méthodes, dues notamment aux différents objectifs, aux différents milieux, et aux différentes échelles, toutes celles-ci sont construites sur un même schéma et sont développées dans une démarche cohérente.

Concernant les types d'habitats évalués sur le site de Machais (forêts et tourbières), les méthodes sont actuellement plus avancées pour les milieux forestiers que pour les milieux tourbeux. Une synthèse bibliographique m'a donc permis d'aboutir à une méthode d'évaluation des milieux forestiers, tandis que pour les milieux tourbeux, cette phase de synthèse a été suivie d'une phase de réflexion et de propositions d'une grille d'évaluation.

Suite à une recherche bibliographique concernant les différentes méthodes d'évaluation existantes, j'en ai retenu six qui me paraissent les plus pertinentes :

✓ **Communauté européenne (tous types d'habitat)**

Cette méthode élaborée par la Communauté européenne, en 2006, est destinée à une application à l'échelle biogéographique, en réponse directe à la demande de la DHFF. Elle est basée sur quatre paramètres uniquement : Aire de répartition naturelle – Surface recouverte par l'habitat – Structures et fonctionnalités spécifiques – Perspectives futures.

Adaptée pour une évaluation à une échelle biogéographique, cette méthode n'est pas assez précise pour le site de Machais, cependant ses quatre classes d'état de conservation et son système de notation par « feux tricolores » sont des éléments intéressants à intégrer dans nos réflexions.

✓ **G. Bus de Warnaffe et F. Devillez (forêt)**

Cette méthode, publiée en 2002 par l'unité des eaux et forêts de l'Université de Louvain, est une des premières méthodes élaborées concernant les habitats forestiers. Cette méthode, un peu particulière, ne découle pas du même cheminement que les méthodes plus récentes. Elle permet de déduire un état de conservation à partir du calcul de deux valeurs : la valeur naturelle et la valeur conservatoire, à l'échelle d'un site ou d'un massif.

Bien qu'intéressante, cette méthode fait appel à de nombreux indicateurs, d'une part, et à de nombreux calculs mathématiques, d'autre part. Cela en fait donc une méthode lourde à mettre en œuvre, à la fois pour relever les données sur le terrain, mais aussi pour l'analyse qui suit. De plus, elle s'appuie sur une valeur naturelle de l'habitat, c'est-à-dire son état avant toutes influences humaines, valeur qui, aujourd'hui, est difficile à caractériser.

✓ **Claude Michel, PNRBV (forêt)**

Cette méthode a été élaborée par M. C. Michel du PNRBV en 2006, pour une application à l'échelle des sites Natura2000, uniquement pour les habitats forestiers. Cette méthode a pour avantage d'être facilement transposable à l'échelle biogéographique. Cependant, les éléments d'analyse sont propres aux habitats forestiers vosgiens, notamment par rapport à la Directive Tétrás, avec l'indice « recouvrement de la myrtille ». L'inconvénient de cette méthode est aussi qu'elle n'est pas adaptée aux sites de faible superficie, car un minimum statistique de 25 points est recommandé. Le site de Machais étant relativement de faible superficie, et le tétras n'y demeurant pas de façon permanente, cette méthode n'y est pas directement applicable.

✓ **Réserves Naturelles de France (RNF) (forêt)**

Cette méthode, élaborée par le groupe de travail « Forêt » de RNF en 2005, concerne uniquement les habitats forestiers métropolitains, à l'échelle des Réserves naturelles et Réserves biologiques domaniales. Le point de départ de cette méthode a été l'élaboration d'un protocole de suivi des espaces naturels protégés forestiers, dit « protocole forêt », qui a permis de récolter de nombreuses données sur le terrain à l'échelle nationale. Suite à cet important travail, et toujours dans l'optique de répondre à la demande de la Directive, le groupe « forêt » a élaboré une grille d'évaluation des habitats forestiers. Même si la plupart des données récoltées lors du protocole forêt peuvent être utilisées dans cette grille d'évaluation, d'autres données sont également nécessaires. Des réflexions autour de certains critères utilisés dans cette grille sont encore en cours actuellement, mais cette méthode, issues de longues réflexions, reste une bonne base pour une adaptation sur le site de Machais. De plus, une campagne terrain du protocole forêt a eu lieu sur le site en 2008, l'utilisation de ces données a donc été possible et intégrée dans l'évaluation de l'état de conservation.

✓ **Carnino (forêt)**

Cette méthode a été élaborée par N. Carnino du MNHN en 2009. Elle est applicable, elle aussi, uniquement à l'échelle des sites Natura2000 et pour les habitats forestiers. Avec celle du groupe « forêt » de RNF, ce sont les méthodes les plus avancées à l'heure actuelle pour les habitats forestiers. Celle de M<sup>elle</sup> Carnino présente l'avantage d'être bien détaillée, via la rédaction de deux rapports : la méthode d'évaluation en tant que telle et un guide d'application. Les critères et indicateurs utilisés sont bien détaillés, les atteintes portées aux habitats sont prises en compte dans cette évaluation, contrairement à d'autres méthodes. Le système de notation dégressif est également intéressant à retenir. Malgré ces points positifs, cette méthode, applicable aux sites Natura2000,

reste fortement axée sur des considérations socio-économiques. Elle reste cependant un très bon point d'appui pour nos réflexions, concernant les habitats forestiers en complément de la méthode RNF.

#### ✓ **RHOME0 (tourbière)**

Cette méthode est basée sur une campagne d'observations sur l'évolution du bon état des zones humides à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée, sur la période de 2009 à 2012. Cette démarche s'est organisée autour de plusieurs acteurs : CREN, PNN, Conservatoires Botaniques... et plusieurs groupes de travail ont été formés autour de différentes thématiques : Groupe Odonates, Groupe Tourbières, Groupe Hydrologie, Groupe Amphibiens... L'objectif principal étant de noter en un passage unique l'état de conservation d'une zone humide.

Le travail du groupe Tourbières a abouti à une grille d'évaluation pour les tourbières et têtes de bassins versants. Des indicateurs ont été définis à partir des pressions qui peuvent s'exercer sur ces types de milieux, pour différents paramètres : physico-chimique, composition de la flore, composition de la faune, composition de l'habitat, et les processus à l'échelle du site/paysage.

Cette grille est encore en cours de réflexion, un certain nombre de valeurs seuils restent à définir, mais elle constitue une première base, et la seule existante jusqu'à présent, pour l'élaboration d'une grille d'évaluation adaptée à ces milieux. Elle sera donc notre point d'appui principal pour l'élaboration d'une méthode adaptée au site de Machais.

A noter également l'émergence de méthodes d'évaluation basées uniquement sur un groupe taxonomique, sur des espèces bio-indicatrices : arachnides, syrphes (*Scott et al., 2005, Vallet, 2012*), qui, je pense, ne peuvent refléter à elles seules l'état de conservation d'un site, mais peuvent être intégrées dans une grille globale de notation. Ces espèces bio-indicatrices sont notamment de très bons témoins du changement climatique, critère bien souvent non retenu dans les méthodes d'évaluation mais qui pourtant est un élément déterminant pour les milieux naturels. Il est donc important de prendre en compte ces groupes taxonomiques bio-indicateurs dans l'évaluation, en complément d'autres indicateurs. Attention cependant, lors de l'évaluation de l'état de conservation d'un site, à ne pas confondre l'habitat en tant que tel, et l'habitat d'espèce\*. Nous nous sommes intéressées ici uniquement à l'habitat en tant que tel, car la notion d'habitat d'espèce n'était pas pertinente à l'échelle de la RN, de plus nous n'avions pas les informations suffisantes.

### **3. Données mobilisables nécessaires à l'évaluation de l'état de conservation**

Pour mener à bien cette évaluation, nous nous sommes appuyés essentiellement sur des données déjà disponibles. De nombreux inventaires et études ayant déjà été réalisés jusqu'à présent, un grand nombre de données sur différents sujets était disponible, du fait notamment de l'implication du site dans de nombreux protocoles nationaux : inventaire des tourbières de France, Protocole Forêt, STOC-EPS...

Les principales données mobilisables étaient la cartographie des habitats (réalisée par le CSL en 2005) visible en [annexe 4](#), les données de la campagne du Protocole Forêt en 2008, les inventaires de différents taxons ou encore les études hydrologique et géomorphologique.

La cartographie du réseau hydrologique ainsi que des dessertes forestières a du être réactualisée et a nécessité une phase de récolte de données sur le terrain.

Les données du protocole forêt ont également nécessité un important travail de saisie et d'analyse des résultats.

### III. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION : MILIEUX FORESTIERS

---

#### 1. Habitats forestiers présents sur la Réserve naturelle

Au sein de la Réserve naturelle, les milieux forestiers représentent 83 % de la superficie totale du site soit 120 ha. L'espace forestier présent sur Machais relève depuis toujours du régime communal de La Bresse, qui s'est « battue » pour conserver ses forêts et qui aura obtenu gain de cause en 1832, suite au « procès des Chaumes » qui aura duré 30 ans. De ce fait, les forêts ont depuis longtemps été exploitées (pour l'industrie : textile et de verrerie, pour le bois d'œuvre ou encore de chauffage), ce qui a permis, entre autres, d'épargner la majorité des tourbières présentes sur le banc communal d'une exploitation de la tourbe. La structure actuelle des peuplements est donc le reflet de ces nombreuses années d'exploitation.

Avec la mise en place, durant la période de 1998 à 2002, de mesures de protection, notamment de mise en non-gestion, la surface d'exploitation sur la Réserve naturelle de Machais s'élève à 83,91 ha.

Au total ce sont cinq habitats forestiers différents qui sont répartis de manière inégale sur la Réserve naturelle ([annexe 4](#)). Cette diversité d'habitats résulte essentiellement de facteurs édaphiques (présence de différentes roches mères selon le versant sur lequel on se trouve) et climatiques (différence d'altitude ou d'exposition qui là encore varie selon le versant), mais également de certaines activités humaines, notamment en ce qui concerne les boisements d'épicéas.

Étant donné les trop faibles superficies de certains types d'habitats, ceux-ci n'ont pu être évalués de manière individuelle. En effet, pour que les données du Protocole Forêt soient statistiquement valables, il faut un minimum de vingt placettes par type d'habitat, ce qui n'était pas possible sur la Réserve naturelle au vu de la superficie des espaces forestiers. Nous avons donc considéré de la même manière les différentes Hêtraies (acidiphiles, neutrophiles, et subalpines).

#### 2. Élaboration d'une grille d'évaluation

##### *a. Choix des critères, indicateurs, valeurs seuils et état de référence*

Les travaux portant sur ce sujet étant déjà bien avancés au niveau national, notamment au sein du MNHN et de RNF, nous nous sommes appuyés sur les travaux suivants pour mener notre évaluation : la méthode RNF et la méthode Carnino.

Le choix de nos outils d'évaluation a été pour la plupart emprunté à ces deux méthodes : nous avons soit intégré directement les critères tels quels dans notre grille ou nous les avons retravaillés (individualisation, reformulation ou ajout de certains critères, seuils ré-adaptés,...).

L'état de référence que nous avons choisi, et qui est utilisé le plus fréquemment pour les habitats forestiers est la naturalité.

La grille d'évaluation ainsi élaborée est visible en [annexe 5](#).

##### ❖ Critères et indicateurs relatifs à la COMPOSITION

##### ✓ Flore typique

##### - *Présence d'espèces typiques en moyenne*

Ce critère implique de dresser une liste d'espèces typiques pour chaque habitat évalué, or à ce jour aucune liste n'existe. L'élaboration d'une liste d'espèces typiques pour les habitats forestiers est peu pertinente dans la mesure où selon les stations évaluées, on ne retrouvera pas exactement les mêmes espèces du fait des conditions stationnelles (altitude, exposition, conditions édaphiques...), sans que cela ne traduise forcément un mauvais état de conservation de l'habitat. La complétude du cortège ne pourra jamais, dans aucun des cas, être totale, nous avons donc pensé qu'il serait donc plus judicieux d'évaluer en termes d'espèces diagnostic (*Comm. Pers. Richard Bœuf*). En effet, si la détermination d'un habitat a été rendue possible par l'analyse d'un relevé phytosociologique, c'est

grâce à la présence de ces espèces diagnostic, qui permettent de caractériser l'habitat et qui sont donc en quelques sortes les espèces typiques de cet habitat.

Nous avons pour ce critère utilisé la cartographie des habitats réalisées en 2005 par le CSL, qui est le résultat de différents relevés phytosociologiques dans lesquels les espèces diagnostic étaient présentes pour chaque habitat forestier.

✓ **[Faune typique ou attendue]**

- *Proportion d'espèces typiques en moyenne*

Nous avons fait le choix de ne pas garder ce critère car là encore aucune liste d'espèces typiques n'a été réalisée. De plus, la mobilité de la faune fait qu'au cours du cycle de vie d'une espèce plusieurs habitats peuvent être utilisés, ce qui rend d'autant plus complexe la réalisation d'une liste d'espèces typiques pour chaque habitat. Cependant, certains taxons comme les Coléoptères ou Syrphidés peuvent être confinés à un type d'habitat forestier, du fait de leur faible dispersion et en plus de cela sont de très bons indicateurs de l'état du milieu (utilisation de différents microhabitats). Il en est de même pour le Grand tétras qui est très sensible à la qualité de son habitat et donc un bon indicateur aussi.

Cependant les données concernant l'état de population de ces taxons ne sont pas toujours disponibles et les inventaires sont parfois lourds à mettre en place au niveau national. Ce critère peut donc être évalué en tant que bonus lorsque des données disponibles le permettent.

✓ **[Cryptoflore\* typique ou attendue]**

- *Proportion d'espèces typiques en moyenne*

Ce critère n'a également pas été retenu dans notre grille d'évaluation, pour la même raison qu'il n'existe pas à l'heure actuelle une liste d'espèces attendues. Les bryophytes, lichens et champignons semblent être de bons indicateurs de la qualité de l'habitat, cependant les connaissances sur ces taxons sont encore peu développées et mériteraient d'être approfondies afin de pouvoir intégrer ce critère dans la grille de notation.

Concernant les bryophytes, ce critère est un peu redondant avec la flore typique de l'habitat puisque certains habitats sont caractérisés par la présence de certaines espèces de bryophytes (Boulaie à Sphaigne, par exemple). Là encore si des inventaires concernant la cryptoflore ont été réalisés, et si les connaissances en termes d'analyse des cortèges sont suffisantes, ce critère peut être considéré comme critère bonus.

✓ **Intégrité de la composition dendrologique**

- *Proportion en surface terrière des essences non typiques de l'habitat*

Cette donnée a pu être obtenue par les résultats du Protocole Forêt. S'est posé la question de la place de l'Épicéa (*Picea abies*) dans le Massif Vosgien, est-ce une espèce autochtone ou allochtone ? Excepté les zones où l'Épicéa est présent en forte densité, donc issu de plantation, cette essence est considérée comme autochtone à l'échelle du massif vosgien. En effet, c'est une essence naturellement dominante dans certains contextes comme le contexte tourbeux ou sur des sols de glacières rocheuses et dont les preuves de présence sont anciennes. Même si l'on ignore en quelles proportions il était présent à l'époque, on considère cette essence comme autochtone.

❖ Critères et indicateurs relatifs à la STRUCTURE

✓ **Structure horizontale**

- *Proportion relative de la surface terrière par classes de diamètres*

La notation de ce critère a pu être réalisée grâce aux résultats du Protocole Forêt. Le seuil des Très Gros Bois (TGB) a été fixé pour des diamètres supérieurs à 70 cm, qui est définie par la typologie de référence du massif vosgien. Nous avons tout de même choisi de modifier les seuils afin de les adapter au contexte vosgien, en remplaçant le pourcentage de Petit Bois (PB) par le pourcentage de Gros Bois (GB), associé au pourcentage de TGB, en se basant sur la typologie utilisée le plus

fréquemment : 35% de GB et 15% de TGB. Cette typologie est basée sur la thématique Grand Tétrás, et son utilisation sur le site de Machais est justifiée, puisque la conservation et la protection du Grand Tétrás est un des enjeux de la Réserve naturelle.

Nous pensons qu'il serait également intéressant de prendre en compte pour ce critère, la notion de Très Très Gros Bois (TTGB) (comme c'est le cas dans la méthode WWF) en guise de bonus dans les cas où des arbres « monumentaux » seraient présents sur le site évalué.

#### ✓ **Bois mort**

- *Ratio bois mort/bois vivant*

Ce pourcentage est obtenu par les analyses du Protocole Forêt. Ce ratio permet de mettre en avant la proportion que représente le bois mort total (au sol ou sur pied, tous diamètres confondus) au sein des forêts de la Réserve naturelle.

- *Contribution du bois mort supérieur à 30 cm de diamètre au volume de bois mort total*

Cette donnée est également obtenue par les données du Protocole Forêt. Les seuils fixés par RNF pour cet indicateur ne sont pas encore définitifs mais nous les garderons tout de même, car ils nous semblent pertinents et réalistes (*Comm. Pers. Yannick Despert*).

Il est important de s'intéresser plus particulièrement aux arbres morts de diamètre supérieur à 30 cm car du fait de leur plus forte capacité d'accueil pour plusieurs espèces (pics, larves d'insectes saproxyliques...), leur intérêt biologique est plus intéressant que les arbres de petits diamètres. En effet, leur diamètre important permet non seulement le creusement de cavités mais protège également les larves du gel en hiver.

