



Les plantations sur milieu humide :

Protocole d'inventaire

<u>Et</u>

Itinéraires de gestion



Dominante d'approfondissement Gestion forestière

Présenté par : Stéphane OLLAGNON

Stage effectué du 05/03/2018 au 07/09/2018

À : Office Nationale des Forêt, Agence Montagnes d'Auvergne

9 Allée des Eaux et Forêts, 63370 LEMPDES

<u>Maître de stage</u> : Jean OBSTANCIAS <u>Enseignent référent</u> : Éric LACOMBE

Soutenu le 21/09/2018

Année 2017-2018

Résumé

Longtemps ignorées et modifiées, les zones humides sont au cœur des débats et des politiques publiques aujourd'hui. Pendant cinquante ans, une politique française, favorable aux boisements, a favorisé la plantation de milliers d'hectares de milieux humides sur toute l'Auvergne. Aujourd'hui ces plantations arrivent à maturité économique : se pose alors la question de l'avenir à donner à ces zones, productives parfois, et importantes pour la ressource en eau, souvent.

L'Office National des Forêts, et particulièrement l'agence Montagnes d'Auvergne, est concerné par cette problématique. L'organisme se questionne sur la gestion de ces zones fragiles à enjeux multiples forts, hors du cadre réglementaire des zones humides car dégradées.

Le premier résultat de cette étude est la mise en place d'un protocole d'inventaire, pour mieux localiser ces milieux et apporter des connaissances sur ceux-ci. Finalement une typologie des plantations sur milieu humide a été établie.

Le second résultat est un ensemble de schémas de réflexion. Des réflexions établies pour comprendre comment appréhender les plantations en milieu humide, pour mieux les gérer. Cette étude permet de brosser l'ensemble des gestions possibles depuis la production forestière, jusqu'à la restauration des milieux humides. Des itinéraires sont proposés pour illustrer ces orientations.

Finalement, cette étude est une base de réflexion sur l'avenir de ces plantations, que l'Office National des Forêts va tenter d'appliquer dans le futur pour espérer amorcer un renouveau des zones humides intraforestières en Auvergne.

Abstract

For a long time, wetlands had been modified and ignored. Today, politics and debates are talking about them. For fifty years, a French policy have been stimulated reforestation of thousand acres of wetlands all around the Auvergne region. Finally, these forest plantations are economically grown up Because of the duality between productivity and water protection: the future of these areas should be risen.

The Forest National Office is especially concerned by this issue. This state office ask itself about the management of these fragile lands with many major challenges, out of any law.

First, an inventory protocol was built thanks to this study. This protocol allows the manager to locate and brings knowledge about these kinds of area. Eventually, a plantation on wetlands typology was built.

Second, this study is a synthesis of reflexion about the management of planted wetlands to improve the management of these lands. This study describes all the three possible orientation of these zones: production, preservation and restoration. Technics processes are proposed and the manager is allowed to use them to build a thinking about his management.

Lastly, this study should be the base of the way to think about the management of these planted wetlands. The Forest National Office would try to apply these methods in order to begin the forest wetlands renewal in the Auvergne Region.

Remerciements

J'aimerai tout d'abord remercier Jean OBSTANCIAS, mon maître de stage, pour m'avoir accueilli au sein de l'agence Montagnes d'Auvergne à l'occasion de ce stage. Lui, sans qui ce stage aurait été bien moins enrichissant et stimulant. Je te remercie également pour toute l'aide et l'énergie que tu as déployée pour rendre ce stage agréable, les relectures de rapport et l'aide apportée parfois sur le terrain. Merci également pour ta confiance, de m'avoir autorisé à réaliser du terrain en Haute-Loire et pour l'autonomie accordée.

Merci à Daniel FAVIER de m'avoir permis de faire mes premiers sondages pédologiques sur ton triage. À Mickael COMBEUIL de m'avoir indiqué de très beaux peuplements d'épicéas en équilibre précaire, à Pierre François BLETHON pour la visite de terrain sur ses terres frontalières et son engagement pour la forêt, à Ludovic POUGET pour la visite guidée de la forêt domaniale d'Ayguebonne et la leçon de traduction de « roumain-anglo-tchèquo-français », à Patrick SAUVOL pour la très bonne adresse à Ménat : enfin merci à tous pour votre accueil, toujours bon, dans votre triage.

J'aimerai chaudement remercier Anne lyse GAILLARD, Cécile GUÉRIN et MADELAINE Suzy pour leurs invitations au voyage dans leurs terres lointaines d'Ardèche et de Lozère ; de m'avoir autorisé à découvrir leurs projets de restauration de zone humide.

Une mention spéciale pour Benoit RENAUX qui a su dans un moment peu propice, m'apporter conseils et expertise. Merci pour ta sympathie et ton partage pendant notre entrevue.

Merci à Laurent LATHUILLERE pour son raisonnement de restauration et de m'avoir presque transmis sa passion pour l'histoire dans la forêt!

Merci à Émilie DUPUY, Marie-Anne REVAKA et Marion PARROT-GIBERT du Conservatoire des Espaces Naturels d'Auvergne et de Lozère pour le partage de connaissances.

Éric LACOMBE, je vais enfin être synthétique : Merci! Pour ta patience, tes nombreuses relectures et tes précieux conseils dispensés pendant ce stage. Merci également pour l'engagement dont tu fais preuve pour les étudiants et l'enseignement que tu dispenses.

J'aimerai maintenant remercier l'équipe de l'agence de l'Office National des Forêts Montagnes d'Auvergne pour son accueil ;

Jean-François CLÉMENT pour ton aide pour le logiciel de saisi

Médéric AUBRY pour l'appui technique en sylviculture et dendrométrie.

Merci à Charlotte CHARMETANT et son compagnon Guillaume grâce à qui j'ai pu récupérer ma voiture immobilisée.

Je tiens à saluer encore une fois Éric LACOMBE, mais également Max BRUCIAMACCHI, et l'ensemble des personnels enseignants et administratifs de l'AgroParisTech centre de Nancy pour m'avoir permis de découvrir le très beau métier de forestier, de m'avoir laissé voyager et découvrir la forêt du bout du monde. Merci également pour votre investissement et la qualité de vos enseignements.

Enfin, j'aimerai remercier ma famille, Isabelle et Gilles OLLAGNON, mes parents, pour leur soutien tout au long de ma scolarité, tant moral que matériel. Merci également à mon frère, Vincent et ma sœur, Charlotte pour leur soutien moral et orthographique.

Finalement, je tiens à remercier l'ensemble de la promotion 25.5 de la FIF (AgroParisTech centre de Nancy) pour les 2 magnifiques années que nous avons passées ensemble, les fous rires, les débats, les désaccords, et surtout les bons repas. Merci à vous tous d'avoir rendu mes années étudiantes inoubliables!

Table des matières

Remercie	ments	1
Table des	s matières	2
Liste des	figures	4
Liste des	tableaux	4
Index de	sigles et acronymes	6
Introduct	tion	
Partie I.	Contexte de l'étude et présentation	8
	es zones humides et la forêt en Auvergne	
1.1.1	Contexte naturel	
1.1.2	Des plantations en forêt auvergnate qui arrivent à maturité économique	10
1.2 L	a préservation des zones humides : défi pour le bon état des eaux	11
1.2.1	La Directive Cadre sur l'Eau : objectif du bon état des eaux	11
1.2.2	L'ONF gestionnaire de zones humides	12
1.3 L	a commande, les objectifs et démarche adoptée pour l'étude	13
1.3.1	Commande de la part de l'ONF	
1.3.2	Objectifs de l'étude	
1.3.3	Démarche adoptée pour répondre aux objectifs.	14
1.4 C	Définitions et cadre législatif des zones humides forestières	15
1.4.1	Éléments de définitions des zones humides	
1.4.2	Cadre réglementaire des activités forestières en zone humide	
1.4.3	Reconnaissance au-delà du contexte réglementaire	
1.4.4	Première estimation des surfaces de plantations sur milieu humide sur le territoire de l'agence.	
Partie II.	Construction du protocole d'inventaire et d'une typologie des plantations en	miliou
humide.	19	IIIIIeu
	Néthode d'échantillonnage et phase de terrain	
II.1.1	Pré-cartographie	
II.1.2	Méthodologie des relevés de terrain	21
II.2 É	léments méthodologiques complémentaires	25
II.2.1	Informations préalables au terrain	25
11.2.2	Outils et connaissances de terrain	
11.2.3	Retour de terrain	28
II.3 R	ésultats de la campagne de test du protocole d'inventaire	29
II.3.1	Résultats bruts	
11.3.2	Précision de l'échantillonnage	29
11.3.3	Estimation des temps d'inventaire	29
11.3.4	Révision de l'estimation des surfaces potentielles de plantations sur milieu humide	29
11.4 A	nalyse des données récoltées	30
11.4.1	Répartition des plantations sur milieu humide sur le territoire	
11.4.2	Caractérisation générale des plantations sur milieu humide	
11.4.3	Résultats des relevés dendrométriques	
11.4.4	Variabilité des fertilités en fonction des milieux humides	
11.4.5	Analyse de l'échantillonnage	
11.4.6	Étude de l'évolution du CV en fonction de la surface terrière	34
II.5 F	liérarchisation des paramètres	35
II.5.1	Paramètres capitaux	

11.5.2	Paramètres à reformuler	35
11.5.3	Les paramètres non pertinents	36
II.6 Co	nstruction d'une typologie des plantations sur milieu humide	37
II.6.1	Le besoin d'une typologie des plantations sur milieu humide adaptée au territoire	
11.6.2	Caractéristiques a priori de la typologie des plantations sur milieu humide	
11.6.3	Raisonnement pour la construction de la typologie	
11.6.4	Synthèse des différents types de plantations sur milieu humide	39
Partie III.	Avenir des plantations en milieu humide	41
III.1 Éta	ablissement d'un répertoire des itinéraires sylvicoles	41
III.1.1	Méthodologie	41
III.1.2	Les techniques disponibles localement	41
III.2 Les	s orientations de gestion sur lesquelles le propriétaire doit se prononcer	46
III.2.1	Le propriétaire, ses moyens, sa sensibilité, et ses contraintes : point de départ de la réflexion	
III.2.2	Les grandes orientations de gestions possibles	
III.3 Ra	isonnements à suivre pour identifier les itinéraires techniques à mettre en œuvre	48
III.3.1	Raisonnement de gestion pour l'orientation "production"	
III.3.2	Raisonnement de gestion pour l'orientation "préservation"	
III.3.3	Raisonnement de gestion pour l'orientation "restauration"	
III.3.4	Finalisation de la fiche synthétique par ZHP inventoriée	
III.4 De	s financements possibles pour les différentes gestions	55
III.4.1	Les subventions à la préservation des sols	
111.4.2	Leviers financiers pour la restauration	
III.4.3	Le mécénat	56
111.4.4	Les mesures compensatoires	56
Partie IV.	Limites et les perspectives de l'étude	57
IV.1 Lin	nites du protocole d'inventaire et de la typologie	57
IV.1.1	Pré-cartographie et approche des plantations sur milieu humide sous le SIG	
IV.1.2	Difficultés sur le terrain	
IV.1.3	Limites et perspectives de la typologie	59
IV.2 Re	commandations pour une généralisation de l'inventaire	60
IV.2.1	Les Pré-cartographies	
IV.2.2	Inventaire terrain	
IV.2.3	Intégration dans les bases de données	61
IV.3 Lin	nites et perspectives des orientations de gestion	62
IV.3.1	Incertitude sur la stabilité et les itinéraires techniques	
IV.3.2	Restauration des milieux humides : chaque cas unique et complexe	
IV.3.3	Des subventions à imaginer pour d'autres modes d'exploitation	
IV.3.4	Positionnement de l'Office National des Forêts	
IV.3.5	Réussir à mobiliser des acteurs sur ces opportunités	64
Conclusion)	65
Biblioarap	hie, citographie	66

Liste des figures

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude (Source : Wikipédia)	8
Figure 2 : Carte des ensembles géologiques de l'agence Montagnes d'Auvergne, : Carte géologique au 1/50000 BRG	GM8
Figure 3 Surface de forêts de production inventoriée effectivement boisée par essence principale et par catégorie	de
propriété, IGN, 2010	9
Figure 4 : démarche générale adoptée	
Figure 5 : Illustration de la situation des parcelles plantées sur milieu humide hors contexte réglementaire	
Figure 6 : Localisation des plantations potentiellement situées sur un milieu humide	
Figure 7 : Localisation des sites inventoriés pendant l'étude	
Figure 8 : Terminal de saisie utilisé pour les relevés	
Figure 9 : Pré-cartographie des fossés drainant par l'étude des ortho-photographies historiques	
Figure 10 : Schistes verts dans un sondage pédologique révélant des tâches d'oxydation en FD de Balaty (63)	
Figure 11 : Sondage pédologique dans une plantation sur un milieu humide associé à un écoulement	
Figure 12 : Présence de la flore caractéristique en fonction du type de sol	
Figure 13 : Distribution des surfaces terrières des plantations sur milieu humide	
Figure 14 : Effectif des unités humides en fonction de leur capital sur pied.	
Figure 15 : Évolution du CV en fonction de la surface terrière mesurée sur l'unité humide	
Figure 16 : Proportions des types de plantations sur milieu humide échantillonnés	
Figure 17 : Exploitation au câble dans un périmètre de captage sur la forêt domaniale d'Ayguebonne (63)	
Figure 18 : Exploitation au câble aérien en FD d'Ayguebonne sur milieu humide, avec exportation et stockage des	
rémanents et têtes (visibles à gauche de la photo)	
Figure 19 : Cheval de fer, un petit engin à faible pression au sol	
Figure 20 : Buse de franchissement de cours d'eau sur une piste forestière, FD du Livradois (63)	
Figure 21 : Schéma de réflexion pour le propriétaire et le choix de l'itinéraire technique	
Figure 22 : Cas de chablis en château de cartes, FS de Collat (43)	
Figure 23 : Logigramme de raisonnement pour une orientation de production	
Tableau 1 : tableau de répartition des plantations potentiellement sur milieu humide en fonction des département	ts et
des SERdes	18
Tableau 2 : Synthèse des différentes informations utilisées lors de la pré-cartographie	20
Tableau 3 : Répartition des plantations potentiellement sur milieu humide échantillonnées en fonction des	
départements et des SER	
Tableau 4 : Composition des plans papiers pour la phase de terrain	
Tableau 5 : Rapport entre surface théorique et surface réellement humide en fonction de la géologie	
Tableau 6 : Comparaison qualitative des fertilités entre les différents sols pour les plantations d'épicéas sur milieu	
humide	
Tableau 7: Tableau des paramètres pertinents à relever	
Tableau 8 : Tableau des classes d'impact (en % de surface ou de tiges)	
Tableau 9 : Tableau des paramètres non pertinents	
Tableau 10 : Synthèse des types de plantations sur milieu humide	
Tableau 11 : Types et dénominations des itinéraires utilisés pour les calculs économiques	
Tableau 12 : Présentation des calculs de BASI pour les différents itinéraires sylvicoles Tableau 13 : Caractéristiques d'une exploitation au câble rentable	
Tableau 14 : Les trois grandes orientations de gestion	
Tableau 15: Caractéristiques et principaux avantages et inconvénients des différents itinéraires sylvicoles	
Tableau 16 : Considérations techniques de préservation du sol ou des milieux	
Tableau 17 : Considérations de peuplement sur histosol en fonction du contexte paysager localement	
Tableau 17 : Considérations du peuplement sur rédoxisol ou réductisol en fonction du contexte paysager localement	
Tableau 19 : Leviers financiers pour la restauration	
Tableau 20: Conditions portées par les SDAGE concernant les mesures compensatoires	
	57
Tableau 21 : Synthèse des différents modes d'exploitation et de vente des bois dans le cadre d'une mesure	57

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau des sols hydromorphes du GEPPA, 1981	69
Annexe 2 : Protocole complet de terrain	70
Annexe 3 : Tableau des relevés	74
Annexe 4 : Exemples de plans papier utilisés pendant la phase de terrain	
Annexe 5 : Typologie des peuplements Auvergne et Limousin - Version 2 - Avril 2012	77
Annexe 6 : Les plantations sur ados : reconnaissance pédologique de l'hydromorphie et incertitudes liées à un	milieu
dégradé	79
Annexe 7 : exemple de fiche de synthèse par parcelle forestière	81
Annexe 8 : Clé de détermination du type de sol par sondage pédologique	87
Annexe 9 : Clés de détermination du type de plantation sur milieu humide selon la typologie mise en place	88
Annexe 10 : Fiches synthèses des différents types de plantations sur milieu humide	89
Annexe 11 : Tableau des personnes rencontrées pendant l'étude	101
Annexe 12 : Explications des calculs d'économie forestière	102
Annexe 13 : Compte rendu de visite de chantier d'exploitation par câble aérien dans la forêt domaniale d'Ayg	uebonne
(63)	104
Annexe 14 : Les tourbières boisées, reconnaissance et éléments de restauration	109
Annexe 15 : Aide technique à la reconnaissance d'un cours et d'un fossé drainant	112
Annexe 16 : Nouvelle feuille de relevés	115
Annexe 17 : Métadonnées de la base de données des unités humides construite pendant cette étude	116

Index de sigles et acronymes

AELB Agence de l'Eau Loire Bretagne
CEN Conservatoire des Espaces Naturels

DCE Directive Cadre sur l'Eau

DDT Direction Départementale des Territoires

DIG Déclaration d'Intérêt Général DUP Déclaration d'Utilité Publique

EPCI Établissement Public de Coopération Intercommunal **FEADER** Fonds Européens Agricoles pour le Développement Rural

FEDER Fonds Européens de Développement Régional

FFN Fond Forestier National
IFN Institut Forestier National
IGN Institut Géographique National

GEMAPI Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations

GEPPA Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée

IOTA Installations, Ouvrages, Travaux et Activités

MNT Modèle Numérique de Terrain

PSE Paiement des Services Écosystémiques

SAGE Schéma D'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SER Sylvo-Éco Région

SICALA Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents

SIG Système d'Informations Géographiques

TDS Terminal De Saisie

TFT Technicien Forestier Territorial

UT Unité Territoriale

ZNIEFF Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

Introduction

Espaces transitoires entre la terre et l'eau, espaces longtemps aménagés à la convenance de la société, les zones humides ¹ sont aujourd'hui au cœur des préoccupations environnementales. Dans un souci sémantique, nous utiliserons le terme *milieu humide* pour tous ces milieux transitoires, qu'ils soient ou non des zones humides au sens réglementaire français (cf. §1.4.1).

Ces milieux humides qui étaient perçus comme dangereux pour la santé humaine et peu productifs, ont fait face à de nombreuses tentatives, plus ou moins réussies, "d'assainissement". Dès le moyen-âge ils ont été asséchés pour la production agricole. En France, sous le second Empire de grandes zones telles que la Sologne et les Landes, ont ainsi été "assainies", plantées pour une valorisation sylvicole. Avec cet historique mouvementé, « il est aujourd'hui difficile d'imaginer ce qu'ont pu être les zones humides françaises à leur origine tant elles ont été manipulées » (FUSTEC et al, 2000).

Ces milieux ont été si mal considérés en France que très peu d'études historiques pendant la renaissance ou la révolution industrielle ont été produites sur leur répartition ou leur superficie. (DEREX, 2001).

L'aménagement des milieux humides a repris suite à la seconde guerre mondiale. Une politique forestière a été mise en place jusqu'en 1994 proposant des avantages fiscaux et des taux avantageux de prêts pour des plantations, conduisant à la plantation de centaines de milliers d'hectares, partout sur le territoire français. L'épicéa a été la principale essence utilisée pour ces (re)boisements. Le Massif central a particulièrement été concerné par cette politique de boisement en réponse à la forte déprise agricole et à l'exode rural que subissaient ces territoires pendant la période des Trente Glorieuses. Les zones humides délaissées par le pâturage ont été particulièrement touchées : elles ont subi drainage, labour et déconnection du réseau hydrique. Sur ces zones difficiles les plantations ont plus ou moins réussi, selon les techniques, la volonté et les moyens mis en œuvre.

Aujourd'hui, ces plantations sur milieu humide arrivent à maturité : la question de la suite à donner à ces plantations se pose. Sur les forêts publiques concernées, l'Office National des Forêts doit répondre à cette question en tenant compte de critères économiques et environnementaux. Cette étude vise à mieux localiser et caractériser ces espaces pour y adapter ou modifier fondamentalement la gestion pratiquée, en fonction des moyens pouvant être mis à contribution.

Dans la suite du rapport nous reviendrons sur les définitions des milieux humides et l'historique des plantations en Auvergne. Nous présenterons ainsi le contexte plus précis de cette étude et nous verrons comment a été construit la typologie et le protocole d'inventaire des plantations en milieu humide. Puis nous développerons les gestions possibles sur ces zones dégradées, les aides envisageables et les difficultés liées à ces milieux contraignants. Enfin, nous mettrons en perspective ce projet au sein de l'ensemble des actions forestières de l'Office National des Forêts.

_

¹ Étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eau naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires où l'eau est stagnante, courante, douce, saumâtre ou salée (définition issue de la convention de RAMSAR, 1971)

Partie II. Contexte de l'étude et présentation

II.1 Les zones humides et la forêt en Auvergne

II.1.1 Contexte naturel

Le territoire de l'agence Montagnes d'Auvergne de l'Office National des Forêts s'étend sur trois départements : le Cantal (15), la Haute Loire (43) et le Puy de Dôme (63). Cette taille importante du territoire d'étude et les contrastes géologiques en font un territoire très varié sur tous les plans.

II.1.1.1 Un contexte géologique riche

Le territoire d'étude possède une très grande diversité géologique. Un socle granitique hercynien associé à du métamorphisme ancien comme récent est la matrice initiale.

Au milieu de ce socle est venu (par la formation des Alpes), du Figure 1 : Carte de localisation de la zone volcanisme : chaîne des Puy, Velay, Meygal, Massif du Cantal, Mont Dore, à des époques différentes, et avec des fonctionnements différents (lave basique comme acide présente),

d'étude (Source : Wikipédia)

Ensuite, l'influence des glaciations a été primordiale avec la décomposition et le déplacement d'éléments des roches cristallines et la formation de matériaux de décomposition de ces dites roches (arène et convois limoneux).

II.1.1.2 Des contextes topographiques et climatiques contrastés

De 350 m d'altitude dans le Val d'Allier, jusqu'au sommet du Puy de Sancy à 1885m, l'écart altitudinal est important, avec des variables climatiques très différentes d'un massif à un autre.

basalte, trachyte etc.

Les montagnes d'Auvergne à proprement parlé sont composées d'un vaste plateau cristallin portant les reliefs marqués par les formations volcaniques. Le plateau ondule entre 500m et 1100 m d'altitude avec la Chaîne des Puy qui s'étire Nord/sud avec un point culminant à 1465 m, plus au sud le mont Dore et le Puy de Sancy.

La Limagne où coule l'Allier (altitude minimale entre...), sépare les montagnes d'Auvergne et la formation du Livradois, plateau qui culmine à 1200 mètres. A l'est de cette formation se trouve le plateau du Forez, avec son point culminant à 1634 mètres ; ces deux massifs sont séparés par la dépression d'Ambert. Ces orientations nord-sud du relief engendrent des influences de versant très importantes avec un versant ouest arrosé et un versant plus sec.

Limites départementales Origine Métamorphique Origine plutonique Origine volcanique 10 20 30 40 km Grands ensembles géologiques de l'agence montagnes d'Auverane

Figure 2 : Carte des ensembles géologiques de l'agence Montagnes d'Auvergne,_: Carte géologique au 1/50000 BRGM

Plus au sud, la topographie alterne entre vastes plateaux granitiques (Margeride, plateau de la Chaise-Dieu,

Cézallier), et nombreux monticules volcaniques récents aux pentes raides (Sucs dans le Meygal) ou plus anciens aux pentes plus douces comme sur le massif du Mézenc. À noter la présence du volcan du Plomb du Cantal culminant à 1850 m entaillé par de profondes vallées sur ses flancs.

Le climat est de type montagnard avec un gradient océanique d'ouest en est, et une influence méditerranéenne notable sur la partie sud des départements du Cantal et de la Haute Loire (pluies d'automne abondantes). Les reliefs à l'ouest reçoivent une pluviométrie plus importante qu'à l'est. Les températures moyennes varient de 7 °C à 10 °C et sont très corrélées avec l'altitude.

II.1.1.1 Des types de sols très variés

Ces différentes géologies engendrent des sols de richesses variées en fonction de la nature initiale de la roche mère (métamorphique, volcanique, granitique). Les diversités des sols vont du sol brun eutrophe jusqu'au podzol, avec une majorité de sols bruns acides et de sols bruns ocreux. En revanche, dans ces trois départements, les calcaires et les sols associés sont exceptionnels.

Les substrats volcaniques sont perméables et ne seront pas hydromorphes, sauf aux abords immédiats des sources et des cours d'eau. Par contre, sur les autres sols, l'**hydromorphie** pourra être importante en fonction de la pente et de l'alimentation en eau. Les zones alluviales de plaine et les têtes de bassin-versant des plateaux seront particulièrement propices à la présence de grandes zones humides. En altitude, avec le froid, elles pourront constituer des **tourbières**.

II.1.1.2 Les grandes évolutions des milieux naturels

Sur ces sols et climats, la couverture forestière naturelle se composait principalement de la chênaie et des forêts alluviales en plaine et sur les coteaux, de la hêtraie sapinière en montagne. Les plaines et les collines furent déboisées et parfois drainées dès l'époque gallo-romaine. Les parties montagneuses ont été défrichées en majeure partie lors des grandes expansions démographiques. L'Auvergne est avant tout un territoire agricole, d'élevage jusqu'au XIX siècle. Les forêts anciennes² sont peu fréquentes sur les trois départements d'étude. (CBNMC, 2016)

Les présences anciennes du sapin pectiné (présent depuis 4 300 ans) et du pin sylvestre (dans certains refuges du sud du Massif central pendant les dernières glaciations) permettent de les considérer comme essences autochtones au Massif central.

L'épicéa commun est considéré dans le Massif central comme allochtone et ce malgré sa présence

naturelle dans les grands massifs montagneux de France (Jura, Vosges, Alpes). Il a été planté massivement au cours des derniers siècles comme essence production et de protection des terrains de montagne. Le douglas, l'épicéa de Sitka, le pin Weymouth ont quant à eux été importés des États-Unis d'Amérique depuis le XIXème siècle. Les essences allochtones

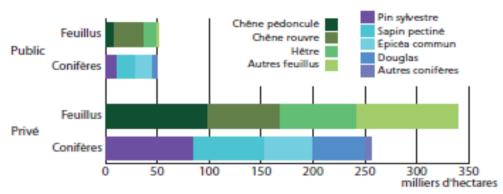


Figure 3 Surface de forêts de production inventoriée effectivement boisée par essence principale et par catégorie de propriété, IGN, 2010

peuvent dominer localement le paysage, notamment en Livradois-Forez.

Les feuillus restent majoritaires sur les secteurs collinéens (Combrailles, Ségala-Châtaigneraie du Cantal) et dans les grandes vallées alluviales telle que l'Allier (peuplements typiques de ripisylves de bois tendre et de bois). Ces secteurs de feuillus sont aujourd'hui imbriqués dans un paysage fortement agricole (élevage et grandes cultures).

Le hêtre est également présent ; dynamique à basse et moyenne altitude, il peut également se trouver à plus haute altitude en mélange avec le Sapin pectiné. Le chêne rouge d'Amérique, le robinier faux-acacia, et les clones de peupliers sont les principales essences feuillues allochtones au Massif central qu'il est possible de trouver. Les essences de milieu humide (aulne, bouleau, saule, frêne, peupliers naturels...)

² Une forêt ancienne est définie comme ayant été continuellement boisée, quel que soit l'âge des peuplements, leur composition ou la gestion qui a été pratiquée et ce depuis au moins 200 ans (I. LATHUILLIERE et M. GIRONDE-DUHCER « Sémantique autour des forêts anciennes, Décembre 2014

représentent de faibles surfaces dans les inventaires, mais sont présentes sur tout le territoire, en boisements linéaires, près des cours d'eau et dans les zones humides, où elles structurent les ripisylves.

II.1.2 Des plantations en forêt auvergnate qui arrivent à maturité économique

II.1.2.1 Notion de plantation forestière

L'Inventaire Forestier National (IFN, intégré aujourd'hui à l'institut géographique national définit une plantation « par un boisement ou reboisement d'arbres monospécifiques ou plurispécifiques sans limite d'âge du peuplement, observé sur la placette de description de 20 ares. » (IFN 2017). Une plantation peut alors désigner également le terrain sur lequel les plants ont été installés et se développent.