#### ✓ **Microhabitats**

- *Présence d'arbres de diamètre supérieur à 30 cm porteurs de microhabitats*

La présence de microhabitats a été relevée lors de la campagne du Protocole Forêt. Ces microhabitats regroupaient : la présence de champignons ou de lichens, les cavités, les fentes, les blessures ou encore les individus mal conformés. Pour la notation de l'état de conservation, le groupe RNF a fait le choix de s'intéresser uniquement aux cavités (au sens large) ainsi qu'à la présence de carpophores de champignons. Malgré leur forte valeur écologique, les lichens n'ont pas été retenus ici car ils sont utilisés pour un autre critère : l'ancienneté des forêts.

Les biais induits par l'effet observateur étant très importants pour ce critère, nous avons décidé d'évaluer uniquement deux types de microhabitats, pour lesquels ce biais est moindre : les cavités présentes sur le fût et les carpophores de champignons lignicoles.

Nous avons également dû adapter les seuils, car le nombre d'arbres porteurs de microhabitats par hectare n'était pas une donnée disponible dans l'analyse du Protocole Forêt, et les placettes n'étant pas à surface fixe il est difficile de passer d'un nombre d'arbre à un nombre d'arbres/ha. Nous avons donc décidé d'évaluer ce critère en termes de code écologique par hectare, ce qui permet de plus, d'éviter les doublons qui apparaissent lorsque l'on évalue en termes de nombre d'arbres par hectare.

#### ✓ **Régénération**

La régénération est un critère indispensable à prendre en compte car il traduit la capacité de renouvellement du peuplement. Cette donnée est accessible dans le Protocole Forêt. Il est cependant difficile de trouver des seuils pour l'évaluer car ces seuils vont être dépendants d'un type d'habitat, on ne peut pas se fier à une proportion de mélange d'espèces ou à un pourcentage de diversité d'essences comme nous l'avons suggéré car cela n'est pas valable pour tous les types d'habitats forestiers et selon les conditions stationnelles, ces seuils peuvent varier au sein d'un même habitat.

Nous avons donc choisi de reprendre les seuils utilisés dans la méthode Carnino, à savoir la présence ou l'absence de problèmes de régénération.

Les problèmes que nous avons ici pris en compte sont les déséquilibre entre essence (justifié pour l'habitat Hêtre-Sapinière), les problèmes d'abrutissement, ou encore les problèmes de capacité de régénération naturelle.

#### ❖ Critère et indicateurs relatifs au FONCTIONNEMENT et ALTÉRATIONS

##### ✓ **Ancienneté des forêts**

Ce critère a été évalué à travers la présence d'une espèce présentant un fort pouvoir indicateur de l'ancienneté des forêts le lichen *Lobaria pulmonaria* (Signoret, 2001). L'étude d'anciennes cartes telles que celles de Cassini (18<sup>e</sup> s.), et d'Etat Major (1830) ou encore de l'ONF (1899), a complété l'évaluation de ce critère.

##### ✓ **Espèces végétales envahissantes**

Même si à l'heure actuelle la RN de Machais n'est pas concernée par les espèces végétales envahissantes, il est important de garder ce critère dans la grille d'évaluation afin de rester vigilant. Certaines espèces invasives étant présentes sur le massif, le site de Machais n'est pas à l'abri d'une éventuelle invasion. En effet, il existe, par exemple, un risque accru par rapport à la Renouée du Japon qui pourrait un jour survenir suite à des travaux le long de la route départementale traversant la Réserve.

##### ✓ **Dégâts au sol et emprises anthropiques**

Ce critère a été évalué via la cartographie des pistes forestières réactualisée lors des sessions terrain effectuées pour la cartographie du réseau hydrographique, ainsi qu'à l'aide de la carte « Itirando », recensant toutes les routes et sentiers à l'échelle du Parc. Nous avons donc pu à l'aide de l'outil SIG estimer l'emprise de ces routes, pistes, chemins et sentiers sur le territoire de la Réserve. (logiciel utilisé ©Quantum GIS) ([Annexe 7](#)).

##### ✓ **Fragmentation**

Nous avons choisi d'individualiser ce critère qui dans la méthode RNF était pris en compte dans un critère plus général : les atteintes portées au site. C'est une atteinte qui cause de gros problèmes pour certaines populations d'espèces, notamment en ce qui concerne l'état de conservation de l'habitat de l'espèce. Mais cette fragmentation a également d'importantes conséquences sur la capacité de résilience des habitats forestiers, ce qui nous intéresse plus en termes d'évaluation de l'état de conservation d'un habitat. Les réflexions autour des indicateurs pour ce critère se sont tournées dans un premier temps vers le lynx (*Lynx lynx*) : espèce très exigeante concernant la continuité du couvert forestier (nécessaire à son implantation contrairement au loup (*Canis lupus*)) et qui couvre une large zone vitale. Cependant il était difficile de trouver des seuils cohérents étant donné que les populations de Lynx sont actuellement en fort déclin dans les Vosges. Nous avons donc finalement choisi d'évaluer ce critère à l'échelle de l'environnement du site, selon son implantation ou non au sein d'un large massif forestier, à l'aide de l'outil SIG.

##### ✓ **Autres atteintes**

Nous avons choisi d'intégrer dans ces atteintes, l'abrutissement (donnée relevée dans le Protocole Forêt), le nourrissage de la faune, la fréquentation, le dérangement de la faune, entre autres. Evaluer ce critère en termes du nombre d'atteintes portées au site ne nous paraissait pas pertinent dans la mesure où cela ne prend pas en compte le degré d'impact de ces atteintes. On peut avoir un nombre important d'atteintes sur un site mais avec un faible impact, et a contrario une ou deux atteintes mais avec des impacts très importants voire irréversibles. Nous avons donc choisi de reprendre les seuils utilisés dans la méthode Carnino qui nous semblent plus adaptés en termes de degré d'impact des atteintes sur le milieu.

Les données du protocole forêt nous ayant permises d'évaluer la majorité de ces critères sont visibles en [annexe 6](#).

### b. Choix du système de notation

Les deux méthodes ont choisi un système de notation différent. La méthode Carnino pratique un système de notation dégressif : partant d'un total de 100 sont soustraites ou ajoutées les notes obtenues pour chaque indicateur. Ensuite d'après une échelle de notation, l'évaluation de l'état de conservation est caractérisée. La méthode RNF, quant à elle se refuse de donner une note globale de l'état de conservation d'un site. Elle fonctionne donc de manière à catégoriser l'état de conservation de chaque critère afin d'obtenir un rendu graphique (graphique radar), selon une échelle de 1 à 5 : d'un mauvais état à un état optimal.

Le graphique radar permet de rendre compte très facilement des critères dégradant l'état de conservation du site.

A cette classification, nous avons choisi d'y associer tout de même une note, que l'on peut placer, comme pour la méthode Carnino, sur une échelle de notation, afin d'obtenir une note d'état de conservation globale des habitats forestiers du site. L'attribution des notes est faite de la manière suivante : sur total de 100 points nous en avons distribué 90 (10 points gardés pour les bonus) de manière équitable entre les trois paramètres puis à l'intérieur de ces paramètres les points ont été distribués pour chaque critère. Ainsi cela a permis de pondérer certains critères, selon l'importance que l'on leur portait.

## 3. Résultats

Les résultats obtenus sont visibles dans le tableau et sur les graphiques ci-dessous :

Tableau 2 : Grille d'évaluation simplifiée de l'état de conservation des habitats forestiers

Critères	Indicateur	Machais	
		Catégorie d'état de conservation	Notation
Flore typique dans la strate herbacée	Présence des espèces diagnostic de l'habitat	5	15
Intégrité de la composition dendrologique	Proportion en surface terrière (G) des essences non typiques de l'habitat	5	15
Structure horizontale	Proportion relative de la surface terrière (G) par classes de diamètres	1	1
Bois Mort	Ratio bois mort / bois vivant	2	2
	Contribution du bois mort > 30 cm au volume de bois mort total	2	2
Microhabitats	Présence d'arbres de diamètre sup à 30 cm porteurs de microhabitats	3	3
Régénération	Problèmes de régénération	1	1
Ancienneté des forêts	Présence significative d'espèces indicatrices de Forêts Anciennes et/ou continuité de l'état boisé	5	6
Espèces végétales exotiques envahissantes	Recouvrement en % à l'ha	5	6
Dégâts au sol et emprises anthropiques non boisées	Recouvrement en % à l'ha	2	2
Fragmentation du massif forestier	Degré de connexion du site avec d'autres espaces forestiers	5	6

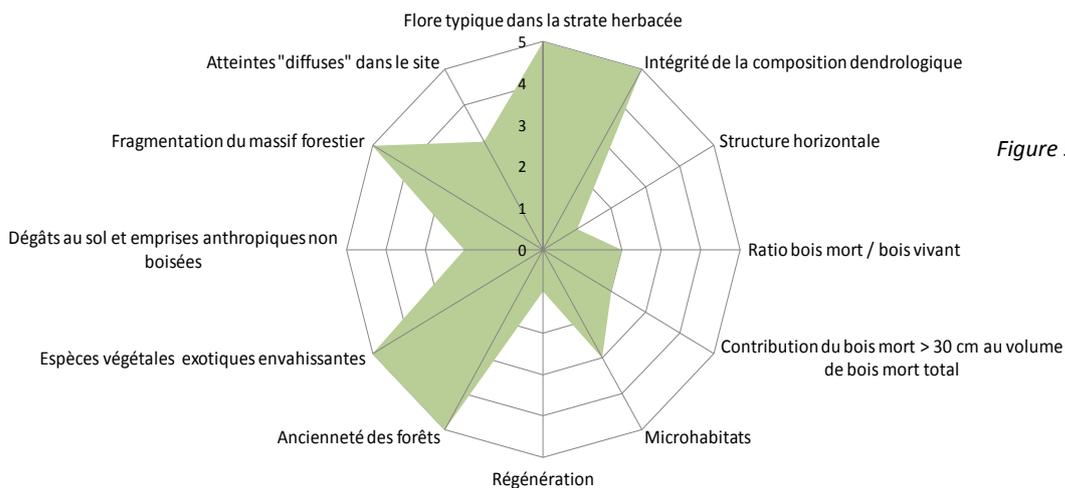
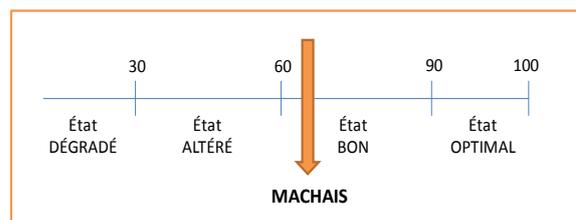


Figure 3: Graphique radar des critères évalués

Figure 4 : Echelle de notation de l'état de conservation global du site



#### 4. Interprétation et perspectives de mesures de gestion

La vue des résultats confirme que la comparaison entre la strate gérée et la strate non gérée n'est pas pertinente. En effet, la décision de mise en non gestion a été arrêtée en 2006, ce qui est trop récent à l'échelle des peuplements forestiers pour obtenir des résultats. De plus, la délimitation des zones de non gestion, incluent l'APPB, le Pierrier et les zones autour des tourbières de pente. Or les peuplements forestiers présents à proximité de ces zones ne sont pas comparables aux peuplements forestiers de la zone gérée : la proximité avec les tourbières induit des sols à facies plus humides et plus acides, sur lesquels la fertilité est moindre et plus favorable au développement des conifères. Ces conditions stationnelles ont finalement un impact plus important et différent que ce que pourrait avoir l'exploitation forestière sur la composition et la structure des ces peuplements. Concernant la **composition des peuplements forestiers**, le site de Machais est en **bon état de conservation**. Cependant cette évaluation repose pour l'instant uniquement sur deux critères ce qui est trop peu pour obtenir une évaluation représentative de l'intégralité des unités qui composent les peuplements forestiers. Pour le moment pour ces deux critères, aucune mesure de gestion particulière n'est à préconiser, si ce n'est le besoin d'intégrer un relevé phytosociologique au protocole forêt.

Concernant la **structure des peuplements**, le site de Machais est en **état de conservation dégradé**. Cette note est dégradée en partie par la **structure horizontale** et le **bois mort**. En effet, les peuplements sur Machais présentent un déficit en TGB ce qui baisse considérablement la note. Les peuplements sont tout de même composés majoritairement de BM et des GB ce qui est encourageant pour les années à venir. Il est donc nécessaire de poursuivre la conduite des peuplements vers une conservation quasi exclusive des GB et TGB. Cette structuration de peuplements à GB et TGB est de plus favorable au Grand Tétrás (*Tetrao urogallus*), dont la conservation est un des enjeux de la Réserve naturelle, et qui est une espèce parapluie\*.

Le **ratio bois mort sur bois vivant** présente un mauvais score, bien que l'on soit proche des valeurs moyennes nationales en termes de  $m^3$ /hectare :  $8 m^3/ha$  pour le bois mort sur pied et  $17 m^3/ha$  pour le bois mort au sol au niveau national contre  $8,9 m^3/ha$  et  $15,9 m^3/ha$  pour le site de Machais (Derrière et al., 2012)). Cette mauvaise note peut s'expliquer par la prise de conscience tardive quant à l'importance que représente le bois mort dans le cycle sylvogénétique. En effet, il permet d'améliorer la fertilité des sols dans la mesure où, il permet le retour de la matière organique dans le

sol, de plus, c'est également un refuge pour un grand nombre d'espèces, qu'elles soient saproxyliques ou non. Afin d'améliorer l'état de conservation du site, il est indispensable de conserver le bois mort dans les peuplements, que ce soit au sol ou sur pied, et de privilégier le bois mort ayant un diamètre supérieur à 30cm, puisque ce sont ces bois qui abrite la plus grande biodiversité.

Concernant les **microhabitats** la note est bonne si l'on considère uniquement les cavités sur fût et les carpophores de champignons lignicoles. Quant à la **régénération**, nous observons un déséquilibre net entre proportion de Hêtre (*Fagus sylvatica*) et de Sapin (*Abies alba*), en partie dû à l'abrutissement. Les forestiers favorisant déjà le Sapin au sein des peuplements, il serait préférable d'agir sur la pression qu'exerce le gibier sur la régénération afin de retrouver un équilibre cynégétique.

Finalement, considérons maintenant le **fonctionnement et les altérations** portées au site.

Le **fonctionnement** des peuplements forestiers sur Machais est surtout **altéré** du fait des nombreuses atteintes causées par les activités anthropiques. En effet, **l'ancienneté des forêts** et les **espèces végétales exotiques envahissantes** absentes favorisent un bon état de conservation. Il convient tout de même de continuer à veiller à une éventuelle implantation de ces espèces sur le site, afin de pouvoir intervenir le plus tôt possible pour faciliter la lutte contre leur colonisation.

Contrairement à cela, **l'impact humain** a un effet certain sur l'état de conservation du milieu. En effet, les nombreuses pistes forestières, les sentiers ainsi que les nombreuses routes à proximité directe du site ont impacté et impactent la surface forestière. Afin de ne pas aggraver cette situation, il convient de s'assurer, dans les années à venir, qu'aucune nouvelle piste forestière ne soit créée et pourquoi pas favoriser une exploitation forestière plus douce (traction animale) afin de minimiser l'impact de cette exploitation sur les sols.

La **fragmentation**, considérée à plus grande échelle, n'est pour le moment pas une menace pour le site, puisqu'il se situe au sein d'un vaste massif forestier que sont les Vosges. Cependant, le développement urbain et touristique que connaît actuellement ce massif, pourrait à l'avenir accentuer cette fragmentation.

La **fréquentation** assez importante du site induit également de nombreux impacts : un dérangement de la faune et notamment en hiver, de plus le hors sentier n'est pas interdit sur la RN. Il serait souhaitable à l'avenir que le hors sentier soit interdit (a minima en période hivernale) au sein de la Réserve afin d'éviter tout dérangement de la faune et le piétinement de la flore.

Pour finir, le site de Machais subit de nombreuses **autres pressions** qui pour le moment ne causent pas de dégâts irréversibles (nourrissage de la faune, dérangement...), mais qui pour certaines, telle que la fréquentation, sont difficiles à maîtriser et pourront peut-être à l'avenir, si elles venaient à s'intensifier, causer plus de préjudices à la Réserve. Ces pressions se retrouvent également sur l'ensemble des Réserves naturelles du massif et devraient être intégrées dans les problématiques de gestion à cette échelle, en lien avec les missions du Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges.

## IV. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION : MILIEUX TOURBEUX

### 1. Habitats tourbeux présents sur la Réserve naturelle

Treize habitats tourbeux et para-tourbeux sont présents sur la Réserve naturelle (Annexe 4). Ces habitats tourbeux ont été évalués dans leur globalité. Les différents types de tourbières (tourbières hautes, de transition, à Molinie...) n'ont pas pu être individualisés, du fait de leur superficie respective trop faible, pour définir une grille d'évaluation pertinente à leur échelle.

### 2. Élaboration d'une grille d'évaluation

Contrairement aux habitats forestiers, les réflexions autour de l'élaboration d'une grille d'évaluation concernant les milieux tourbeux n'ont pas été menées au niveau national. L'évaluation de l'état de conservation des tourbières reste encore à ce jour essentiellement du dire d'expert. Les travaux préliminaires du Groupe RHOME0, sur les zones humides en général, nous ont servis de base pour la construction de notre grille.

Une réelle réflexion autour du choix des critères, indicateurs et valeurs seuils a donc été menée pour l'évaluation de ces milieux afin d'obtenir une grille d'évaluation applicable au site de Machais.

#### a. Choix des critères, indicateurs, valeurs seuils et état de référence

Quelques soient les méthodes employées et le type d'habitat évalué, la construction d'une grille d'évaluation se base toujours sur le même schéma :

Tableau 3 : Base de travail pour l'élaboration d'une grille d'évaluation de l'état de conservation.