L'IFN complète sa définition par le qualificatif : plantation **régulière en plein**, « Plantation selon un maillage régulier non interrompu par îlots ou des bandes boisées », précisant que « par convention, une plantation régulière en plein a une surface d'un seul tenant supérieure à 5 ares et une largeur supérieure à 20 mètres » (la feuille de l'IFN, mai 2017). D'autres méthodes de plantation sont décrites par l'IFN comme les plantations en bandes (en réseau de bandes parallèles), sous abris, ou semis en ligne.

L'IFN précise qu'une plantation ratée n'est pas considérée comme une plantation (N < 500 tiges/ha).

Le cas des peupleraies est traité en dehors de cette définition par l'IFN de par ses caractéristiques particulières (plantation à densité définitive et plus faible qu'une plantation forestière « classique »). L'approche est alors par le taux de couvert relatif du peuplement (75 %) et un seuil minimum de densité de tiges (100 tiges/ha).

Pour la suite de l'étude, nous ne nous intéresserons qu'aux plantations dites régulières en plein ou en bandes d'après l'IFN, exception faite des plantations ratées, qui ont été incorporées, dans la mesure du possible, dans les inventaires : les dégradations étant encore parfois visibles, et quelques plants subsistants encore. Les peupleraies ont été également intégrées dans la définition de la plantation, même si ce cas n'est que peu présent sur le territoire d'étude.

II.1.2.1 Historique des plantations en montagnes d'Auvergne

Historiquement, le milieu est ouvert : la région accusait un taux de boisement inférieur à la moyenne nationale au début du XIXème siècle (12% du territoire français est boisé).

Devant le manque de combustible et les problèmes d'érosion, la politique de Restauration des Terrain en Montagnes a été mise en place sur l'ensemble des trois départements de l'Agence. C'est le début des reboisements de la fin du XIXème siècle. Des sommets de Haute Loire, du Cantal, et du Puy de Dôme ont alors été reboisés (Mont Mézenc, Massif du Meygal...).

Après une période d'exode rural et de déprise agricole, 1946 voit la création du Fond Forestier National, une politique active de boisement. Ce fond était financé par une taxe sur les produits des exploitations forestières et des scieries (concept de solidarité amont-aval de la filière). Le FFN était une aide à l'investissement sous forme de subventions, de prêts en travaux ou en numéraire et en primes. En ajoutant à cela, une fiscalité forestière avantageuse (exonération trentenaire sur l'impôt foncier), ces politiques ont permis la plantation, principalement en épicéa, d'environ 2 millions d'hectares sur la totalité de la France dont 155 000 ha en Auvergne.

Depuis 1994 et l'essoufflement du FFN, les boisements ont ralenti. Pendant cette période (1946-2018), la forêt auvergnate a doublé de surface. Aujourd'hui, la forêt auvergnate n'augmente plus qu'en volume (de l'ordre de +5Mm³/an soit environ 4%) et couvre environ 31% des 3 départements considérés.

Une part de ces forêts reste difficilement accessible, malgré l'amélioration de la desserte, mais cette part est bien moindre que dans les Alpes ou les Pyrénées. L'exploitation des forêts accessibles obéit à deux logiques différentes suivant la situation, l'histoire et la propriété :

• Les propriétés forestières d'une surface importante, avec souvent un noyau de forêts anciennes, ont une gestion planifiée et font régulièrement l'objet de coupes sur toutes leurs zones accessibles.

 Les petites propriétés ont souvent été boisées récemment (de 1950 à 1980), n'ont généralement pas été éclaircies et sont exploitées par une simple coupe rase. Après la coupe rase, ces boisements sont, du fait de l'obligation légale, souvent replantés à l'identique.

II.1.2.2 Les plantations : sources de dégradation des zones humides

En France, plus de la moitié des zones humides aurait disparu entre 1940 et 1990 (Rapport Paul Bernard de 1994). La plupart des atteintes ont surtout été agricoles, mais le FFN a favorisé des "mises en valeur" de terrains peu productifs, dont ces zones humides, par des travaux de drainage, similaires aux techniques agricoles.

Les milieux humides sont des milieux particulièrement difficiles pour la forêt de production : l'excès d'eau en période humide empêche un développement en profondeur des racines et a contrario en période sèche, le faible développement des racines engendre un stress hydrique pour l'arbre. Pour réussir à surmonter le problème de la présence d'eau et devant les surfaces potentielles de production de bois, le forestier dans les années 1960-1980 a aménagé les zones humides pour permettre un développement correct des arbres quelle que soit la saison. C'est ainsi que de nombreuses zones humides (très présentes en Auvergne) ont été transformées en peuplements de résineux plus ou moins réguliers. Les techniques forestières alors employées visaient :

- à drainer les zones humides par le biais de fossés ou d'ados.
- à limiter la végétation concurrence (suppression des feuillus, plantation dense)

Les dégradations sont de différentes natures : la principale est le drainage qui modifie profondément le fonctionnement du milieu (réduction de l'alimentation en eau, déconnection des circulations d'eau, accélération des mouvements d'eau). Le simple fait de planter une essence allochtone est une dégradation du milieu moindre, car réversible, mais substantielle à cause des possibles modifications de structure du sol ou de sa composition chimique : Aluminium apporté par le Douglas (RANGER, 2009) et perte d'éléments par les eaux de drainage (Augusto, 1999).

De plus pendant la gestion post-plantation, les exploitations n'ont pas toutes tenu compte du caractère fragile des zones déjà perturbées. C'est ainsi que des engins lourds (abatteuse, porteur, skidder) ont provoqué orniérage, tassement du sol et pollution de captage parfois.

Plus largement, c'est le niveau global de fonctionnement du milieu humide qui peut être impacté, audelà de l'échelle locale de la parcelle forestière : perturbation de cours d'eau, déstabilisation des berges par l'enrésinement (ANDRE, 2012). Leurs fonctions de stockage, de purification de l'eau ne sont plus assurées (PNR des Millevaches, 2014). La diversité faunistique et floristique est modifiée par les plantations résineuses (AUGUSTO,1999)

II.2 La préservation des zones humides : défi pour le bon état des eaux II.2.1 La Directive Cadre sur l'Eau : objectif du bon état des eaux

La politique de l'eau est mise en œuvre, en droit français, par grands **bassins**, depuis la création des agences de l'eau, en 1964. Ces établissements publics, présents sur chaque grand bassin en métropole, sont chargés de financer la mise en œuvre de cette politique en percevant et redistribuant les taxes sur la consommation d'eau et l'assainissement. Le territoire d'étude est concerné par trois agences de l'eau différentes : Loire-Bretagne, Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée-Corse.

La directive cadre sur l'eau adoptée en 2000 et retranscrite dans le code de l'environnement fixe un vocabulaire technique (les masses d'eau, les paramètre du bon état) et un objectif : le bon état des masses d'eau pour 2015, reportable suivant des échéances de 6 ans. Dans chaque grand bassin, un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) doit être rédigé par un comité de bassin, pour préciser ces objectifs, déterminer ceux concernant la ressource en eau potable et la gestion des crues. Ces documents ont également une portée réglementaire.

Sur certains sous-bassins, des SAGE (Schéma d'aménagement et de Gestion de l'Eau) peuvent décliner le SDAGE, et sont portés par une Commission Locale de l'Eau, qui donne également des avis sur les grands

dossiers concernant l'eau. C'est un outil de concertation et de conciliation auprès de tous les acteurs de l'eau sur un même territoire. Il en existe une douzaine sur le territoire d'étude.

A partir de 2018, une nouvelle compétence est donnée systématiquement aux établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propres (**EPCI** : communautés de communes, agglomérations, métropoles), la **GEMAPI** (gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations).

Ce sont ces EPCI qui sont aujourd'hui en charge des plans de gestion opérationnels à l'échelle d'un bassin versant, en recrutant des techniciens de rivières et en ayant la maîtrise d'ouvrage des opérations de réhabilitation des rivières et des zones humides. Les EPCI diligentent des travaux sur des terrains privés par l'intermédiaire d'une **déclaration d'intérêt général**, prise pour 5 ans par le préfet de département et instruite par les Directions Départementales des Territoires (**DDT**), en charge de la police de l'eau, avec l'expertise de l'agence française de la biodiversité (Agence Française de la Biodiversité).

II.2.2 L'ONF gestionnaire de zones humides

II.2.2.1 L'Agence Montagne d'Auvergne : un territoire concerné

L'agence Montagnes d'Auvergne s'étend sur les trois départements du sud de l'ancienne région Auvergne : la Haute Loire (43) et le Puy de Dôme (63), le Cantal (15). Ces trois départements ont des taux de boisements respectifs de, 37 %, 32 % et 26 %. L'agence rassemble un peu plus de 90 000 ha en gestion. La majorité des forêts sont sectionales (environ 50 000 ha), communale et domaniale (11 500 ha), le reste de la surface forestière se distribue entre des Syndicats Mixte de Gestion Forestière, des forêts départementales et d'autres institutions. Un tiers de la surface totale gérée est dispersée sur 1588 propriétés de moins 50 ha, ce qui est unique en France.

Parmi les forêts gérées par l'agence Montagnes d'Auvergne, celles situées dans le Livradois-Forez, les Combrailles, le Cézallier et d'autre régions (Margeride, Meygal, Pilat, ...) ont été fortement boisées après la guerre *et* possèdent de nombreux milieux humides (Voir pré-cartographie des plantations potentiellement sur milieu humide au §I.4.4).

Ces plantations concernent tous les échelons de la gestion opérée par l'Office National des Forêts : les sept *unités territoriales* et la plupart des *triages*.

II.2.2.2 Le questionnement technique du gestionnaire

En tant que gestionnaire de forêts publiques, l'Office National des Forêts se doit d'être exemplaire dans le respect de l'environnement. Les zones humides, en tant que **milieux naturels** remarquables, sont **préservées** des boisements artificiels et des drainages, en forêt publique, depuis la fin des années 1980. Certains milieux humides remarquables, dont de nombreuses tourbières, ont fait l'objet d'une protection réglementaire volontaire, sous la forme de **réserves biologiques**.

Du point de vue de la ressource en eau, l'intérêt de l'Office National des Forêts s'est surtout polarisé sur les zones de captage d'eau potable et les zones humides associées.

Mais l'intérêt hydraulique des milieux humides banals, non ciblés par les ZNIEFF ou les captages d'eau potable, n'a pas fait l'objet de la même prise de conscience. Tout d'abord se pose un problème de connaissance et de cartographie : les zones humides anciennement drainées plantées et peu éclaircies ne présentent pas toujours de flore, et donc n'ont pas de caractère hygrophile flagrant à diagnostiquer. Le caractère humide ne se révèle alors qu'au moment de l'exploitation.

La seconde difficulté est celle du choix de l'objectif de gestion. Pour les zones les plus humides, faciles à identifier grâce à leur flore, où les plantations ont souvent échoué ou sont malvenantes, et dont les surfaces sont souvent réduites, l'Office National des Forêts propose plutôt une gestion conservatoire. Mais pour les zones moyennement humides, où les plantations ont pu prospérer, le gestionnaire se demande s'il doit conserver l'essence plantée, en la régénérant naturellement et la mélangeant peu à peu, ou s'il doit transformer. L'apport de données factuelles permettant d'argumenter le fait de choisir une gestion plutôt qu'une autre est alors un atout intéressant pour le gestionnaire lors des discussions avec le propriétaire.

Enfin se pose la question du mode d'exploitation : ces zones sont souvent peu portantes, les tracteurs s'y enfoncent, les sols se dégradent. Comment les préserver ? Sur ce point, l'exploitation par câble mat, développée dans les Alpes ou les Pyrénées pour les parcelles en pente forte, a été dans le Massif central, la solution la plus appliquée ces dernières années pour les zones humides.

II.2.2.3 Les questionnements financiers : le paiement des services écosystémiques

L'Office National des Forêts cherche depuis quelques années à se positionner sur les financements des Paiements des Services Écosystémiques (PSE). Les PSE sont des moyens de financement de la biodiversité, via une transaction volontaire où un service écosystémique est « acheté » par un individu (ou plusieurs) consommateur à au moins un individu fournisseur de ce service (Mission Économie de la Biodiversité, 2013). Par ce travail, l'Office National des Forêts espère gagner en visibilité sur le marché naissant des mesures compensatoires, marché peu structuré encore aujourd'hui et qui nécessite une grande réactivité de la part des agents de compensation.

Les services écosystémiques sont mal intégrés dans les mécanismes économiques de gestion forestière. Un gestionnaire peut gérer une forêt en « bon père de famille » avec un accent sur la qualité de l'eau souterraine sans pour autant voir ses efforts de gestion rétribués par la société sous n'importe quelle forme que ce soit. Or depuis quelques années, des organismes commencent à mettre à dispositions des moyens financiers pour faciliter des opérations permettant de retrouver ou favoriser un service écosystémique (épuration de l'eau par exemple)

Les financements envisageables sont multiples : publics (subventions...) ou privés (mécénat), mais aussi sous la forme de mesures compensatoires. La nature et le montant des financements peuvent inciter le gestionnaire à une gestion exceptionnelle ou à améliorer globalement sa gestion.

Dans la région, de nombreuses mesures compensatoires mises en œuvre ont concerné des zones humides, notamment celles instruites par les Directions Départementales des Territoires au titre de la police de l'eau. Les maitres d'ouvrages causant des impacts défavorables ainsi que les services instructeurs peinent à trouver des terrains propices à ces compensations, d'autant que depuis 2016, ils doivent être situés à proximité du site endommagé (code de l'environnement, L163-1).

Ce domaine prend donc une importance stratégique à la fois pour l'Office National des Forêts, qui doit proposer des itinéraires exemplaires sur le plan environnemental, et pour l'État et les communes concernées, qui doivent pouvoir rendre possible les projets de développement économique en trouvant localement des possibilités de compensation.

II.3 La commande, les objectifs et démarche adoptée pour l'étude

II.3.1 Commande de la part de l'ONF

Pour répondre aux questions techniques et financières concernant ces plantations sur milieu humide, l'Office National des Forêts envisage un inventaire complet puis une réflexion sur les itinéraires de gestion possibles. Cette première étude doit permettre ce travail ambitieux, en en établissant la méthodologie.

Il s'agit en premier lieu de réaliser un protocole d'inventaire et une typologie des plantations en zones humides. Le périmètre d'étude, pour cette phase de préfiguration est restreint dans sa phase terrain à l'échelle de l'Agence Montagnes d'Auvergne, il pourra ensuite être étendu au Massif central.

En second lieu, l'Office National des Forêts souhaite se doter d'un catalogue des interventions possibles sur ces milieux fragiles et dégradés pour pouvoir répondre de manière efficace aux différentes situations présentes sur le territoire d'étude. Ce catalogue sera établi à partir de la bibliographie, des exemples locaux, et aussi de la typologie descriptive.

II.3.2 Objectifs de l'étude

La typologie des plantations sur milieu humide proposée doit être **opérationnelle**, permettant de cerner rapidement les possibilités de **gestion** de celles-ci et les enjeux.

En amont de cet inventaire, une **pré-cartographie** sera réalisée, pour permettre une première estimation quantitative des enjeux et de cibler de manière pertinente les zones à inventorier du fait de leur caractère potentiellement humide. Cette pré-cartographie sera établie, pour le stage, à l'échelle de l'agence, mais devra pouvoir être étendue, avec un protocole défini, à tout le **Massif central**.

Une **base de données** des plantations sur milieu humide sera également construite pour permettre une centralisation des données efficace et pérenne dans le temps pour la suite de l'inventaire qui sera poursuivi au-delà du stage.

Le catalogue des itinéraires de gestion envisageables sur ces plantations sur milieu humide devra faire la **synthèse des réalisations** dans la région du Massif central, ce répertoire prendra également en compte les aspects **techniques** et **financiers** des itinéraires avec une étude de la prise en charge financière de chaque itinéraire, les surcoûts et les pertes de revenus. Pour un type de plantation en milieu humide donné, il sera toujours systématiquement envisagé différents itinéraires de production et de restauration (totale ou partielle). Le **choix** entre ces itinéraires devra pouvoir incomber au propriétaire. Ces diverses possibilités devront être mises en regard avec la **réglementation** forestière, des boisements, de la loi sur l'eau, des schémas d'aménagement du territoire, etc.

II.3.3 Démarche adoptée pour répondre aux objectifs.

L'organigramme ci-dessous reprend la démarche adoptée pour répondre à ces différents objectifs. Les données concernant les zones humides proviennent d'organismes extérieurs à l'Office National des Forêts, celles des plantations émanent en partie de l'Office National des Forêts.

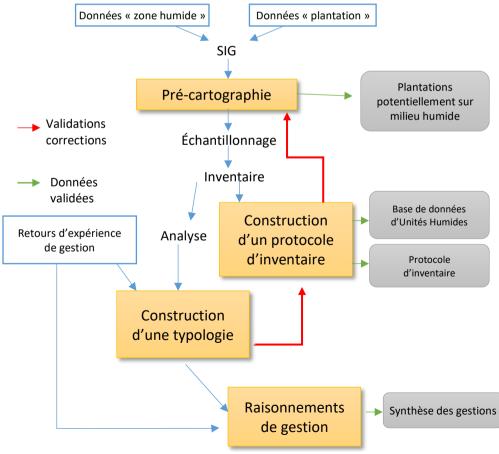


Figure 4 : démarche générale adoptée

De l'inventaire et des relevés analysés (généraux, pédologiques et forestiers) effectués sera construite une typologie plantations en milieu humide. Ces inventaires permettront également de tester le protocole d'éprouver les méthodes, les durées d'inventaire et de révéler les facilités et les difficultés liées à milieux.

Des retours d'expériences, des entretiens et des visites de chantiers permettront de réaliser une synthèse des gestions à envisager. En découlera un répertoire d'idées et une méthodologie de réflexion déterminer pour meilleures options pour le propriétaire et une aide pour le gestionnaire.

Toute l'étude sera englobée dans le cadre réglementaire et de fonctionnement général de l'Office National de Forêts avec des réflexions sur la construction des partenariats avec d'autres acteurs et sur le degré d'intervention nécessaire dans ces milieux.

II.4 Définitions et cadre législatif des zones humides forestières

II.4.1 Éléments de définitions des zones humides

II.4.1.1 Les milieux humides : milieux à enjeux forts

Les rôles multiples des zones humides sont reconnus par la loi (Art L212-1 et R214-1 Code de l'environnement,) et qualifiés et quantifiés par de nombreuses études (AELB, 2011, COUHET-GUICHOT S, 2010, Conseil Général 43, 2006) :

Rôle hydrologique

- Soutien au débit d'étiage : c'est ce rôle "d'éponge", restituant l'eau à l'étiage, qui est la fonction majeure reconnue
- Ecrêtage des crues
- Rôle biologique: les zones humides abritent de nombreuses espèces spécifiques, souvent protégées, qui ont besoin du maintien de certains milieux exceptionnels, comme les tourbières, mais aussi de la continuité entre les différentes zones humides
- Rôle **physico-chimique** : épuration de l'eau, fixation de l'azote et du phosphore, rétention des particules fines en suspension

Les zones humides, et notamment les tourbières ont aussi un rôle dans le **stockage du carbone** (faible décomposition de la matière organique) et la lutte contre le réchauffement climatique. Leur **valeur économique** directe ou indirecte pour leurs services écosystémiques a fait l'objet de nombreuses études pour trouver des méthodes de calcul. (AELB, 2011)

II.4.1.2 Historique de la définition

Il existe de nombreuses définitions des zones humides. Qu'ils soient naturels ou artificiels, les milieux humides se différencient par leur taille, leur localisation, leur fonctionnement : ce sont autant de paramètres qui peuvent influencer leur identification sur le terrain.

Au niveau international, la convention de Ramsar (1971) a retenu une définition très large, incluant à la fois les sols gorgés d'eau et les plans d'eau. En France, une définition des zones humides a été établie en 1992, intégrée au code de l'environnement, article L211-1, pour préciser les conditions d'application des lois protégeant ces zones : « Les zones humides sont des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation quand elle existe y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Cette définition a ensuite été précisée par deux arrêtés ministériels de juin 2008 et d'octobre 2009 complétant respectivement la reconnaissance botanique d'une part et la reconnaissance pédologique d'autre part. L'une ou l'autre des méthodes peuvent être utilisées.

Suite à un contentieux, le Conseil d'État a considéré en 2017, qu'au regard de la définition donnée en 1992, « Une zone humide ne peut être caractérisée, lorsque la végétation y existe, que par la présence simultanée de sols habituellement inondés ou gorgés d'eau et, pendant au moins une partie de l'année, de plantes hygrophiles » et de conclure que les deux critères ne sauraient être que « cumulatifs, (...), contrairement d'ailleurs à ce que retient l'arrêté (interministériel) du 24 juin 2008 précisant les critères de définitions des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement. »

La note technique du 26 juin 2017 du ministère en charge de l'environnement a essayé de trouver un compromis, en imposant une reconnaissance botanique et une reconnaissance pédologique, sauf en cas d'absence de végétation spontanée. Dans ce dernier cas, qui est fréquent sous les plantations non éclaircies, la reconnaissance pédologique suffit.

II.4.1.3 Critères de reconnaissance des zones humides

Les critères d'identification des zones humides au sens de la loi, sont décrits dans l'arrêté daté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009.

a. Botaniques

Le critère botanique s'appuie sur la présence/absence de végétation hygrophile comme décrit dans l'arrêté ci-dessus nommé.

Si la végétation existe, elle doit être caractérisée par :

- Soit des espèces identifiées et quantifiées (taux de recouvrement à plus de 50% sur une placette entre 1.5 m et 10 m de rayon en fonction de la strate observée) selon la liste d'espèces fournis par l'annexe 2.1 de l'arrêté.
- Soit par des « habitats » caractéristiques des zones humides (en relation avec une liste et selon une méthode établie dans l'arrêté). Une bonne partie de ces habitats sont forestiers.

Si la végétation n'est pas présente (cas des plantations très denses), seul le sol et son caractère hydromorphe selon les modalités décrites dans l'arrêté peut faire valoir la qualité de zone humide.

b. Pédologiques

La présence prolongée d'eau naturelle dans le sol (temporairement ou de manière permanente) doit être caractérisée. Seuls certains types de sols hydromorphes sont retenus par l'arrêté de 2009 comme étant typique d'une zone humide. Il s'appuie sur la classification des sols hydromorphes du GEPPA, (Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée, 1981). Seules certaines de ces classes sont retenues pour l'identification qui sont illustrées en annexe 1.

Ainsi, les sols retenus de manière générale sont :

- Les histosols, typique d'un engorgement permanent ou de conditions ne permettant pas à la matière organique de se décomposer entièrement ou pas du tout (Classe H du GEPPA)
- L'ensemble des réductisols, caractéristique d'un engorgement permanent à moins de 50 cm de profondeur. (Classe VI du GEPPA)
- Une partie des rédoxisols caractéristiques des engorgements temporaires du sol en eau. Soit les tâches de d'oxydation apparaissent avant 25 cm de profondeur et s'accentuent en profondeur, soit les tâches d'oxydation commencent avant 50 cm se poursuivent et s'accentue avec la profondeur, et un horizon réduit est observable avant 120 cm de profondeur.

II.4.2 Cadre réglementaire des activités forestières en zone humide

II.4.2.1 Réglementation liée aux milieux humides remarquables

Les premières zones humides protégées l'ont été en tant que milieu naturel remarquable, au sein de parcs nationaux, de réserves naturelles, de réserves biologiques ou d'arrêtés de biotope. Les zones humides sont également protégées indirectement par les espèces faunistiques et floristiques qu'elles abritent.

II.4.2.2 Réglementation liée aux zones humides

La protection de toutes les zones humides, quel que soit leur intérêt écologique est assurée par les procédures de déclarations/autorisations au titre de la loi sur l'eau, détaillées dans les articles L214-1 et suivants. Toutes les actions ayant un impact sur une zone humide (prélèvement en eaux, modification du niveau d'eau, des écoulements, assèchement par drainage ou ennoiement par un plan d'eau...), par des installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) ne sont pas directement interdites, mais sont contrôlées par l'Etat, en l'occurrence la police de l'eau, au sein des DDT. Les zones humides sont visées spécifiquement par le 3.3.1.0. de la nomenclature du R214-1, concernant toutes les zones de plus de 100m2, mais aussi par les autres rubriques (plans d'eau, cours d'eau, prélèvements, rejets...). Lorsque ces impacts sont engendrés par un projet relevant des installations classées pour l'environnement (ICPE), c'est la DREAL qui instruit le dossier (en tant que déclaration, enregistrement ou autorisation).

Ces instructions se font suivant la séquence "éviter, réduire, compenser". Tout projet concernant une zone humide doit éviter d'impacter celle-ci ; l'impact, s'il est démontré qu'il est inévitable doit être réduit et compensé. Cette **compensation** doit avoir lieu au plus près de l'impact et dégager à terme un gain de biodiversité (code de l'environnement, article L163-1).

Les **cours d'eau**, liées à des zones humides, font également l'objet d'une protection, qui s'ajoute parfois aux projets concernant les zones humides

En milieu humide forestier il n'est pas rare d'être en présence de **captages d'eau potable**. Dans ce cas, la réglementation est citée dans le Code de la Santé Publique en particulier à l'article L1321-2 définissant les différents périmètres de protection (éloigné, rapproché immédiate). Toute activité est interdite sur les périmètres immédiats (en général clôturé), et réglementée sur les périmètres rapprochés.

II.4.2.3 Réglementation au titre de la forêt

Le code forestier concerne moins directement les zones humides et les cours d'eau (l'essentiel étant dit dans le Code de l'environnement). La forêt n'est évidemment pas incompatible avec l'existence d'une zone humide, puisque de nombreux milieux humides naturels sont forestiers. Ainsi, il est judicieux de noter l'existence de l'article L341-5 régissant les autorisations de défrichement. Un défrichement peut être refusé si : « La conservation des bois et forêts [...] est reconnu nécessaire à une ou plusieurs des fonctions suivantes : [...] à l'existence des sources, cours d'eau et zones humide et plus généralement à la qualité des eaux. ».

Les forêts artificielles ont souvent un impact, mais il est réversible. Dans l'application croisée du code de l'environnement et du code forestier, lors de l'instruction de **l'obligation de reboisement après coupe rase**, les Directions Départementales des Territoires acceptent généralement les plantations ou la régénération naturelle d'une forêt en zone humide, mais excluent les nouveaux drainages, ou au moins les encadrent par la loi sur l'eau. Par contre, des drains encore existants, créés légalement (antérieurs à 1992, notamment) pourraient être entretenus, suivant leur conception initiale, même si ce n'est pas encouragé.

Le règlement National d'Exploitation Forestière est un règlement interne à l'Office National des Forêts. Il indique les exigences relatives à l'exploitations et insiste sur les captages, les zones humides et les cours d'eau. Il demande une vigilance particulière pour éviter les fuites de liquides polluant (huiles, lubrifiants). Il détaille les mesures de préservation des sols fragiles (adaptation du matériel utilisé aux conditions locales du chantier, utilisation des passages désignés pour la circulation des engins).

II.4.3 Reconnaissance au-delà du contexte réglementaire

En forêt, et notamment en plantation forestière, le critère botanique n'est jamais respecté dans le sens où, les essences forestières sont très rarement identifiées comme espèces hygrophiles (épicéa, sapin, pin, mélèze, douglas), et que l'apport en lumière n'est en général pas assez important pour permettre un développement suffisant de la strate herbacée hygrophile sous la strate arborée. En conséquence, beaucoup précédemment des règlements vus s'appliquant aux zones humides, i.e. relevant de la définition par la loi, ne s'appliquent pas

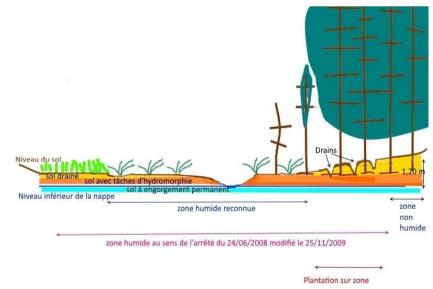


Figure 5 : Illustration de la situation des parcelles plantées sur milieu humide hors contexte réglementaire

automatiquement aux plantations sur milieu humide vues plus loin dans ce rapport.

Dans ce sens le terme "plantations en zone humide" peut s'appliquer à la description de l'acte passé et concerner des forêts qui aujourd'hui ne sont plus réglementairement en zone humide.

Les zones identifiées seront donc nommées comme milieux humides car non réglementaires. Dans la suite du rapport, si un milieu humide possède les critères botanique et pédologique alors il sera fait mention d'une zone humide.

Les **milieux moyennement humides où les plantations ont prospéré** sont, au moins dans certaines régions, importants en surface.

Ils permettent une production de bois et conservent une valeur environnementale potentielle de réserve en eau.

C'est pour ces milieux que se pose véritablement le choix entre des objectifs économiques et des objectifs écologiques et que les possibilités de gestion forestière divergent clairement selon ces choix.

II.4.4 Première estimation des surfaces de plantations sur milieu humide sur le territoire de l'agence

Les zones humides sont au cœur des questions d'aménagement du territoire, ainsi beaucoup d'acteurs du territoire ont produit de l'information géographique sur leurs milieux humides; que ce soit des enveloppes de probabilité de présence, des inventaires exhaustifs, ou simplement des repérages ponctuels, une information existe (Enveloppes de probabilité de présence de zone humide produites par les SAGE, inventaire de zone humide produit par les DDT, l'Office National des Forêts, Habitats Natura 2000).

Concernant les plantations, il n'existe malheureusement aucune couche SIG (Système d'Informations Géographiques) des peuplements à l'échelle de l'Agence Montagnes d'Auvergne à jour. L'information de la présence de plantations a été récupérée par le biais de la couche SIG des contrats FFN en cours, de la BD forêt, et du calendrier des récoltes prévisionnelles, qui précise l'essence principale, en ne prenant en compte que les essences allochtones.

En croisant les informations ainsi récupérées sous un SIG, nous obtenons une première estimation de la surface des plantations potentiellement concernées par un milieu humide.

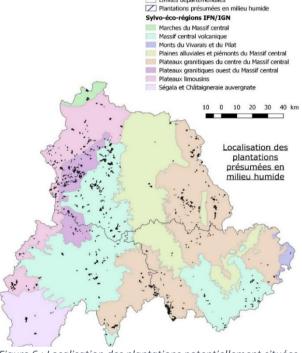


Figure 6 : Localisation des plantations potentiellement situées sur un milieu humide.

Le tableau 1 montre les estimations surfaciques par département, et par Sylvo-écorégion de l'IGN. Elles représentent au total environ **16** % des surfaces totales gérées.

Tableau 1 : tableau de répartition des plantations potentiellement sur milieu humide en fonction des départements et des SER

SER (IFN/IGN)	Cantal (15)	Haute Loire (43)	Puy de Dôme (63)	Total (Ha/(%))
Marches du Massif central	-	-	201	201 (1.40 %)
Massif central volcanique	1001	653	3133	4788 (33.80 %)
Monts du Vivarais et du Pilat	-	21	-	21 (0.2 %)
Plaines alluviales et piémonts du MC	-	19	195	214 (1.50 %)
Plateaux granitiques du centre du MC	909	1496	2076	4480 (31.60 %)
Plateaux granitiques de l'ouest du MC	165	-	1961	2125 (15.0 %)
Plateaux limousins	640	-	1437	2077 (14.7 %)
Ségala et Châtaigneraie auvergnate	258	-	-	258 (1.8 %)
Total	2973 (21 %)	2189 (15.4 %)	9003 (63.6 %)	14165 (100 %)

Partie III. Construction du protocole d'inventaire et d'une typologie des plantations en milieu humide.

III.1 Méthode d'échantillonnage et phase de terrain

III.1.1 Pré-cartographie

III.1.1.1 Estimation des plantations potentiellement situées sur milieu humide

Pour obtenir les surfaces des plantations potentiellement concernées par un milieu humide, plusieurs données spatialisées ont été croisées, localisation des plantations potentielles, forte probabilité de présence de milieu humide, d'inventaire de zone humide ou d'habitats humides etc.

Tout le travail géographique a été effectué sous le logiciel de SIG libre Qgis.

Dès qu'il y avait intersection ou qu'une observation ou une surface humide était contenue dans une surface de plantation supposée, la totalité de la zone plantée était retenue comme surface plantée potentiellement humide.

Concernant l'information plantation

Aucune information géographique liée au peuplement n'est disponible de manière homogène concernant le territoire de l'étude. La principale information relative aux plantations a été récupérée par l'intermédiaire des calendriers de récoltes de bois sur l'agence des 30 années à venir. En effet à chaque aménagement validé, les récoltes prévisionnelles sont inscrites dans un programme (RecPrev); l'essence concernée par la coupe est notamment renseignée. Cette information est connue par Unité sylvicole de gestion (Unité de gestion fondamentale, inférieure ou égale à la parcelle forestière). En partant du principe que toute essence allochtone a été plantée, la localisation des plantations potentielles est alors connue.

Autre source d'information concernant les plantations : les couches SIG des contrats FFN encore en cours sur l'agence et la couche des habitats Natura 2000 issue des contrats en cours.

Ces différentes couches d'information permettent de sélectionner les unités de gestion avec des plantations. La BD forêt de l'IGN permet de confirmer et de compléter finalement toutes les informations récoltées précédemment.

Concernant l'information milieu humide

Les milieux humides ont fait l'objet de nombreux travaux de pré-localisation par les différents SAGE présents dans les territoires (10 SAGE). De nombreux travaux de leur part sur les pré-localisations de zones humides ont pu être obtenus.

A une l'échelle plus large, l'agence de l'eau Loire Bretagne avait également commandé une étude sur les pré-localisations des milieux humides sur son bassin hydrographique, et au niveau national l'INRA de Rennes avait établi une couche, mais en s'appuyant sur la base de données CARTHAGE, dont le réseau hydrographique est incomplet.

Un essai de travail fin sur un MNT du Cantal et de la Haute Loire au pas de 10 m a été entamé. Le but était d'essayer d'approcher les différents degrés d'humidité du sol uniquement via des informations SIG. Le postulat de départ était que plus une zone est proche d'un cours d'eau ou d'un écoulement, plus elle est susceptible d'être humide. En y ajoutant une information sur la pente, la distance à un écoulement et la position topographique, il était envisagé d'obtenir des zones de probabilité plus ou moins forte de présence de milieu humide avec une précision inférieure à 20 mètres. Malheureusement, les premiers résultats de traitement n'ont pas été suffisamment concluants pour poursuivre ce travail de MNT.

Ce travail a permis tout de même de conclure que le traitement MNT permet d'approcher les zones potentiellement humides suffisamment bien pour baser un inventaire dessus, mais pas suffisamment pour différencier des degrés d'humidité (principe des enveloppes de forte probabilité de présence de zone humide

des SAGEs). Ces MNT ont été conservés et utilisés par la suite pour compléter les informations que les SAGE ont fournis, notamment sur les zones où l'information n'a pas pu être récupérée.

Des couches d'habitats et de relevés d'inventaire ont été utilisées (inventaire interne à l'Office National des Forêts, ou habitats humides Natura 2000, des relevés ponctuels d'observation).

Les données utilisées sont résumées dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Synthèse des différentes informations utilisées lors de la pré-cartographie

Catégorie	Origine de l'information	Type de couches SIG	Producteur de la donnée
ر	Couche des UGS plantées, RecPrev	Surfacique	Office National des Forêts
Plantation	Habitats Natura 2000	Surfacique	DREAL
lant	BD forêt V2	Surfacique	IGN/IFN
<u>a</u>	Contrats Fond Forestier National en cours	Surfacique	Office National des Forêts
Humide	Enveloppes de forte probabilité de présence de zones humides	Surfacique	SAGE, contrats de rivières, Agence de l'eau
	Habitats Natura 2000	Surfacique	DREAL
Milieu	Traitement personnel du MNT	Surfacique	Office National des Forêts
Ξ	Inventaires de zones humides	Surfacique et ponctuel	Office National des Forêts, CEN

III.1.1.2 Échantillonnage

Si à terme l'Office National des Forêts peut espérer inventorier la totalité de ces surfaces, pour notre étude, nous avons dû en sélectionner une partie.

Les objectifs de cet échantillonnage sont de brosser le maximum de diversité de ces milieux humides plantés du territoire, pour avoir un aperçu de la diversité écologique et géographique. Pour cela, nous avons utilisé les sylvo-éco-régions (SER) de l'IFN. De par leur définition, ces ensembles géographiques regroupent des régions qui sont similaires climatiquement, géologiquement et sur la station. Les plantations potentiellement sur milieu humide inventoriées ont été réparties de façon à conserver une répartition respectant leur distribution au sein des SER établit lors de la pré-cartographie (voir tableau 3).

De plus, l'étude étant destinée à améliorer la gestion ou à proposer des sites pour d'éventuelles mesures compensatoires, l'échantillonnage doit être réparti le plus équitablement dans les trois départements et les unités territoriales.

L'avantage d'un tel échantillonnage est de pouvoir s'appuyer sur l'expertise de terrain des agents territoriaux de l'Office qui connaissent très bien leur territoire.

Toutefois, les plantations potentiellement sur milieu humide sélectionnées restent dépendantes de la répartition inégale des forêts publiques.

Parmi les parcelles candidates, une sélection (visible sur la figure 7) a été effectuée pour savoir lesquelles allaient être inventoriées ou non au cours de la durée du stage pour répondre aux différents objectifs énoncés plus haut. En sachant que parmi les parcelles présélectionnées, une partie ne serait pas humide ou alors qu'en partie, la surface devait être assez élevée pour maximiser les chances d'avoir suffisamment de plantation en milieu humide pour analyser les relevés. Suite à des entretiens avec des TFT, ce sont 446 ha de parcelles forestières qui ont été inventoriées :

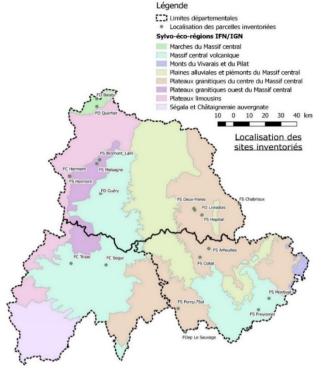


Figure 7 : Localisation des sites inventoriés pendant l'étude.

SER (IFN/IGN)	Cantal (15)	Haute Loire (43)	Puy de Dôme (63)	Total (Ha (%))
Marches du MC	-	-	59	59 (13 %)
MC volcanique	57	49	33	139 (31 %)
Plateaux granitiques du centre du MC	-	97	74	171 (38 %)
Plateaux granitiques ouest du MC	-	-	47	47 (11 %)
Plateaux limousins	-	-	30	30 (7 %)
Total	57 (13 %)	146 (33%)	243 (54 %)	446 (100 %)

Tableau 3 : Répartition des plantations potentiellement sur milieu humide échantillonnées en fonction des départements et des SER

III.1.2 Méthodologie des relevés de terrain

La démarche retenue a été de relever sur le terrain les informations jugées a priori déterminantes :

- Pour différencier des milieux humides dont la gestion serait différente
- Ou utiles directement pour la gestion des plantations
- Ou utiles pour la restauration éventuelle de la zone humide.

Les paramètres intéressants mais ne correspondant pas à une problématique de gestion ont été écartés.

Par exemple, les *paramètres floristiques* ont été très *réduits*, pour les raisons suivantes :

- Sous les plantations, il existe très peu de flore, celle-ci ne marque pas assez la variabilité globale des stations
- Les zones où la flore est bien présente sont ponctuelles ou linéaires : il s'agit essentiellement des zones très humides, où la plantation a échoué, et où la lumière passe facilement. À l'échelle de 3 départements, la variabilité est très grande; les choix de gestion sont par contre a priori très réduits, puisque ces zones marginales, une fois reconnues, seront systématiquement préservées

Il faut donc reconnaitre systématiquement ces zones riches floristiquement, mais le travail phytosociologique à l'intérieur de ces zones peut être différé, comme un acte de gestion en soi (étude d'un milieu remarquable).

III.1.2.1 Déroulement des relevés au sein des unités parcourues

Effort d'échantillonnage

Les paramètres sont relevés plusieurs fois sur une même unité humide temporaire, à des points de relevés différents.

En théorie, pour des relevés dans une plantation forestière (peuplement régulier et plutôt homogène, avec un coefficient de variation des paramètres de 20 %), par des points d'échantillonnage aléatoires, il faudrait avoir 9 points de relevés au minimum pour avoir une erreur relative de 15 %. Cette information est à nuancer par rapport à la taille de la zone de plantation sur milieu humide inventoriée car certaine sont de l'ordre de l'hectare. Il ne faut pas non plus oublier l'hétérogénéité réelle des variables qui n'est pas de 20 % sur certaines plantations très hétérogènes. Néanmoins il est important de garder en tête cette estimation d'effort d'échantillonnage pour les données dendrométriques en plantation forestière.

Dans le domaine pédologique, il est admis ³ que pour la réalisation de cartes pédologiques au 1 : 10 000 ème l'effort de sondage à la tarière pédologique doit être de 1 sondage pour 2 à 3 ha. Dans le cadre de cet inventaire, dans lequel des cartes pédologiques ou équivalent seront produites à des échelle supérieure au 1 :10 000 ème il sera nécessaire de réaliser des sondages pédologiques très régulièrement pour prétendre avoir une précision nécessaire à la réalisation des objectifs. D'une part la délimitation, les sondages seront espacés de quelques dizaines de mètres, pour décrire au mieux les variations de contours des différentes pédologies. Des sondages plus précis, de relevés seront effectués en association avec les relevés forestiers et généraux pour caractériser la pédologie de l'unité relevée. Le protocole complet de terrain est détaillé en annexe 2.

Différenciation selon les unités parcourues

Les paramètres choisis sont décrits dans leur totalité sur les unités d'une surface supérieure à 0,5 ha correspondant effectivement à des plantations sur milieu humide (surface minimale pour appliquer une gestion sylvicole). Les unités distinguées en photo-interprétation puis sur le terrain qui ne sont pas plantées ou les plantations qui ne sont pas des milieux humides seront parcourues mais les paramètres n'y seront pas relevés par souci de temps disponible. Dans certaines unités humides relevées, un taux de vide forestier (pas de couvert arboré, souvent des chablis) a été estimé sur une ortho-photographie aérienne récente (2016), en tenant compte des observations de terrain. Ce taux de vide, a été intégré dans les calculs futurs dendrométriques de l'unité (notamment pour l'estimation du volume).

Les zones humides non plantées, qu'elles soient boisées ou ouvertes, de petite dimension (inférieure au seuil de description des UH) seront pointées par un relevé GPS simple. Ce sont des zones importantes de biodiversité intra forestière, et méritent d'être préservées par la gestion.

De plus, les éléments linéaires et ponctuels (passage busé, piste non connue, passage humide d'une piste, drains, cours d'eau, captage) feront l'objet de relevés particuliers qui seront détaillés au § II.1.2.6.

³ MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Groupement d'intérêt Scientifique Sol, page 28.

-

III.1.2.2 Outil de saisie

L'ensemble des relevés ont été effectués à l'aide d'un Terminal De Saisie (TDS), que les techniciens de l'Office national des forêts utilisent couramment pour leurs opérations d'inventaire. Le protocole devra être

adapté à cet outil que les agents maîtrisent. Tous les paramètres saisis qualitatifs ont pu faire l'objet de menus déroulants limitant les erreurs de saisie sur ces champs. Un GPS permet de relever les coordonnées GPS du point de sondage, qui est affecté pendant la saisie à un peuplement et un type de milieu humide. (L'affectation à une unité humide étant effectué au retour du terrain). L'annexe 3 contient le tableau des paramètres relevés.

Une saisie à main levée sur **plan papier** a également été effectuée pour noter des observations de manière plus rapide, tracer des limites également pour ensuite faciliter le traitement au bureau ensuite. Les plans papiers sont constitués de l'orthophotographie IRC de la parcelle avec les unités humides temporaire éventuellement repérées au préalable. Un exemple de plan utilisé se trouve dans l'annexe 4.

Schools of the second s

Figure 8 : Terminal de saisie utilisé pour les relevés

III.1.2.3 Paramètres généraux

Les relevés généraux contiennent les informations de la forêt, de la parcelle forestière et tout ce qui peut permettre l'identification a posteriori du relevé.

Ils permettent également de relever des informations générales :

- Topographiques (altitude, pente, exposition, position topographique)
- De gestion forestière (traces d'ancienne exploitation, présence de cloisonnement, portance du sol, première impression de gestion)
- Stationnelles (présence de flore, hygrophile ou non, habitat EUNIS, zone humide au sens pédologique de l'arrêté (oui/non))
- Une zone de saisie de commentaire libre, permettant de préciser la nature des aménagements relevés (CF §II.1.2.7)

III.1.2.4 Relevés pédologiques

Par la présence d'indice dans les colorations du sol, il est possible de détecter les caractères hydromorphes ou non d'un sol. Les traces d'hydromorphie (réduction et oxydation) sont les résultats de la fluctuation de la nappe dans le sol. Ces traces d'hydromorphie temporaire sont plutôt stables dans le temps (plusieurs années à plusieurs siècles si elles se fossilisent) (LEVY & al., 2001)), et sont des marques très fiables de la présence d'eau dans le sol de manière permanente ou non, et du fonctionnement du sol également.

Contrairement aux relevés floristiques, ils sont presque toujours mesurables (les limites d'utilisation sont détaillées aux § IV.1.2.). Les relevés pédologiques sont utilisables pour estimer :

- Le statut réglementaire (même si ce n'est pas l'objet de l'étude, il peut faire partie d'un élément de gestion)
- La ressource en eau effectivement stockée par la zone humide, avec le niveau de la nappe actuel et passé
- Les modifications historiques du sol
- La fragilité du sol par rapport à d'éventuelles exploitations.

Les relevés pédologiques ont été effectués en détail en notant les profondeurs d'apparition des éventuelles traces d'hydromorphie et des types de sols particuliers (horizon histique, horizon organo-minéral lié à la minéralisation de tourbe ou de la lente décomposition de la MO), la profondeur de sondage et la présence au moment du sondage d'un engorgement en eau visible ou pas et la profondeur d'apparition de l'eau libre.

III.1.2.5 Relevés sylvicoles

Le but des relevés sylvicoles est de décrire le peuplement et de pouvoir guider la gestion sylvicole possible.

Les variables dendrométriques habituelles ont été relevées (surface terrière ventilée par essence et catégorie de diamètre, hauteur moyenne et dominante, densité de perches, âge si possible). La typologie des peuplements d'Auvergne et du Limousin, établie par l'Office National des Forêts en Avril 2012 et utilisée couramment par les gestionnaires (visible en annexe 5) sera utilisée dans cette optique.

Un diamètre moyen (Dm) est estimé sur la placette pour permettre d'avoir une estimation d'un facteur d'élancement (H/D) du peuplement moyen. Une hauteur moyenne (Hm) est estimée et une hauteur dominante (H₀) est relevée au Vertex sur chaque placette avec également une information sur le taux de chablis et le taux de casse des arbres à proximité immédiate de la placette, ventilé par catégories de pourcentage de chablis (4 classes de 25%) et de casse (0 %-10 %, 10 %-50 %, 50 %-100 %). La hauteur dominante est mesurée sur un GB si possible, le cas échéant elle sera mesurée par l'intermédiaire de l'arbre avec le diamètre le plus gros de la placette.

III.1.2.6 Éléments linéaires et ponctuels

Pour anticiper les gestions futures et les possibilités en termes d'accès et de travaux en cas de restauration ou de production ligneuse, les éléments linéaires suivants ont été relevés :

- **Drains visibles** (fossés drainants principalement) et leur profondeur : estimation du degré de dégradation et éventuellement estimation des coûts de travaux de restauration plus rapide
- **Les cours d'eau, pièce d'eau, captage** : éventuelles contraintes pour la circulation des engins au sein de la parcelle et sur les modes d'exploitation.
- **Les passages busés existants** : Permet de savoir si des aménagements sur des pistes ou des routes sont nécessaires avant toute utilisation d'engin.
- Les pistes non relevées sous le SIG de l'agence.

Avec l'avancé des relevés, les points noirs lié à des écoulements d'eau sur des pistes ont été relevés également, ces situations pouvant donner lieu à des travaux de déviation de piste en cas de préservation ou de restauration. Ces éléments linéaires ponctuels font l'objet d'un relevé GPS et un commentaire sur la nature de l'aménagement, ou le problème rencontré. Ces éléments ne sont relevés qu'à l'avancement, et ne font pas l'objet d'une recherche particulière

III.1.2.7 Adaptation de la méthodologie

Rapidement testées sur le terrain, les premières mesures ont révélé la faisabilité matérielle des relevés tels que décrits précédemment dans des délais raisonnables. Les premiers retours du terrain ont permis des ajustements d'ergonomie des champs de saisie au sein du TDS. Notamment, il a été ajouté un champs coderelevé, qui permet de définir si le relevé GPS effectué définit :

- Une limite (code « L ») de peuplement ou de sol nette et visible sur le terrain (différence d'humidité, différence topographique nette faisant limite, différence de peuplement).
- Un aménagement (« A »), fossé drainant, passage busé, point humide sur desserte, captage...
- Un relevé pédologique, dendrométrique et général (« R »).

Ces codes permettent de faciliter le traitement sous le SIG des relevés au bureau (correction des drains, limites des différentes plantations sur milieu humide, positionnement des aménagements, ...)

Dans un souci de praticabilité des mesures et du temps de mesure, les relevés sont faits à l'échelle de la parcelle forestière si le milieu humide concerne plus d'une parcelle forestière. À l'échelle du milieu humide si celui-ci est peu étendu et entièrement contenu dans la parcelle forestière.

III.2 Éléments méthodologiques complémentaires

Ces éléments sont apparus en cours d'étude et ont été incorporés directement dans la méthodologie pendant l'étude. Le bilan critique de la méthodologie et de ses limites sont présentés en § IV.1

III.2.1 Informations préalables au terrain

III.2.1.1 Les Techniciens Forestiers Territoriaux : un maillage très précieux de terrain.

Des techniciens forestiers territoriaux de l'Office National des Forêts sont répartis sur l'ensemble du territoire, et suivent quotidiennement les opérations de gestion des forêts relevant du régime forestier. Ce maillage de personnels de terrain est très précieux. Leur connaissance des forêts dont ils s'occupent est très utile pour compléter et surtout préciser les données de pré-cartographie sous le SIG. J'en ai fait l'expérience pendant mon travail. Je recommande donc de contacter chaque TFT avant d'aller sur leur triage pour avoir leurs avis sur les parcelles forestières potentiellement intéressantes pour l'inventaire.

III.2.1.2 Les aménagements : des documents à ne pas négliger

Chaque forêt relevant du régime forestier est soumise à un aménagement, un document qui planifie pour une durée de 15 ans la gestion qui sera appliquée sur les parcelles forestières. Pour réaliser une gestion fine et pertinente, les aménagistes, aidés des personnels des UT parcourent la forêt pour réaliser un diagnostic de celle-ci, et permettre la division de la forêt en unités de gestion sylvicoles. Ces unités de gestion sont dépendantes du peuplement qui est présent, mais également de la station. La notion de **station**⁴ permet donc d'appréhender les variations spatiales des caractéristiques du sol.

Les stations ont été cartographiées systématiquement dans les aménagements des grandes forêts de 1985 à 1995, mais depuis, pour des raisons de temps, cette description a souvent été simplifiée. En général les zones vraiment très humides sont notées dans l'aménagement, mais j'ai pu observer que l'aménagement passe à côté des sols à engorgement temporaire.

Les aménagements sont donc d'excellents outils pour appréhender une forêt, son contexte géologique, climatique, son historique également (à ne surtout pas négliger), mais la précision des descriptions n'est pas suffisante pour identifier toutes les zones humides, ni même pour cerner des secteurs d'inventaires.

Tous les aménagements récents sont complétés par un dossier de fichiers SIG regroupant les couches produites par l'aménagiste. Il est donc possible de croiser ces informations à l'aide d'un SIG et donc de cibler précisément des zones intéressantes pour l'étude (humidité et plantation). Mais la centralisation de toutes les informations saisies par les aménagistes, notamment dans la table des unités de gestion, n'est pas systématiquement effectuée.

III.2.1.3 L'étude des ortho-photos historiques et actuelles

De nombreuses ortho-photos sont disponibles sur le portail de l'IGN (Géoportail ©), c'est une source très précieuse d'informations présentes et passées sur les forêts et leurs gestions.

Les ortho-photos IRC actuelles : prévisualisation des peuplements

Les clichés actuels en couleurs ou infrarouge couleur permettent de visualiser l'aspect du couvert végétal d'une zone repérée au préalable. Le fait qu'une parcelle forestière soit une plantation peut être facilement vérifié sur les ortho-photos : d'aspect rectiligne, les rangs de plantations sont souvent encore visibles.

Mais la première utilisation de ces outils est l'étude des différences de peuplement au sein d'une parcelle forestière. Les plantations sur milieu humide sont rarement très homogènes, et des différences de

⁴ Une station forestière désigne une étendue de terrain homogène sur les plans du climat, du relief, du sol et de la végétation spontanée (DELPECHE, DUME, 1985)

réussite des plantations sont facilement visibles sur les clichés. De plus, elles permettent de distinguer des zones de stades et d'essences différentes (données à corroborer avec celles de l'aménagement).

Les ortho-photos historiques : visualisation des drains et zones humides

Les ortho-photos historiques sont très importantes pour la compréhension du système de **drainage** (figure 9). La digitalisation du réseau implanté visible sur photo historique permet de gagner beaucoup de temps sur le relevé de terrain de ce réseau.

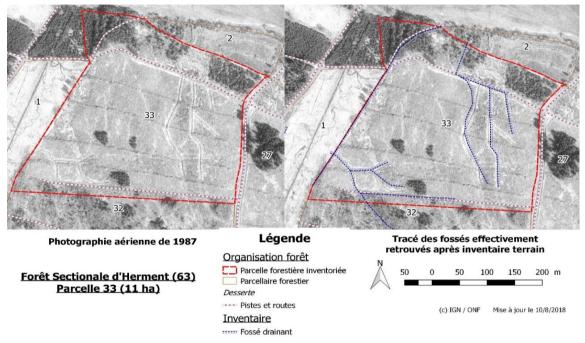


Figure 9 : Pré-cartographie des fossés drainant par l'étude des ortho-photographies historiques

De plus, de manière systématique, le réseau de drainage apparait corrélé avec les zones humides que révèlent les sondages pédologiques. Dans un premier temps, nous n'avions effectué ce travail d'analyse historique qu'après le terrain. Mais une étude des ortho-photos historiques est très rapidement devenue systématique avant d'aller sur le terrain. Gain de temps d'inventaire et ciblage des zones les plus humides probables au sein de la parcelle sont les deux principaux avantages à faire ces relevés sous SIG *avant* le terrain.

L'étude au retour du terrain reste également très enrichissante après avoir arpenté la zone. Avoir vu l'aspect actuel de la parcelle, permet d'appréhender plus facilement ce qu'elle était avant. Les aspects historiques sont des éléments très importants dans le cadre de restauration (détermination de l'état référence etc.).

III.2.1.4 La géologie : facteur influençant l'importance des milieux humides.

La nature de la roche-mère influence le comportement de l'eau dans le sous-sol à grande échelle. Si la roche-mère est de nature peu fracturée et ne permet pas l'infiltration de l'eau, l'importance (taille, vitesse de circulation de l'eau) des milieux humides sera différente comparée à une localisation sur une roche-mère fracturée, très poreuse. Sur le territoire d'étude, les milieux humides sont plus nombreux et grands sur des géologies de type plutonique (granite, granitoïde, ...) et métamorphique (schiste, micaschiste, migmatite) que sur des terrains volcaniques (basalte, phonolite, trachytes). La présence de failles dans le sol influence également la circulation en profondeur de l'eau.

Ces aspects renseigneront les probabilités d'être en présence de milieux humides plutôt de grande taille ou plutôt d'écoulements ponctuels et succincts, limités à des aspects de microtopographie.

Cependant, des placages de limons ou d'argiles sur des roches-mères plutôt *drainantes a priori*, peuvent permettre la formation de grands milieux *humides a posteriori* du fait de l'imperméabilisation par la texture du sous-sol.

III.2.2 Outils et connaissances de terrain

III.2.2.1 Utilisation et tracé en continu sur carte papier

Pour toutes les phases de relevés, l'opérateur s'est rendu en forêt avec une version papier des parcelles prévues à l'inventaire du jour. Les fonds utiles pour la confection de ces cartes papier a subi des évolutions pendant les phases de terrain pour finalement aboutir aux associations avec deux cartes papiers.

Le système retenu pour son efficacité est le suivant (tableau 4) :

Tableau 4 : Composition des plans papiers pour la phase de terrain

Type de données	Carte 1	Carte 2	Commentaires
Raster	Fond Ortho-photo IRC récente	Scan 25 de l'IGN	Échelle fonction de la taille de la parcelle forestière
Shape (polygone)	Unités humides ten	nporaires, parcellaire forestier	Étiquette des numéros de parcelle
Shape (ligne)	Co	urs d'eau IGN	
Shape (ligne)	Drains	et fossé drainant	A priori repérés sous le SIG (§II.2.1.3)
Shape (ligne ou		Enveloppes de forte	Ou des couches d'inventaire de zone
polygone)		probabilité de présence de	humide existante qui seront alors
		zone humide	préférées (Natura 2000,)

La carte avec le fond IRC permet sur le terrain d'appréhender les unités humides temporaires, avec la réalité du terrain. Toutes les modifications nécessaires des limites des unités humides ont été reportées dessus tout comme les aménagements vus pendant l'inventaire, la position des fossés etc.