Paramètres	Echelle	Critères	Indicateurs	Seuil	Note
Composition					
Structure					
Processus, Fonctionnement					
Fonctionnalités, Altérations					

Compte rendu du groupe de travail « Zones Humides », RNF (Réunion du 2/12/11)

Cette conformation a été validée par le groupe « zones humides » de RNF en février dernier, de ce fait notre travail s'intègre dans une démarche nationale.

Le choix des **critères** s'est ensuite fait, selon les paramètres, soit sur les éléments permettant l'existence et assurant la pérennité du milieu (composition et structure), soit sur les éléments qui peuvent engendrer des perturbations ou représenter des menaces pour le milieu

Une fois les critères choisis, le choix des **indicateurs** se fait de manière logique. C'est l'élément qui permettra de juger du critère de la meilleure manière, qui sera le plus représentatif. Dans notre cas, nous nous sommes appuyées pour ces choix, sur les éléments provenant de la gestion antérieure de la RN et sur les études à disposition.

La détermination des **valeurs seuils** a été réalisée d'après des données bibliographiques, lorsque celles-ci le permettaient. Les tourbières étant des systèmes complexes au fonctionnement particulier, propre à chaque site, les données sur certaines valeurs seuils sont très peu renseignées, notamment en ce qui concerne le fonctionnement et les processus.

L'**état de référence** sur lequel nous nous sommes appuyées est l'état dans lequel se trouvait les milieux tourbeux avant la mise en gestion du site c'est-à-dire à la fin des années 80. A cette époque, la composition du milieu était assez bien connue, notamment au niveau de la flore (Inventaire National des Tourbières de France, *Gehu et al., 1981*). A contrario le fonctionnement de

l'écosystème était encore méconnu et aucune étude concernant par exemple le fonctionnement hydrologique n'avaient été menées. Le dialogue avec les acteurs nous a permis également de définir pour cet état de référence, la fréquentation et les activités humaines, et leurs impacts éventuels. La grille d'évaluation ainsi élaborée est visible en [annexe 8](#).

#### ❖ Critères et indicateurs relatifs à la COMPOSITION

##### ➤ Faune

##### ✓ **Odonates**

Le choix des odonates en tant qu'espèces bio-indicatrices des milieux humides en général, et des tourbières plus particulièrement, se justifie à plusieurs niveaux : elles constituent un groupe parapluie, représentatif des milieux humides, et est le groupe d'invertébrés le mieux connus tant au niveau taxonomique qu'écologique. Plusieurs espèces sont également sténoèces\* et nécessitent des conditions d'habitat spécialisées, d'où leur capacité à refléter l'état d'un habitat particulier. De plus, leur échantillonnage est aisé et ne nécessite pas un matériel sophistiqué ni coûteux (*Oertli cité dans Pont, 2009*). Ajouté à cela, la RN de Machais participe depuis 1994 au programme lancé par RNF sur le suivi des descripteurs de fonctionnement des hydrosystèmes. Ces suivis sont depuis réalisés tous les ans par le CSL sur le territoire de la Réserve naturelle ; de ce fait l'état des espèces et de leur population est à ce jour bien connu.

Ce critère a été évalué par comparaison d'une liste d'espèces observées à une liste d'espèces attendues, pour chaque période de plan de gestion, afin d'obtenir le pourcentage d'espèces attendues présentes sur le site. La méthode d'élaboration de cette liste est visible en [annexe 9](#).

##### ✓ **[Lépidoptères]**

Les lépidoptères sont également un groupe taxonomique bio-indicateur dans la mesure où ils sont exigeants en termes de qualité de leur habitat. En effet, certaines espèces sont strictement inféodées à une espèce floristique, que ce soit pour leur reproduction ou leur alimentation (espèce monophage\*). De plus, ces espèces floristiques sont souvent des espèces typiques de certains milieux, présentant donc une forte valeur patrimoniale. Du fait de leur lien très étroit avec la flore, une dégradation de l'habitat, qui entraînerait la disparition de certaines espèces floristiques, entraînerait également la disparition des lépidoptères qui leur sont inféodés. Les lépidoptères reflètent donc bien la qualité de l'habitat notamment en termes de composition floristique. Le choix de ce critère est donc justifié et n'est aucunement redondant avec les odonates, qui sont elles inféodées aux milieux aquatiques.

L'exercice d'évaluation a été testé par la même méthode que pour les odonates, mais ne pourra pas être pris en compte dans l'évaluation globale du site, du fait d'un manque de données concernant ce taxon (absence de suivis annuels).

##### ✓ **[Arachnides]**

Le taxon des araignées est également très représentatif de la qualité des habitats et notamment des habitats tourbeux, comme le souligne la publication d'A.G Scott (*Scott et al., 2005*). Les araignées sont des espèces parapluie car elles se situent en haut de la chaîne trophique dans ces milieux, et elles sont également des espèces intégratrices, reflétant ainsi au mieux les conditions de l'habitat. Cependant c'est un groupe encore peu connu à l'heure actuelle, car très peu étudié. Les données sur l'état des populations et sur leurs exigences écologiques sont donc très difficiles à obtenir.

L'évaluation de ce critère n'a pas été rendue possible du fait d'un important manque de données concernant ce taxon. Les seules données disponibles sont issues d'un tout premier état des lieux réalisé sur Machais en 2002 ; aucun suivi n'a été entrepris depuis.

##### ✓ **Espèces faunistiques allochtones, invasives\***

Les espèces allochtones, invasives, ne sont pas en tant que telles des espèces indicatrices de l'état de conservation d'un habitat, mais du fait de la menace qu'elles présentent au niveau de la pérennité des espèces autochtones. Il est indispensable de les prendre en compte dans l'évaluation de l'état de conservation.

Leur évaluation s'effectue à travers la présence/absence, mais également à travers le caractère plus ou moins invasif de l'espèce.

➤ Flore

✓ **Flore tyrphobionte\***

La flore est un paramètre clé dans la constitution des habitats et est donc indispensable à l'évaluation de l'état de conservation, même si selon les conditions stationnelles un même habitat ne présente pas de manière fidèle le même cortège floristique. De plus, la flore a fait l'objet de nombreux relevés et suivis depuis, et même avant la création de la RN.

Nous avons choisi d'évaluer ce critère sur le même principe que pour les odonates : la comparaison d'une liste d'espèces observées par rapport à une liste d'espèces attendues. Nous nous sommes appuyées pour ce critère sur l'inventaire complémentaire des tourbières des Vosges (*Muller, 1984*). En effet, pour cet inventaire, une liste d'espèces à rechercher systématiquement avait été réalisée. Cette liste correspond donc aux espèces attendues sur les tourbières vosgiennes et constitue notre liste d'espèces attendues.

✓ **Espèces floristiques allochtones, invasives**

Tout comme pour la faune allochtone, invasive, la flore allochtone, invasive n'est pas en tant que tel un révélateur de l'état de conservation d'un site, mais présente un risque pour la pérennité du cortège floristique typique.

Là encore, la notation s'est faite à travers la présence/absence et par le caractère plus ou moins invasif de la plante.

✓ **[Cryptoflore indicatrice]**

Nous avons fait le choix d'écarter pour l'instant ce critère pour plusieurs raisons : les mousses ont été incluses dans le critère flore tyrphobionte, et ne sont donc pas reprises ici. Concernant les lichens, très peu d'espèces sont inféodées aux milieux tourbeux car la majorité sont saxicoles ou corticoles. De plus, ils ont été très peu inventoriés sur la Réserve naturelle, et les dernières données datent de 1983. Pour ce qui est des champignons, la méconnaissance des groupes mycologiques et de leur écologie ne nous a pas permis d'évaluer ce critère. Des recherches sur le sujet sont là aussi à approfondir afin de pouvoir intégrer ce critère dans l'évaluation de l'état de conservation des habitats tourbeux (*Manneville et al., 2006*).

❖ Critères et indicateurs relatifs à la STRUCTURE

➤ Dynamique du milieu

✓ **Activité turfigène**

L'activité turfigène est un critère indispensable dans la mesure où c'est un élément essentiel à l'existence des tourbières. Ce critère permet en même temps d'estimer l'activité microbienne du sol. La détermination des seuils pour ce critère n'a pas été aisée du fait d'un manque de données dans la littérature.

Pour l'évaluer nous avons choisi de nous intéresser à l'accroissement moyen annuel des sphaignes, puisque ce sont elles qui participent à la formation de la tourbe. De plus, l'accroissement moyen des sphaignes par an est connu dans la littérature, à savoir 1 mm/an. Les données disponibles nous ont permis d'obtenir uniquement deux mesures sur un pas de temps de 27 ans (*Schortanner et al., 1985, Goubet, 2009*).

✓ **Superficie du milieu tourbeux**

Evaluer la superficie du milieu tourbeux permet d'apprécier l'étendue de la tourbière ainsi que la fermeture du milieu. C'est un critère primordial à prendre en compte dans la mesure où la fermeture d'un milieu tourbeux conduit à sa disparition, même si ce processus résulte de la dynamique naturelle du milieu.

Ce critère a été évalué à travers le pourcentage de recouvrement du couvert forestier sur un pas de temps de 10 ans pour que cela soit pertinent. Pour l'évaluation nous nous sommes appuyées sur des cartographies anciennes et sur le SIG pour le calcul de surface. (Annexe 10)

#### ✓ **Variation du niveau du lac**

Les variations du niveau du lac de Machais résultent de la caractéristique propre au site (régime hydrologique), qui freine considérablement la fermeture du milieu. Ces variations peuvent atteindre une amplitude de 80 cm au niveau du lac (*Goubet, 2011*). D'après la littérature, ces variations deviennent une menace pour les espèces lorsqu'elles atteignent de 2 à 4 mètres (*Comm. Pers. J.C. Ragué*). L'évaluation de ce critère a été basée sur l'amplitude de variation maximale annuelle, grâce aux données issues d'une campagne de mesure datant de 2011, réalisée par P. Goubet.

### ❖ Critères et indicateurs relatifs aux PROCESSUS et au FONCTIONNEMENT

#### ✓ **Alimentation en eau**

L'alimentation en eau est un critère déterminant dans le fonctionnement des milieux tourbeux, puisqu'un bilan hydrologique (somme des entrées et des sorties d'eau à l'échelle du bassin versant) positif est nécessaire à l'établissement d'une tourbière. Depuis l'année dernière, des mesures de débit ont été mise en place sur la RN et sont depuis réalisées tous les mois. Cependant, ces données ne sont pour le moment pas exploitables pour réaliser un bilan hydrologique, car nous ne connaissons pas le pourcentage d'infiltration des eaux à l'échelle de bassin versant. Le bilan hydrologique serait donc biaisé si on le réalisait sans prendre en compte ce pourcentage. L'évaluation de ce critère reste donc pour l'instant du dire d'expert, en attendant que des études plus approfondies sur le sujet soient réalisées.

#### ✓ **Qualité physico-chimique des eaux d'alimentation**

La qualité des eaux est également un critère déterminant pour l'établissement d'une tourbière, puisque ces eaux doivent être naturellement acides et pauvres en oxygène (*Cholet et al., 2010*). Ce critère peut être évalué à l'aide de deux indicateurs différents, à savoir : des espèces bio-indicatrices (faunistiques ou floristiques) (*Romero-Pedreira et al., 2011*) ou des suivis physico-chimiques des eaux (*Anderson et al., 2011*). Excepté l'étude de N. Morgan sur les macroinvertébrés aquatiques (*Morgan, 2012*), aucune autre étude ou suivis ne nous ont permis d'évaluer ce critère à travers des espèces bio-indicatrices.

Nous avons donc décidé de baser notre évaluation sur les relevés physico-chimiques réalisés en 2008 par P. Goubet (*Goubet, 2008*), et suivis depuis l'année dernière par la gestionnaire, à travers deux paramètres : le pH et la conductivité. L'évaluation a donc porté sur les variations annuelles de ces deux paramètres, via l'analyse des graphiques regroupant une année de données (*Cholet et al., 2010*).

### ❖ Critères et indicateurs relatifs aux ALTÉRATIONS

#### ✓ **Activités humaines**

Les activités humaines font partie de l'histoire du site, il est donc indispensable de les prendre en compte dans l'évaluation. D'après les données disponibles dans la littérature, notamment dans les anciens plans de gestion, et de communications personnelles, nous avons pu prendre connaissance des usages anciens ayant eu lieu sur la RN.

L'évaluation de ce critère est basée sur la comparaison d'une liste d'usages anciens et d'une liste d'usages actuels, afin de voir si ces usages ont eu tendance à diminuer ou à augmenter. (annexe 12)

#### ✓ **Degré d'anthropisation du fonctionnement hydrologique : modification des écoulements naturels**

Ce critère permet de rendre compte de l'impact de certaines infrastructures (voieries, buses, ponts cadres...) sur la continuité du réseau hydrologique. La modification des écoulements naturels par ces infrastructures influence considérablement les flux d'eau et de matière : la concentration des

écoulements par les buses a un impact sur la vitesse des flux d'eau, qui elle-même entraîne une mobilisation plus importante des matériaux. Ces phénomènes portent atteinte à la tourbière centrale, dans la mesure où ils conduisent à la formation de cônes de déjection à la périphérie de celle-ci. Ces cônes favorisent ensuite l'implantation des espèces ligneuses et la colonisation de la tourbière. L'évaluation de ce critère a été réalisée à l'aide de l'outil SIG, des cartographies du réseau hydrologique, et des dessertes de la RN, afin de rendre compte d'un pourcentage de ruisseaux impactés par ces infrastructures. (annexe 11)

#### ✓ Atteintes diffuses

Nous avons choisi dans ce critère de regrouper toutes les atteintes qui peuvent être portées au site, leur individualisation étant trop lourde à mettre en place. Nous avons donc considéré dans ce critère : la fréquentation du milieu, l'exploitation forestière, les pollutions engendrées par le réseau de voiries et les changements globaux. L'évaluation a porté sur le degré d'impact de ces atteintes sur le site, sur le même schéma que pour les habitats forestiers.

#### b. Choix du système de notation

Pour la notation, nous avons fait le choix de reprendre le système de catégorisation d'état de conservation pratiqué par le groupe « forêt » RNF, afin de pouvoir construire des graphiques radars. Nous avons également choisi d'y associer un système de notation, comme nous l'avons fait pour les habitats forestiers, en répartissant ici la totalité des 100 points au sein des quatre paramètres, puisque nous n'avons pas gardé de points bonus.

### 3. Résultats

Tableau 4: Grille d'évaluation simplifiée de l'état de conservation des habitats tourbeux

Critères	Indicateurs	Machais
Odonates	% espèces observées/espèces attendues	5
Espèces allochtones, invasives	nombre d'espèces, fréquence d'observation (erratique,accidentelle,introduite)	2
Flore tyrophobionte	espèces observées/espèces attendues ?	3
Espèces allochtones, invasives	nombre d'espèces, fréquence d'observation (erratique,accidentelle,introduite)	4
Activité turfigène	accroissement moyen annuel des sphaignes	5
Superficie du milieu tourbeux	% recouvrement du couvert forestier, progression sur 10 ans	4
Variation du niveau du lac	amplitude de variation maximale annuelle	3
Alimentation en eau	bilan hydrologique annuel	5
Qualité physico-chimiques des eaux d'alimentation	variations annuelles de pH	5
	moyennes annuelles de conductivité	5
Activités humaines (usages anciens, actuels)	présence/absence d'activités/ degré d'activité (intense,faible...)	3
Degré d'anthropisation du fonctionnement hydrologique : modification des écoulements naturels	% ruisseaux impactés par des infrastructures (routes, sentiers, chemin, buse, pont cadre...)	2
Atteintes diffuses	fréquentation du milieu, exploitation forestière, changements climatiques, pollution liée au réseau	3

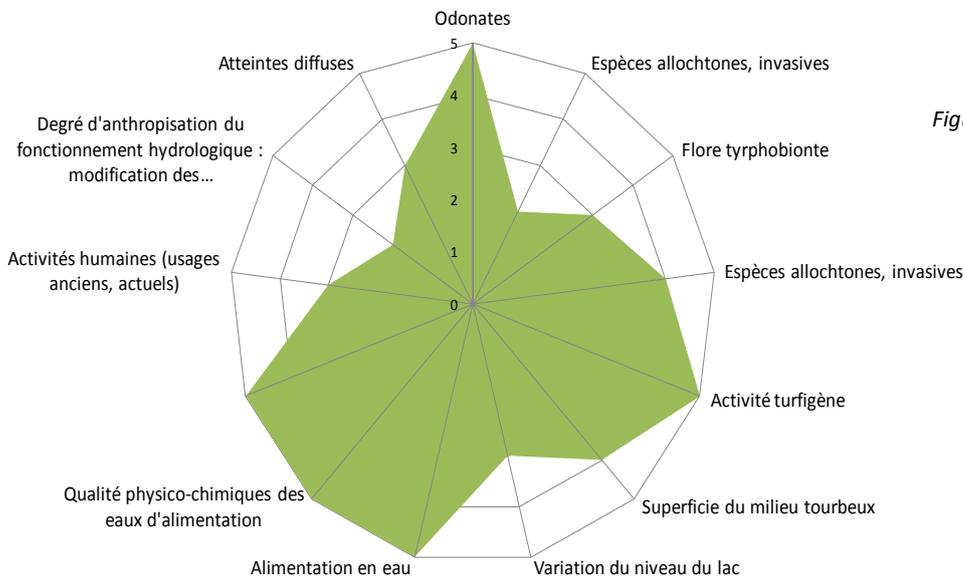
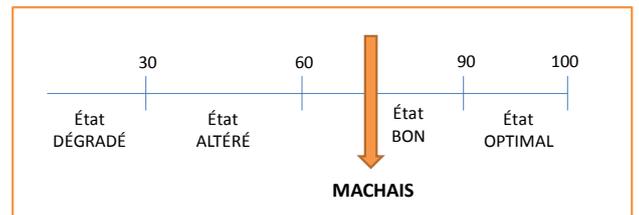


Figure 5: Echelle de notation de l'état de conservation global du site

Figure 6: Graphique radar des critères évalués



#### 4. Interprétation et perspectives de mesures de gestion

L'état de conservation des habitats tourbeux présents sur la Réserve naturelle est globalement bon.