La carte avec le fond topographique du Scan 25 de l'IGN permet lui de se repérer par rapport au relief de la parcelle et aux inventaires et probabilités de présence d'un milieu humide.

Ces cartes papiers ont pour but de faciliter le retour au bureau. Le TDS ne saisit que des points GPS qui sont difficiles à rectifier en cas de changement d'avis ou d'erreur. Il est beaucoup plus simple et rapide de tracer un trait et de le rectifier sur une feuille de papier. Au moindre problème de GPS (absence de connexion aux satellites, manque de batterie, ...), les cartes papiers peuvent prendre le relais pour positionner les relevés. Enfin, les cartes papiers permettent d'écrire rapidement, comme sur un calepin, des impressions liées aux possibilités de gestion, d'exécution de travaux éventuels, d'accès ou tout autre particularité de la zone inventoriée.

III.2.2.2 Difficultés ponctuelles sur le terrain résolu

Plusieurs difficultés sont apparues au fur et à mesure des relevés, dont voici une synthèse et les solutions retenues pour y pallier.

Couleur du sol issu de la roche mère

Tout d'abord, la géologie de la roche mère influence la couleur du sol. Il peut arriver que les couleurs de la rochemère soient proches des couleurs des traces d'hydromorphie (notamment le gris bleu des horizons réduits). Par exemple, la partie sud de la forêt domaniale de Balaty (63) se situe sur des micaschistes, dont la couleur, bleu-gris, se confond avec des traits réductiques. Par contre, ces parties bleues-gris sont sèches et facilement mis en poudre.

<u>Solution</u>: avant chaque début d'inventaire de parcelle, la carte géologique sera étudiée : les micaschistes, certaines roches volcaniques et les marnes bleues peuvent ainsi prêter à confusion. Des sondages sur des zones certainement sèches pourront être effectuées pour bien cerner la couleur non modifiée des sols près de la roche-mère.



Figure 10 : Schistes verts dans un sondage pédologique révélant des tâches d'oxydation en FD de Balaty (63)

Problème lié à la profondeur de sondage

Pour des sols à forte pierrosité, des sondages à la tarière pédologique peuvent ne pas être suffisamment profonds pour être exploitables (sondage < 40 cm).

<u>Solution</u>: Répéter les sondages sur la zone, pour essayer de trouver un endroit avec moins de pierres permettant de sonder plus profondément le sol. La présence d'autres éléments proches peut être des indices (la proximité à un cours d'eau ou la végétation)

Plantations sur ados

En annexe 6 sont détaillés les caractéristiques de la technique de la plantation sur ados. De nombreuses plantations sur milieu humide ont été effectuées avec cette technique, notamment dans le Livradois et le Forez. Elle engendre plusieurs difficultés lors des sondages pédologiques. Ceux faits à moins d'un mètre de distance sur l'ados ou dans le creux de l'ados, montrent des profondeurs prospectables très différentes ; les profondeurs d'apparition des horizons sont modifiées et peuvent influencer très fortement le diagnostic.

<u>Solution</u>: Les sondages sont effectués entre la butte et le creux de l'ados pour avoir une position intermédiaire dans cette microtopographie.

III.2.2.3 Relevés des milieux humides linéaires associés à un écoulement

Les roche-mères volcaniques, du fait de leur caractère perméable, ne favorisent pas l'extension en surface des zones humides (cf. § II.4.2.1). Il faut s'attendre à avoir des relevés linéaires et ponctuels. Ces situations peuvent également se rencontrer sur d'autres substrats mais dans une moindre mesure (zone de pente, sol filtrant)

Si c'est le cas, ces zones linéaires ou ponctuelles doivent bien être repérées. Lors du relevé un commentaire est ajouté pour décrire succinctement la nature de l'écoulement.

III.2.3 Retour de terrain

III.2.3.1 Création des bases de données Unités Humides et relevés GPS

Une fois de retour du terrain, les données sont exportées au format de fichier .csv du TDS: deux fichiers liés par le numéro de relevés, l'un avec les coordonnées des points GPS, l'autre avec les informations saisies lors du relevé. Deux bases de données sont construites, l'une contenant les points GPS relevés sur le terrain, avec les données dendrométriques élémentaires et calculées, le type de milieu (rédoxisol, réductisol, histosol, milieu ouvert, non boisé, vide, sec). Cette base de données sert surtout à l'opérateur et ne devrait pas faire l'objet d'autre exploitation que l'alimentation de la seconde base de données.

Celle-ci contient toutes les informations concernant les unités humides⁵ relevées sur le terrain.

III.2.3.2 Création des bases de données des aménagements et éléments linéaires

En plus des différentes unités humides relevées sur le terrain, chaque aménagement ponctuel fait l'objet d'une base de données qui sera mise à jour à chaque nouvel inventaire de parcelle forestière.

Nom de la couche shape	Drains	Cours_d_eau	Amenagements	Pistes	Points-noirs
Type de donnée	Linéaire	Linéaire	Ponctuelle	Linéaire	Ponctuelle
Éléments concernés	Drains, fossés drainants	Cours d'eau non connu par l'IGN	Passage busé, captage	Piste non connue sur la BD de l'ONF, Piste à dévier	Point problématique lié à un écoulement ou un milieu humide (piste)

⁵ Zone élémentaire de gestion pour cette étude, inclue dans les parcelles forestières., représentant un ensemble homogène caractérisé par le peuplement forestier et le type de sol.

III.2.3.3 Mise en forme d'une "fiche" par parcelle

Pour synthétiser toutes les informations sur les différentes unités humides d'une même parcelle forestière, un modèle de fiche a été construit. Ces fiches seront également un outil pour la prise de décision et la préparation éventuelle des travaux de préservation ou de restauration.

Elle réunit l'ensemble des informations nécessaire à la compréhension de l'organisation du milieu humide par l'intermédiaire de tableaux et de cartes. Ces fiches sont organisées par parcelle forestière, unité de gestion pérenne, matérialisée sur le terrain, utilisée par l'Office National des Forêts.

Cette fiche avec l'exemple de la forêt domaniale du Livradois, parcelle 1 est disponible en annexe 7.

III.3 Résultats de la campagne de test du protocole d'inventaire

III.3.1 Résultats bruts

Sur la totalité de la campagne de terrain, **1179 points GPS** ont été relevés que ce soit des relevés d'aménagements, de limites ou de relevés pédologiques et forestiers. Parmi les 1179 points GPS, 293 ont été des points des relevés pédologiques et forestiers, 282 des relevés d'aménagements. Les points restants sont des points signalant une limite de peuplement ou de sol.

Avec l'ensemble de ces points, 181 unités de peuplement et de sol ont pu être inventoriées, sur trois départements, à un seul opérateur.

III.3.2 Précision de l'échantillonnage

Avec 267 sondages sur **123 ha de plantation sur milieu humide** inventoriés, l'effort d'échantillonnage forestier et pédologique est d'un peu plus d'un point d'inventaire pour 0.5 ha. Il y a 71 unités humides de plantations sur milieu humide qui ont fait l'objet de relevés, soit un nombre moyen de relevé par unité humide de 3.8 relevés/UH. Cet effort d'échantillonnage sera à nuancer en fonction de la taille et du capital sur pied des unités humides inventoriées.

III.3.3 Estimation des temps d'inventaire

Pendant 25 journées de terrain, 37 parcelles forestières de 19 forêts différentes relevant du régime forestier (domaniales, départementales, communales et sectionales) ont été inventoriées pour une surface de 446 ha (milieux secs et humides confondus) par **un seul opérateur**. Parmi les 446 ha inventoriés, environ 63 % étaient effectivement secs, les 37 % restant étant des milieux humides (peuplements spontanés et plantations confondus)

Le rythme de travail est donc d'environ **18 ha parcourus par jour**, pour **6 ha de plantations sur milieu humide inventoriées** pour un opérateur.

Il est intéressant de comparer ce rythme de travail avec celui d'un inventaire pour un aménagement. Les paramètres décrits sont du même ordre que ceux décrits pour un aménagement (station, peuplement, propositions de choix). Ce rythme est le même pour la surface parcourue (une parcelle par jour). Par contre, l'attention aurait été reportée sur les milieux secs.

Compte tenu des délais de déplacement, dans le cas de cet inventaire, il aurait peut-être été possible de prendre dans la même journée les paramètres sylvicoles nécessaires pour les milieux secs de la même parcelle forestière. En jumelant ces inventaires avec ceux des aménagements, nous n'aurions sans doute pas de surcroit de temps significatif.

III.3.4 Révision de l'estimation des surfaces potentielles de plantations sur milieu humide

Suite à la première estimation faite par la pré-cartographie au début de cette étude, nous pouvons revoir le chiffre de 14 000 ha de plantations sur milieu humide à la baisse. En supposant que les parcelles échantillonnées sont, dans l'ensemble, représentatives des proportions de milieu humide/milieu sec, environ **5000 ha sont** concernés par des plantations sur un milieu humide.

III.4 Analyse des données récoltées

III.4.1 Répartition des plantations sur milieu humide sur le territoire

Bien que présentes sur toute l'agence, les plantations sur milieu humide ne sont pas réparties de manière homogène. En effet, l'importance en surface des milieux humides semble être influencée par la géologie locale. Le tableau 5 reprend les surfaces échantillonnées, les surfaces réellement sur milieu humide en fonction de la géologie.

Il permet de mettre en évidence que la géologie a une influence sur l'étendue des milieux humides. Nous pouvons constater qu'avec des roche-mères d'origine volcanique, les surfaces des milieux humides

Origine roche mère	Surface théorique (ha)	Surface humide réelle (ha)	Rapport surface Réelle/Théorique (%)	réels sont très inférieures aux surfaces
Métamorphique	144,20	77,06	0,53	théoriques.
Plutonique	163,31	46,97	0,29	Seules 10 % des
Sédimentaire	19,18	7,66	0,40	surfaces
Volcanique	119,89	15,46	0,13	théoriques sont
T 11	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		6 1 1 / 1 .	- + ما ما المكبر

Tableau 5 : Rapport entre surface théorique et surface réellement humide en fonction de la géologie

réellement

humides sur le terrain.

La forme des milieux humides est influencée par la géologie. En effet, sur le terrain, les plantations sur milieu humide en contexte géologique perméable sont très limitées en surface : elles sont très ponctuelles et de forme en générale linéaire associées à un écoulement d'eau (cours d'eau, sources diffuses ponctuelles, suintements).

III.4.2 Caractérisation générale des plantations sur milieu humide

Les plantations sur milieu humide ont été caractérisées par unité humide. Une unité humide est définie par un peuplement forestier et un type de sol hydromorphe le plus homogène possible sur une surface au moins supérieure à 0.5 ha. Les tourbières, les milieux humides non plantés mais boisés ou ouverts et les zones sèches ne sont pas appelés unité humide.

III.4.2.1 Les plantations sur milieu humide linéaire

Ce type de plantation a surtout été retrouvé sur des terrains volcaniques (Massif du Sancy, Massif du Cantal). Elles sont de forme linéaire ou ponctuelle très limitée dans l'espace.

Il représente 7 % des effectifs d'unités humides inventoriées.

Ces zones particulières ne sont pas intégrées dans les analyses qui suivent car aucune donnée forestière n'a pu être relevée de manière fiable du fait de l'étroitesse de ces zones.

Forestièrement, les observations de terrain révèlent des zones où les plantations ont rarement réussi : les tiges allochtones sont éparses et associées très généralement à du feuillus adapté à la station (bouleau, saule, aulne).

Généralement non drainées ce sont des zones qui peuvent être considérées comme moins anthropisées que



Figure 11 : Sondage pédologique dans une plantation sur un milieu humide associé à un écoulement

d'autres rencontrées. La flore est présente au sol et est indicatrice d'un milieu humide dans la grande majorité des cas (80 % des cas rencontrés).

III.4.2.2 Caractéristiques générales des plantations sur milieu humide surfacique

a. Les rédoxisols ont majoritairement été plantés

L'interprétation des caractères pédologiques a permis de retrouver les trois grands types de sols humides présentés au § I.4.1.3. Parmi les plantations sur milieu humide inventoriées, 70 % des surfaces inventoriées sont des rédoxisols, 16.5 % des réductisols et 13 % des histosols.

Toutes les expositions et positions topographiques ont été rencontrées lors des inventaires. Les milieux humides ne sont pas seulement localisés dans les fonds de vallon : dès qu'il existe une alimentation en eau permanente, ils peuvent être présents.

b. L'épicéa : essence principale de (re)boisement

La très grande majorité des plantations en milieu humide rencontrée est composée d'épicéas (77 % de la surface totale des unités humides). Le douglas (18 %) a été rencontré dans une moindre mesure notamment sur l'étage collinéen. D'autres essences ont été rencontrées anecdotiquement comme le sapin pectiné, l'épicéa de Sitka, ou encore le pin sylvestre. Il existe des disparités de distribution des essences de boisement en fonction de la zone géographique : le pin sylvestre a été plus utilisé en Margeride par exemple que l'épicéa.

D'après la typologie des peuplements du Massif central, la très grande majorité des peuplements sont au stade « croissance active » (majorité de petits bois et bois moyens) et confirme la jeunesse majoritaire des plantations sur les milieux humides forestiers du territoire.

c. Le drainage : aménagement omniprésent sur le territoire

62 % des surfaces d'unité humide (hors contexte linéaire vu plus haut) sont drainées. Les fossés drainants sont les moyens les plus utilisés sur le territoire, mais les plantations sur ados (considérées comme participant au drainage) sont également présentes : 30 % des surfaces ont été plantées sur ados. Cette technique est presque uniquement rencontrée dans le Livradois et le Forez. De plus, dès qu'une plantation été faite sur ados, celle-ci est sur milieu humide.

III.4.2.3 Les plantations sur les milieux humides surfaciques : l'approche botanique insuffisante

L'approche botanique est l'approche très souvent utilisée pour caractériser les milieux humides. Dans le cas de ce protocole, la présence de flore et son caractère hygrophile ont été relevés par deux questions binaires « oui/non », avec **une estimation à l'œil** de l'importance sur la placette et autour de celle-ci (dans un rayon de quelques dizaines de mètres). Sur les différents milieux humides tous ont été caractérisés par la pédologie (rédoxisol, réductisol ou histosol)

a. Les plantations sur milieu humide sans flore

Ce type de plantation représente 32 % de la surface des plantations sur milieu humide. Autrement dit, quand bien même le sol est caractéristique d'un milieu humide, aucune flore n'est présente au sol : l'apport de lumière au sol est insuffisant pour son développement. Tous les types de sols sont concernés par cette situation sans flore sans distinction. Les peuplements forestiers sont très souvent fermés, avec un capital sur pied moyen de 31 m²/ha.

Il y a donc 68 % des plantations sur milieu humide avec une flore présente au sol.

b. Les plantations sur milieu humide avec flore non caractéristique

Ce type de plantation représente 86 % de la surface plantée sur milieu humide avec flore. Dans ces cas de figure, une flore est présente, mais elle n'est pas caractéristique des milieux humides. Tous les types de sols sont concernés par cette situation. Les peuplements d'épicéa sus-jacents ont une surface terrière moyenne de 28 m²/ha.

c. Les plantations sur milieu humide avec flore hygrophile caractéristique

Sur l'ensemble des unités humides relevées, seule 14 % de la surface inventoriée présentait une flore caractéristique de milieu humide.

Plus généralement, les peuplements où une flore caractéristique est présente, sont plutôt clairs voir ouverts ($G_{moy} = 18.5 \text{ m}^2/\text{ha}$). Cette faible densité d'arbres est soit héritée d'un échec de plantation au départ, soit d'un épisode climatique important provoquant des chablis.

Les types de sols rencontrés dans ces cas de figure sont des réductisols (88 % de la surface concernée), le restes sont des histosols : notons l'absence de flore caractéristique sur les rédoxisols.

Finalement, si une flore est présente au sol, elle n'est caractéristique d'un engorgement en eau que

sur 14 % de la surface inventoriée.

Présence de la flore caractéristique en fonction des types de sols

80,00%

80,00%

40,00%

Histosol

Rédoxisol

Type de sol

Figure 12 : Présence de la flore caractéristique en fonction du type de sol

Donc, dans la majorité des cas la flore ne peut pas être utilisée pour caractériser les plantations sur milieu humide et la pédologie restera le meilleur moyen de caractériser l'hydromorphie du sol.

La flore hygrophile semble pouvoir néanmoins permettre de caractériser le type de sol après un premier sondage à la tarière dans les cas de peuplements clairs sur réductisols comme l'illustre la figure 12.

III.4.3 Résultats des relevés dendrométriques

Distribution des surfaces terrières (m²/ha)

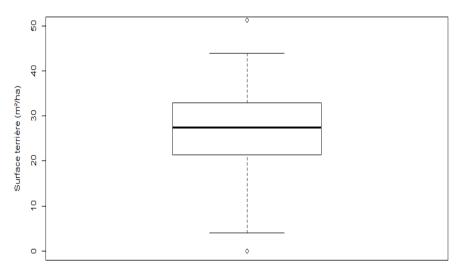


Figure 13 : Distribution des surfaces terrières des plantations sur milieu humide

D'après Lemmet, 2016, les plantations sur milieu humide dans le Livradois sont parfois fortement boisées, mais avec des productivités et un capital sur pied très variables. Ces résultats, sont retrouvés à l'échelle de l'agence entière comme le montre la figure 13 toutes essences confondues.

L'âge des plantations, l'histoire et le volume sur pied sont très variables, avec des zones de perchis sur tourbière (tourbière boisée), sans arbre pré comptable, et des plantations d'épicéas n'ayant jamais subi d'éclaircie.

Le volume a été calculé à l'aide de la formule suivante : V=f×G×H. Les

coefficients de forme sont issus de données IFN de 1994 en Haute Loire (MASSENET, 2010). Globalement, ces plantations ont plutôt été des réussites techniques.

De plus, les relevés des facteurs d'élancement confirment un constat fait par les agents de terrain sur les plantations sur milieu humide : la mauvaise stabilité générale des peuplements. En effet, le facteur d'élancement moyen est assez élevé (environ 80), avec des valeurs parfois de plus de 100.

III.4.4 Variabilité des fertilités en fonction des milieux humides

Les milieux humides rencontrés sont variés. Est-ce que les potentialités forestières sont similaires d'un sol à un autre ? Les potentialités de production seront approchées par les mesures des hauteurs dominantes des peuplements. L'épicéa commun est l'essence majoritairement rencontrée lors des inventaires, nous allons donc ne travailler que sur cette essence dans cette partie. L'hypothèse établie à ce stade suppose que la fertilité diminuerait avec l'augmentation de l'humidité du sol. L'humidité du sol est approchée par le type de sol.

Toutes les plantations n'ont pas le même âge, il n'est donc pas possible de comparer brutalement leurs hauteurs dominantes pour approcher la fertilité du milieu. Pour estimer les différences de fertilité entre les différentes unités humides inventoriées, il a été établi pour chaque unité humide sa classe de fertilité par lecture de tables de production (l'âge et la hauteur dominante étant connus précisément). Les tables de production établies par Decourt en 1971, pour l'épicéas dans l'ouest du Massif central (3 classes de fertilité), et le guide de sylviculture de l'arc juracien (ABT,2004), conseillé par un aménagiste de l'Office National des Forêts, avec 2 classes de fertilité, ont servi à vérifier cette hypothèse.

L'interprétation sera faite qualitativement par lecture du nombre d'unités humides de bonne, moyenne et mauvaise fertilité en fonction des types de sols. Le tableau 6 présente les résultats :

Classe de		Decourt, 1971	Guide sylvicole, Arc Juracien		
fertilité Type de sol	1 (Bonne)	2 (Moyenne)	3 (Mauvaise)	Bonne	Moyenne
Histosol	5	1	1	3	4
Réductisol	6	2	6	2	12
Rédoxisol	23	4	9	19	17

Tableau 6 : Comparaison qualitative des fertilités entre les différents sols pour les plantations d'épicéas sur milieu humide

Quel que soit le modèle utilisé, les fertilités entre les différents sols semblent peu dissociables les uns des autres qualitativement. L'hypothèse initiale n'est donc pas vérifiée. Toutefois, les réductisols semblent être sujets à des potentialités inférieures par rapport aux deux autres types de sols. Il semble que les fertilités ne soit pas uniquement dû au type de sol : d'autres paramètres interviennent et influencent la fertilité du milieu. Il faut souligner l'importance du drainage sur ces plantations qui peut nettement influencer les fertilités.

III.4.5 Analyse de l'échantillonnage

Pour exploiter de manière statistique des variables, il est admis qu'il faut au moins 4 relevés sur l'unité pour que cela ait un sens statistique.

a. Cas des unités humides avec moins de 4 points de relevés.

40 % des unités humides inventoriées ont une surface de moins de 1 ha. Sur ce type d'unité humide, il n'a pas été possible de réaliser plus de 4 relevés dendrométriques. Des informations sur le peuplement sont donc disponibles, mais les calculs d'erreur relative ou de coefficient de variation n'ont pas de sens.

b. Cas des unités humides avec plus de 4 points de relevés

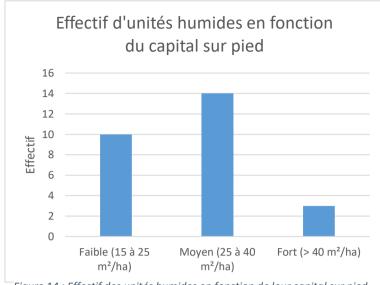


Figure 14 : Effectif des unités humides en fonction de leur capital sur pied.

Nous analysons uniquement les peuplements d'épicéas qui sont majoritaires dans la zone d'étude ; l'ensemble représente 27 unités humides pour une surface de 65 ha.

Sur ces différentes unités humides le capital sur pied est variable avec une prépondérance de capitaux sur pied moyens (entre 25 m²/ha et 40 m²/ha) comme le montre la figure 14.

Le **CV moyen** de la surface terrière sur les unités humides inventoriées est **de 37 %.** Avec 27 points de relevé, l'erreur relative moyenne sur la mesure de la surface terrière est de 18 %, ce qui reste acceptable.

III.4.6 Étude de l'évolution du CV en fonction de la surface terrière

Malgré le faible nombre d'unités humides statistiquement exploitables, regardons l'évolution du coefficient de variation de la surface terrière en fonction de la valeur de la surface terrière de l'unité humide.

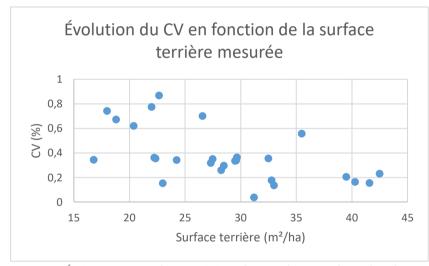


Figure 15 : Évolution du CV en fonction de la surface terrière mesurée sur l'unité humide

La figure 15 est un graphique montrant l'évolution du CV en fonction de la surface terrière mesurée (en m²/ha) sur l'unité humide. Tout d'abord par l'observation de ce graphique nous pouvons supposer que plus la surface terrière est élevée moins le CV est haut.

De plus, l'écart entre les CV pour une même surface terrière diminue lorsque la surface terrière augmente.

Ce résultat semble assez logique et confirme les observations de terrain : les peuplements les plus denses semblaient être les plus homogènes. Les peuplements les moins denses étaient en général très hétérogènes en

surface terrière dans l'espace (bouquets d'arbres avec des espaces ouverts).

Initialement, un échantillonnage de 8 relevés, pour avoir une erreur cible de 15 %, était envisagé dans le protocole (CV = 20% supposé). Ce CV se révèle être trop faible dans les peuplements clairs d'épicéas et plutôt adapté dans les peuplements plus denses (G > 35 m²/ha).

Dans la suite de l'inventaire, le nombre de mesures pourra donc être **adapté en fonction de la surface terrière** mesurée sur le terrain, dans des peuplements d'épicéas. Un objectif de 8 placettes de mesures dans les peuplements de surface terrière supérieure à 35 m²/ha semble acceptable pour avoir une erreur cible de 15 %. Tandis ce que dans des peuplements de plus faible capital, a priori plus hétérogènes, le nombre de mesures **devra être plus élevé** (13 relevés semblent acceptables). Cet effort d'échantillonnage restera toujours à adapter en fonction de la surface de l'unité humide inventoriée.

III.5 Hiérarchisation des paramètres

L'ensemble des relevés généraux, pédologiques et forestiers, représente 42 paramètres : 15 généraux, 11 pédologiques, 16 forestiers. Parmi tous ces paramètres certains sont très utiles, d'autre se sont révélés inutiles.

III.5.1 Paramètres capitaux

Tableau 7: Tableau des paramètres pertinents à relever

Paramètre	Drainage	Ancienne exploitation	Topographie	Paramètres pédologiques	Paramètres forestiers
Justification	Approche le degré de dégradation Intégration de la présence des ados de plantation	Témoin d'une ancienne exploitation, permettant de connaître l'accessibilité potentielle de l'unité	Informations de base pour l'exploitation: l'exposition au vent du peuplement, ou aux rayonnements	Capitaux, mais une synthèse de ceux-ci est décrite au § suivant.	Informations sur le capital, la structure et l'avenir du peuplement.

III.5.1.1 Précision sur les paramètres forestiers

La séparation des **surfaces terrières** des essences principale et secondaire est importante pour savoir s'il existe des possibilités de s'appuyer sur une essence secondaire pour éventuellement un renouvellement d'essence, ou de restauration d'un état boisé autochtone. **La densité de perches** permet d'avoir une information sur l'avenir de ce peuplement et de son renouvellement possible. Les informations sur les diamètres quadratiques moyens permettent d'approcher le **coefficient H/D** et d'avoir une information sur la stabilité potentielle du peuplement. Enfin **la hauteur moyenne (Hm)** permet d'avoir les informations sur la stabilité potentielle du peuplement au même titre que le Dm. **La hauteur dominante (Hg)** comme vu plus haut ne permet pas de différencier les différents sols, mais du point de vu sylvicole permet d'avoir une idée des fertilités au cas par cas.

III.5.2 Paramètres à reformuler

III.5.2.1 Paramètres généraux

La notation de la flore a été réduite à deux champs de présence/absence (toute flore présente, et flore hygrophile présente). Ce paramètre est important sur les zones à faible surface terrière et peut permettre de savoir si une étude floristique serait nécessaire dans le cas d'une restauration de milieu. Cette information peut continuer à être relevé mais de façon très succincte avec un seul champ indiquant si simplement une flore spontanée est présente ou pas.

Le caractère zone humide (oui/non) est problématique. Il s'agit en principe de la notation réglementaire de la zone humide. Celle-ci est possible, à partir des données pédologiques relevées, si la flore spontanée est absente. Parfois de la flore spontanée non hygrophile est présente, quoiqu'en faible quantité et le seul diagnostic pédologique est réglementairement contestable. Ce paramètre pourra ou non être renseigné en fonction du besoin de connaissance du caractère réglementaire de la zone humide.

III.5.2.2 Paramètres pédologiques

Les paramètres pédologiques, qui ne sont que des profondeurs d'apparition et de disparition pourront être synthétisés. La détermination sur le terrain du type de sol est facilement réalisable (critères de reconnaissance observables sur le terrain). L'opérateur renseignera ces observations sur le terrain en ne mentionnant que le type de sol qu'il inventorie (à savoir : rédoxisol, réductisol, histosol, ou milieu humide linéaire associé à un écoulement, à déterminer suivant la clé en annexe 8). Néanmoins, trois champs de vérification seront conservés pour éviter les erreurs de saisie ou de compréhension sur ce critère crucial : les profondeurs d'apparition des différents horizons histique, réductique et rédoxique. La profondeur prospectée sera également indiquée dans cet esprit.

Certains résultats qui échapperaient à cette typologie déjà existante, ont un intérêt dans la mesure où ils signalent une perturbation anthropique, éloignant le sol du schéma classique. Il s'agit en particulier des horizons minéralisés au sein d'un sol histique. Cette minéralisation sur quelques centimètres d'épaisseur est reconnue dans de nombreuses études (Sjögren et al., 2007, GOUBET, 2010) comme une perturbation anthropique d'une tourbière (kultureller trocken horizont). Les auteurs cités l'interprètent plutôt comme un tassement dû à une pression importante de pâturage. C'est possible historiquement sur les sols inventoriés : le pâturage existait, au moins avant 1945. Dans nos relevés, ces horizons minéralisés sont plutôt près de la surface. Ils pourraient correspondre aussi à des perturbations liées au chantier de plantation. Dans tous les cas, ils indiquent une modification anthropique qu'il faudrait prendre en compte dans un itinéraire de restauration. Un champ "horizon minéralisé en sol histique", oui/non sera ajouté pour renseigner si l'histosol possède un horizon minéralisé.

III.5.2.3 Paramètres forestiers

Le paramètre **sylvicultures possibles** est intéressant car il permet de conserver la première impression de l'opérateur de terrain sur l'avenir du peuplement. Néanmoins, les deux options actuelles (restauration, production) semblent insuffisantes, et peut être qu'un choix plus élevé d'options pourrait être utile notamment dans celles de production. Mais il faut que cela reste tout de même très opérationnel et facilement applicable sur le terrain (choix limité en nombre)

Une proposition pour compléter ces aspects pourrait être le type de coupe : attente (pas de coupe), éclaircie d'amélioration, éclaircie jardinatoire ou coupe rase et le type de travaux sylvicoles (plantation, aide à la régénération). Ainsi, il sera possible de déterminer si avec un objectif de production, travailler à partir du peuplement existant semble possible ou non.

Enfin, le taux de chablis et le taux de casse peuvent être reformulés (ces taux étaient estimés suivant des classes de pourcentage de surface impactée ou de tiges dans le cas des casses de cime). Leur intérêt est limité mais ils peuvent renseigner sur la qualité du peuplement et la pénétrabilité du peuplement en cas d'exploitation. Ces paramètres feront l'objet de classes d'importance en surface ou en nombre de tiges comme énoncé dans le tableau 4 (même principe que des classes de recouvrement) décrit dans le tableau 8.

Classe	Pourcentage de l'impact (en % de la surface ou de tiges)
0	0
1	1-25
2	25-50
3	50-75
4	75-100

A partir de ces différents bilans sur les paramètres relevés, un nouveau formulaire de saisi pour le TDS a été construit pour Tableau 8 : Tableau des classes d'impact (en % de surface ou de tiges) l'extension de l'inventaire.

III.5.3 Les paramètres non pertinents

Paramètre	Relevé d'habitats	Technique de plantation	Portance	Présence de cloisonnement	Présence d'engorgement
Justification	Habitat très peu variable assimilable à une plantation résineuse (CORINE 83.311 ou 38.321) Détermination difficile de l'habitat potentiel ou initial pour un non initié	Paramètre redondant avec le relevé de drainage. Le système de plantation sur ados peut être assimilé à du drainage.	Subjectivité du relevé Trop variable dans le temps pour être utilisable Approché par le type de sol hydromorphe	Redondance avec une ancienne exploitation visible.	Trop variable au cours du temps Redondance avec les traces d'hydromorphie Mais intérêt possible pour les fluviosols (absence de trace d'hydromorphie)

Tableau 9 : Tableau des paramètres non pertinents

III.6 Construction d'une typologie des plantations sur milieu humide

III.6.1 Le besoin d'une typologie des plantations sur milieu humide adaptée au territoire.

Aujourd'hui, il n'existe pas d'outil, sur le territoire de l'agence, pour caractériser les plantations sur milieu humide.

Le Livradois et le Forez, grâce au PNR du Livradois Forez, ont un catalogue des stations. Il décrit les zones les plus humides à nappe d'eau permanente et les stations peu dégradées « naturelles » (sapinière à sphaignes, aulnaies, saussaies). Les plantations artificielles ne sont pas décrites précisément : la flore est nécessaire pour l'identification. De rares catalogues de stations forestières prenant en compte les sols hydromorphes indépendamment de la végétation sus-jacente existent (ESCURAT & al, 1993), mais ceux –ci sont trop spécifiques à des régions peu représentatives de la zone d'étude pour être généralisables. Des études des sols du territoire de l'agence peuvent exister, notamment sur les sols volcaniques (LEGRAND & al, 2007) mais ne s'attache pas particulièrement aux zones engorgées.

Le SDAGE Loire Bretagne a décrit une typologie à large échelle des grands types de milieux humides, en fonction de la position sur le bassin versant et sur la périodicité d'exposition à l'eau (nappe ou inondation). Cette typologie n'est pas suffisamment fine pour la région d'étude.

Les référentiels existants ne sont donc pas des outils satisfaisants pour caractériser les plantations sur milieu humide sur le territoire de l'agence Montagnes d'Auvergne.

III.6.2 Caractéristiques a priori de la typologie des plantations sur milieu humide

Cette typologie est destinée à être utilisée sur le terrain, pour identifier avec aisance et rapidité les différentes situations devant ou pouvant être gérées différemment. Il s'agit en particulier de caractériser :

- la vulnérabilité actuelle du milieu, dans une optique de préservation
- la capacité de **production** et les possibilités sylvicoles, de réaliser des coupes rentables sans financement extérieur à l'instant de l'inventaire..
- le degré de *dégradation* du milieu humide et sa *nature*, qui permettent de juger de l'intérêt d'une **restauration** éventuelle avec des financements

III.6.3 Raisonnement pour la construction de la typologie

III.6.3.1 Principes généraux de construction de la typologie

Cette typologie est le résultat d'une réflexion menée par la compilation de données récoltées sur le terrain et des méthodes de travail des professionnels confrontés à la gestion de plantations sur milieu humide aujourd'hui (entretiens et comptes rendus de visites de terrain). Suite aux différentes visites réalisées sur le terrain, une première ébauche de typologie s'est dessinée en fonction des critères utilisés par les gestionnaires pour des cas de restauration ou de préservation vus (nature du sol, présence de drainage, de peuplement forestier), ensuite cette première base a été affinée par les données récoltées sur le terrain, et notamment les impressions de gestions possibles notées pendant l'échantillonnage. Finalement l'ensemble des critères utilisés par les professionnels englobait une considération plus large des services écosystémiques rendus ou potentiellement rendus par la zone considérée. En conséquence, et pour conserver cette adéquation avec les méthodes et les réflexions de travail des gestionnaires, cette typologie n'a pas été construite par des outils statistiques.

III.6.3.2 Milieux linéaires sur substrats drainants

Le point d'entrée de cette typologie est un critère facile à appréhender : la forme générale du milieu humide. Si celle-ci est de forme linéaire et cantonnée à un cours d'eau (milieu humide de moins de 10 m de largeur bordant un cours d'eau ou des écoulements diffus), ce type de milieu humide sera alors désigné comme **Milieu humide linéaire associé à un écoulement.** Ces milieux, une fois repérés, sont faciles à préserver, à restaurer.

III.6.3.3 Nature du sol

Si le milieu humide est de forme plus large et étendue, même associé à un cours d'eau alors la **nature du sol** est le second critère de différenciation. Il caractérisera à la fois la préservation nécessaire et la restauration envisageable. Nous distinguerons les **histosols** des **réductisols** et des **rédoxisols** (dans l'ordre décroissant d'humidité). Ce second critère permet de souligner le caractère humide de la zone, sa vulnérabilité et son importance pour le territoire et l'écosystème. Les histosols sont reconnus comme les sols les plus vulnérables et les plus importants pour la biodiversité, tout en étant très importants quantitativement pour la réserve en eau. Ensuite, les réductisols, avec un engorgement permanent, sont globalement plus importants pour la ressource en eau et plus fragiles que les rédoxisols, à engorgement temporaire.

De plus, chaque sol considéré possède ses **particularités de gestion forestière**. Notamment, les réductisols et rédoxisols se distinguent par la présence en permanence ou non d'eau à moins de 50 cm de profondeur. Cette information est primordiale : le forestier, conscient de la fragilité des sols, peut, dans un cas, faire entrer des machines une partie de l'année dans le peuplement (rédoxisol) tandis dans l'autre cas, il ne peut pas (réductisol).

III.6.3.4 Drainage

La présence de drainage est le troisième critère d'identification de cette typologie. Ce critère est facile à reconnaître (pré-cartographie), et à vérifier sur le terrain (présence de fossés visibles fonctionnels ou ados). Ce critère permet de cerner facilement le **degré de dégradation** du milieu humide planté et donc la **hiérarchisation des interventions** sur un même territoire éventuellement **en cas de restauration**.

III.6.3.5 Potentiel de production

Pour pouvoir envisager une gestion, il faut déterminer si une parcelle forestière est exploitable du point de vue économique. Cette information peut également être utile dans le cas de restauration, pour approcher le degré d'ouverture du milieu.

Plusieurs paramètres dendrométriques pourraient être utilisés pour discriminer les unités humides et discuter du potentiel de production : le coefficient H/D (information sur la stabilité), le volume à l'hectare, ou le volume total de l'unité considérée. La fertilité, comme développé au §II.4.4, ne permet pas de discriminer les types des sols entre eux.

Les informations volumiques sont très utiles : c'est une information obtenue par calcul, et elles permettent d'avoir une vision globale du peuplement : c'est une relation entre la surface terrière et la hauteur moyenne qui a été estimé par mesure sur le terrain dans le cas de ce protocole. De plus les volumes sont utilisés lors des commercialisations de bois, et donc c'est une information facilement manipulée par les personnes concernées.

Après discussion avec une personne en charge de la vente des coupes de bois, la première valeur à prendre en compte est le **volume bois fort minimum** possible à exploiter **sur l'unité humide**. 50 m³ est le seuil minimum pour qu'un exploitant accepte la coupe sur l'unité (volume de chargement d'un grumier). **Chaque unité est considérée comme indépendante** les unes des autres. Ce seuil de 50 m³ peut être atteint par différents types d'intervention (coupe rase, éclaircie « forte » en prélèvement, éclaircie « douce » en prélèvement) à partir de différents volumes bois fort à l'hectare.

Aujourd'hui l'Office National des Forêts, par l'intermédiaire de son service aménagement, cherche à diminuer les interventions par coupe rase. Cette opération est la moins contraignante en exploitation par rapport à une éclaircie. L'intervention la plus contraignante au regard du volume bois fort exploité est l'éclaircie avec un prélèvement de 20% du volume sur pied (dite « douce »). Le volume bois fort de l'unité humide devrait alors être de 250 m³ au minimum pour pouvoir être considéré important. Cette situation autorise de nombreuses possibilités sylvicoles ; en dessous de ce seuil, le volume est trop faible et les possibilités sylvicoles sont restreintes.

Le volume total a été retenu car plus représentatif de ce qui est réellement présent sur l'unité humide. En effet, 41 % des unités humides font moins de 1 ha. De plus, dans des cas de restauration, seules des parties

de parcelles forestières pourront être concernées : le fait d'avoir chaque unité humide indépendante les unes des autres, permettra de « manipuler » facilement ces unités humides pour les prévisions de travaux de restauration par exemple à la façon de briques.

Dans la plupart des cas d'exploitation courante, cette vision, réduite à l'unité humide, ne sera pas suffisante, et cette unité devra alors être mise en relation avec les autres peuplements voisins au sein de la parcelle ou de l'unité de gestion. Le mode d'exploitation aura aussi une influence.

Enfin, ce seuil permet de traduire des impressions eu pendant les phases de relevés.

III.6.3.6 Structure de la typologie

Finalement, trois paramètres ont été utilisés pour construire la typologie des plantations sur milieu humide : Le type de sol (pour la vulnérabilité), le drainage (pour la dégradation), et le volume total sur pied de l'unité humide (pour les possibilités de gestion). Sur ces trois paramètres, deux sont mesurables très facilement sur le terrain, le troisième est un calcul qui doit être fait au retour du bureau, mais ne demande pas de temps très important.

III.6.4 Synthèse des différents types de plantations sur milieu humide

La typologie se compose de 13 types de plantation sur milieu humide différents associés à 5 types annexes non concernés par une plantation ou un milieu humide (tourbière ouverte, milieu sec, ...). La figure 16 illustre les proportions de chaque type humide échantillonné.

Dans un souci pratique un arbre de décision pour déterminer facilement le type de plantation sur milieu humide a été construit et est présenté en annexe 9.

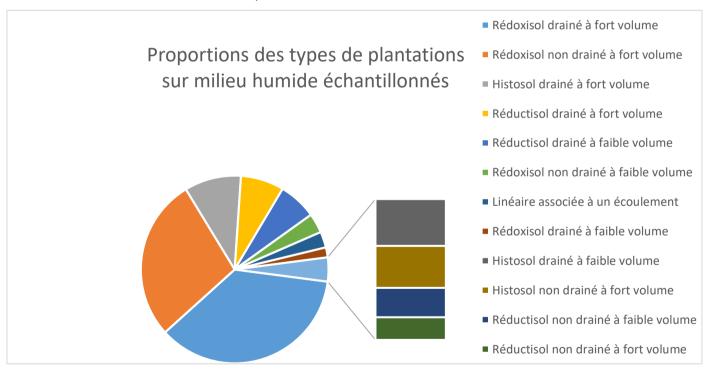


Figure 16 : Proportions des types de plantations sur milieu humide échantillonnés

5 types représentent près de 90 % de la surface inventoriée et 75 % en effectif. La prépondérance des plantations sur rédoxisol confirme le constat énoncé plus haut dans ce rapport : à l'époque des grandes plantations, les forestiers ont surtout cherché à boiser les milieux moyennement humides, à engorgement temporaire. Mais les sols les plus humides, notamment les tourbières n'ont pas été épargnées. Le type « plantations sur milieu humide linéaire associé à un écoulement » représente une faible surface, mais est le seul présent ou presque dans les régions sur substrat perméable (Cantal, Sancy, ...)

Il est pertinent de différencier tous ces types de plantations sur milieu humide dans la mesure où le sol, le drainage et le volume présent vont influencer soit la gestion forestière de préservation (les techniques d'exploitation, les interventions dans le peuplement), soit la restauration éventuelle de l'unité humide

dégradée (est-ce que un bouchage de drains est nécessaire ?, pouvons-nous appuyer sur un couvert pour la restauration ?, vers quel objectif pouvons prétendre aller en cas de restauration ?) : en cela les paramètres de utilisés permettent de différencier tous les types et possibilités envisageables.

Cette première version semble répondre aux attentes actuelles de l'Office National des Forêts : cette typologie peut évoluer en fonction des expériences futures des gestionnaires.

Le tableau 10 synthétise les grands paramètres permettant de distinguer chaque type de plantation sur milieu humide, **l'effectif et la surface échantillonnée** pendant l'étude et leur **nom et code** pour la base de données. Les descriptions des différents types sont en annexe 10. Notons que tous les types mentionnés dans ce tableau n'ont pas pu été inventoriés (« histosol non drainé à faible volume ») car non rencontrés lors de la campagne d'échantillonnage, mais cela n'exclue pas leur existence au sein du territoire d'étude. De plus, certains types n'ont été inventoriés que sur une seule zone souvent restreinte, la description de ces types sera à prendre avec du recul quant aux données dendrométriques ou générales annoncées.

Forme du milieu humide	Type de sol	Drainage	Volume total sur pieds sur l'unité humide (m³)	Nombre d'unité échantillonné es (surface	Nom de la typologie des plantations sur milieu humide	Code typologie
		Oui	< 250	3 (1.7)	Plantation sur histosol drainé à faible volume	HD1
	Histosol		> 250	6 (12)	Plantation sur histosol drainé à fort volume	HD2
	Hist	Non	< 250	0 (0)	Plantation sur histosol non drainé à faible volume	HND1
troite			> 250	1 (1.5)	Plantation sur histosol non drainé à fort volume	HND2
Surface étendue non linéaire étroite		Oui	< 250	8 (8.4)	Plantation sur réductisol drainé à faible volume	RuD1
on line	ctisol	Oui	> 250	5 (9.2)	Plantation sur réductisol drainé à fort volume	RuD2
ndue n	Rédu	Réductisol	< 250	2 (1.1)	Plantation sur réductisol non drainé à faible volume	RuND1
ce éter		Non	> 250	1 (0.8)	Plantation sur réductisol non drainé à fort volume	RuND2
Surfac		0:	< 250	4 (2.1)	Plantation sur rédoxisol drainé à faible volume	RoD1
	Rédoxisol	Oui	> 250	21 (44.7)	Plantation sur rédoxisol drainé à fort volume	RoD2
	Rédo	Non	< 250	4 (3.4)	Plantation sur rédoxisol non drainé à faible volume	RoND1
		NOII	> 250	14 (35.3)	Plantation sur rédoxisol non drainé à fort volume	RoND2
Linéaire associé à un écoulement	-	-	-	5 (3.4)	Plantation sur milieu humide linéaire associé à un écoulement	LC
				18 (18.6)	Milieu humide non plantée boisé	ZHNPB
				4 (5.1)	Milieu humide ouvert	ZHO
				16 (17.1)	Tourbière	Т
				65 (277)	Zone sèche	S
				(5.2)	Vide	V

Partie IV. Avenir des plantations en milieu humide

Nous avons différencié 13 types de plantations sur milieu humide, en fonction des critères les plus déterminants pour la gestion. Cette diversité de situations, croisée avec les choix des propriétaires, engendre une diversité encore plus importante de voies de gestion. De plus, ces plantations possédant souvent un volume sur pied important, l'enjeu de production est fort et l'avenir de ces plantations doit être réfléchi.

IV.1 Établissement d'un répertoire des itinéraires sylvicoles

IV.1.1 Méthodologie

IV.1.1.1 Étude bibliographique

Comme évoqué dans l'introduction, la préservation et la restauration des milieux humides font l'objet de recherches, d'expérimentation, et de mises en œuvre en France depuis près de trente ans. Beaucoup de travaux concernent les tourbières (remise en fonctionnement) et les cours d'eau (reméandrage)

Quelques organismes réussissent aujourd'hui à rassembler quelques retours d'expérience et des documents scientifiques, et les mettent à disposition.

Concernant le cas spécifique des plantations sur milieu humide, 4 fiches de retours d'expériences en France dont 2 dans le Massif central ont été étudiées.

De manière plus générale, des guides de restauration existent sur les techniques à mettre en œuvre et leurs intérêts/inconvénients. Une source précieuse de renseignements est le site du Relais Pôle Tourbière⁶ qui possède une base bibliographique très riche sur tous les sujets concernant les tourbières et plus largement les milieux humides. De plus, le site de zones-humides⁷ possède une ressource bibliographique importante sur les restaurations et gestions des cours d'eau et milieux aquatiques.

IV.1.1.2 Enquêtes auprès des gestionnaires

En complément des recherches bibliographiques menées, des entretiens avec des gestionnaires de milieux humides ont été réalisés avec parfois des visites de terrain pour illustrer les problématiques rencontrées sur le terrain dans ces contextes. Le tableau des personnes rencontrées est détaillé en annexe 11. En tout, ce sont 6 sites qui ont été visités dans le cadre de la réflexion sur l'avenir des plantations sur milieu humide.

Toutes ces visites concernaient des opérations de préservation ou de restauration (visite préalable avant restauration, ou étude) ; les questions d'exploitation à but économique, respectueuse du milieu humide restaient toujours au cœur des questionnements.

IV.1.2 Les techniques disponibles localement

IV.1.2.1 Prise en compte actuellement au cas par cas de la fragilité des milieux humides lors des exploitations

Par le passé, les milieux humides ont été peu ménagés par la sylviculture, comme en témoignent les traces encore visibles aujourd'hui d'exploitation et de circulation des engins (ornières, tassement, fossés).

Aujourd'hui les milieux humides concernés par une plantation sont pris en compte au cas par cas selon la sensibilité de l'agent de terrain et les conditions locales météorologiques, sylvicoles et de l'exploitant. Il n'y a pas de cadrage réglementaire précis (cf. § I.4.2) concernant la pénétration d'engins dans des milieux engorgés. C'est au technicien de terrain que revient la responsabilité de prendre des précautions lors du martelage ou au moment de l'exploitation (mise en défens des sols très humides). Ces aspects peuvent

⁶ http://www.pole-tourbieres.org/

⁶ http://<u>www.zones-humides.org/agir/retours-d-experiences-cours-d-eau-et-zones-humides</u>

également venir de la part de l'exploitant qui peut être sensible à ces questions, mais qui est aussi attentif à éviter de perdre du temps à dégager des engins.

IV.1.2.1 La question des plantations

Aujourd'hui, les plantations sur milieu très humide, problématiques au niveau technique, peu rentables, et risquées réglementairement ne sont plus pratiquées que par erreur technique. Mais les plantations en milieu moyennement humide peuvent être envisagées ou réalisées. Cette opération est possible réglementairement, s'il n'y a pas de nouveau drainage, ou si celui-ci était soumis à déclaration et à compensation. Dans quelle mesure ces plantations sont-elles intéressantes économiquement ?

Pour l'étude des itinéraires des plantations sur milieu humide, les tables de production des **référentiels sylvicoles du Massif vosgien**-Sapin-épicéa et pin sylvestre ont été utilisés (GUILLON & al, 2013). Ces tables de production sont issues du modèle de croissance OASIS développé par le FCBA sous le logiciel forestier Capsis©. Les calculs détaillés et les explications sont disponibles en annexe 12. Rappelons que pour comparer plusieurs itinéraires sylvicoles de durée différente, le BASIO est préféré.

Numéro d'itinéraire	Caractéristiques	Exemple de terrain
Itinéraire 1	Itinéraire sur bonne fertilité sur milieu sec (référence)	Référence sèche sur bonne station
Itinéraire 2	Itinéraire sur fertilité moyenne sur milieu sec	Station sèche sur station moyenne
Itinéraire 3	Itinéraire sur fertilité moyenne non drainé	Rédoxisol sans contrainte
Itinéraire 4	Itinéraire sur fertilité bonne drainé	Histosol drainé

Tableau 11 : Types et dénominations des itinéraires utilisés pour les calculs économiques

Les résultats des calculs sont disponibles dans le tableau 12 pour un taux d'actualisation de 3 % :

Itinéraire	Itinéraire1	Itinéraire 2	Itinéraire 3	Itinéraire 4
Plantation	3500	3500	4500	5000
Age d'exploitabilité (années)	74	92	92	74
Volume de la coupe rase finale	489	499	499	489
BASI0	3392	322	-749	1702

Tableau 12 : Présentation des calculs de BASI pour les différents itinéraires sylvicoles.

La première chose à souligner est la baisse du BASI avec la fertilité. Ces résultats illustrent également l'importance dans la rentabilité d'itinéraires, des investissements faits au départ (plantation). En conséquence, sur ces milieux, des investissements lourds au départ, pénalisent grandement la rentabilité économique globale du projet, sans compter le taux de reprise parfois aléatoire et la nécessité de compléter la plantation les années suivantes (regarnis). Deuxième chose, la fertilité dans ces itinéraires permettrait d'investir plus au départ en ayant un projet économiquement viable (bénéfice des éclaircies plus importante au cours de l'itinéraire).

Les résultats de telles plantations aujourd'hui ne sont donc pas a priori évidents. D'autant plus que ces plantations ont été effectuées avec des fonds FFN : elles ont plus de risques d'être intéressantes aujourd'hui que demain sans ces aides à la plantation. Néanmoins, la présence d'eau en permanence dans le sol peut s'apparenter parfois à une baisse de fertilité et donc une baisse de rentabilité économique.

Enfin, ces calculs économiques **ne prennent pas le risque en compte** qui augmente avec l'engorgement du sol, l'exposition au vent...

IV.1.2.2 Quel matériel et savoir-faire disponibles localement pour l'exploitation ?

a. Exploitation au bucheron skidder

Ce type d'exploitation au câble, dite traditionnelle, est encore très utilisée dans la région malgré l'extension de la mécanisation totale. Cette technique est surtout employée lors des exploitations de bois moyens et gros bois que les abatteuses ne peuvent exploiter. Il n'y a, en général, pas de problème pour trouver la main d'œuvre localement pour ce type d'exploitation. Sur un peuplement en première éclaircie d'épicéas un peu tardive sur milieu humide (PB, BM), le surcoût par rapport à une mécanisation totale de la coupe (abatteuse, porteur), est d'environ 5 à 6 €/m³ exploité dans le Cantal (15) sur un coût entre 20 et 22 €/m³ débardés. De plus l'augmentation de la taille et du poids des machines d'exploitation (phénomène hérité du monde agricole), ne facilite pas le débardage sur ce type de milieu.

Enfin, la question de l'avenir de l'utilisation des tracteurs skidder se pose avec l'augmentation de l'utilisation de grapins ne permettant pas de rester sur les cloisonnements pour débusquer les grumes. C'est une préoccupation actuelle que subissent malheureusement les gestionnaires de milieux humides plantés qui font face à la raréfaction de ce type de matériel au profit des skidders à grappin.

b. Exploitation par câble aérien

Le câble a été historiquement développé en Auvergne et dans le Massif central moins pour des problèmes de pente que pour de sols peu portants, notamment en milieu humide. Sept entreprises en Auvergne possèdent le matériel et le savoir-faire « câble aérien ». Cette technique est apparue en 2007 en Auvergne et se développe encore aujourd'hui. Le matériel disponible est de type câble-mât sur remorque, de taille moyenne. D'après certains gestionnaires, l'idéal serait d'avoir un matériel un peu plus petit (câble sur machine agricole de type Larix) pour permettre d'exploiter de manière économiquement rentable les peuplements de petits bois en première éclaircie. Malheureusement, le marché actuel de ces produits bois rend l'achat d'un tel matériel compliqué financièrement



Figure 17 : Exploitation au câble dans un périmètre de captage sur la forêt domaniale d'Ayguebonne (63)

Un des avantages des exploitations par câble aérien est le respect des sols. Aucun n'engin n'entre dans la parcelle et il est possible d'éviter que les grumes ne raclent le sol lors du débardage.

Certaines configurations de zone humide posent des problèmes techniques : notamment lorsqu'il existe une zone très humide centrale, inévitable sur le trajet des lignes, où l'accroche d'un câble n'est pas possible et où le rendement est faible.

La qualité des chantiers est très dépendante de la qualité des opérateurs, de leur formation, de leur encadrement et de l'organisation du chantier. Il semblerait que sur l'agence, il y ait quelques précautions à prendre quant à certains exploitants. Notamment des problèmes de coordination peuvent se produire, avec des bûcherons ne parlant pas Français et des responsables de chantier "traducteurs", pas forcément toujours présents.

Une exploitation au câble doit être réfléchie bien en amont de l'exploitation en tant que telle car de l'implantation des lignes de câble découle le martelage. Le fait que la pente ne soit pas trop forte en général ne pose pas de problème sur les orientations du pêchage (arrête de poissons, petite trouée etc.). Les

caractéristiques du chantier doivent être bien réfléchies à l'échelle de la parcelle entière voir même de plusieurs parcelles. Une coupe au câble engendre un surcoût (10€/m³ environ à considérer par rapport à une exploitation skidder et bûcheron, 25-30 €/m³. De sortir les arbres en grande longueur sans façonnage préalable, demande une logistique très importante : les rémanents et les têtes des arbres prennent beaucoup de place et nécessitent une place en bord de route très importante (comme visible sur la figure 18.

Une exploitation au câble est généralement économiquement viable dans les conditions décrites dans le tableau 13, sous réserve des prix de vente du bois. Elles sont décrites plus précisément dans l'annexe 13 concernant les exploitations sur milieu humide en forêt domaniale d'Ayguebonne



Figure 18 : Exploitation au câble aérien en FD d'Ayquebonne sur milieu humide, avec exportation et stockage des rémanents et têtes (visibles à gauche de la photo)

Aspect technique	Conditions	Commentaires
Indice de Prélèvement au Câble	0,6-0,8 m³/ml	Au-dessus, la logistique des bois est contraignante
Longueur de ligne	300-400 m	Dans l'idéal pas plus car supports supplémentaires à installer
Taille du chantier	150 m³/lignes installée min	
Rendement journalier	50 m³/jour	Dans l'idéal

Tableau 13 : Caractéristiques d'une exploitation au câble rentable

c. Méthodes alternatives

Localement un exploitant a fait l'acquisition d'un petit chenillard (visible sur la figure 19), de type OXTRAC, permettant d'effectuer des exploitations dans des peuplements de petits bois et bois moyens, sans avoir de risque de tassement du sol. Certains appareils de type cheval de fer, permettent même de débusquer des gros bois. En effet, les chenilles permettent de diminuer la pression au sol de l'engin et de passer parfois même en dessous de la pression au sol d'un humain (moins de 0,15 kg/cm² à vide). Chargé avec 500 kg, cet engin peut passer à 2-3 kg/cm². Néanmoins, la faible largeur des chenilles de ce type d'engin permet d'avoir Figure 19 : Cheval de fer, un petit engin à faible pression au sol un impact sur les horizons en profondeur beaucoup moins



important que des engins de type abatteuse ou porteur équipé de chenille (plus larges donc) ou de tracks (DE PAUL, BAILLY, 2005).