Au niveau de la **composition** du site, l'**état de conservation est bon** concernant la faune et la flore : la majorité des espèces typiques sont présentes, ce qui conforte l'idée du caractère intact des habitats tourbeux.

Malgré l'absence perpétuelle d'une espèce (*Somatochlora alpestris*), le cortège d'odonates est optimal, et les résultats sont très encourageants : deux espèces découvertes depuis 1998 et aucune disparition. Cependant, les suivis doivent être maintenus dans les années à venir afin de veiller aux impacts des usages anthropiques et du réchauffement climatique sur les populations d'odonates. Une attention toute particulière doit être apportée à l'apparition de certaines espèces d'affinités méditerranéennes lors de ces suivis.

Le résultat de l'état de conservation est un peu moins bon concernant la flore tyrphobionte, notamment du fait de l'absence de certaines espèces qui au vu des habitats devraient être présentes, et également du fait de la disparition de l'espèce *Pinguicula vulgaris* ces dernières années. La seule mesure possible afin d'éviter une perte de diversité floristique est préventive : il s'agit de continuer à suivre l'état physico-chimique du bassin versant et de veiller au respect de la non-pénétration dans l'APPB par les promeneurs. Il serait également important de pratiquer des relevés de végétation de manière plus régulière, et pas seulement sur les espèces les plus rares mais également sur la flore « commune », que l'on continue certes d'observer mais dont les populations peuvent régresser sans que l'on s'en aperçoive forcément.

La composition des habitats tourbeux pourrait être dans les années futures compromise par l'apparition et l'installation des espèces allochtones, invasives. Concernant la faune, des espèces piscicoles ont déjà été introduites dans le lac de Machais (carpe, perche, tanche) par les pêcheurs bien avant la mise en Réserve. L'implantation de ces espèces fut heureusement un échec, seule la tanche persiste encore dans le lac, mais la population n'a apparemment pas réellement progressé depuis. Sa présence ne cause pas d'impact significatif connu à ce jour, bien que l'on sache qu'elle prédate les communautés d'odonates et qu'en tant qu'espèce fouisseuse, elle engendre une turbidité des eaux (problème de développement de certaines hydrophytes) et la remobilisation des minéraux (eutrophisation des eaux, impact sur la pénétration de la lumière). Il faut donc rester vigilant sur la progression de ces paramètres et, comme cela l'a été proposé pour le prochain plan de gestion, une

pêche électrique permettrait d'estimer la population de tanches dans le lac et de limiter sa progression. L'attention doit être portée également sur l'apparition d'espèces allochtones d'affinité méditerranéenne (odonates, orthoptères...) qui risquent d'être de plus en plus fréquentes du fait du réchauffement climatique. Au niveau des espèces allochtones invasives floristiques, le site de Machais n'a pas été épargné non plus, puisque la Massette avait fait son apparition il y a quelques années. Par chance, le retournement de l'îlot sur lequel elle s'était implantée a limité sa progression. Le degré d'isolement du site au sein du vaste massif forestier constitue une barrière à la colonisation par ces espèces, qui sont connues sur plusieurs stations dans les Vosges. Les conditions de développement ne leur sont de plus sûrement pas favorables, du fait de l'acidité de l'eau. Cependant, la route des Américains traversant la RN, il n'est pas impossible que lors de travaux de voiries l'importation de matériaux entraîne l'apparition d'espèces invasives telle que la Renouée du Japon. Le site n'est donc pas l'abri d'une éventuelle invasion et de ce fait, il est nécessaire de mener une veille par rapport à l'arrivée de ces espèces.

L'évaluation de ce paramètre « composition » est à approfondir en prenant en compte d'autres unités composant la tourbière. Il serait intéressant à l'avenir d'avoir la possibilité d'évaluer les compartiments des lépidoptères et de la cryptoflore, qui sont des éléments complémentaires dans la mesure où ils ne reflètent pas les mêmes caractéristiques de l'habitat (milieux aquatiques pour les odonates, cortège floristique pour les lépidoptères, conditions stationnelles pour la cryptoflore...).

Au niveau de la **structure**, l'**état de conservation** du site est **bon à très bon**.

Nous obtenons un état de conservation optimal concernant l'activité turfigène. Cependant, ce résultat est plutôt à titre indicatif, puisque l'évaluation n'a porté que sur deux mesures sur un pas de temps de 28 ans, et que les conditions de carottage (localisation, matériel utilisé) concernant la première ne sont pas connues, de ce fait une marge d'erreur subsiste dans ce résultat. Il serait préférable à l'avenir de pratiquer un carottage par plan de gestion (tous les 5 ou 10 ans). Cette mesure ayant un impact sur les sols, il n'est pas nécessaire de la réaliser au-delà de ce seuil.

En plus de présenter une bonne activité turfigène, les habitats tourbeux ne sont pas menacés pour l'instant par la progression ligneuse (6,2 % de progression en 59 ans). Cette progression ligneuse n'impacte pas de la même façon tous les habitats tourbeux : la colonisation est plus faible au niveau de la tourbière centrale qu'au niveau des tourbières de pente, pour lesquelles cette colonisation peut être irréversible. Le drainage plus important ces tourbières améliore en effet les conditions stationnelles et favorise ainsi l'implantation des ligneux. Au niveau des mesures de gestion, il est difficile d'intervenir sur cette fermeture puisque cela résulte d'un processus naturel d'évolution du milieu. La décision repose alors sur les objectifs et enjeux appliqués à la Réserve naturelle. Sur Machais, la non-intervention est préconisée au niveau de la tourbière centrale, et la faible colonisation ligneuse ne nécessite pas pour l'instant une intervention. Par contre, au niveau des tourbières de pente, qui sont elles beaucoup plus impactées, une intervention pour des travaux de réouverture serait intéressante dans la mesure où elle est en accord avec les enjeux Tétràs de la Réserve naturelle. La préservation de ces tourbières de pente permettrait en effet de maintenir une certaine diversité d'habitats et une connectivité au sein des milieux, ce qui est favorable au Grand Tétràs. Cette estimation de la progression ligneuse à travers la cartographie est un peu biaisée, notamment du fait de la qualité des photos aériennes qui selon les années peut-être plus ou moins bonne (date de prise de vue, performance du matériel utilisé...), mais également par l'effet observateur au niveau de la délimitation des zones tourbeuses. Ce dernier biais a pu être diminué puisque le travail a été réalisé uniquement par moi-même pour toutes les cartographies.

L'amplitude maximale annuelle des variations au niveau du lac présente également un bon état de conservation. Toutefois, les variations de niveau du lac, selon les espèces considérées, peuvent avoir un impact négatif ou positif sur certaines communautés. En effet, les fortes variations vont entraîner un rajeunissement de la tourbe, ce qui va favoriser l'implantation des groupements pionniers, mais ces variations vont également perturber voire impacter très lourdement les communautés d'hydrophytes fixées, qui ont elles besoin d'un milieu stable pour s'établir, comme le petit nénuphar par exemple qui est une espèce protégée. Il serait important à l'avenir de réitérer, une fois tous les cinq ans, cette campagne de mesure de variation du niveau du lac, par la pose définitive

ou ponctuelle de piézomètre comme ça a été le cas lors de la première campagne, afin de pouvoir suivre l'impact de ces variations sur le milieu.

Concernant **les processus et le fonctionnement** des habitats tourbeux, ces aspects sont pour le moment les moins connus du site, mais également les plus complexes à apprécier. De ce fait, les données manquent pour arriver à évaluer de manière rationnelle les différents critères qui leur sont liés. Ces lacunes concernant le fonctionnement des habitats tourbeux ne sont pas exclusives au site de Machais, et se retrouvent sur de nombreux sites tourbeux. Cet aspect est en effet très peu étudié par les scientifiques, il est donc difficile d'entreprendre des études sur ce sujet. Cependant c'est un élément essentiel, dont on ne peut se passer pour l'évaluation de l'état de conservation.

D'après les éléments disponibles, l'état de conservation pour ces deux critères est pour le moment très bon. La priorité pour les années à venir est peut-être d'approfondir ce volet en réalisant des études mais également en effectuant un important travail bibliographique afin de suivre les progrès réalisés sur ce sujet. Il est indispensable aussi de poursuivre les relevés physico-chimiques sur la Réserve et de faire un bilan annuel de ces résultats.

Quant aux **altérations**, l'**état de conservation** est globalement **bon** : les activités humaines ont diminué, en partie grâce à la mise en place de l'APPB, et les atteintes portées aux sites ne remettent pour le moment pas en cause la dynamique des habitats tourbeux. Cependant, les usages actuels ont souvent plus d'impacts que les usages anciens car ils se sont intensifiés, et tendent encore à s'intensifier, comme c'est le cas pour la fréquentation du site, et les pollutions que cela peut engendrer. De plus, cette emprise anthropique forte sur le site impacte un élément essentiel pour les milieux tourbeux : l'eau, et les modifications des écoulements naturels au niveau du bassin versant qu'elle engendre sont irréversibles. Ajouté à cela, le réchauffement climatique va de plus en plus perturber les cycles naturels sans que l'on puisse vraiment lutter contre. Même si les gens commencent petit à petit à prendre conscience de l'importance de l'existence des milieux tourbeux, et des milieux naturels en général, un important travail de sensibilisation du public est à fournir, si l'on veut que les enjeux liés à ces sites soient correctement perçus, afin de limiter les nuisances portées à leur pérennité.

## V. DISCUSSION

---

Les espaces forestiers ont depuis longtemps tenus une place importante dans la vie des Bressauds mais également dans l'histoire du site, puisque c'est grâce à l'exploitation de la ressource en bois que la tourbière a pu être préservée d'une exploitation de la tourbe, d'où son caractère intact et exceptionnel. Ainsi, en se battant pour garder leurs forêts, les habitants de La Bresse ont à cette époque contribué, d'une certaine manière, à la protection de ce site tourbeux unique.

L'originalité du site et son caractère intact auraient pu très vite disparaître du fait de la forte attractivité que le site dégageait auprès de la communauté scientifique. La prise de décision de mise en place de mesures réglementaires a réellement contribué à la pérennité du site, notamment au niveau de la zone centrale, le cœur du site, avec la mise en place de l'APPB.

Malgré ces mesures de protection, le principal risque pour le site réside actuellement dans le non respect de ces mesures par les usagers. Un manque de communication sur les outils de protection et de sensibilisation du public induit une vision d'interdits liés à ces outils, et de ce fait les réels enjeux pour lesquels ces outils ont été mis en place, ainsi que leur importance, ne sont pas perçus.

De plus, le but d'une mise en gestion n'est pas uniquement fondé sur le côté réglementaire, mais permet également de contribuer à l'approfondissement des connaissances d'un site. La non-intervention pratiquée au niveau de la tourbière centrale du site de Machais, par exemple, permet d'utiliser la majorité des financements pour diverses études, notamment de diagnostic fonctionnel, pour lequel on manque fortement de connaissances.

Pour certains habitats l'intervention est indispensable, que ce soit pour des raisons économiques, paysagères ou fonctionnelles, cependant celle-ci doit être réfléchie et menée avec modération. La gestion des forêts sur Machais, par exemple, est menée par l'ONF de façon à être la plus en adéquation avec les enjeux liés à la Réserve naturelle et de réels efforts sont faits : vieillissement des arbres, augmentation de la quantité de bois mort sur pied ou au sol, favoriser le Sapin... même si le résultat de ces mesures de gestion nécessite un pas de temps long avant de s'exprimer. D'où l'importance de l'état initial et de cette première évaluation qui sera à reconduire dans dix ans.

La tourbière centrale tient le rôle principal au sein de la RN et de ce fait on en oublie trop souvent les tourbières de pente. Un intérêt plus particulier devrait être porté aux tourbières de pente qui depuis des années sont en régression et qui jouent un rôle indispensable au niveau du réseau hydrologique, mais également au niveau floristique et faunistique et qui de plus contribuent à la continuité écologique au sein du vaste massif forestier qui couvre la majorité du site.

Il faudrait également porter plus d'attention à la biodiversité « ordinaire » d'un site. En effet, au fil des années, les connaissances floristiques, faunistiques... s'améliorent, s'agrègent, et au bout d'un certain temps, on ne refait plus les inventaires car l'on croit connaître la totalité de la biodiversité présente sur le site. Or, certains facteurs peuvent faire qu'une espèce commune disparaisse sans que l'on s'en rende forcément compte, ce qui risque d'arriver de plus en plus fréquemment du fait du réchauffement climatique.

L'implication du site de Machais dans des protocoles nationaux apporte une plus-value et doit être maintenue pour les années à venir. Il serait notamment très intéressant que la Réserve naturelle de Machais participe à une étude portant sur les changements climatiques globaux.

L'élaboration d'une grille d'évaluation n'est pas une tâche aisée et exige un important travail de synthèse de données, et de bibliographie afin de bien maîtriser la totalité des objectifs et enjeux liés au site, car c'est à partir de ces éléments que débute la prise de décision concernant notamment le choix des critères, des indicateurs, et des seuils. Un important travail de bibliographie a donc été nécessaire afin de m'approprier tous les aspects de la Réserve naturelle.

La construction de la grille d'évaluation à l'échelle des habitats tourbeux a été un exercice plus simple dans la mesure où nous avons mené nos réflexions uniquement à l'échelle du site. Nous n'avons donc pas réfléchi à des critères standardisables à l'échelle nationale, comme ce fut le cas pour la méthode d'évaluation des habitats forestiers. Néanmoins, le travail de restructuration et d'adaptation de la méthode RNF au site de Machais a également nécessité une réelle réflexion autour des critères et des seuils.

## CONCLUSION

---

La Réserve naturelle de la Tourbière de Machais présente actuellement un état de conservation global assez bon. L'exercice d'évaluation a permis de mettre en avant d'une part, les menaces qui risquent de dégrader davantage cet état, d'autre part de viser les critères qui pourront être améliorés à l'avenir afin d'obtenir un meilleur état de conservation du site. Même si les grilles d'évaluation ne sont pas encore définitives, les travaux de réflexions autour du choix des outils d'évaluation constituent déjà une grande avancée, et les échanges avec de nombreux acteurs (CSL, Journées techniques tourbières, RNF) ont apportés beaucoup dans l'avancement de ce travail et sont indispensables. Le fait de mettre en pratique l'évaluation de l'état de conservation est également une étape importante qui permet très vite de rendre compte de la faisabilité et de la pertinence de certains critères.

L'évaluation de l'état de conservation d'un habitat, d'un site ou d'une zone biogéographique est une notion phare à l'heure actuelle, et sur laquelle il devient urgent de se pencher, vingt ans après la demande de la Commission Européenne à Rio de Janeiro. A l'inverse de nos voisins les Allemands et les Autrichiens, nous avons commencé à aborder ce sujet de manière tardive, et de ce fait, depuis quelques temps les réflexions autour de construction de grilles d'évaluation se sont donc multipliées et accélérées, à différentes échelles et pour différents habitats. Ainsi, au sein du MNHN au moins quatre méthodes ont été publiées concernant différents types d'habitats (marins, agropastoraux, dunaires...). Les habitats tourbeux ne figurent pas encore sur cette liste de méthodes, du fait de la complexité de ces habitats. Ces méthodes se veulent nationales, applicables pour un grand nombre de sites présents sur le territoire français, mais devront tout de même être revues et retravaillées afin de les rendre applicables et adaptées à chaque site. De plus, même si des grilles d'évaluation de l'état de conservation existent, celles-ci sont pour la plupart parfois trop lourdes à mettre en place et nécessitent un grand nombre de connaissances et de données concernant le site, que l'on ne détient pas forcément.

La notion d'évaluation de l'état de conservation est une notion complexe, difficilement généralisable à l'échelle nationale, quelque soit le type d'habitat évalué. De plus, les réflexions n'ayant pas été anticipées, elles se déroulent actuellement dans l'urgence afin de répondre à une demande politique, et là encore réside tout le problème de vouloir mettre la nature dans les cases. Ce qui explique que la communauté scientifique accepte avec difficulté cette notion, car elle est pour elle totalement subjective et infondée.

Malgré ces aspects négatifs, l'évaluation de l'état de conservation est un bon exercice, qui permet au gestionnaire de tester ou d'approfondir les connaissances qu'il a de son site, mais qui sert également de manière très pratique d'outil d'aide à la décision en termes de mesures de gestion. En effet, la notation paramètre par paramètre, critère par critère, permet au gestionnaire de cibler exactement l'élément perturbateur de l'état de conservation de l'habitat et ainsi de trouver des mesures à mettre en place afin d'améliorer cet élément et par la même occasion d'améliorer l'état de conservation du site. Cet exercice d'évaluation, rendu obligatoire tous les six ans, va également permettre d'effectuer un « monitoring » de la biodiversité et de l'état des habitats, afin notamment de pouvoir suivre leur évolution face aux impacts anthropiques grandissant, et plus particulièrement face au réchauffement climatique.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### ➤ Ouvrages

**CHOLET, J., MAGNON, G.**, 2010. Tourbières des montagnes françaises – Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion et de gestion. Pôle-relais Tourbières / Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, 188 p. ISBN : 978-2-9513-0986-4

**MANNEVILLE, O. et al.**, 2006. Le monde des tourbières et des marais, France, Suisse, Belgique, Luxembourg. Editions Delachaux et Niestlé, Paris, 320 p. ISBN : 2-603-01390-4

### ➤ Articles de périodique

**ANDERSON, R., ROCHEFORT, L., LANDRY, J.**, 2011. La chimie des tourbières du Québec : une synthèse de 30 années de données. IN *Le Naturaliste Canadien*, n°35. 14 p.