Les coûts sont inférieurs à ceux du câble aérien, mais le chantier est beaucoup plus long (avance de fonds plus longue avant la vente des bois ou les subventions, dérangement du milieu). Cette technique qui est très prometteuse sur les petites zones (et la micro-propriété), est malheureusement difficile à mettre en place du fait que seul un exploitant est équipé. Les gestionnaires en sont donc dépendants.

La traction animale est souvent souhaitée par le monde de l'environnement ou les collectivités. Mais peu d'exploitants sont disponibles localement pour ce type de débusquage et débardage. Une contrainte du débardage au cheval est le temps pris pour les chantiers d'exploitation (20 m³/j débardés en moyenne). Ils doivent être de petites tailles, et l'ébranchage doit être fait par l'abatteur. De plus, pour des milieux très humides le cheval n'est pas indiqué pour des raisons évidentes d'embourbement. Or si les plus grosses surfaces de plantations sont dans des zones à engorgement temporaire (type RoD2), il existe dans presque toutes les parcelles des zones très humides qui poseraient problème.

IV.1.2.3 Identification des techniques possibles pour répondre à des objectifs de restauration

a. Les techniques de restauration hydraulique d'un milieu humide

Bouchage de drain

Différentes techniques de bouchage de drain existent : par des panneaux de bois, en utilisant les matériaux sur place (l'ados, les bois abattus entiers, ébranchés sommairement et placés longitudinalement ou broyés). Dans les cas de comblement avec de la sciure éventuellement issue du chantier de coupe sur le même terrain, la logistique sera à bien réfléchir, pour éviter des mouvements de matériel superflus et coûteux.

Il est utile de maintenir des tronçons de fossés, surtout s'ils recèlent une flore ou une faune intéressante, mais il faudra bien les segmenter et stopper la concentration du ruissellement. Pour conserver cet effet écologique positif du fossé, on peut chaque fois qu'on bouche un fossé initial créer un mini fossé perpendiculaire à l'écoulement.

Restauration hydromorphologique d'un cours d'eau

Si un cours d'eau est concerné par une dégradation (érosion du lit, ensablement, ombrage trop important), celui-ci peut éventuellement faire l'objet d'une restauration hydromorphologique par la diversification des habitats piscicoles. Reméandrage, installation de frayères, réduction du lit mouillé, il existe plusieurs leviers d'intervention sur ce milieu et permettre entre autres une amélioration des populations piscicoles (MANIERE G. & PETITJEAN. S, 2016). Il faudra au préalable avoir bien distingué le cours d'eau naturel, avec un débit suffisant du drain artificiel, parfois très ancien.

Restauration des continuités hydrauliques au franchissement d'un obstacle

Il peut être envisagé l'installation de passages busés en « U », ou demi cylindrique, en béton ou en tôle recouvert de terre, pour permettre une circulation plus aisée de la faune aquatique (pas de chute d'eau, lame d'eau suffisant), (Figure 20)



Figure 20 : Buse de franchissement de cours d'eau sur une piste forestière, FD du Livradois (63)

b. Gestion des rémanents

Pour une restauration de milieu humide, les rémanents issus des plantations seront *de préférence* majoritairement exportés de la zone. Les rémanents peuvent gêner mécaniquement et retarder l'implantation des espèces cibles. Chimiquement, leur assimilation sera très lente en milieu acide et pauvre. Issus d'espèces introduites, ils pourraient avoir un effet sur la composition chimique du sol (CORSON, 2013). Ils pourront néanmoins servir pour partie au bouchage des drains (cf. ci-avant).

c. Techniques de restauration et d'entretien pour un milieu ouvert.

Réactivation des banques de graines sur histosol

D'après FRANKARD, 2006, une réactivation de la **banque de graine** dans le sol est possible après intervention mécanique sur les premiers horizons. Un essai sur les terrains restaurés du Groupement forestier de la Roche Gourgon (Loire), a également mis en évidence une dynamique plus importante des herbacées suite à un broyage **des 10-15 premiers cm** de sol (PAROIS, 2010).

Un étrépage est envisageable, dans le cas des histosols avec une végétation herbacée empêchant le retour des sphaignes. Un décapage, d'au moins 40 cm est pratiqué par certains gestionnaires, en Suisse ou en Belgique, pour éliminer les herbacées, rajeunir la tourbière et faire remonter relativement le niveau de l'eau (Conseil Général Finistère, 2012).

Mais il ne faut pas oublier que ce sont des interventions lourdes financièrement (une intervention de broyage en plein coûte environ 300€/ha) et parfois difficiles à faire accepter par les partenaires locaux. Il faudra donc les envisager avec circonspection et particulièrement les suivre. Ces techniques sont plutôt à réserver aux zones à objectif écologique prépondérant (aires protégées notamment).

L'entretien suite à des travaux de restauration

L'arrachage de semis d'essences allochtones peut être une solution pour contrer la dynamique possiblement importante de l'épicéa après restauration. L'annelage peut encore une fois être utilisé. En cas de plantation, il est impératif de prévoir des **entretiens** (dégagements).

En ce qui concerne **l'entretien par du pastoralisme**, il faut être très vigilant d'une part sur l'aspect réglementaire vis-à-vis du code forestier, mais également sur le plan écologique. En effet cela nécessite un suivi très fin de l'occupation du sol. Un effort de pâturage trop important peut engendrer la destruction des habitats restaurés et une pression de pâturage trop faible n'aurait pas l'effet escompté sur la dynamique des ligneux. De plus, cela nécessite de trouver un agriculteur qui accepte de faire pâturer ces bêtes sur ces parcelles, et de se plier à certaines règles également qui pourront varier en fonction du suivi. Les gestionnaires aujourd'hui font face à une réelle difficulté pour trouver des agriculteurs.

IV.2 Les orientations de gestion sur lesquelles le propriétaire doit se prononcer

A la vue de la diversité des types de plantations sur milieu humide, il a été décider d'établir un raisonnement pour discuter de l'avenir des plantations sur milieu humide.

IV.2.1 Le propriétaire, ses moyens, sa sensibilité, et ses contraintes : point de départ de la réflexion

Le choix d'orientation dépend du propriétaire et de sa propriété. Ces orientations peuvent être prises pour l'ensemble de la propriété, ou un ensemble d'unités humides d'une taille suffisante pour une gestion cohérente. La figure 21 reprend et illustre les paramètres à prendre en compte pour le choix de l'orientation et les éventuels leviers d'action.

Un propriétaire est défini par ses souhaits et sensibilités (au milieu naturel, à sa propriété, ...) ses convictions, et ses moyens propres (matériels et financiers). L'ensemble de ces paramètres est à prendre en compte dans le choix d'une grande orientation. Il importe néanmoins de l'aider à prendre une décision plus ou moins ambitieuse, mais toujours réaliste, par rapport à ses attentes : Espère-t-il une valorisation de ce milieu et de quelle manière ? Quel moyen peut-il mobiliser pour cette zone, lesquels souhaite-t-il mobiliser ?

Le propriétaire souhaite-t-il continuer une production ligneuse rentable sur cette zone ? où met-il cette zone fragile au service de la commune pour la qualité de l'eau potable, en préservant les sols lors des exploitations ?

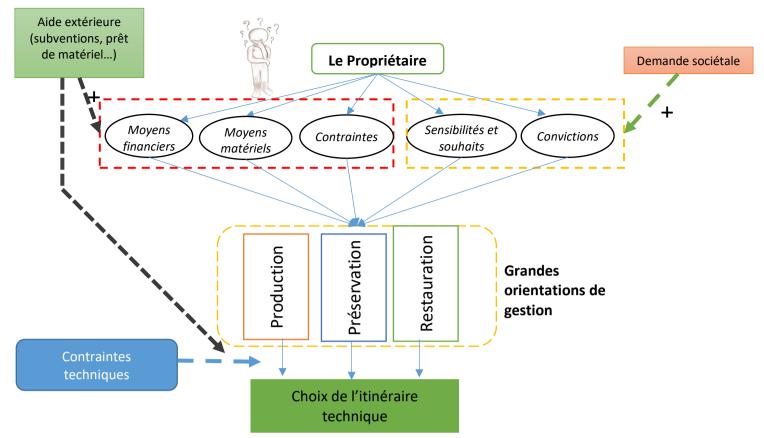


Figure 21 : Schéma de réflexion pour le propriétaire et le choix de l'itinéraire technique

Des paramètres extérieurs peuvent intervenir dans le choix : les possibilités de financements extérieurs (§ III.4.2.5) ou de délégation dans le cadre d'une déclaration d'intérêt général. Mais également, des grands principes de société peuvent influencer les souhaits et les sensibilités du propriétaire : qualité de l'eau potable (problématique prépondérante sur le territoire d'étude), lutte contre l'effondrement de la biodiversité etc.

Aujourd'hui, il peut être possible de financer des restaurations par exemple avec 60 % d'aide, voire 80%, mais seule une minorité des propriétaires forestiers accepteront de perdre de l'argent et encore ne pourront-ils pas toujours faire l'avance de la totalité des coûts. Ce questionnement sur les moyens du propriétaire est primordial pour bien cerner **sa volonté d'implication**, au même titre que sa sensibilité et ses souhaits, dans des projets qui parfois peuvent être longs et complexes.

Si le propriétaire a la possibilité technique d'avoir des financements, il faut être vigilant à savoir si légalement il peut les avoir.

En effet, les différents types de financements ne sont pas toujours cumulables. La notion d'additionnalité des financements est apparue avec le cadrage des financements européens et a été étendu récemment aux mesures compensatoires. La propriété peut également être engagée réglementairement dans tel ou tel itinéraire, avec des contraintes particulières : contrat NATURA 2000, mesure agroenvironnementale, aire protégée... La plantation peut faire l'objet d'un financement sous forme de prêt, qu'il faut envisager de rembourser, quel que soit l'itinéraire suivi, à moins d'une dérogation.

IV.2.2 Les grandes orientations de gestions possibles

Les trois grandes orientations de gestion sont détaillées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Les trois grandes orientations de gestion.

Orientations de gestion	Production	Préservation	Restauration
Principes généraux	Production ligneuse (continuité avec les gestions passées probables) Aucune dépense supplémentaire ne sera effectuée si ce n'est que pour le respect de la réglementation et dans les limites techniques possibles	Préserver les milieux fragiles (sol et habitats), non aggravation des dégradations Faible investissement (interventionnisme léger) et travailler l'existant. Les techniques d'exploitation sont adaptées au sol, aux conditions climatiques	Investissement important afin de retrouver un fonctionnement perdu ou trop perturbé et pour être résilient. Rupture totale avec la gestion mise en place jusque-là. Mobilisation de moyens plus importants (matériels et financiers). La dépense peut être justifiée par l'apport d'un financement extérieur
Exemple	Petite forêt sectionale ne voulant pas engager plus de moyen dans les exploitations (porteur/abateuse).	Forêt communale ; Nombreux captages présents sur le territoire de la commune. Prête à engager plus de moyens dans des exploitations forestières plus respectueuses des sols et protégeant la ressource en eau.	Forêt sectionale avec un peuplement de production, mité, et soumis aux chablis La section est prête à accueillir une mesure compensatoire pour engager une restauration totale du milieu (financement total par l'agent impactant) et l'abandon de la production.

IV.3 Raisonnements à suivre pour identifier les itinéraires techniques à mettre en œuvre.

Suite au choix de la grande orientation de gestion, une réflexion sur les itinéraires techniques peut être mise en place. Ces réflexions seront basées sur les contraintes techniques de la zone (humidité du sol, accessibilité, peuplements,) et sur les moyens disponibles pour la gestion (extérieurs ou propries au propriétaires) : nous allons tenter de détailler les étapes.

IV.3.1 Raisonnement de gestion pour l'orientation "production"

IV.3.1.1 Les objectifs

A priori le plus rentable économiquement en minimisant les risques liés au sol et au conditions climatiques. Les investissements devront être réfléchis en fonction du cadre légal et seulement ce cadre-là. La rentabilité économique est le principal objectif.

IV.3.1.2 Les contraintes réglementaires

Ces itinéraires s'inscrivent dans le cadre légal lié aux différentes lois sur l'eau et zones humides dans la mesure où ces zones sont des zones humides.

Les principaux aspects aujourd'hui en cas d'exploitation sont :

- S'il y a un **réseau de drainage qui s'étendrait sur des propriétés à l'aval**, on ne peut y entraver la circulation de l'eau avec des rémanents ou des produits d'exploitation.
- Ce dernier peut être rafraichi pour une nouvelle plantation dans certaines limites (réseau de drainage déclaré, dossier de porter à connaissance).
- La création de nouveaux drains ou l'augmentation des fonctionnalités du réseau existant est soumise à déclaration ou autorisation loi sur l'eau (dés 1000m² de zone humide impactée)

- Si un **cours d'eau** est présent sur le chantier, le franchissement du cours d'eau doit être aménagé avec un système de franchissement (kit de franchissement temporaire, grumes dans le cours d'eau de manière temporaire, ...) et les travaux doivent être déclarés à la DDT.

IV.3.1.3 Les contraintes techniques et itinéraires possibles

L'unité humide individuellement doit toujours être mise en relation avec les peuplements voisins (si une exploitation peut être groupée). Nous supposons dans la suite de ce paragraphe que le volume est suffisant pour toutes les interventions.

Le choix d'un itinéraire de production est orienté par la **stabilité** du peuplement. Puis les informations liées à la présence de drainage ou paysager peuvent intervenir ensuite.

Concernant la stabilité d'un peuplement BECQUEY.J, 1987, définit trois zones de stabilité (stable, peu stable, instable) qui varient en fonction de la hauteur dominante du peuplement. Cette étude réalisée en Auvergne désigne la densité de plantation initiale et dans une moindre mesure la dynamique de sylviculture comme principaux facteurs favorisant l'élancement des tiges. Les histosols sont particulièrement concernés par la problématique des chablis (sol peu structuré). Des chablis en château de cartes (ANDRE, 2012) peuvent être observés (figure 22).

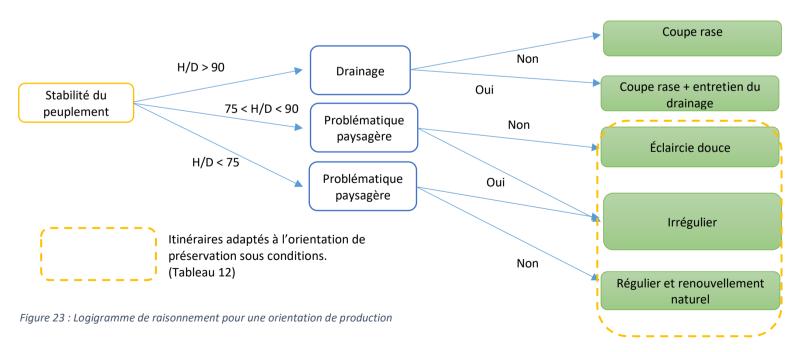


Figure 22 : Cas de chablis en château de cartes, FS de Collat (43)

Le cas le plus simple est lorsque la stabilité du peuplement est bonne (H/D < 75). Alors toutes les sylvicultures sont possibles avec une préconisation de **garder un couvert continu** sur la parcelle : sylviculture irrégulière ou étalement de la phase de régénération naturel sur plusieurs années par éclaircies partielles.

Effectuer une coupe rase sur un sol hydromorphe, c'est s'exposer à une **remontée de nappe** rendant impossible un reboisement, sans drainage (création de fossé difficile à envisager aujourd'hui).

Un type de raisonnement qui peut être mis en place avec le propriétaire est illustré en figure 23.



Itinéraires possibles	Gestion par coupe rase et plantation	Gestion par éclaircies douces successives	Gestion en régulier et renouvellement naturel	Gestion en irrégulier
Préservation possible ?	Non	Oui	Oui	Oui
Gestion(s) associée(s)	Coupe rase au diamètre d'exploitabilité Drainage éventuel Plantation	Éclaircies « douces » (~15 % du volume) Stabilité du peuplement conservée Gestion en régulier	Éclaircies partielles classiques en régulier Puis Régénération naturelle du peuplement par éclaircies partielles	Éclaircies d'irrégularisation tous les 8-10 ans. Prélèvement : ~20-25 % du volume si bonne stabilité. ~15 % si peu stable
Avantages	Gestion simple Forte rentrée d'argent.	Exploitation des peuplements peu stables.	Couvert continu du sol Pas de frais important de plantation	Couvert continu du sol Recettes régulières à terme Facilité si structure hétérogène
Inconvénients	Risque de remontée de nappe sur les sols les plus humides Forte dépense pour la plantation	Risque de chablis si intervention mal dosée Limité aux zones à fort volume sur pied	Risque d'absence de régénération Suivi de la régénération nécessaire Sur les peuplements stables	A réserver aux peuplements au moins peu stables. Suivi de la régénération nécessaire

Tableau 15: Caractéristiques et principaux avantages et inconvénients des différents itinéraires sylvicoles.

Le tableau 15 résume les différentes considérations techniques des différents itinéraires proposés pour l'orientation de production.

Quelques précisions supplémentaires : en « éclaircie douce », la première intervention peut être par exemple la seule ouverture de cloisonnements pour permettre une meilleure pénétration. Pour les itinéraires d'éclaircies, chaque rotation et prélèvement est à adapter au peuplement et à la station.

Le renouvellement : problématique récurrente

L'exploitation ne pose en général pas de problème, mais les gestionnaires se posent la question du renouvellement sur les milieux les plus humides (histosols notamment). Nous avons vu qu'une plantation peut éventuellement être effectuée. Néanmoins, ce sont des coûts importants, qu'il faut bien mettre en regard de la rentabilité espérée du projet sur l'ensemble de la révolution. Cette question n'a pas pu être développée dans ce rapport mais mériterait un approfondissement dans le futur.

IV.3.2 Raisonnement de gestion pour l'orientation "préservation"

IV.3.2.1 Identification des objectifs de gestion

L'objectif est de **déterminer une gestion sylvicole rentable sans aggraver les perturbations sur le milieu humide** voire de les réduire par des actions à coûts supplémentaires ou au moins à balance économique nulle. Dans le cas d'une production raisonnée (dans le cadre d'une préservation des sols), l'unité humide sera mise en lien avec les peuplements voisins (CF § précédent).

Si le propriétaire souhaite continuer une **production ligneuse mais possède une sensibilité pour le milieu** (fragilité, richesse floristique et faunistique etc.), il est possible de mettre en place des itinéraires sylvicoles conciliant la production ligneuse et la préservation du milieu et du sol via des consignes pour les exploitations. Tous ces choix seront fonction de la sensibilité du propriétaire, de ses possibilités financières et des **aides**. Les itinéraires décrits dans la partie de production peuvent être appliqués dans un souci de préservation à l'exception de la coupe rase. Dans les cas de peuplements très instables la libre évolution sera préconisée. Le tableau 16 décrit les 2 grandes logiques techniques pour une préservation.

Itinéraire possible	Libre évolution	Production raisonnée			
Type de plantations	Faible volume principalement et plantations instables	Toutes			
Principe	Évolution naturelle du milieu	Production ligneuse avec un volet de préservation des sols et des milieux prépondérant			
Généralités techniques	Aucune intervention	Exploitation en période sèche avec le respect des cloisonnements si entrée d'engins dans les peuplements. Technique d'exploitation adaptée au sol et au milieu Diversification des essences (lors des martelages)			
Techniques optionnelles	Annelage	Skidder avec câble	Câble aérien	Matériel léger	
Avantages	Facile à mettre en place Respect de la dynamique naturelle	Facilement mis en place Technique disponible et maîtrisée. Faible surcoût (+5€/m³)	Aucun impact sur les sols Indépendant de I'humidité du sol Surcoût certain (+10 €/m³)	Très faible impact sur les sols Adapté aux petites unités humides (propriétés privées)	
Inconvénie nts	Aucun revenu	Nécessite des cloisonnements	Nécessite un volume important. Logistique de mise en place lourde	Peu disponible localement Temps d'exploitation longs	

Tableau 16 : Considérations techniques de préservation du sol ou des milieux

Dans le cas de la production raisonnée, les **prélèvements et les rotations seront adaptés** à la station. Les modes d'exploitations seront adaptés à la fragilité des milieux et à la configuration du chantier (coupe au câble, skidder, bucherons, matériel à faible pression au sol, etc.). D'après le guide pratique Prosol (FCBA-Office National des Forêts,2009), dès qu'une nappe d'eau est présente à moins de 50 cm de profondeur il faut être **très vigilant à la période d'exploitation.**

IV.3.3 Raisonnement de gestion pour l'orientation "restauration"

IV.3.3.1 Comment établir le degré de restauration ?

Qu'est-ce que signifie restaurer ? et jusqu'où faut-il restaurer ? Ce sont des questions ouvertes, qui peuvent amener des débats au sein de la communauté scientifique et des gestionnaires des milieux naturels. Quel degré de restauration, comment le définir ? quelle importance donner à l'interventionnisme par rapport à l'évolution naturelle ? Nous allons essayer d'apporter des réponses par la synthèse des rencontres faite pendant l'étude et par une réflexion personnelle.

La notion de restauration écologique est utilisée depuis quelques décennies et mise en œuvre pour essayer de limiter les dégradations des milieux naturels par les activités humaines. La définition donnée par la Société internationale pour la restauration écologique (SERI) en 2002 parle du « processus d'assister l'auto régénération des écosystèmes qui ont été dégradés, endommagés ou détruits ». C'est donc une intervention sur un milieu naturel perturbé pour retrouver un état de référence correspondant à la situation d'avant la perturbation ; cette situation n'est pas toujours facile à estimer, le degré d'intervention peut être variable et l'état de référence plus ou moins ancien.

Dans nos différents cas de plantation en milieu humide dégradé, comment pouvons-nous définir cet état de référence ? Faut-il considérer, par exemple, la prairie pâturée d'avant le boisement ou le milieu naturel climacique d'avant le défrichement, qui a pu avoir lieu, dans le Massif central, au XVIIIème siècle ou pendant le moyen âge ?. L'objectif de restauration doit également être **réaliste**, et tenir compte des moyens techniques et économiques disponibles. On peut également distinguer un **objectif à moyen terme**, faisable, mais pas idéal, et un objectif à long terme, plus proche de l'idéal.

Lorsque les habitats naturels sont identifiables, la stratégie des documents de gestion et de restauration s'efforce aujourd'hui de retrouver le fonctionnement de l'habitat encore visible, surtout s'il s'agit d'habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire au sens de la directive européenne. Mais ces habitats encore décelables ne sont pas forcément les habitats initiaux. Cette approche est difficile à mettre en place dans le cas des plantations en milieux humide, où précisément ces habitats sont difficiles à diagnostiquer. Il faut alors travailler avec des notions d'habitats potentiels, en fonction de la position topographique et géographique, de la station ou par tout autre indice permettant d'imaginer ce que pourrait être le milieu sans les perturbations.

Pour aider à la définition de l'état de référence, l'**étude historique** est primordiale : retracer l'histoire probable de l'occupation humaine, présence de pastoralisme, prise en compte de l'évolution du foncier, des usages traditionnels. Cette analyse n'empêche pas le questionnement, mais le nourrit plutôt : est-ce que la restauration veut toujours dire revenir vers un état antérieur, qui a déjà souvent varié ? Pourrions-nous éventuellement restaurer la zone vers un nouvel état ?

Le contexte et les enjeux locaux et régionaux sont également primordiaux à prendre en compte pour le choix de l'objectif. L'étude des services écosystémiques que peut permettre la restauration de la zone doit être effectuée. Cette étude permettrait de qualifier l'importance pour la société de cette restauration et éventuellement de hiérarchiser les interventions. Il serait alors également possible de déterminer la restauration nécessaire à minima pour un effet sur la fonction espérée du milieu humide.

La problématique paysagère est également importante à cernée. Dans cette problématique, l'Office National des Forêts a une certaine responsabilité car l'organisme est bien présent sur toutes les têtes de bassin. Sa maîtrise foncière lui permet d'agir, mais il est nécessaire que sa réflexion et ses objectifs soient connus et partagés.

Ce sont à toutes ces questions que chaque propriétaire, avec l'aide du gestionnaire éventuel, souhaitant restaurer une plantation en zone humide, devra répondre, pour arrêter sa décision.

Les quelques pistes pour définir le degré de restauration, envisagées pendant l'étude ont été les suivantes :

- Étude historique des pratiques et du paysages (photographies historiques, archives)
- Vision globale du territoire présent et de ses enjeux.
- Observation des formations végétales et les peuplements moins ou pas perturbés proches)

IV.3.3.2 Identification d'objectifs de gestion

Le but de ces options est de restaurer le milieu humide vers un état de référence. L'établissement de l'état de référence a déjà fait l'objet d'un développement au paragraphe précédent.

Pour mener à bien une restauration, il faut construire un raisonnement prenant en compte tous les paramètres du milieu et du contexte socio-économique. Ainsi elle répondra correctement à des objectifs clairs et réalisables. La figure 24 reprend les grands principes d'une méthode utilisée et défendue par Laurent LATHUILLIERE (Office National des Forêts).

Le meilleur moyen pour réussir une restauration est de s'appuyer sur les dynamiques naturelles.

Restaurer avec méthode :

- Analyser tous les enjeux
- Prise en compte du temps, des dynamiques spatio-temporelles
- Prise en compte de l'historique proche et lointain
- 🟲 Étude des objectifs de gestion
 - Décisions de gestion
 - Exécution
 - Définition et mise en place des suivis

L, LATHUILLIERE

Figure 24 : Étapes de raisonnement pour une restauration de milieu, LATHUILLIERE L.

IV.3.3.3 Les principes généraux des restaurations

a. Restauration hydraulique préliminaire

La **restauration hydraulique** semble être la principale étape de restauration qu'un propriétaire devrait mettre en place.

Il n'est pas nécessaire ni souhaitable de combler entièrement les drains. Il suffit de les boucher ponctuellement. Dans tous les cas, il faut **ralentir la circulation de l'eau** dans le milieu. Cela suppose d'avoir repéré le sens de la pente, l'amont et l'aval, ce qui n'est pas toujours évident dans certains contextes forestiers de plateau.

Lorsqu'une **piste** ou une route traverse la zone humide, elle rompt toujours plus ou moins ses connexions. Soit elle peut être décalée ou supprimée, soit elle doit être maintenue. Dans ce dernier cas, il faut réaliser des ouvrages de franchissement en général plus importants que l'existant (augmenter le nombre de buses, faire un pont...).

b. Traitement du peuplement

Ensuite se pose la question du **peuplement**. Comment le traiter ? Il faut concilier ces objectifs techniques :

- Conserver un abri contre le vent et le soleil, par le peuplement en place ou par un peuplement voisin, ce qui suppose de faire intervenir le contexte paysager immédiat de la parcelle considérée : paysage ouvert ou fermé.
- Diminuer l'évapotranspiration en éliminant progressivement ou non les essences plantées
- Favoriser une végétation plus naturelle variée
- Favoriser le **maintien de certaines espèces remarquables**, quand elles existent, par des mesures spécifiques et éminemment variables suivant l'espèce considérée

La réponse dépendra des objectifs de restauration et du volume sur pied présent sur l'unité humide ou un ensemble d'unité humide.

Si un objectif de restauration en milieu ouvert était retenu sur une plantation importante, il faudrait envisager une procédure de défrichement (sauf en forêt domaniale).

Sur histosol

Ce type de sol engendre beaucoup d'interrogations auprès des gestionnaires et des porteurs de projet de restauration. Est-ce possible de retrouver un fonctionnement turfigène si celui-ci est totalement stoppé ? Le tableau 17 récapitule les possibilités techniques sur histosol en fonction du contexte paysager local.

Contexte général de la zone	Contexte paysager ouvert	Contexte paysager fermé
a ⊏	Éclaircies progressives, et maintien d'un milieu ombragé (protection de la tourbière) ou en périmètre gestion	La coupe rase peut s'envisager si aucune espèce d'ombre végétale
Principes de restauration	de la lumière	protégée est présente sur la zone.
inc	Si fossés comblés : miser sur les dynamiques naturelles	Coupes progressives préférables
Pri	et attendre de voir comment réagit le peuplement	pour ne pas brutaliser le milieu et
	allochtone.	son fonctionnement.

Tableau 17 : Considérations du peuplement sur histosol en fonction du contexte paysager localement.

Accompagner les dynamiques naturelles sur une tourbière signifie généralement conserver des arbres, qui ne prospéreront pas aussi bien que sur d'autres sols. La notion de tourbière et de boisement ne sont pas incompatibles : il existe des tourbières boisées (habitats 91D0 de la directive habitat, d'intérêt communautaire prioritaire). Le milieu appelé tourbière boisée est détaillé en annexe 14 ; la reconnaissance et les méthodes de restauration spécifique y sont notamment décrites.