**DERRIERE, N., VIDAL, C., WURPILLOT, S.**, 2012. Le bois mort en forêt. L'IF, complément d'IGN magazine sur l'Information Forestière, n° 29, 8 p.

**DU BUS DE WARNAFFE, G., DEVILLEZ F.**, 2002. Quantifier la valeur écologique des milieux pour intégrer la conservation de la nature dans l'aménagement des forêts : une démarche multicritères. IN *Annals of Forest Science* 59, Mai 2002, p 369-387.

**SCOTT, A.G, OXFORD, G.S, SELDEN, P.A.**, 2005. Epigeic spiders as ecological indicators of conservation value for peat bogs. IN *Biological Conservation*, vol. 127, n°4, p. 420-428

### ➤ Rapports / thèses / mémoires

**ASAEL, S.**, 1999. Typologie des peuplements forestiers du massif vosgien. CRPF Lorraine Alsace. 51 p.

**AUDINOT, S.**, 2009. Notation des habitats favorable au Grand Tétrás sur la Réserve naturelle nationale de Machais - Application de la méthodologie Storch adaptée au massif vosgien. Groupe Tétrás Vosges. 13 p.

**BENSETTITI, F., COMBROUX, I., DASZKIEWICZ, P.**, 2006. Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire-Guide méthodologique. Paris, Service du Patrimoine Naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle. 59 p.

**BENSETTITI, F., RAMEAU, J.C., CHEVALLIER, H.** (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » Natura2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 – Habitats forestiers. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 p. et 423 p.

**BENSETTITI, F., GAUDILLAT, V., HAURY, J.** (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAP/ MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p.

**BRUCIAMACCHIE, M.**, 2005 – Protocole de suivi des espaces naturels protégés – MEDD – 42 p.

**CARNINO, N.**, 2008. Etat de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire – Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura2000. Paris, Université Pierre et Marie Curie. 34 p.

**CARNINO, N.**, 2009. Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site. Méthode d'évaluation des habitats forestiers. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts. 43 p. + annexes

**CHIFFAUT, A.**, 2006 – Guide méthodologique des plans de gestion de réserves naturelles – Cahiers techniques MEED/ATEN, n°79, 76 p.

**EUROPEAN COMMISSION**, 2005. Assessment, monitoring and reporting of conservation status – Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats Directive (DocHab-04-03/03 rev.3). Note to the Habitats Committee. European commission, DG Environment, Brussels.10 p.

**EUROPEAN COMMISSION**, 2006. Assessment, monitoring and reporting of conservation status – Explanatory Notes & Guidelines. Commission of the European Communities. 64 p.

**GEHU, J.M., MERIAUX, J.L., TOMBAL P.**, 1981. Inventaire des tourbières de France. Rapport de contrat pour le Ministère de l'Environnement. 59 p.

**GONIN, K.**, 2010. Le protocole de suivi des forêts d'espaces naturels protégés : mise en place au sein de la Réserve naturelle du Frankenthal-Missheimle (Vosges). Mémoire. Grenoble, Université Joseph Fourier. 102 p. + annexes

- GOUBET, P.**, 2008. Analyse de la qualité physico-chimique et des apports solides des eaux de surface du bassin versant de la Tourbière de Machais. Compte-rendu d'expertise Cabinet Pierre Goubet, Jenzat. 10 p.
- GOUBET, P.**, 2009. Compte-rendu d'expertise commandée par le PNRBV. Diagnostic fonctionnel du complexe tourbeux de l'étang de Machais. Cabinet P. Goubet, Jenzat. Vol. 1 et 2, 65 p.
- GOUBET, P.**, 2011. Compte-rendu d'expertise commandée par le PNRBV. Suivi limnométrique du Lac de Machais. Cabinet P. Goubet, Jenzat. 10 p.
- KLESCZEWSKI, M.**, 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire contractualisés en Lozère – Guide méthodologique à l'usage des opérateurs. Rapport. Conservatoire des Espaces Naturels Languedoc-Roussillon. 23 p. + annexes
- KLESCZEWSKI, M.**, 2007. Elaboration de critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels du Parc National des Cévennes. Rapport. Conservatoire des Espaces Naturels Languedoc-Roussillon
- MEURILLON, I.**, 2011. Evaluation de l'état de conservation des milieux alluviaux dans les Réserves naturelles – Application et finalisation des protocoles. Mémoire. Formation des Ingénieurs Forestiers. Nancy, AgroParisTech-ENGREF. 62 p. + annexes
- MICHEL, C.**, 2006. Protocole d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers - Application aux sites Natura2000 des Hautes-Vosges. Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges. 22 p.
- MORGAN, N.**, 1996. Investigation de la faune des macroinvertébrés des ruisseaux affluents du plan d'eau de Machais. Conservatoire des Sites Lorrains. 10 p.
- MULLER, S.**, 1984. Inventaire complémentaire des tourbières du département des Vosges. Conservatoire et Jardins Botaniques de Nancy. 46 p.
- NOSS R.**, 1990 – Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach – Conservation Biology, n°4, vol. 4, p. 355-364
- ONF.**, 2006. Plan d'Aménagement Forestier, commune de la Bresse, 2006-2020. 12 p.
- Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges**, 2007. Plan de gestion de la Réserve naturelle de la Tourbière de Machais, 2007-2011. 187 p.
- PECHEUR, A.L.**, 2008. Evaluation de l'état de conservation des habitats – Etude des habitats fluviaux dans le réseau Réserves Naturelle de France. Mémoire. Formation des Ingénieurs Forestiers. Nancy, AgroParisTech-ENGREF. 66 p. + annexes.
- PONT, B.**, 2009. Notes de réflexions méthodologiques pour la réunion du 22 octobre 2009. Document de travail, groupe « Odonates », programme RHOME0. 9 p.
- ROMERO-PEDREIRA, D., SAHUQUILLO, E.**, 2011. Indicateurs biologiques dans les tourbières de Galice. Présentation orale. 37 p.
- SCHORTANNER, M., WAECHTER, A.**, 1985. Pré-diagnostic d'une mise en Réserve du site de la Tourbière de Machais (88). Atelier d'Ecologie Rurale et Urbaine. 45 p. + annexes
- SIGNORET, J.**, 2001. Le lichen pulmonaire en Lorraine et régions voisines. Université de Metz. 16 p.
- VALLET, A.**, 2012. Résultats du piégeage des Diptères Syrphidés par tentes Malaise dans la Réserve naturelle de la Tourbière de Machais, et analyse des résultats selon « Syrph-the-Net ». Compte rendu d'expertise, Bureau d'étude ENTOMO-LOGIC. 15 p.

➤ Sites web

**Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges** (consulté en avril, mai, juillet 2012)

[www.parc-ballons-vosges.fr](http://www.parc-ballons-vosges.fr)

**Pôle Relai Tourbières** (consulté le 14 mars 2012)

<http://www.pole-tourbieres.org/> consulté le 14 mars

**Office Pour les Insectes et leur Environnement** : Plan National d'Actions en faveur des Odonates (consulté le 23 avril)

<http://odonates.pnaopie.fr/conservation/etat-de-conservation/>

**Observatoire de l'évolution du bon état des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée** (consulté le 11 avril)

<http://rhomeo.espaces-naturels.fr/gr-odonate>

## GLOSSAIRE ET LISTE DES ABRÉVIATIONS

---

- **Allochtones** : Le terme allochtone provient du grec *allos*, « étranger », et *chthonos*, « terre ». Une espèce est donc caractérisée d'allochtone lorsqu'elle se situe en dehors de son aire de répartition habituelle.
- **APPB** : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotop
- **CREN** : Conservatoire Régional des Espaces Naturels
- **Cryptoflore** : Terme général regroupant les champignons, les lichens et les mousses.
- **CSL** : Conservatoire des Sites Lorrains
- **DHFF** : Directive « Habitat, Faune, Flore »
- **Espèce parapluie** : Désigne une espèce dont les exigences écologiques permettent la présence de nombreuses autres espèces.
- **GB** : Gros Bois
- **Habitat d'espèce** : Un habitat d'espèce correspond au milieu de vie de l'espèce (zone de reproduction, zone d'alimentation, zone de chasse ...). Ainsi, il peut comprendre plusieurs habitats naturels que l'espèce utilisera au cours de son cycle de vie.
- **IFN** : Institut Forestier National
- **Invasive** : Une espèce invasive ou envahissante est une espèce introduite dans un milieu qui n'est pas son milieu d'origine, et dont le développement va nuire aux espèces et à la biodiversité locale.
- **MNHN** : Muséum National d'Histoire Naturelle
- **Monophage** : Qualifie un organisme qui se nourrit d'un seul hôte, qu'il soit végétal ou animal.
- **Naturalité** : La naturalité correspond à un état vierge de toutes activités ou influences anthropiques.
- **ONF** : Office National des Forêts
- **PB** : Petit Bois
- **PNN** : Parc Naturel National
- **PNR** : Parc Naturel Régional
- **PNRBV** : Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges
- **RN** : Réserve naturelle
- **RNF** : Réserves Naturelles de France
- **SIG** : Système d'Information Géographique
- **Sténoèces** : Désigne une espèce présentant une niche écologique étroite, et une faible capacité d'adaptation face aux variations de facteurs écologiques au sein de son habitat.
- **STOC-EPS** : Suivi Temporel des Oiseaux Communs par Echantillonnages ponctuels simples
- **TGB** : Très Gros Bois
- **TTGB** : Très Très Gros Bois
- **Tyrphobionte** : Un espèce tyrphobionte (*Tyrpho*, « la tourbe » et *bionte*, « vivre ») est une espèce strictement inféodée aux milieux tourbeux.
- **WWF** : World Wildlife Fund

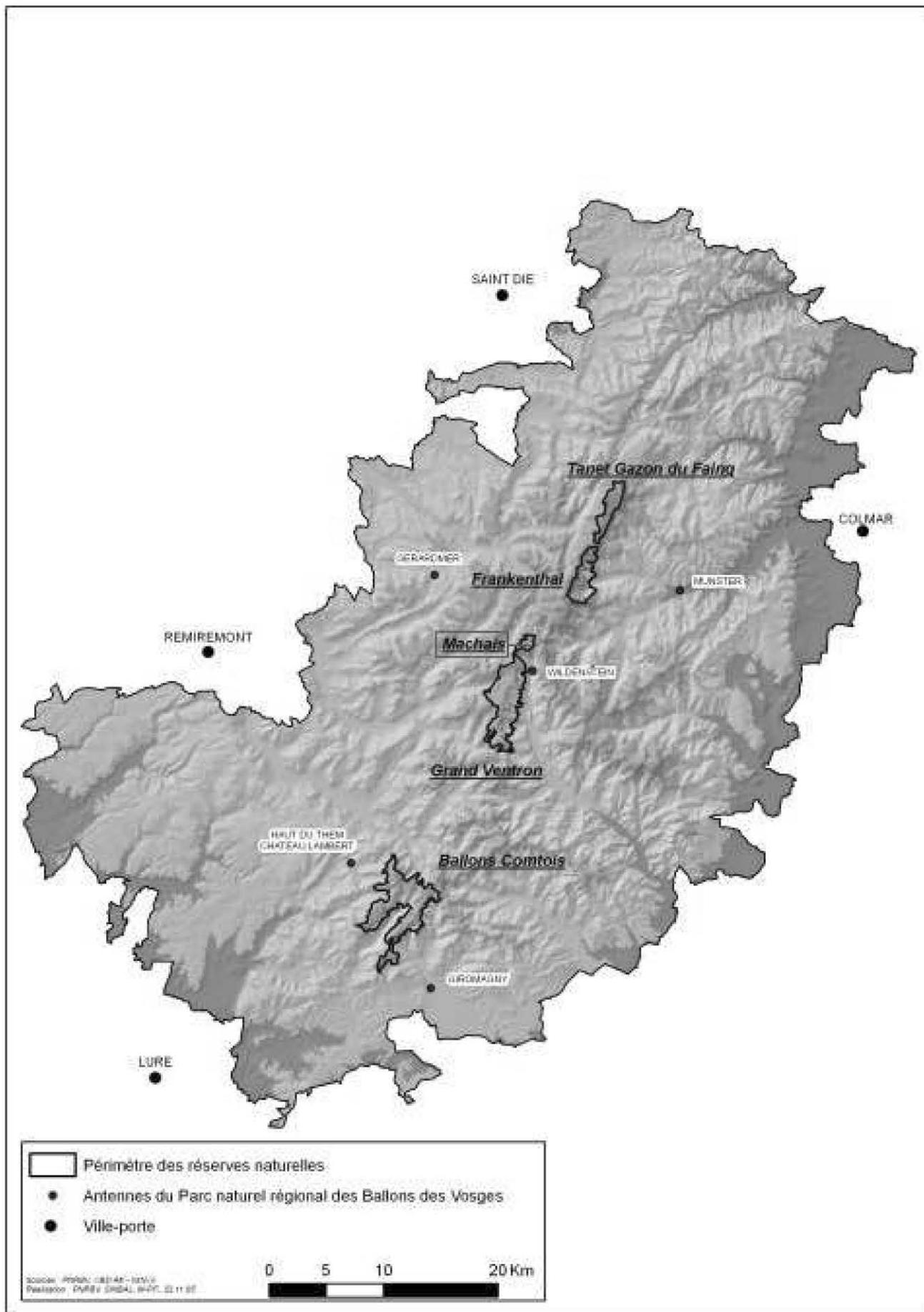
## LISTE DES ANNEXES

---

- Annexe 1 : Carte de localisation de la Réserve naturelle au sein du Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges
- Annexe 2 : Présentation des statuts et périmètres de protection appliqués à la Réserve naturelle
- Annexe 3 : Diagramme de Gantt
- Annexe 4 : Présentation des habitats forestiers et tourbeux présents sur la Réserve naturelle
- Annexe 5 : Grille d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers
- Annexe 6 : Aperçu des résultats de l'analyse des données du protocole forêt sous forme de graphiques
- Annexe 7 : Cartographie de l'emprise du réseau de voiries présent sur la Réserve naturelle
- Annexe 8 : Grille d'évaluation de l'état de conservation des habitats tourbeux
- Annexe 9 : Construction d'une liste d'espèces attendues et résultats de la comparaison de la liste d'espèces attendues / observées pour les Odonates
- Annexe 10 : Cartographie de l'évolution des surfaces tourbeuses sur la Réserve naturelle
- Annexe 11 : Cartographie du réseau hydrologique sur la Réserve naturelle
- Annexe 12 : Liste des activités humaines pratiquées sur la Réserve naturelle

**ANNEXE 1 : CARTE DE LOCALISATION DE LA RÉSERVE  
NATURELLE AU SEIN DU PARC NATUREL REGIONAL  
DES BALLONS DES VOSGES**

---



**ANNEXE 2 : PRÉSENTATION DES STATUTS ET  
PÉRIMÈTRES DE PROTECTION APPLIQUÉS À LA  
RÉSERVE NATURELLE**

---

❖ Site Natura2000 : Zone Spéciale de Conservation (ZSC) et Zone de Protection Spéciale (ZPS)

Le site de Machais est inclus dans deux périmètres Natura2000 à l'échelle internationale, attachant à la Directive Habitat (ZSC) et à la Directive Oiseaux (ZPS).

La Zone Spéciale de Conservation « Tourbière de Machais et cirque de Blanchemer – FR 4100206 », a été validée le 27 novembre 2006. Soumise à un document d'objectifs, certaines actions sont préconisées, notamment dans le cadre de la gestion de la réserve (Section B « Gestion de la réserve naturelle »).

La Zone de Protection Spéciale « Massif Vosgien », a été désignée le 30 juillet 2004. Le document d'objectifs rédigé pour cette zone, présente un état des connaissances sur la répartition et le statut de l'avifaune, concernée par la mise en place de cette ZPS, et propose également des orientations de conservation. Le site de Machais a été inclus dans cette ZPS, notamment par la présence du Grand Tétrás (*Tetrao urogallus*).

❖ Le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (PNRBV)

Le territoire de la réserve, propriété de la commune de La Bresse, commune adhérente à la charte, fait partie du périmètre du Parc. Cette partie centrale des Hautes-Vosges est identifiée comme « sommets de nature et de silence », et répertoriée comme site remarquable d'intérêt exceptionnel. L'objectif premier de la charte sur ce territoire est de « protéger et mettre en valeur les Hautes-Vosges et leurs versants boisés ».

❖ La Réserve Naturelle Nationale (RNN)

L'outil réserve, créé par la loi sur la Protection de la Nature de 1976, permet de classer un territoire naturel protégé et d'y réglementer les activités humaines, pour une durée indéterminée. Cet outil reprend les objectifs définis dans le code de l'environnement (article L 332-1), notamment ceux sur la préservation d'espèces animales ou végétales et des habitats en voie de disparition.

❖ Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

Cet arrêté, signé le 18 juillet 1994, interdit toute pénétration et circulation des personnes au sein du complexe tourbeux principal, et complète en cela, la réglementation de la réserve naturelle.

❖ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Suite à de nombreux inventaires et études scientifiques (Issler, 1937 ; Inventaire des Tourbières de France, 1981 ; Inventaire National du patrimoine Naturel, 1982...), la grande tourbière de Machais a été classée en 1984, ZNIEFF de type 1, c'est-à-dire d'intérêt biologique remarquable.

❖ Zone d'Importance Communautaire pour les Oiseaux (ZICO)

Les ZICO sont issues de la Directive Oiseaux, dont l'objectif principal est la conservation des oiseaux sauvages dans l'union européenne. Ces zones définissent, suite à un inventaire, les milieux les plus intéressants pour les oiseaux. Le site de Machais est concerné par la ZICO AC 09, qui englobe une grande partie des Hautes-Vosges, site classé, là encore, au vu de son intérêt pour le Grand Tétrás, Machais étant un site d'hivernage et de reproduction.

❖ Zone d'Action Prioritaire Tétrás (ZAP), Directive Tétrás

Les Zones d'Actions Prioritaires Tétrás visent la protection du Grand Tétrás à travers des orientations de gestion incluses dans les aménagements forestiers. Suite à une cartographie fine des zones d'occupation actuelles et potentielles de l'oiseau, les deux directives, les Zones d'Actions Prioritaires et Zones d'Actions Non Prioritaires, ont été arrêtées le 23 janvier 1991.

#### ❖ Site Inscrit

La loi du 2 mai 1930 prévoit un classement des sites, nommés « Site Inscrit », suite à un inventaire des sites pittoresques. Ainsi le site de Machais, fait partie intégrante du Site Inscrit « Massif de la Schlucht-Hohneck », classé par Arrêtés ministériels de novembre 1972 et de septembre 1973.

#### ❖ Espace Naturel Sensible

Ce classement de certains sites est un outil départemental de stratégie d'intervention qui permet de préserver le patrimoine naturel du département et ainsi de pouvoir le transmettre aux générations futures.

Ce droit de classement est issu de deux lois : la première est la loi de décentralisation du 18 juillet 1885, complétée par la loi dite « Barnier » du 2 juillet 1995. Ces lois n'imposent pas de définitions précises pour le classement de ces sites, les départements sont libres concernant le choix des sites à classer. Ainsi le conseil général des Vosges a défini huit critères biologiques pour appuyer leur choix des ENS.

## ANNEXE 3 : DIAGRAMME DE GANTT

---

		Mars_12				Avril_12				Mai_12				Juin_12				Juillet_12				Août_12						
	DATE	5 au 9	12 au 16	19 au 23	26 au 30	2 au 5	9 au 13	16 au 20	23 au 27	30 au 4	7 au 11	14 au 18	21 au 25	28 au 1er	4 au 8	11 au 15	18 au 22	25 au 29	2 au 6	9 au 13	16 au 20	23 au 27	30 au 3	6 au 10	13 au 17	20 au 24	27 au 31	
TÂCHES	SOUS-TÂCHES																											
Bibliographie	<i>RN Machais</i>	1/2 journée terrain	1/2 journée terrain									Historique																
	<i>Méthodes d'évaluation Forêts</i>																											
	<i>Tourbières</i>																			Congrès GET								
	<i>Gestion de projet</i>		Elaboration diagramme de Gantt																									
	<i>Synthèse des méthodes EEC existantes</i>																			Congrès GET								
Cartographie et gestion de données	<i>Gestion et analyse des données Protocole Forêt</i>																											
	<i>Terrain : relevés gps système hydro</i>																											
	<i>Gestion données hydro : cartographie</i>																											
	<i>Evaluation EC bassin versant ?</i>																											
Elaboration et validation de la méthode d'évaluation de l'état de conservation	<i>Choix des critères - indicateurs - valeurs seuils</i>																											
	<i>Elaboration du protocole d'évaluation (Forêt et Tourbières)</i>																											
Menaces historiques sur le site (lien groupe de travail)	<i>Etude diachronique de la tourbière : carto /photos anciennes</i>																											
	<i>Bibliographie : anciens plans de gestion - demande de mise en réserve</i>																											
	<i>Liste des menaces existantes à la création de la réserve</i>																											
Evaluation de l'état de conservation	<i>Bibliographie : EC à la création de la réserve</i>																											
	<i>Mise en place du protocole élaboré</i>																											
	<i>Attribution d'un EC pour chaque type de milieu</i>																											
Interprétation qualitative des pratiques de gestion	<i>Bibliographie : pratiques de gestion appliquées au moment de la mise en réserve à aujourd'hui</i>																											
	<i>Comparaison état 0 / état actuel (lien avec l'EC)</i>																											
	<i>Impact de la mise en gestion sur l'EC du site?</i>																											
Rédaction rapports	<i>synthèse contexte</i>																											
	<i>synthèse méthodologie</i>																											
	<i>synthèse données terrain / Evaluation EC</i>																											
	<i>préparation de l'oral</i>																											

**ANNEXE 4 : PRÉSENTATION DES HABITATS  
FORESTIERS ET TOURBEUX PRÉSENTS SUR LA  
RÉSERVE NATURELLE**

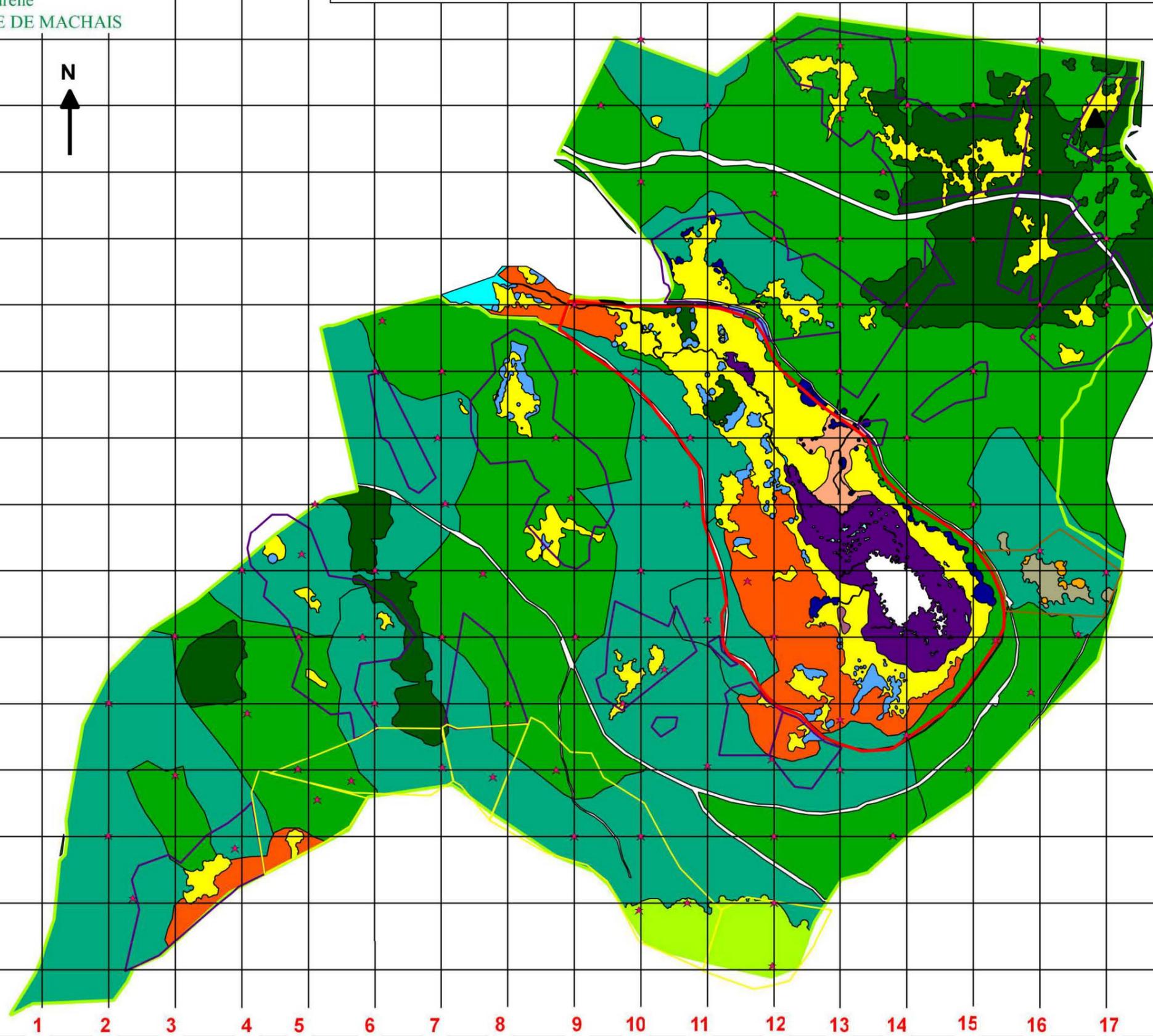
---



Réserve Naturelle  
TOURBIÈRE DE MACHAIS

# Cartographie des habitats de la Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais (CSL 2007)

15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1



- Légende**
- placettes protocoles forêt réajustés 2009  
★
- limites APPB  
□
- périmètres
- zones de protection (ONF 2011)  
□ pierrier  
□ quiétude tétras  
□ tourbière
- Périmètre RN\_revu\_cartoCSL  
□
- habitats et code corine biotope
- Boisement d'épicéas
  - Erblaie (41.41)
  - Hêtraie subalpine (41.15)
  - Hêtraie-Sapinière acidiphile (41.112)
  - Hêtraie-Sapinière hyperacidiphile (42.23)
  - Hêtraie-Sapinière neutrophile (41.13)
  - Lac
  - Mardelle artificielle (22.14)
  - Mardelle naturelle (54.6)
  - Molinaie - tourbière basse (37.312)
  - Pierrier (61.114)
  - Prairie pionnière (37.213)
  - Remblais végétalisés (87.2)
  - Ruisseau (24.41)
  - Saulaie-Boulaie marécageuse (44.922)
  - Tourbière boisée (boulaie sur tourbe) (44A1)
  - Tourbière flottante (54.5)
  - Tourbière haute (51.1)

1:6000

## INTITULÉ ET PROPORTION DES DIFFÉRENTS HABITATS

<b>HABITATS FORESTIERS</b>					
<b>Intitulé Corine Biotopes</b>	<b>Code Corine</b>	<b>Intitulé Natura 2000</b>	<b>Code N2000</b>	<b>Surface (ha)</b>	<b>Recouvrement (%)</b>
Hêtraies à Luzule montagnardes médio-européennes	41.112	Hêtraies-Sapinières acidiphiles de l'étage montagnard supérieur	9110-4	89,8	62,62
Hêtraies neutrophiles montagnardes médio-européennes	41.133	Sapinières-Hêtraies vosgiennes à Fétuque des bois	9130-10	29,45	20,54
Reboisement d'Épicéas	42.26			3,11	2,17
Hêtraies subalpines médio-européennes à <i>Acer</i> et <i>Rumex arifolius</i>	41.15	Hêtraies subalpines à Érable et à Oseille à feuilles d'Arum des Vosges	9140-1	1,66	1,16
Forêts de pente, éboulis, ravins du <i>Tilio-Acerion</i>	41.4	Ébraiaies à Alisier blanc du montagnard supérieur	9180-7	0,21	0,15
<b>HABITATS TOURBEUX</b>					
<b>Intitulé Corine Biotopes</b>	<b>Code Corine</b>	<b>Intitulé Natura 2000</b>	<b>Code N2000</b>	<b>Surface (ha)</b>	<b>Recouvrement (%)</b>
Prairies acides à Molinie	37.312	Prairies à molinie sur sols tourbeux	6410	8,21	5,73
Boulaies à sphaignes	44A1	Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne	91DO-1.2*	3,47	2,42
Tourbières de transition	54.5	Tourbières de transition et tremblantes	7140	2,66	1,85
Tourbières basses à <i>Carex nigra</i> et <i>C. echinata</i>	54.42			1,79	1,25
Saussaies à sphaignes	44.922			0,73	0,51
Tourbières à molinie bleue	51.2	Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle	7120	0,46	0,32
Eaux douces stagnantes dystrophes	22.14	Lacs et mares dystrophes naturels	3160	0,45	0,31
Bas-marais sub-atlantiques à <i>Carex</i> et <i>Sphagnum</i>	54.4223			0,3	0,21
Communautés à <i>Rhynchospora alba</i>	54.6	Dépressions sur substrat tourbeux du <i>Rhynchosporion</i>	7150	0,18	0,13
Tapis de nénuphars	22.4311	Lacs et mares dystrophes naturels	3160	0,18	0,13
Prairies à Canche cespiteuse	37.213			0,06	0,04
Tourbières hautes à peu près naturelles	51.1	Tourbières hautes actives	7110*	0,05	0,03
Magno-cariçaies à <i>Carex rostrata</i> et <i>C. vesicaria</i>	53.214			0,014	0,01

## ANNEXE 5 : GRILLE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS FORESTIERS

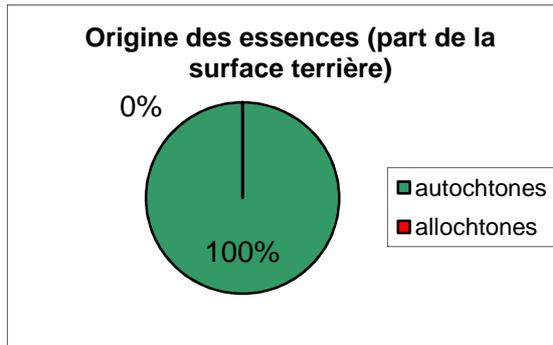
---

Paramètres	Echelle	Critères	Indicateur	Commentaires	Seuils	Catégorie	Notation					
COMPOSITION	Habitat dans le site	Flore typique dans la strate herbacée	Présence des espèces diagnostic de l'habitat		Présence des espèces diagnostic = description de l'habitat	5	15					
					Manque d'espèces diagnostic = description incertaine de l'habitat	3	10					
					Absence des espèces diagnostic = habitat non décrit	1	5					
	Habitat dans le site	Intégrité de la composition dendrologique	Proportion en surface terrière (G) des essences non typiques de l'habitat			Aucune essence non-typique de l'habitat	5	15				
						1 à 5% d'essences non-typiques	4	12				
						5 à 15% d'essences non-typiques	3	9				
						15 à 30% d'essences non-typiques	2	6				
					Plus de 30% d'essences non-typiques	1	3					
STRUCTURE	Habitat dans le site	Structure horizontale	Proportion relative de la surface terrière (G) par classes de diamètres	1/ seuil TGB : seuil indiqué dans la typologie des peuplements du massif vosgien (à savoir > 70 cm)	G TGB > 15% et G GB > 35%	5	6					
					G TGB = 15% et G GB = 35% (±3%)	4	5					
					G TGB < 15% et G GB > 35%	2	2					
					G TGB < 15% et G GB < 35%	1	1					
	Habitat dans le site	Bois mort	Ratio bois mort / bois vivant		Toutes espèces hors évaluation directive HFF	Supérieur à 30 %	5	6				
						Entre 20% et 30%	4	4				
						Entre 10 et 20%	3	3				
						Entre 5 et 10%	2	2				
			Contribution du bois mort > 30 cm de diamètre au volume de bois mort total	Toutes espèces hors évaluation directive HFF	Inférieur à 5%	1	1					
					Plus des 3/4	5	6					
					Entre les 3/4 et la moitié	4	4					
					Entre le tiers et la moitié	3	3					
						Entre le quart et le tiers	2	2				
						Moins du quart	1	1				
	Habitat dans le site	Microhabitats	Présence d'arbres de diamètre sup à 30 cm porteurs de micro-habitats		Microhabitats = cavités uniquement sur le fût et carpophores de champignons lignicoles	Plus de 30 codes écologiques / ha	5	6				
						Entre 20 et 30 codes écologiques / ha	4	4				
Entre 10 et 20 codes écologiques / ha						3	3					
Entre 3 et 10 codes écologiques / ha						2	2					
Moins de 3 codes écologiques / ha						1	1					
Habitat dans le site						Régénération	Problèmes de régénération		Déséquilibre entre espèces, renouvellement du peuplement non assuré, pression d'abrouissement...	Absence	5	6
										Présence	1	1
FONCTIONNEMENT et ALTERATIONS						Le site et son environnement proche (le massif)	Ancienneté des forêts	Présence significative d'espèces indicatrices de Forêts Anciennes et/ou continuité de l'état boisé	(Dupouey, Christensen, etc.) ou cartographie ancienne (Cassini, cadastre napoléonien, etc.)	Oui	5	6
	Non	1	1									
	Habitat dans le site	Espèces végétales exotiques envahissantes	Recouvrement en % à l'ha		Donnée relevée par placettes (recouvrement à l'ha)	Recouvrement nul	5	6				
						Moins de 5 %	4	4				
						5 à 10 %	3	3				
						10 à 30 %	2	2				
						Plus de 30 %	1	1				
	Habitat dans le site	Dégâts au sol et emprises anthropiques non boisées (y compris routes, pistes de débardages, cloisonnement, etc.)	Recouvrement en % à l'ha		Par SIG à l'échelle du site	Recouvrement nul	5	6				
						Moins de 1%	4	4				
						1 à 5 %	3	3				
						5 à 10 %	2	2				
						Plus de 10 %	1	1				
	Site dans son environnement	Fragmentation du massif forestier	Degré de connexion du site avec d'autres espaces forestiers		Cartographie aérienne	Espace forestier inclut dans une continuité écologique régionale	5	6				
						Espace forestier inclut dans un massif	3	3				
						Espace forestier isolé	1	1				
	Le site et son environnement proche (le massif)	Atteintes "diffuses" dans le site	Abrouissement, nourrissage de la faune, fréquentation du site, piétinement dérangement de la faune, trafic routier important...			Atteintes nulles ou négligeables	5	6				
Atteintes moyennes (poncutelles, maîtrisées)						3	3					
Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remise en cause						1	1					