Sur réductisol et rédoxisol

Les objectifs de restauration sont encore très variés (restauration d'une bordure de cours d'eau drainée et plantée, rédoxisol planté en douglas, ...).

Ensuite, il faut raisonner en fonction du peuplement présent (capital, composition, structure) et en fonction des objectifs et de la situation topographique et géographique de la zone.

Contexte général de la zone	Contexte paysager ouvert	Contexte paysager fermé
	Si changement d'essence →	Intervention plus rapide éventuellement (coupe
	consignes de martelage favorisant les	rase et dynamique naturelle à favoriser depuis les
Principes de	essences autochtones.	peuplements autochtones proches
restauration	Si régénération naturelle insuffisante :	Maintien de milieux ouverts en mosaïque
	Plantation en point d'appui	envisageable, si opportunité de pâturage ou objectif
	envisageable.	écologique particulier

Tableau 18 : Considérations du peuplement sur rédoxisol ou réductisol en fonction du contexte paysager.

L'apport financier espéré dans la restauration est à prendre en compte (une plantation en point d'appui peut être **possible** si l'apport **financier est suffisant**)

Il faudra être vigilant à la végétation possiblement envahissante suite à des éclaircies un peu fortes (ronce, renouée du japon à faible altitude, robinier faux acacia). Il faut envisager une gestion du recru et une sélection au profit des essences naturelles (CEN, 2017) accompagnant habituellement les tourbières (pins sylvestres, bouleaux, saules...). Dans cette perspective, les suivis sont très importants.

c. Les suivis : composantes indispensables à une restauration

Souvent, il semblerait que les suivis soient les « grands oubliés » des opérations de restauration mais ces aspects sont primordiaux pour **pouvoir quantifier** les apports des **interventions et les dynamiques spatio-temporelles des espèces et des milieux**.

La première chose à réaliser avant tous travaux est la mise en place des suivis et d'obtenir un état 0, avant restauration. Sans cette étape, les suivis effectués après restauration n'ont pas un grand intérêt. C'est la même chose si un suivi piézométrique est souhaité sur la zone. Le réseau doit être installé plusieurs années avant les travaux de restauration pour pouvoir discuter de l'effet du bouchage des drains.

Pour suivre à long terme l'évolution des milieux, des cartographies par **photo-interprétation** et leur comparaison, au rythme de 5 ans, est intéressant et efficace. Mais pour suivre les premières années de restauration, cet outil est inadapté. Il faut réaliser des suivis de terrain. **Les transects** permettent une approche générale de la zone, et d'avoir une vision globale de l'évolution de la zone à condition de les placer judicieusement (lisière d'un bosquet d'épicéas pour suivis de la dynamique ligneuse par exemple). **Des placettes** auraient l'avantage de se focaliser sur un aspect important pour la zone localement.

Ensuite, pendant les restaurations, une zone doit être laissée en dehors de toute intervention pour avoir une zone témoin des dynamiques et pouvoir cerner les leviers d'action des dynamiques spatiotemporelles.

Il **ne faut pas se presser, et se laisser le temps** des observations nécessaires pour effectuer un travail pertinent. Une **sélection des suivis** à faire en fonction des objectifs doit être envisagée : certains suivis sont longs et chers à mettre en place.

IV.3.4 Finalisation de la fiche synthétique par ZHP inventoriée

Pour résumer les informations sur les gestions possibles des UH par parcelle forestière, un tableau est inséré dans la fiche synthèse vue au § II.2.3.3. Ce tableau reprend les UH et décrit trois orientations de gestion possibles en fonction des caractéristiques décrites, du ressenti terrain et du contexte plus global de la parcelle (contexte paysager, historique, fonctionnelle ...).

Cette fiche synthèse se veut finalement comme une aide à la décision en reprenant les informations essentielles de la parcelle forestière. Un exemple est disponible en annexe 7.

IV.4 Des financements possibles pour les différentes gestions

Pour effectuer les opérations de restauration ou de préservation, il est possible financièrement de se faire aider : ce sont les paiements de services écosystémiques (PSE) relatifs à ces milieux anthropisés. Le service écosystémique sera amélioré par la préservation, optimisé par la restauration. En outre il est également possible de prétendre à certaines subventions pour des itinéraires de production : celles-ci ne seront pas détaillées ici.

IV.4.1 Les subventions à la préservation des sols

IV.4.1.1 Au fonctionnement câble aérien en Auvergne-Rhône-Alpes.

Il existe en Auvergne-Rhône-Alpes un fond FEADER ⁸ , (fond européen), pour dynamiser le fonctionnement et soutenir les activités d'exploitations au câble aérien dans la région.

La condition préalable à l'éligibilité est la suivante : il faut prélever 80 m³/ha minimum de bois. Il est alors possible de se faire financer à hauteur de 6,4 € par mètre de lignes installées, si la ligne est inférieure à 400 m et de 8 €/m si la ligne est plus longue que 400 m. Cette aide est destinée à la plupart des gestionnaires et propriétaires forestiers. Le taux d'aide public est plafonné à **hauteur de 80** % sous réserve du respect des règles européennes relatives à la concurrence.

IV.4.1.2 A l'achat de matériel

Des financements de la région Auvergne-Rhône-Alpes sont disponibles, depuis 2017, pour l'achat de matériel de débardage, y compris les modes alternatifs déjà présentés (incluant même les ballons captifs). Le montant est de 40% pour les ballons et le câble, de 30% pour les autres matériels. Mais ne sont éligibles que les petites entreprises et coopératives.

IV.4.1.3 Au diagnostic préalable

Il est toujours possible d'obtenir des financements pour des diagnostics à une certaine échelle. Mais il serait intéressant de financer systématiquement un diagnostic avant coupe (de l'ordre de 2 jours d'experts, 1000 €/ parcelle) dans les plantations pour :

- Inventorier l'unité humide et proposer des itinéraires de préservation aux propriétaires
- Établir une cartographie des zones pouvant être utilisées par les engins sans dommage
- Proposer un mode d'exploitation alternatif, le cas échéant

IV.4.2 Leviers financiers pour la restauration

Tableau 19: Leviers financiers
Le tableau 19 présente les principaux moyens de subvention pour la restauration.

Tableau 19: Leviers financiers
pour la restauration.

Organismes concernés	Délégation à un EPCI (GEMAPI)	Agence de l'eau	Fonds européens
Principes	Cadre d'une déclaration d'intérêt général ⁹ sur 5 ans Ou par convention, l'amiable possible avec l'EPCI. Frais de restauration couverts par l'EPCI.	Premiers financeurs de projets de restauration. (13 % des subvention de l'AELB pour la protection et la restauration des milieux humides) Cadre des objectifs de la DCE Le principe d'additionnalité ne s'y applique pas	Fonds FEDER, Axe 5 « Protéger l'environnement et encourager l'utilisation durables des ressources » Financement des travaux et études (plans de gestion) uniquement. Le principe d'additionnalité s'applique.

D'autres financements (Etat, conseil départemental, FEADER, sont disponibles en aire protégée, en fonction du type d'aide, ou en zone NATURA 2000) mais couvrent assez peu le cadre des plantations sur milieu humide, souvent exclues des périmètres de ces aires protégées.

⁸ Fonds Européens Agricoles pour le Développement Rural

⁹ Article L 211-7 du Code de l'environnement et articles L 151-36 à L151-41 du Code rural et de la pêche maritime

IV.4.3 Le mécénat

Le mécénat est tout à fait envisageable. Souvent, il permet de financer de petits projets, parfois jusqu'à 100 % du coût. Les projets de petite taille un peu isolés pourront utilement profiter de cette opportunité.

Les grandes entreprises ont recours à ce genre d'opération dans leur politique de communication : restaurer des zones humides peut s'intégrer à leurs engagements environnementaux, voire redorer l'image de certaines entreprises (« Green washing »). Il existe un risque de retombées négatives sur l'image du propriétaire ou du gestionnaire aidé par une entreprise dont l'activité est notoirement défavorable à l'environnement.

IV.4.4 Les mesures compensatoires

IV.4.4.1 Historique du concept

Historique

Les mesures compensatoires sont apparues suite à la création du concept « éviter, réduire ou compenser », en 2016 introduit par la loi pour la biodiversité. Ce concept s'applique lors de toute évaluation environnementale d'un projet. Cette séquence « ERC » est apparue en 1976 dans les textes de loi sur la protection de l'environnement, puis a été développé jusqu'à aujourd'hui au fur et à mesure des actualisations des textes.

Les principes des mesures compensatoires

Une compensation regroupe toutes les actions visant à offrir une contrepartie positive à un impact dommageable non réductible provoqué par un projet. Les mesures de compensation n'interviennent que si les mesures d'évitement et de réduction ne sont pas suffisantes pour éviter l'incidence du projet sur l'environnement : elles visent à annuler les pertes de biodiversité (si possible à un gain), elles doivent être réalisées au plus près de l'impact et doivent durer aussi longtemps que l'impact.

Les faits passés ont montré que beaucoup de mesures compensatoires appliquées dans les années 2010, n'ont pas respecté ces principes et notamment, les annulations de pertes de biodiversité. Souvent, les mesures compensatoires ont été appliquées sur des milieux ne correspondant pas aux milieux impactés. Depuis quelques années, les principes se mettent en place et l'application de ces 4 principes est mieux effectuée.

IV.4.4.2 Cadre juridique actuel

Cadrage général pour les milieux aquatiques et la biodiversité

Le cadrage juridique des mesures compensatoires est décrit à l'article L161-2 du code de l'environnement. La compensation se passe entre un acteur compensateur, qui fournit le terrain pour effectuer la compensation, à un porteur de projet impactant. Les mesures compensatoires peuvent être réalisées en direct entre un opérateur et un propriétaire des terrains compensateurs.

Pour les milieux aquatiques, le cadre des mesures compensatoires est détaillé dans chaque SDAGE précisant les modalités et les dispositions à prendre pour appliquer les mesures ERC.

Les zones compensées et les zones altérées doivent être équivalentes quantitativement et qualitativement, conditions en théorie vérifiées par une étude d'impact : le gain sur la zone de compensation doit être au moins supérieur à la perte sur la zone d'impact.

Le principe d'additionnalité

KARSENTY estime qu'« une incitation est dite additionnelle si elle, et elle seule, modifie le comportement d'un agent dans le sens souhaité ou le conduit à conserver un tel comportement. » (KARSENTY et al, 2018). Cela signifie que le changement de comportement a un coût pour l'agent, financier ou psychologique. Le but de cette notion est d'éviter les effets d'opportunisme de financements.

Conditions portées par les SDAGE de la zone d'étude

Le tableau 20 reprend es conditions portées par les SDAGE sur le Massif central

Bassin	Loire Bretagne	Adour Garonne	Rhône-Méditerranée
Conditions générales de compensation	Restauration de zones humides cumulativement équivalente sur le plan fonctionnel, de la qualité de la biodiversité, et dans le bassin versant de la masse d'eau impactée.		Restauration de zones humides cumulativement équivalente sur le plan fonctionnel, de la qualité de la biodiversité, et dans le bassin versant de
Si une des conditions n'est pas respectée	Compensation sur 200 % de la surface impactée ¹¹ .	Compensation sur 150 % de la surface impactée ¹²	la masse d'eau impactée sur une surface de 200 % de la surface impactée par le projet. (2 niveaux de compensation) ¹⁰

Tableau 20: Conditions portées par les SDAGE concernant les mesures compensatoires

IV.4.4.3 L'opportunité : des porteurs de projets locaux et des services instructeurs recherchant des solutions locales

Une commune rurale souhaite refaire sa salle des fêtes, malheureusement, cette installation impacte 0,5 ha de zone humide. Quelles solutions existe-t-il aujourd'hui à la commune pour réaliser ce projet dans le cadre légal et les dispositions du SDAGE ?

Certains acteurs du développement du territoire cherchent des solutions de compensation, et peinent souvent à en trouver. Les plantations en milieu humide situées dans les forêts relevant du régime forestier, sont des terrains adaptés à l'application de ces mesures (si elles n'ont pas déjà fait l'objet d'un engagement de restauration). La maîtrise foncière première condition à l'application des mesures compensatoires est une force des collectivités et des forêts relevant du régime forestier.

Des propriétaires privés, ayant identifié des plantations en zone humide et s'interrogeant sur leur avenir pourraient bien sûr proposer le même service et se regrouper en réseau.

Partie V. Limites et les perspectives de l'étude

V.1 Limites du protocole d'inventaire et de la typologie

V.1.1 Pré-cartographie et approche des plantations sur milieu humide sous le SIG

V.1.1.1 Des données sur les milieux humides hétérogènes

a. Enveloppes de probabilité de présence de milieu humide

Des données par SAGE, hétérogènes mais fiables

Les données fournies par les SAGE concernant les enveloppes de probabilité de présence d'une zone humide ne sont pas homogènes sur tout le territoire d'étude ou sont incomplètes. Les définitions de ces enveloppes sont très différentes entre elles (BOISSON, 2015, OBSTANCIAS, 2014), et donc le niveau de précision est différent en fonction des méthodes utilisées pour obtenir l'information.

¹⁰ SDAGE Rhône-méditerranée 2016-2021, disposition 6B-04

¹¹ SDAGE Loire-Bretagne 2016-2020, disposition 8B-1

¹² SDAGE Adour-Garonne 2016-2021

Étude poussée du MNT gourmand en temps et peu précis

Les essais de traitement des MNT n'ont pas été concluant pour obtenir avec une bonne précision (<30 m) la localisation des milieux engorgés. La topographie et la proximité à un cours d'eau n'est, finalement, pas la seule explication, à la présence ou non d'un milieu humide. La géologie, la microtopographie (non visible sur le MNT disponible) interviennent également et sont difficiles à approcher sous SIG.

b. Les agents de terrain : des sensibilités différentes à la problématique.

Les agents ont des sensibilités et des connaissances différentes en matière d'engorgement du sol. Ils décrivent les plantations aux caractères humides les plus marqués. Les milieux à engorgement temporaire (les moins marqués par l'humidité sur le terrain), sont alors mis de côté par les agents lors des discussions.

c. Utilisation des inventaires Natura 2000 et des inventaires floristiques

Les inventaires d'habitats (Natura 2000) et les inventaires de zones humides réglementaires ont très souvent été effectués avec l'approche botanique. Comme il a été vu au § II.4.2.3, l'approche par la flore n'est pas suffisante en forêt. L'utilisation de ces données est donc à nuancer au cas par cas si une plantation se situe au bord d'une de ces zones. Il est donc possible de surestimer les surfaces concernées.

V.1.1.2 Limites de l'inventaire des plantations sur l'agence

a. L'approche des plantations par les essences allochtones : une approche trop simple.

Localiser les plantations par la seule présence d'essences allochtones, atteint ses limites dans cette étude. En effet, le Sapin, qui est une essence autochtone, peut avoir été utilisée en plantation engendrant aussi des dégradations de milieu humide. Les plantations en essences autochtones (Sapin pectiné, Pin sylvestre) n'apparaissent donc pas dans la pré-cartographie.

b. Utilisation des données de l'Office National des Forêts

Le calendrier prévisionnel des coupes de l'agence est une source d'informations précises sur les essences présentes sur les parcelles forestières mais sous-estime les surfaces. Une parcelle n'apparaît que lorsqu'une coupe est programmée. Or, les zones les moins productives sont souvent placées « hors sylviculture » dans les aménagements et ne font pas l'objet d'exploitation. L'idéal aurait été d'utiliser la base des unités de gestion, si elle était systématiquement renseignée, au moins quant aux essences.

En l'état, les données internes de l'Office National des Forêts restent les principales sources d'informations de l'inventaire pré-cartographique.

La couche SIG des contrats FFN encore en cours a été également précieuse et fiable. En effet, elle permet de connaître la date de la plantation et son essence. Toutefois, cette source de données n'est pas suffisante car elle est incomplète : une fois que les contrats sont remboursés, la surface anciennement concernée est effacée, même si la parcelle est replantée. La quantité d'informations disponibles devrait donc au fil du temps être de moins en moins importante.

c. La BD forêt v.2 de l'IFN, l'incertitude des essences autochtones.

Cette source d'informations sera intéressante, notamment pour les secteurs privés, où l'accès à la composition est délicat. Mais l'approche de l'IGN pour les classements des essences ne facilite pas le repérage des plantations. En effet, les peuplements d'épicéas ou de sapin sont nommés de la même manière (« Sapin-épicéas »), tout comme les peuplements de chênes rouge d'Amérique et les chênes européens (« Chênes décidus »). Avec ces dénominations, il est difficile de distinguer ce qui allochtone de ce qui ne l'est pas.

d. Les pistes d'amélioration de la pré-cartographie

La première piste est la création et la mise à jour à l'échelle de l'agence d'une base de données géographiques des peuplements des parcelles forestières. Cette information ne serait pas seulement utile pour cet inventaire, mais également pour les aménagistes et les personnes concernées par l'aménagement des forêts.

Sur un petit territoire, comme le Livradois-Forez, il aurait été intéressant d'approfondir l'étude de la prévision des degrés d'humidité potentiel sur le terrain sous le SIG. Avec des informations hydrogéologiques, un MNT plus précis et plus de temps cela aurait été envisageable. Si les résultats étaient significatifs sur ce territoire particulièrement concerné, il aurait été envisageable d'élargir à un voir plusieurs départements.

V.1.1.3 Difficultés d'échantillonnage

Le domaine d'étude ne permettait pas d'échantillonner des situations en contexte fluvial (peupleraie) Ces terrains, qui n'étaient pas présents sur le territoire de l'agence peuvent être plus fréquemment rencontré sur les départements du nord du Massif central (espaces de liberté des grands cours d'eau : Val d'Allier). Ces milieux humides, pédologiquement, se caractérisent souvent par des fluviosols, avec absence de tâche d'oxydo-réduction dans le profil pédologique, ils sont sous influence d'un cours d'eau et l'eau y circule sans stagner.

Aucune très jeune plantation, au stade perchis ou gaulis n'a été inventoriée. Le ralentissement des chantiers de plantation en plein d'une part et d'autre part le respect des zones engorgées sont des explications possibles, en forêt publique. Cependant, ce type de situations qui pourrait être rencontré en forêt privée.

Les situations sur **calcaire** ne sont pas non plus prises en compte dans cet inventaire, et manquent dans la construction de cette typologie. Cette géologie étant quasiment absente du territoire de l'agence, il n'était pas attendu de l'intégrer dans l'étude. Néanmoins, elle est très présente au sein du territoire du Massif central (Sud notamment).

V.1.2 Difficultés sur le terrain

La question des drains et des cours d'eau

La reconnaissance des drains est un aspect qui dans la plupart des cas ne laisse aucun doute possible. Mais dans certains cas marginaux, elle laisse l'opérateur perplexe : est-ce bien un fossé drainant, ou un cours d'eau recalibré ? En l'absence de "lit naturel", un cours d'eau recalibré pourra être différencié par les 2 autres critères légaux (depuis 2016) : la présence d'une source (ou de sources diffuses) et un "débit suffisant une majeure partie de l'année". Une annexe technique (annexe 15) a été écrite à ce sujet.

La distinction à faire entre drain et cours d'eau est importante car elle influence les déplacements dans la parcelle lors d'exploitation : le franchissement de cours d'eau nécessite une procédure soumise avant l'exploitation, alors que si c'est un fossé drainant, le franchissement peut se faire sans procédure préalable. Il est recommandé en cas de doute de consulter les services de police de l'eau, pour ne pas risquer d'être considéré en tort lors d'un contrôle de l'exploitation. Une carte des cours d'eau est actuellement en cours de réalisation et peut être consultée à titre indicatif sur le site des DDT. Mais ces cartographies sont encore très imprécises dans les zones forestières des têtes de bassin.

La matière organique, et les traces d'hydromorphie

Sur des sols très organiques, généralement situés en altitude, la faible décomposition de la matière organique engendre des horizons noircis et ne permet donc pas de distinguer d'éventuelles tâches d'hydromorphie. Si le sol n'est pas franchement histique, on hésitera à dire si oui ou non c'est un sol humide.

Des milieux perturbés

La perturbation des milieux peut également engendrer un biais d'appréciation des types de sols.

En tourbière perturbée, il est possible de prélever un horizon plus minéralisé que les autres. Cet horizon organo-minéral est appelé **KTH** est lié au pâturage ancien comme décrit dans le paragraphe II.5.2.2

Les plantations sur ados ont modifié les premiers horizons, et ces derniers ont parfois été totalement été remodelés, modifiant l'aspect naturel des horizons histiques ou la répartition des traces d'hydromorphie.

V.1.3 Limites et perspectives de la typologie

La question de l'utilisation du volume bois fort de la zone et non du volume bois fort à l'hectare a été une question cruciale de cette typologie. C'est un point discutable de ce travail.

La réflexion à partir du volume total présent sur l'unité humide et de considérer les unités humides indépendantes les unes des autres est discutable. En effet, en forêt publique il est rare d'avoir une parcelle isolée, et surtout une unité humide isolée sans peuplement forestier voisin. Ainsi, la vision plus globale à l'échelle de la parcelle n'est pas facile à voir : vision qui est utilisée dans la gestion courante des peuplements forestiers (coupes et travaux prévus à l'échelle de la parcelle forestière). Mais dans les cas de propriétés privées cette vision indépendante peut avoir du sens.

Cette typologie permet de travailler sur les plantations du territoire du Massif central hors contextes fluvial et calcaire. En cela, elle risque d'être utilisable dans le Morvan par exemple, ou dans les montagnes bourbonnaises. Si l'occasion m'en avait été donnée, j'aurais pu effectuer des relevés en dehors du territoire d'étude initial, puisque ce travail est destiné à être utilisé au-delà.

Cette **typologie est évolutive** et pourra être complétée avec les expériences des gestionnaires. Dans l'état actuel, elle semble déjà répondre à la demande de l'Office National des Forêts, en discriminant les principaux cas rencontrés. Elle permet de cibler les sols les plus vulnérables, de quantifier les dégradations que le sol a subi, et d'avoir une première estimation des potentiels sylvicoles et de restauration.

Cette typologie et l'inventaire réalisés pendant cette étude seront mis à disposition des acteurs intéressés.

V.2 Recommandations pour une généralisation de l'inventaire

Les utilisateurs de ce protocole d'inventaire sont potentiellement très variés : l'Office National des Forêts, des partenaires du monde de l'eau ou de la forêt privée... Des adaptations peuvent donc être envisagées en fonction de l'organisme utilisant cette méthode ; au-delà des critiques et des développements précédents, voici quelques précisions sur le protocole.

V.2.1 Les Pré-cartographies

Les données géographiques

Pour la pré-cartographie, toutes les données utilisées pour cette étude peuvent être utilisées. Si l'Agence de l'Office National des Forêts qui se lance dans un inventaire tel que celui-ci, possède une **information les peuplements** en place sur ses parcelles forestières, l'ajout des données supplémentaires concernant les plantations ne sera pas forcément nécessaire et permettra d'alléger le protocole de précartographie. De même, s'il existe une cartographie sous SIG des **unités stationnelles**, il peut être alors intéressant de l'utiliser pour réaliser le croisement du milieu avec le peuplement. Mais les stations ne décrivent souvent que les milieux les plus humide donc cela peut être insuffisant.

Pour l'information disponible concernant les milieux humides, il faudra certainement **prendre contact** avec les structures porteuses des SAGE et les DDT locales.

Pour étendre la démarche aux **propriétés privées**, les données IFN pourraient être, dans un premier temps, utilisées pour la pré-cartographie et croisées avec les données du cadastre pour avoir les données de la propriété privée. Toutefois, la micro-propriété isolée risque de ne pas être décrite par la BD Foret V.2. Le CNPF a ensuite accès aux noms des propriétaires des potentielles plantations sur milieu humide que pourrai révéler cette méthode. Pour des données sur les plantations dans les propriétés de plus de 25 ha, une réflexion sur les Plans Simples de Gestion peut être menée avec le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF). Conformément à l'Article 2 de l'Arrêté Ministériel du 19 juillet 2012, tout PSG doit contenir en annexe un plan des peuplements de la propriété. C'est une source d'information qui peut alors être utilisée pour localiser les plantations. Bien que parfois ces données soient sous format papier ou que les couches SIG ne soient pas disponibles, il est tout de même possible de repérer les zones concernées. L'utilisation de cette information doit se faire avec l'accord du propriétaire.

Les connaissances des gestionnaires de terrain

Les gestionnaires privés, experts ou coopératives, tout comme les propriétaire-gestionnaires, connaissent bien les forêts qu'ils gèrent. Ils pourront reproduire ce protocole et partager leurs résultats suivant la volonté du propriétaire. Du fait de l'impossibilité de mettre les données privées en réseau,

l'inventaire en forêt privée sera une addition d'opportunités, en fonction des gestionnaires et des propriétaires.

Pour la pré-cartographie de préparation du terrain

Pour gagner en efficacité d'inventaire sur le terrain, il faudrait cartographier le réseau de drainage et les peuplements dès le départ par l'étude des ortho-photographies historiques et actuelles, disponibles sur le **GEOPORTAIL** de l'IGN.

V.2.2 Inventaire terrain

V.2.2.1 Formulaire de saisie et feuille de relevé de terrain

La nouvelle feuille de relevés de terrain est disponible en annexe 16. Cette dernière intègre les remarques faites lors de cette étude. Une feuille de relevé est également mise à disposition au format Excel pour éventuellement une saisie sous tablette.

V.2.2.2 Limitation du nombre de personnes en charge de l'inventaire

Il serait souhaitable de limiter le nombre de personnes effectuant les relevés : une seule et même personne pourrait être mandatée pour effectuer les relevés au sein d'une agence territoriale de l'Office National des Forêts. Cette configuration permet d'homogénéiser les relevés, les appréciations concernant les traces d'hydromorphie, les reconnaissances de drains/cours d'eau. Les mesures qui peuvent être soumises à un biais opérateur seraient alors très limitées.

La reconnaissance pédologique des milieux humides et des différents critères relevés nécessite un minimum d'expérience sur le terrain : peut être qu'une formation pourrait être intéressante pour assoir les capacités de l'opérateur à réaliser l'inventaire de manière fiable.

Il est souhaitable que cet expert soit accompagné par le technicien de terrain habituellement référent (TFT à l'ONF), pour gagner du temps sur le positionnement, et discuter des gestions possibles. Par contre la présence de ce référent terrain n'est pas nécessaire tout au long de l'inventaire.

V.2.3 Intégration dans les bases de données

En ce qui concerne le traitement des données récoltées sur le terrain, il est conseillé d'exporter au format .csv. Les unités humides seront en cohérence avec le parcellaire forestier qui est matérialisé sur le terrain de façon claire.

L'analyse des relevés forestiers se fera via une macro VBA sous Excel.

Il est coûteux et souvent peu fiable dans le temps de multiplier les bases de données. Il est conseillé donc de mettre à jour si possible les bases de données existantes, concernant la desserte, les aménagements (captage, passage busé, ...). Si une base de données « eau » existe au sein d'une agence, celle-ci pourra être mise à jour avec les relevés de cours d'eau, et même des fossés drainants effectués. Finalement, une seule base de données pourrait être créée et à administrée : la base de données des unités humides. Les métadonnées de cette base de données sont en annexe 17.

La première version de la base de données a été construite sous Qgis au format shape, Version 2.18.18 associé à Excel 2016. Les formats « shape » de Qgis ont l'avantage de facilement être utilisés sous Arcgis, logiciel utiliser par l'Office National des Forêts.

V.3 Limites et perspectives des orientations de gestion

V.3.1 Incertitude sur la stabilité et les itinéraires techniques

Les itinéraires techniques décrits dans les paragraphes III.3 seront à mettre en perspective avec le contexte local. Les itinéraires de productions s'appuient sur la stabilité potentielle du peuplement. Cette donnée est une *probabilité* approchée par BEYQUET, 1984, mais reste une probabilité fonction du temps de retour des coups de vent violent sur la zone, de l'exposition du peuplement etc.

Les itinéraires sont surtout une **aide à la décision**, et **source d'inspiration** pouvant être complétée avec l'expérience du gestionnaire et sa connaissance du contexte local et du propriétaire.

V.3.2 Restauration des milieux humides : chaque cas unique et complexe

Ce qu'il ressort des entretiens et des rencontres qui ont pu être effectués au cours de cette étude est que chaque milieu humide est unique : il faudra toujours remettre en place le **raisonnement** de restauration.

Formation des ouvriers aux travaux d'entretien et de restauration

L'Office National des Forêts a tout intérêt à miser sur les capacités de ses ouvriers, et à instaurer une relation de confiance avec eux pour réaliser des chantiers de restauration dans les meilleures conditions humaines et techniques.