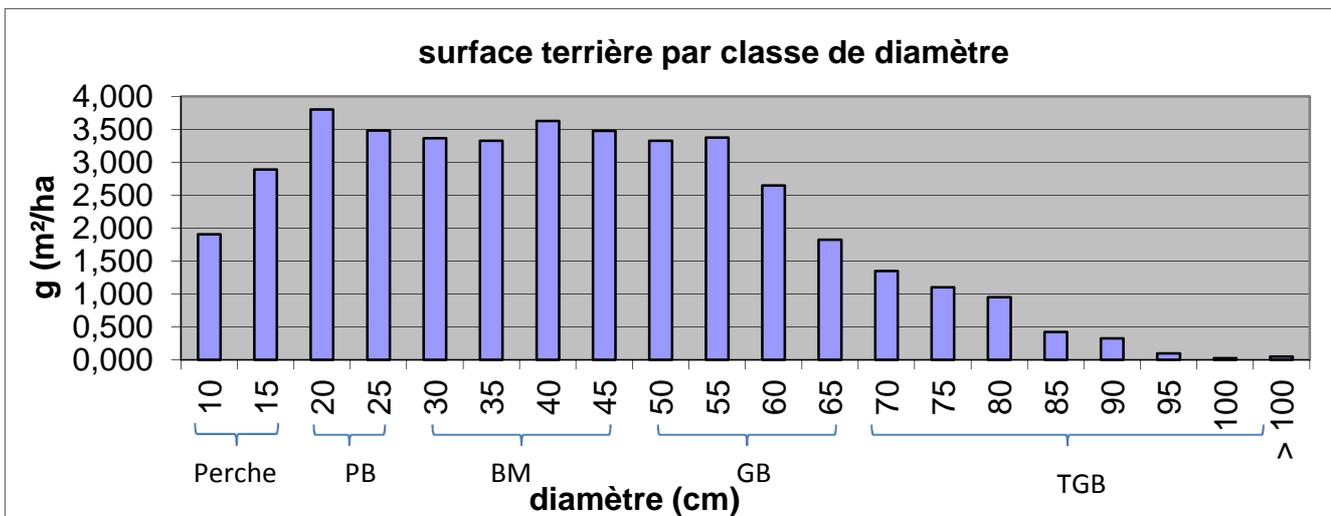
**ANNEXE 6 : APERCU DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE  
DES DONNÉES DU PROTOCOLE FORÊT SOUS FORME  
GRAPHIQUE**

---

✓ **Proportion en surface terrière (G) des essences non typiques de l'habitat**

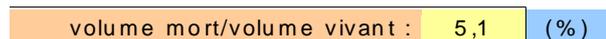


✓ **Proportion relative de la surface terrière (G) par classes de diamètres [G total=41 m<sup>2</sup>/ha]**



Perches = 4.794 m<sup>2</sup>/ha \_ 11.7 % ; PB = 7.28m<sup>2</sup>/ha \_ 17.8 % ; BM = 13.793 m<sup>2</sup>/ha \_ 33.6 % ; GB = 11.175 m<sup>2</sup>/ha \_ 27.3 % ; TGB = 4.325 m<sup>2</sup>/ha \_ 10.5 %

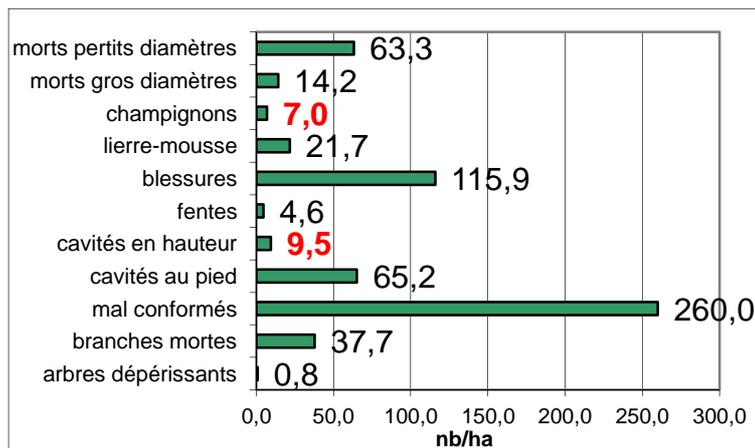
✓ **Ratio bois mort/bois vivant**



✓ **Contribution bois mort >30 cm au volume de bois mort total**

		Min	Max	Coeff va
bois mort total (m3/ha)	25	1,4	106	0,78
bois mort sup30cm sol (m3/ha)	2,3	0,00	40	2,44
bois mort sup30cm pied (m3/ha)	4,4	0,00	44	1,95

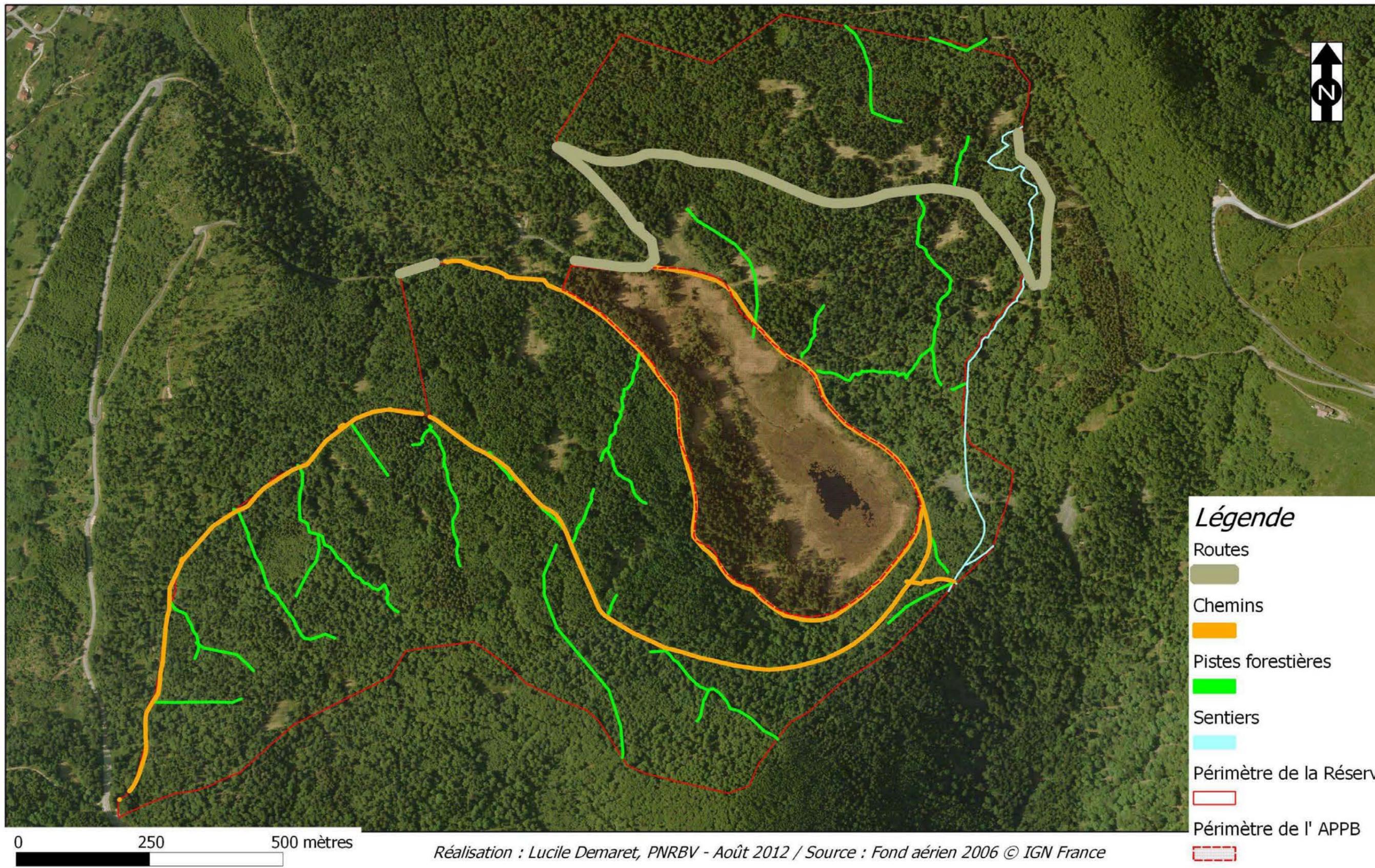
✓ **Densité des codes écologiques**



ANNEXE 7 : CARTOGRAPHIE DE L'EMPRISE DU RÉSEAU  
DE VOIERIES PRÉSENT SUR LA RÉSERVE NATURELLE

---

# CARTOGRAPHIE DE L'EMPRISE DU RESEAU DE VOIERIES RESERVE NATURELLE DE LA TOURBIERE DE MACHAIS



**ANNEXE 8 : GRILLE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE  
CONSERVATION DES HABITATS TOURBEUX**

---

PARAMETRES	ECHELLE		CRITERES	INDICATEURS	Seuil	Catégori	Notation
COMPOSITION	Habitat	FAUNE	Odonates	% espèces observées/espèces attendues	> 85 % des espèces attendues	5	7
					entre 75 % < - < 85% des espèces attendues	4	6
					entre 50 % < - < 75% des espèces attendues	3	4
					entre 40 % < - < 50% des espèces attendues	2	3
					< 40 % des espèces attendues	1	1
			Espèces allochtones, invasives	nombre d'espèces, fréquence d'observation (erratique,accidentelle,introduite)	Absence d'espèces allochtones	5	7
					Présence erratique, accidentelle	4	5
					Introduite, implantée	2	3
	A caractère invasif	1			1		
	Habitat	FLORE	Flore tyrphobionte	espèces observées/espèces attendues	> 85 % des espèces attendues	5	7
					entre 75 % < - < 85% des espèces attendues	4	6
					entre 50 % < - < 75% des espèces attendues	3	4
					entre 40 % < - < 50% des espèces attendues	2	3
					< 40 % des espèces attendues	1	1
Espèces allochtones, invasives			nombre d'espèces, fréquence d'observation (erratique,accidentelle,introduite)	Absence d'espèces allochtones	5	7	
				Présence erratique, accidentelle	4	5	
				Introduite, implantée	2	3	
A caractère invasif	1	1					
STRUCTURE	Habitat	Dynamique du milieu	Activité turfigène	accroissement moyen annuel des sphaignes	Croissance > 5 mm/an	5	8
					Croissance entre 1 < - < 5 mm/an	4	6
					Croissance = 1 mm/an	3	4
					Croissance < 1 mm/an	2	3
					Pas de croissance, régression	1	1
			Superficie du milieu tourbeux	% recouvrement du couvert forestier, progression sur 10 ans	Absence de progression du couvert forestier	5	8
					Progression couvert forestier < 10 %	4	6
					Progression couvert forestier 10 < - < 25	3	4
					Progression couvert forestier 25 < - < 50 %	2	3
					Progression du couvert forestier > 50 %	1	1
			Variation du niveau du lac	amplitude de variation maximale annuelle	< 10 cm	5	8
					entre 10 < - < 50 cm	4	6
					entre 50 < - < 100 cm	3	4
					entre 100 < - < 200 cm	2	2
> 200 cm	1	1					
PROCESSUS FONCTIONNEMENT	Site	Réseau hydrologique	Alimentation en eau	bilan hydrologique annuel	Bilan positif	5	8
					Bilan nul	3	5
					Bilan négatif	1	3
	Habitat		Qualité physico-chimiques des eaux d'alimentation	variations annuelles de pH	delta pH < 1,5	5	8
					delta pH = 0	3	5
					delta pH > 1,5	1	3
				moyennes annuelles de conductivité	entre 10 < - < 40 µSiemens	5	8
					entre 40 < - < 100 µSiemens	3	5
					> 100 µSiemens	1	3
ALTÉRATIONS	Site		Activités humaines (usages anciens, actuels)	présence/absence d'activités/ degré d'activité (intense,faible...)	Aucune activité humaine	5	8
					Disparition des activités humaines	4	6
					Diminution des activités humaines	3	4
					Même nombre d'activités humaines	2	2
					Augmentation des activités humaines	1	1
			Degré d'anthropisation du fonctionnement hydrologique : modification des écoulements naturels	% ruisseaux impactés par des infrastructures (routes, sentiers, chemin, buse, pont cadre...)	aucuns ruisseaux impactés	5	8
					< 25 % ruisseaux impactés	4	6
					entre 25 < - < 50 % ruisseaux impactés	3	4
					entre 50 < - < 80 % ruisseaux impactés	2	2
					> 80 % ruisseaux impactés	1	1
			Atteintes diffuses	fréquentation du milieu, exploitation forestière, changements climatiques, pollution liée au réseau de voiries...	Atteintes nulles ou négligeables	5	8
					Atteintes moyennes (poncutelles, maîtrisées)	3	5
					Atteinte(s) importante(s), dynamique de l' habitat remise en cause	1	3

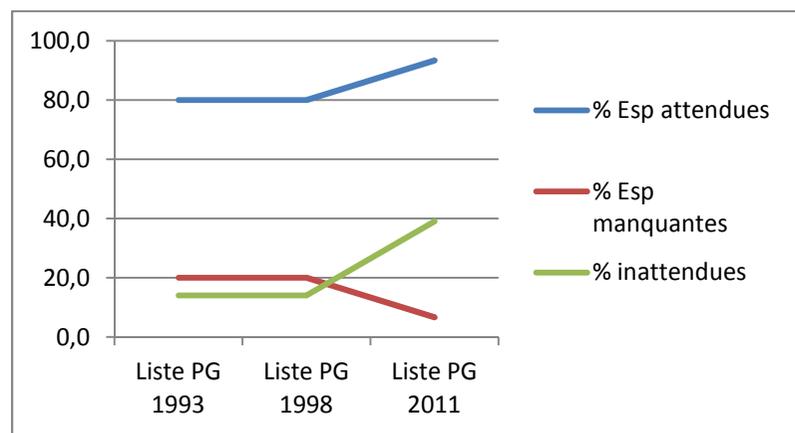
**ANNEXE 9 : CONSTRUCTION D'UNE LISTE D'ESPECES  
ATTENDUES ET RÉSULTATS DE LA COMPARAISON DE LA  
LISTE ESPECES ATTENDUES / OBSERVÉES POUR LES  
ODONATES**

---

Cette liste d'espèces attendues a été réalisée d'après les travaux du groupe « Odonates » du programme RHOMEO. Les espèces attendues ont été sélectionnées selon leur affinité par rapport aux habitats odonatologiques présents sur la Réserve naturelle. (1 : habitat principal ; 2 : affinité forte ; 3 : affinité moyenne ; 4 : espèce observée sans que sa reproduction ne soit prouvée). En comparaison avec les espèces observées pour chaque plan de gestion, un pourcentage d'espèces attendues a été calculé, et d'après les seuils également empruntés aux travaux du groupe « Odonates », un état de conservation a pu être défini.

	nom latin	biotope	intérêt	Attente	Présence (échelle France)	Ruisseaux fermés	Ruisseaux ouverts	Mares avec hydrophytes	Tourbières acides	Tourbière avec eau libre	Tourbière avec gouilles
TYRPHOBIONTE	<i>Aeshna subarctica elisabethae</i>	tyrphobionte	national	(++)	peu fréquente				1	1	2
	<i>Leucorrhinia dubia</i>	tyrphobionte	régional	(++)	localement fréquente				1	1	3
	<i>Somatochlora arctica</i>	tyrphobionte	national	(++)	assez fréquente		4		1	2	1
	<i>Coenagrion hastulatum</i>		national	(++)	localement assez fréquent				1	1	2
	<i>Aeshna juncea</i>		régional	(++)	fréquente parfois très abondante				2	1	3
	<i>Sympetrum danae</i>		national	(++)	assez fréquente		4	4	1	1	3
	<i>Somatochlora alpestris</i>	tyrphobionte	non renseigné	(++)	présente		4		1	2	1
TYRPHOPHILE	<i>Enallagma cyathigerum</i>	eaux stagnantes		(+)	très répandue		4	2	2	2	
	<i>Aeshna cyanea</i>	eaux stagnantes		(+)	répandue			3	2	2	4
	<i>Aeshna grandis</i>	eaux stagnantes	national	(+)	assez fréquente			3	2	2	4
	<i>Cordulia aenea</i>	eaux stagnantes		(+)	répandue			3	2	2	4
	<i>Libellula quadrimaculata</i>	eaux stagnantes		(+)	assez peu abondante en général			2	2	2	4
	<i>Lestes sponsa</i>	eaux stagnantes	local	(+/-)	assez répandue			3	2	2	4
	<i>Somatochlora metallica</i>	eaux stagnantes	national	(+/-)	assez fréquente	4		4	1	1	3
AUTRE	<i>Cordulegaster boltonii boltonii</i>	sources marécageuses, ruisseaux forestiers	national	(+/-)	localement assez fréquente	1	2				

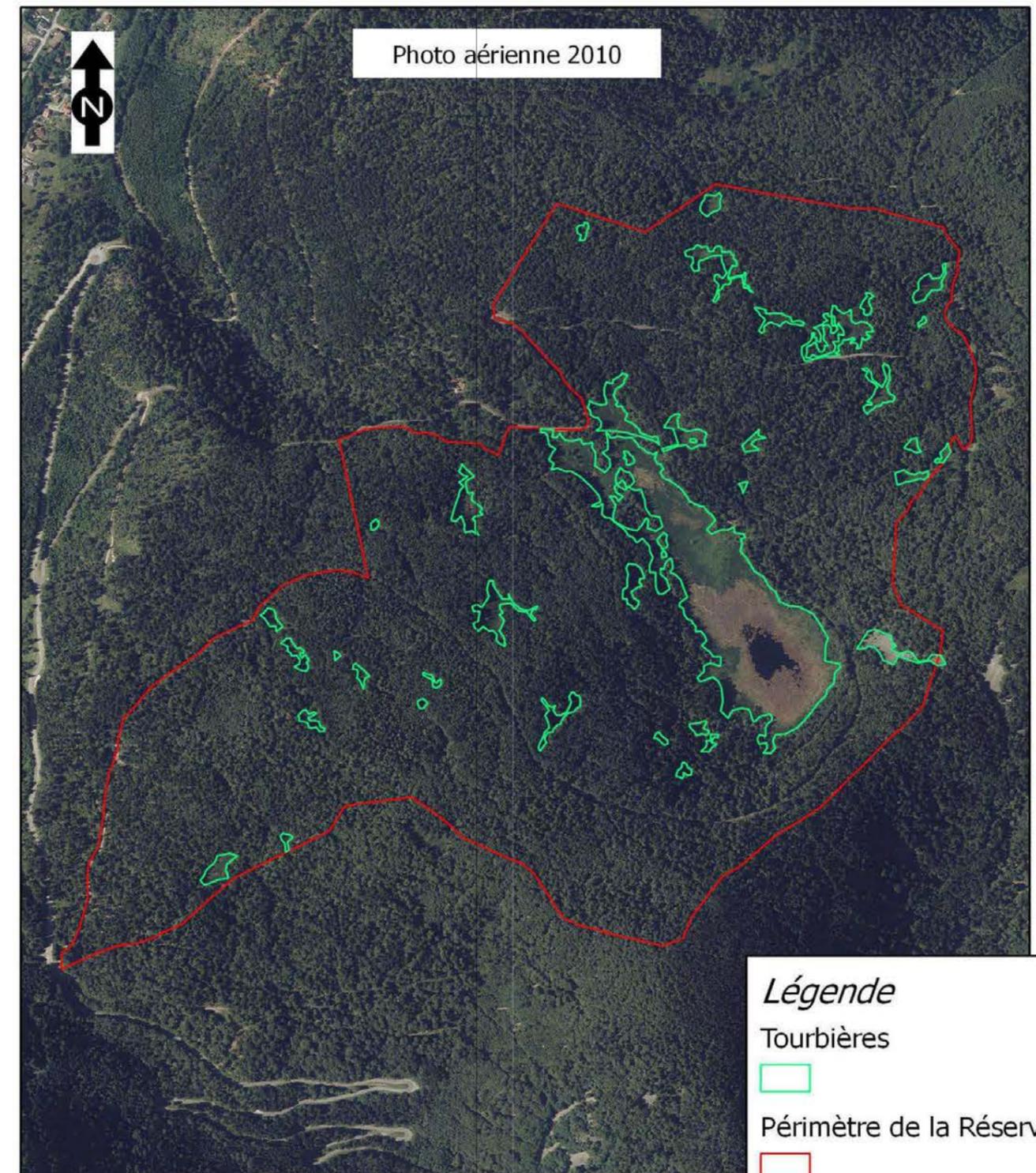
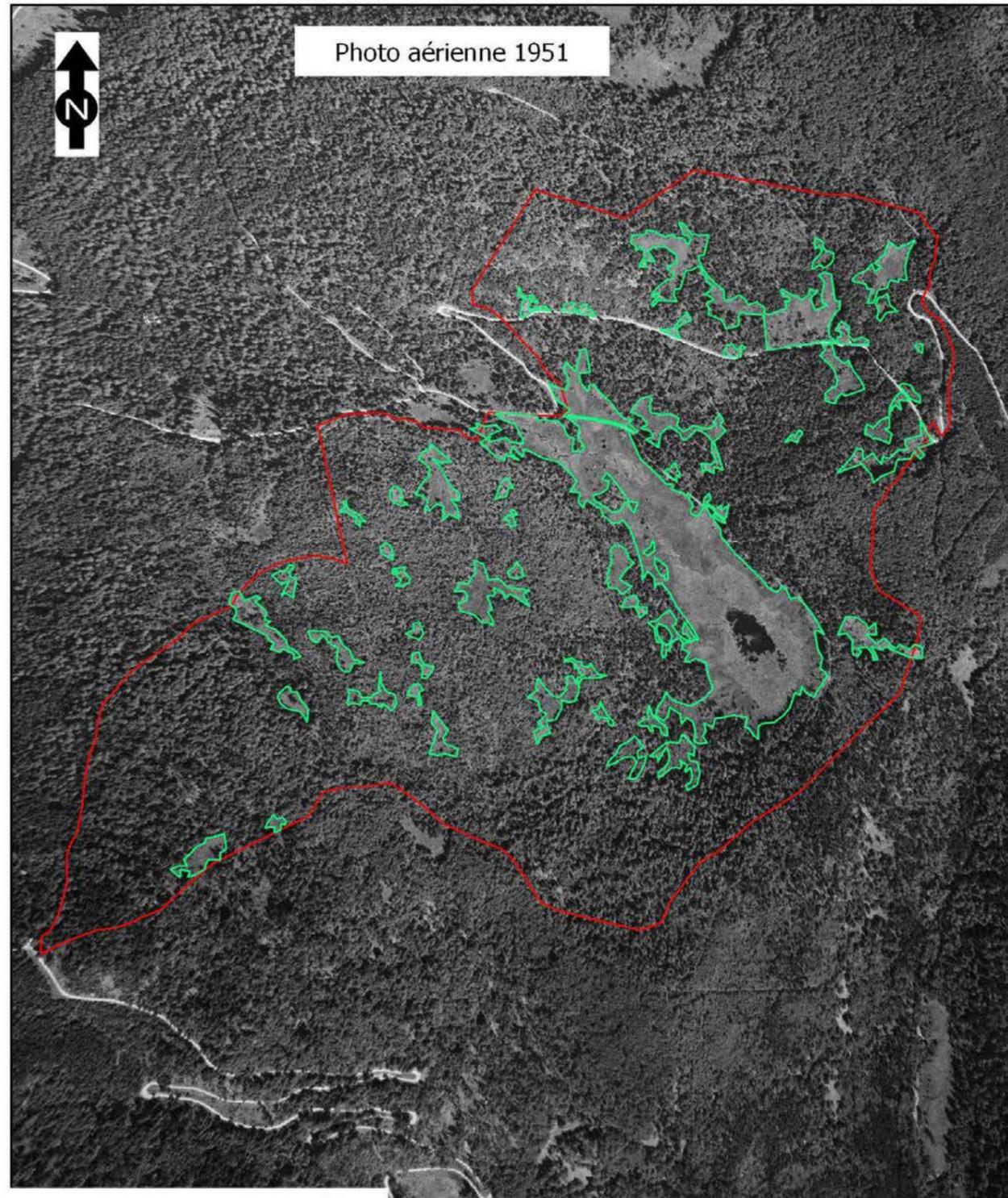
Espèces ATTENDUES	Espèces OBSERVEES		
	Liste PG 1993	Liste PG 1998	Liste PG 2011
nom latin			
<i>Aeshna cyanea</i>			aeshna cyanea
<i>Aeshna grandis</i>	Aeshna grandis	Aeshna grandis	aeshna grandis
<i>Aeshna juncea</i>	Aeshna juncea	Aeshna juncea	aeshna juncea
<i>Aeshna subarctica elisabethae</i>	Aeshna subarctica elisabetae	Aeshna subarctica elisabetae	aeshna subartica elisabethae
<i>Coenagrion hastulatum</i>	Coenagrion hastulatum	Coenagrion hastulatum	coenagrion hastulatum
<i>Cordulegaster boltonii boltonii</i>	Cordulegaster boltonii	Cordulegaster boltonii	cordulegaster boltonii boltonii
<i>Cordulia aenea</i>	Cordulia aenea	Cordulia aenea	cordulia aenea
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Enallagma cyathigerum	Enallagma cyathigerum	ennallagma cyathigerum
<i>Lestes sponsa</i>			lestes sponsa
<i>Leucorrhinia dubia</i>	Leucorhinia dubia	Leucorhinia dubia	leucorrhinia dubia
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Libellula quadrimaculata	Libellula quadrimaculata	libellula quadrimaculata
<i>Somatochlora alpestris</i>			
<i>Somatochlora arctica</i>	Somatochlora arctica	Somatochlora arctica	somatochlora arctica
<i>Somatochlora metallica</i>	somatochlora metallica	somatochlora metallica	somatochlora metallica
<i>Sympetrum danae</i>	sympetrum danae	sympetrum danae	sympetrum danae
15	12	12	14
<b>% Esp attendues</b>	<b>80,0</b>	<b>80,0</b>	<b>93,3</b>
<b>% Esp manquantes</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>6,7</b>
	Libellula depressa	Libellula depressa	anax imperator
	Pyrrhosoma nymphula	Pyrrhosoma nymphula	caleopteryx splendens
			caleopteryx virgo
			coenagrion puella
			gomphus pulchellus
			lestes virens vestalis
			libellula depressa
			pyrrhosoma nymphula
			sympetrum striolatum
Nb total esp observées	14	14	23
<b>% inattendues</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>39</b>



## ANNEXE 10 : CARTOGRAPHIE DE L'ÉVOLUTION DES SURFACES TOURBEUSES

---

# CARTOGRAPHIE DE L'EVOLUTION DES SURFACES TOURBEUSES DE 1951 à 2010 RESERVE NATURELLE DE LA TOURBIERE DE MACHAIS



0 250 500 mètres

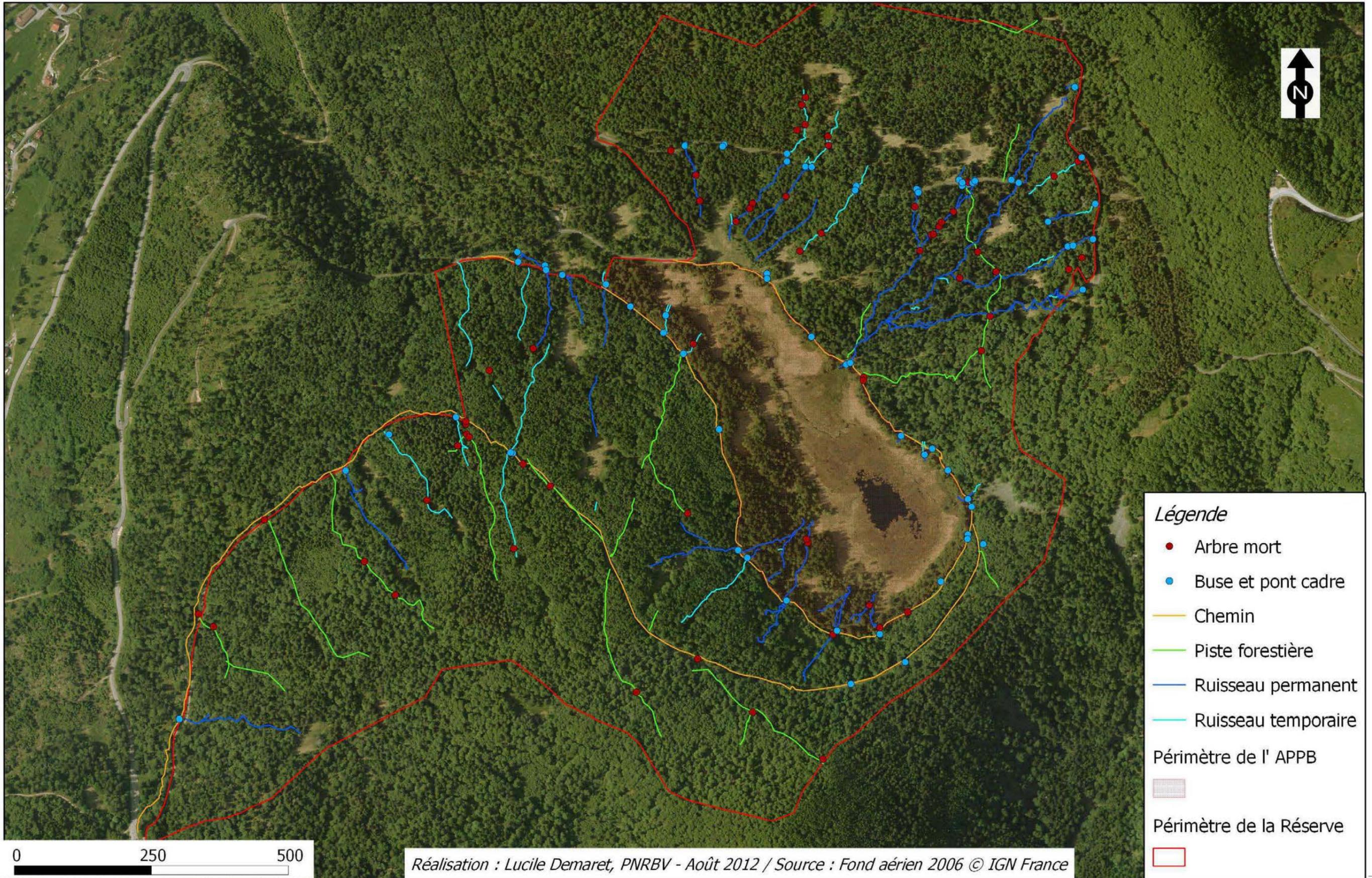
Réalisation : Lucile Demaret, PNRBV - Août 2012 / Source : Fond aérien 1951-2010 © IGN

**Légende**  
Tourbières  
  
Périmètre de la Réserve  


**ANNEXE 11 : CARTOGRAPHIE DU RÉSEAU  
HYDROLOGIQUE SUR LA RÉSERVE NATURELLE**

---

# CARTOGRAPHIE DU RESEAU HYDROLOGIQUE ET DE LA DESSERTE FORESTIERE RESERVE NATURELLE DE LA TOURBIERE DE MACHAIS



**ANNEXE 12 : LISTE DES ACTIVITÉS HUMAINES  
PRATIQUÉES SUR LA RÉSERVE NATURELLE**

---

### USAGES ANCIENS

- Affouage
- Chasse
- Industrie (verrière de Wildenstein)
- Exploitation forestière
- Plantation de résineux (Epicéas)
  
- Pâturage
- Fauche
- Drainage
- Pêche
  
- Vestiges de guerre
- Réseau de voies

### USAGES ACTUELS

- Affouage (-)
- Chasse (+/-)
  
- Exploitation forestière (+)
  
  
  
  
  
  
  
- Réseau de voies (+)
  
  
- Apports aériens
- Réchauffement global
- Tourisme

TOTAL :	<b>11 activités</b>	<b>7 activités</b>
---------	---------------------	--------------------

# RESUMÉ

---

La Réserve naturelle de la Tourbière de Machais, située au cœur du massif Vosgien, a fait l'objet cette année d'une évaluation de l'état de conservation de ses habitats tourbeux et forestiers. Cette évaluation s'intègre dans la démarche de révision du dernier plan de gestion (2007-2011) et d'aide à la rédaction du prochain, dans la mesure où un bilan des seize dernières années de gestion a été réalisé pour mener à bien cette évaluation. L'élaboration de grilles d'évaluation a constitué le socle de ce travail, et a fait l'objet de nombreuses réflexions autour des choix des critères, indicateurs et valeurs seuils à intégrer dans ces grilles. Les résultats obtenus suite à ce travail nous montrent que l'état de conservation des habitats présents sur la Réserve naturelle de Machais est bon à très bon pour ce qui concerne les tourbières et bon à altéré pour ce qui concerne les habitats forestiers. Il en ressort également que la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation concernant les milieux tourbeux est beaucoup moins avancée que pour les habitats forestiers et que des lacunes subsistent encore au sein de la communauté scientifique sur l'aspect fonctionnel de ces milieux. Finalement, ce travail a permis de mettre en avant les compartiments présentant un moins bon état de conservation, afin d'y porter plus d'attention au cours du prochain plan de gestion dans le but de les améliorer. Ce travail alimentera les réflexions du réseau national des espaces naturels protégés, qui se penche actuellement sur la question.

**Mots clés :** *Réserve naturelle de la Tourbière de Machais, tourbières, forêts, état de conservation, évaluation, indicateurs, critères, valeurs seuils, état de référence*

The Nature Reserve of Machais' Bog, located in the heart of the Vosges Mountains, must be assessed, this year, on the state of conservation of forest and peatland habitats. This assessment is part of the revision process of the last management plan (2007-2011) and assistance for the drafting of the next. This assessment also provides a review of the past sixteen years management. Developing assessment table was the basis of this work and has been the subject of many discussions around the choice of criteria, indicators and thresholds to be included in this table. The results obtained in this work show that the conservation status of peatland habitats is good to very good and altered with regard to forest habitats. It also shows that the methodology for assessing the conservation status on peatlands is much less advanced than in forest habitats and that gaps still exist within the scientific community on the functional aspect of these environments. Finally, this work has helped to highlight the compartments having a worse condition, to bring more attention to the next management plan in order to improve them. This work will feed into the reflections of the national network of protected natural areas, which is currently working on the issue.

**Keywords:** *Nature Reserve of Machais' Bog, peatland, forest, state of conservation, assessment, indicators, criteria, thresholds, reference state.*