Les chantiers de restauration peuvent être effectués par des entreprises privées mandatées par l'Office National des Forêts ou bien l'Office National des Forêts réalise les travaux en faisant travailler ses ouvriers.

L'agence de Lozère effectue depuis quelques années des travaux de restauration et, très souvent, ce sont leurs ouvriers qui les réalisent. Les ouvriers ont eu la possibilité de se former sur le fonctionnement des tourbières et des milieux humides plus généralement, sur la manière de l'aborder, et de les restaurer. Après une période d'adaptation à ce type de chantiers (suivis des chantiers très réguliers au départ), peu habituel pour eux, ils sont aujourd'hui beaucoup plus autonomes, font preuve d'initiatives, et leur expérience permet de gagner en efficacité et en qualité de réalisation : niveau de confiance accrue quant aux compétences des ouvriers. Ainsi les coûts sont également plus faibles.

V.3.3 Des subventions à imaginer pour d'autres modes d'exploitation

Serait-il envisageable de favoriser la prise de conscience et l'utilisation des techniques alternatives par des subventions aidant les propriétaires à franchir le pas de ces modes d'exploitation, pour préserver les sols ? Les subventions existantes à l'investissement ne sont pas toujours connues des petits entrepreneurs, ne concernent pas les gros et sont relativement limitées. Pour systématiser l'usage des petits engins permettant d'exploiter en conditions difficiles, il faudrait élargir ces conditions. Dans ce cas, les moyens régionaux suffiront-ils ? Favoriser l'investissement sur du petit matériel, via des **subventions spécifiques** ?

Le **groupement** d'exploitants avec une structure de type CUMA pourrait être envisagée. Ces structures permettent à plusieurs entités juridiques d'investir ensemble pour du matériel, de le rentabiliser plus facilement et sans investissement important de la part d'une seule et même personne. Cette solution pose énormément de questions juridiques et pratiques (quelle répartition en termes de chantiers disponibles entre tous les adhérents à la CUMA, ...).

De plus il existe aussi des projets de débardage/transport en ballon dirigeable notamment (Flying Whales). Il est alors permis d'imaginer que des nouvelles méthodes seraient dans un avenir plus lointain applicables éventuellement à toutes ces zones difficilement débusquables et débardables autrement que par les airs!

V.3.4 Positionnement de l'Office National des Forêts

Devant les opportunités de compensation, l'Office National des Forêts cherche à se positionner sur ces marchés encore naissants. L'Office National des Forêts peut être maître d'ouvrage, pour des projets forestiers (piste concernée par un IOTA) en forêt domaniale, il peut être également maître d'œuvre, opérateur de compensation, voir même avoir une mission de bureau d'étude.

Dans le cadre du principe d'additionnalité

La tournure de la rédaction des aménagements forestiers est importante. Les aménagements sont ambigus sur la question de la restauration : les plantations sur milieu humide sont parfois mises en amélioration, comme les autres parcelles plantées, soient placées « hors sylviculture », laissées en évolution libre, sans qu'une restauration n'y soit explicitement programmée.

L'aménagement forestier doit clairement établir qu'une restauration de tels milieux est possible, mais ne doit pas la programmer tant que des moyens ne sont pas déjà identifiés et obtenus. Le classement doit être plutôt un "repos" provisoire.

Lorsque la restauration est déjà décidée et financée (Natura 2000, réserve biologique avec financement, îlot de sénescence), elle ne pourra pas être éligible aux mesures compensatoires.

La question de la commercialisation des bois

La commercialisation des bois issus d'une mesure compensatoire est également une question à soulever. En effet, lors d'une restauration, des bois d'une certaine valeur peuvent être exploités et vendus. Comment ces bois doivent-ils être commercialisés? et comment le porteur de projet intervient économiquement dans les exploitations des bois? Des solutions ont été proposées dont la synthèse est présentée dans le tableau 21:

	Le porteur de projet	Le propriétaire	Avantages	Inconvénients
1° solution	paye la totalité de l'exploitation.	vend les bois qui lui appartiennent (recette)	Simple à mettre en place.	Manque de transparence sur la valeur des bois Démonstration de l'additionnalité de la compensation insuffisante
2° solution	paye le déficit d'exploitation.	avance l'exploitation.	Transparence de l'opération. Principe d'additionnalité respecté et visible (déficit d'exploitation)	Plus compliqué à mettre en place Avance de trésorerie pour le propriétaire.

Tableau 21 : Synthèse des différents modes d'exploitation et de vente des bois dans le cadre d'une mesure compensatoire

Le **principe d'additionnalité est primordial**, et doit être clairement identifié dans les opérations entre porteur de projet et propriétaire compensateur.

De plus, quid des pertes de valeur d'avenir du peuplement en cas de coupe anticipée dans le cadre d'une mesure compensatoire ? Comme le souligne F. ANDRE (ANDRE, 2012), les propriétaires et notamment privés, ne sont pas prêts aujourd'hui à investir dans la protection des milieux sans moyens supplémentaires. Il semble légitime de se faire indemniser les **pertes de valeur d'avenir** du **peuplement concerné**, s'il y a sacrifice d'exploitabilité, et du **peuplement de seconde génération**, qui aurait pu être implanté à la suite du premier de façon rentable.

Le cadre des mesures compensatoires est quoiqu'il en soit basé sur un contrat à l'amiable entre le propriétaire et le maitre d'ouvrage impactant. Si celui-ci n'a pas de meilleure solution, il acceptera les demandes du propriétaire, dans la mesure où elles sont justifiées et en rapport avec une mesure véritablement compensatoire. La transaction financière ne fait d'ailleurs l'objet d'aucun contrôle administratif et est d'ordre privé.

Pour l'Office National des Forêts il est souhaitable d'établir sur ces points un cadre déontologique clair. Il n'en sera que plus réactif et opérationnel sur ce marché concurrentiel.

V.3.4.1 Les limites des mesures compensatoires

Parmi les mesures compensatoires, beaucoup d'incertitudes existent : la première est la volonté d'acceptation du propriétaire à effectuer les travaux même subventionnés.

La deuxième est la visibilité de l'Office National des Forêts sur le marché naissant des mesures compensatoires. Beaucoup d'acteurs des milieux naturels interviennent déjà sur ces créneaux, certes, l'Office National des Forêts à l'avantage d'avoir la **maîtrise du foncier**, mais est-on prêt, en interne, à accepter ces situations ponctuelles exceptionnelles et toujours complexes de mise en place des compensations, de la négociation avec le porteur de projet et le propriétaire ?

Pour toutes ces raisons, la mise en place de mesures compensatoires **sera un défi** pour l'Office National des Forêts, et peu de dossiers seront mis en application. La majorité des plantations sur milieu humide continuera à être exploitée, et très certainement en forêt publique, la majorité de ces zones sera orientée vers de la préservation, sans investissement spécifique important.

V.3.5 Réussir à mobiliser des acteurs sur ces opportunités

Au-delà de toutes ces considérations juridiques et techniques, l'Office National des Forêts doit faire face à une problématique importante : **réussir à convaincre**, propriétaires et agents, de l'intérêt de **restaurer** ces plantations sur milieu humide notamment par des mesures compensatoires, qui constituent une **opportunité**. Il ne sera bien sûr pas possible de généraliser ces financements à toutes les plantations sur milieu humide.

Il faut plus systématiquement **convaincre les propriétaires** à la **préservation** de leurs sols. Les problématiques d'eau potable, par les retours d'expérience sur d'autres secteurs. Il doit être possible de faire réfléchir les propriétaires sur la nécessité de préserver la ressource en eau.

Le fait d'adapter les conventions et les contrats à ces situations exceptionnelles permettra également de gagner en compréhension de la part des propriétaires. Mais également de la part des exploitants, qui pourraient alors pouvoir investir dans du matériel plus adapté à ces travaux particuliers de restauration.

Conclusion

L'Auvergne est surnommée le château d'eau de la France, les milieux humides sont omniprésents sur le territoire auvergnat. Avec une dynamique forte de reboisement pendant 60 années en après-guerre, de nombreuses zones humides ont été boisées par plantation. Ces plantations arrivent aujourd'hui à maturité économique et se pose alors la question de leur gestion : ce sont des peuplements instables, très divers en capital, mais qui, se sont parfois révélés économiquement rentables, lorsque le drainage a été suffisant.

La pré-cartographie réalisée révèle une surface de plantations sur milieu humide d'environ 5000 ha sur l'ensemble du territoire de l'agence Montagnes d'Auvergne. Inégalement répartie, celles-ci sont principalement présentes sur les zones à géologie peu filtrante (plutonique, métamorphique et sédimentaires), les contextes volcaniques étant plutôt concernés par des milieux humides restreints en taille.

Par l'inventaire de 446 ha de plantation, dont 37 % concernés effectivement par un milieu humide, un protocole d'inventaire a pu être établi avec l'établissement d'une typologie des plantations. Ce protocole permet de réaliser l'inventaire non exhaustif des plantations sur milieu humide sur l'agence Montagnes d'Auvergne tout en pouvant être utilisé dans l'ensemble du Massif central. Il permet de relever les informations nécessaires par Unité Humide au sein d'une parcelle forestière.

La typologie permet de quantifier les dégradations qu'ont subi ces milieux humides, de hiérarchiser les priorités d'intervention par le degré d'humidité encore présent dans le sol, et enfin de connaître les possibilités sylvicoles pour leur gestion future.

Ces plantations sont très majoritairement composées d'épicéas, sur sol à nappe temporaire. Malgré tout, certaines plantations ont été effectuées sur d'anciennes tourbières altérant les fonctionnements naturels de ces milieux fragiles. Le drainage est la principale altération qui a été relevée et qui est le premier marqueur d'anthropisation importante.

Trois grandes orientations de gestion ont été distinguées, entre lesquelles il faut choisir :

- la production : sylviculture respectant les lois et réglementations strictement.
- la préservation : gestion n'aggravant pas les dégradations du sol et de la ressource en eau.
- la restauration : restauration de la zone humide vers un état de référence .

Le propriétaire est le décideur. Pour décider, il lui faut peser les avantages et les inconvénients de tous les itinéraires de gestion possibles suivant la situation de départ, décrite par le type de plantation sur milieu humide, les moyens techniques et financiers disponibles. Sa sensibilité interviendra également dans son choix.

Nous n'avons pas établi de catalogue complet, mais cherché à établir tous les paramètres juridiques, techniques et financiers du raisonnement, qu'il faudra toujours tenir, pour envisager chaque cas unique et complexe.

Il subsiste encore des incertitudes techniques face à la complexité de fonctionnement de ces milieux, des incertitudes sur les financements. Mais l'ensemble dépend de l'acceptation par le propriétaire de passer de la production actuellement en place à des milieux moins productifs.

Les mesures compensatoires constituent une perspective intéressante et stratégique pour ces milieux. Mais la majorité de ces zones devrait surtout suivre la voie d'une production de bois préservant les milieux humides.

Cette typologie et ce raisonnement technico-économique que nous proposons pourront être améliorés et poursuivis utilement. Un projet financé regroupant l'Office National des Forêts, le CNPF et les communes forestières est monté dans cette perspective. Gageons que ce soit le renouveau des zones humides intra-forestières en Auvergne!

Bibliographie, citographie

- **ABT. D, 2014**, « Guide des sylvicultures- Arc Jurassien Sapin et épicéa », Office National des Forêts, 111p
- **AGENCE DE L'EAU ADOUR GARONNE, 2015, «** Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 Bassin Adour-Garonne », Comité de bassin Adour-Garonne
- **AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE**, 2011, « Guide d'analyse économique Zones humides : Évaluation économique des services rendus », Agence de l'eau Loire Bretagne, Décembre 2011
- **AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE**, 2015, « Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 Bassin Loire Bretagne », Comité de Bassin Loire-Bretagne
- **AGENCE DE L'EAU RHONE MÉDITERRANÉE-CORSE**, 2015, « Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 Rhône Méditerranée », Comité de bassin Rhône Méditerranée
- ANDRE, Flora, 2012, « Avenir des plantations de résineux situées en zones humides Diagnostic et proposition d'une stratégie de gestion » Stage de fin d'étude AgroParisTech centre de Nancy, 104 pages
- AUGUSTO. L, 1999, « Etude de l'impact de quelques essences forestières sur le fonctionnement biogéochimique et la végétation de sols acides », Nancy Université Henri Poincaré, Nancy I-276p, (Thèse de doctorat)
- BECQUEY.J, RIOU-NIVERT. P, 1987, « L'existence de « zones de stabilité » des peuplements : conséquences sur la gestion », Paru dans la Revue Forestière Française, n° 39, pages 323-334
- **De BAILLY, P**, 2005, « A propos de la pression exercée par les pneus, chenilles et sabots », La forêt Wallonne, numéro 78, septembre/octobre 2005
- **BOISSON. C, 2015**, « Modalités d'inventaire des zones humides sur le bassin de la Sioule », Etablissement Public Loire, 70 pages
- Centre Botanique National du Massif central, 2016, Compte rendu du séminaire « Forêts anciennes du Massif central – Développer des outils pour les identifier et les caractériser », Chavaniac-Lafayette,
- **CHOLET, 2010**, « Tourbières des montagnes françaises : nouveaux éléments de connaissance, de réflexions et de gestion. »
- **CIZEL. O, 2017**, « Zones humides : quelle définition pour un juriste, quelle définition pour un écologue ? » Association Française Interprofessionnelle des Écologue, Avril 2017.
- Conseil général du Finistère, 2012, « Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère », Mai 2012, p104-111
- Conseil général du Haute Loire, 2006, « Étude pour la restauration de la fonctionnalité hydrologique des zones humides des bassins versants de la Borne et du Lignon – programme d'actions », CESAME pour le CG 43, 119 pages
- **CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS**, 2015, « Prise en compte du KTH dans les objectifs de gestion d'une tourbière », Pôle relais tourbière
- CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS, 2013, « Restauration des milieux tourbeux Élimination d'une espèce indésirable dans le cadre d'un contrat forestier Natura 2000 grâce au débardage par câble », Pôle Relais Tourbière
- CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS Lozère, 2017, « Expertise de tourbière en forêt domaniale de Croix de Bor, site de la Montage », Étude commandée par l'Office National des Forêts, 2017, 19 pages.
- CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS Lozère, 2017, « Expertise de tourbière en forêt domaniale de Croix de Bor, site de la Croix de Bor Ouest », Étude commandée par l'Office National des Forêts, 2017, 22 pages.
- **CORSON (Mathieu)**, 2013, « État initial et étude de faisabilité d'un projet de restauration de tourbière du pays de Bray humide », Mémoire de fin d'étude FIF-ENGREF, 100p
- **COUHET-GUICHOT, S** 2010, « Zones humides, fonctionnalités et services écosystémiques rendus : étude bibliographique », Conseil général des Pyrénées-Atlantiques.

- **DECOURT, 1974**, « Tables de production pour l'épicéas commun et le douglas dans l'ouest du Massif central », Revue Forestière de France, n°25, pages 99-105
- DELPECH, DUME, GAKLMICHE, TIMBAL, 1985, « Typologie des stations forestières : vocabulaire »,
 Institut pour le développement forestier, 243p
- **ESCURAT. J-M, CURT. T**, 1993, « Guide pour le choix des essences forestières dans la châtaigneraie cantalienne », Centre Régional de la Propriété Forestière d'Auvergne, CEMAGREF. Groupement de Clermont-Ferrand, 24 pages.
- **FORET CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION AMÉNAGEMENT (FCBA),** 2013, « Exploitation forestière et environnement : les aspects réglementaires », Union française des Industries des Cartons papiers et Celluloses, dans le cadre du projet FORGECO, 58 pages.
- **FRANKARD**, 2006, « Les techniques de gestion des milieux naturels et semi-naturels mises en œuvre depuis 1994 dans la RND des hautes Fagnes.1. Bilan de 12 années de gestion conservatoire des tourbières hautes dans la réserve naturelle domaniale des Hautes Fagnes », 2006-3, Hautes Fagnes, p21-29
- **GAILLARD-TURC. A-L, 2015,** « Actions en faveur de la préservation des zones humides dans les forêts publiques de Drôme et d'Ardèche », Bureau d'étude de l'Office National des Forêt, Avril 2015.
- GOUBET, Pierre, « Diagnostic de la zone humide de la forêt domaniale d'Ayguebonne, 63 », Etude commandée par l'Office National des Forêts, 2010, 30p
- **GUILLON. M, SARDIN. T, VIRY. B, WRIGHT. J**, 2013, « Référentiels sylvicoles Massif Vosgien sapin, épicéa et pin sylvestre », Office National des Forêts, 36 pages.
- **Institut Forestier National, 2007,** « La forêt plantée en France, état des lieux ». L'IF, la feuille de l'inventaire forestier, mai 2017
- KARSENTY. A, AUBERT. S, BRIMONT. L, DUTILLY. C, DESBUREAUX. S, EZZINE DE BLAS. D, LE VELLY.
 G, 2018, « Les aspects économiques et légaux de l'additionnalité des Paiements pour Services Environnementaux », Fondation pour la recherche sur la biodiversité, 3 pages
- LEGRAND. P, BARTOLI. F, CURT. T, 2007, « Spécificités des sols volcaniques du Massif central : bénéfices et contraintes pour la gestion forestière », Revue forestière française, vol. 59, n° 2, p.99-118
- **LEMMET. T, 2016**, « La production forestière sur les zones humides dans le Haut-Livradois », Stage de BTSA Gestion Forestière, Session de 2016, 40 pages + annexes
- **LEVY. G, LEFEVRE. Y, 2001,** « La forêt et sa culture sur sol à nappe temporaire », École Nationale du Génie Rural, des Eux et des Forêts, page 32
- MANIERE G. & PETITJEAN.S, 2016, « Suivi de l'efficacité écologique des travaux de restauration du milieu aquatique – Aménagements contre l'impact des résineux – Ruisseau de Chamboux à Peyrelevade (19) », FDAAPPMA 19 – Rapport final, 39p + annexes
- MASSENET, Jean-Yves, « Estimation du volume des peuplements », Lycée forestier de Mesnières, Novembre 2010, p4.
- MEDDE, GIS Sol. 2013. « Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. »
 Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Groupement d'intérêt Scientifique So, 63 pages
- **Mission économique de la biodiversité**, 2013 « Comprendre les paiements pour les services écosystémiques : des vertus du concept aux défis de la mise en œuvre », Biodiv'2050 numéro 1, Mai,2013, p 7-11
- NICOLAS. S, 2010, « Étude de la qualité piscicole du haut bassin versant de la Borne entre 2004 et 2009 / Suivi du Contrat Restauration Entretien », Syndicat Inter Communal d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents de Haute Loire, 39 pages
- **OBSTANCIAS. J, 2014** « Cartographie des zones humides Note technique », Direction Départementale des Territoires du Puy de Dôme, p 5
- PAROIS. M, Juin 2010, « Bilan et évaluation des travaux réalisés sur la propriété départementale de Roche-Gourgon à Roche en Forez (42), Stage de fin d'étude, DUT génie biologique, Conseil Général Loire, 71p + annexes
- PISCHEDDA. D, 2009, « Guide pratique pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la Forêt », Prosol FCBA Office National des Forêts, 113p

- Parc Naturel Régional des Millevaches, 2014, « Sylviculture et cours d'eau- Guide des bonnes pratiques » Edition 2014, 60p
- **J. RANGER, D. GELHAYE, P. BONNAUD**, 2009, « Plantations de Douglas et durabilité des sols forestiers et de la qualité de l'environnement », Parc Naturel du Morvan, INRA, 20p
- **RENAUX B, 2017**, « Les tourbières boisées du Massif central. Actes des 2ème Rencontres végétales du Massif central » in Actes des 2èmes Rencontres végétales du Massif central, 2015, 27-54.
- **SEYNAVE.I, GEGOUT. J-C, HERVE. J-C, DHOTE. J-F, DRAPIER.J, BRUNO.E, DUME.G**, 2004, « Étude des potentialités forestières pour l'épicéa commun dans l'est de la France à partir des données de l'IFN », Revue Forestière de française, Vol 56 (6), Décembre 2004, p 537-550
- SJÖGREN P., VAN DER KNAAP W.O., VAN LEEUWEN J.F.N., ANDRI M. & GRÜNIG A. (2007) "The occurrence of an upper decomposed peat layer, or "kultureller Trockenhorizont", in the Alps and Jura Mountains." Mires and Peat 2: Art. 5., en ligne: http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map02/map0205.php)

Sites internet et articles en ligne

Processus d'Helsinki, 1990, http://www.europarl.europa.eu/workingpapers/agri/eurfo146 fr.htm, Site du parlement européen, consulté le 07/08/2018.

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE LA LOIRE, Fiche retour d'expérience, restauration complexe tourbeux de la Roche Gourgon, (42), http://www.zones-humides.org/agir/retours-experiences/restauration-amp-entretien-de-la-tourbiere-de-gourgon, consulté le 11/07/2018.

Restauration d'une zone prairie humide par coupe rase d'une plantation d'épicéas de Sitka http://www.zones-humides.org/agir/retours-experiences/restauration-d-une-prairie-humide-par-suppression-d-une-plantation-d-e, consultée le 01/08/2018

Agence de l'Eau Loire-Bretagne : www.eau-loire-bretagne.fr

Pôle relais tourbières : www.pole-tourbieres.org

Site national des zones humides : www.zones-humides.org

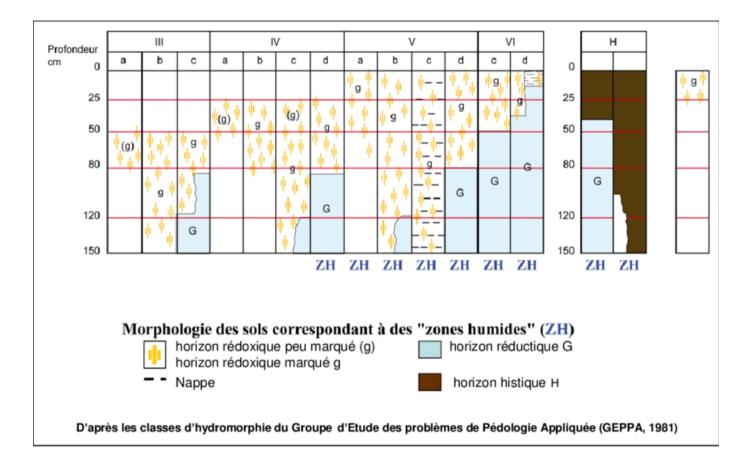
Légifrance: www.legifrance.gouv.fr

Ressources cartographique et photographique :

Toutes les cartes de ce rapport, sauf celles mentionnées, ont été effectuées par l'auteur.

Toutes les photographies de ce rapport (sauf celles mentionnées), ont été effectuées par l'auteur.

Annexe 1: Tableau des sols hydromorphes du GEPPA, 1981



Annexe 2 : Protocole *complet de terrain*

1- Matériel de saisi et principe du protocole

Les mesures seront effectuées à l'aide d'un Terminal De Saisie (figure 8 du rapport) via GéoRelevé © et seront complétées par deux cartes papier pour des commentaires et modifications de limites. La parcelle est l'unité d'inventaire.

Le principe du protocole est de délimiter des unités homogènes de sol hydromorphe et de peuplement forestier. Pour cela, la parcelle forestière sera parcourue dans sa totalité pour réaliser l'inventaire exhaustif des plantations sur milieu humide.

De manière générale, un type de sol se délimite par un cheminement et des sondages en zigzag comme illustré sur la figure suivante : la limite du sol étant entre les points de sondages négatifs et positifs.



Une fois qu'une zone de sol homogène est délimitée, des relevées généraux, pédologiques et forestiers seront effectués au sein de cette entité « sol » pour caractériser le peuplement présent dessus. Il peut y avoir plusieurs types de peuplements différents sur un même type de sol : ces deux peuplements permettront de définir deux unités humides différentes (sol identique et peuplements différents)

Trois types de points GPS seront relevés et désignés par les codes suivants :

« L » concerne les limites relevées précisément au GPS entre deux types de sol, ou deux peuplements.

« A » pour les aménagements, point noirs ponctuels

Source: OBSTANCIAS, 2014

liés à une piste, les fossés drainants...

« R » pour désigner une mesure pédologique et forestière

Les zones sèches ne sont ni parcourues ni inventoriées sur le plan forestier. La surface minimale des unités humides relevées est fixée à 0.5 ha.

2- Cheminement et relevé des limites des unités humides

À l'arrivée sur la parcelle, il est conseillé de faire un sondage pédologique sur un endroit sec de manière certaine pour juger de la couleur du sol sec.

Ensuite, repérer une éventuelle dépression, rupture de pente ou tout autre indice favorisant la présence d'eau prolongée dans le sol. Il faut alors trouver une zone où le sondage révèle des traces d'hydromorphie comme illustré sur le tableau en annexe 1.

Une fois le sol caractéristique trouvé, les limites de ce type de sol seront parcourues par sondages très réguliers (environ tous les 10 m) si aucun indice topographique n'est visible, selon le schéma ci-dessus (sondages en zigzag).

Les points de relevés GPS désignant une limite sont associés au code « L » dans le formulaire de saisie. À chaque points GPS sera renseigné le caractère humide ou non du sol (champ « Zone_humide). Dans le champ commentaire, seront renseignées des précisions sur ce point limite (limite entre quels types de sols ? ou quels types de peuplements ?)

Si une rupture de pente ou un talus est visible, cette discontinuité fera certainement limite (avec confirmation par un point de sondage en amont de cette discontinuité). Dans les cas d'un milieu humide soumis à une pente même faible, la ligne iso altitudinale faisant limite peut être considérée a priori comme une limite naturelle.

Dans les cas d'une limite visible a priori, les sondages de repérage se feront plus espacés pour simplement de vérifier le caractère limite (environ tous les 30-40 mètres).

Les relevés de données peuvent être en partie effectués dans le même temps que le relevé de la limite en s'éloignant d'au moins 25 m perpendiculairement à la limite trouvée. Le protocole de relevé de ces données est décrit plus loin dans cette annexe.

Une fois que l'ensemble de l'unité humide est délimité au sein de la parcelle forestière (limite parcellaire, ou surface entièrement contenue dans la parcelle inventoriée), des points de mesures forestiers et pédologiques peuvent avoir lieu au « cœur » de l'unité humide en complément de ceux déjà effectués. Le but est alors de compléter le nombre de relevés et espérer une erreur de mesure la plus faible possible. Cet effort de relevés sera bien évidemment à adapter à la taille de l'unité humide.

Plusieurs unités humides peuvent être présentes au sein d'une même parcelle forestière, la démarche sera donc répétée autant de fois que nécessaire pour délimiter l'ensemble des unités humides d'une parcelle forestière.

3- Les relevés de code « R »

Le formulaire de saisi est composé de trois onglets : « Général », « Pédologique », « Forestier »

a. Les relevés généraux

Ils permettent de situer la parcelle et avoir une vision générale de l'unité humide.

Les observations se font à l'échelle de la placette et autour de celle-ci dans un rayon de 50 m environ.

Relevé	Signification/Question	Type de relevé	Méthode de relevé
Cloisonnement	Existence d'un réseau de cloisonnements ?	Oui/Non	Observation
Portance	Portance estimée du sol à l'instant du relevé.	Bonne, passable, mauvaise	Estimation à l'œil selon l'expérience de l'opérateur
Drainage (profondeur)	Sol de la placette soumis à un drainage artificiel ? de quelle profondeur ?	Oui/Non Profondeur en cm	Observation et estimation
Méthode de plantation	Quelle méthode de plantation a été utilisée ?	Ados/Autre	Observation
Habitat Eunis	Quel habitat selon la classification Eunis	Libre	Observation
Présence de flore	Une flore est significativement présente sur et autour de la placette ?	Oui/Non	Observation.
Flore hygrophile	Cette flore est-elle caractéristique des milieux humides ?	Oui/Non	Observation
Ancienne Exploitation	Des traces d'ancienne exploitation sont-elles visibles ?	Oui/Non	Observation
Pente	Quelle pente localement ?	En pourcentage	Mesure au clisimètre dans le sens de la plus grande pente.
Exposition	Quelle exposition localement ?	Est/Ouest/Nord/Sud	Mesure à la boussole
Altitude	A quelle altitude se situe la parcelle ?	En mètres	Notée d'après les données GPS
Position topographique	Quelle microtopographie ?	Fond de vallon/bas versant/Mi versant/ haut versant / Replat / Plateau / Crête	Estimée avec la carte topographique et observations de terrain
Zone humide	Est-ce réglementairement une zone humide ?	Oui/Non	Observation de la flore et de la pédologie

Un sol portant est un sol qui autorise l'entrée d'engins lourds pendant toute l'année en engendrant au plus de petites ornières (< 20 cm de profondeur). Un sol de portance moyenne de ne permet l'entrée d'engins qu'une partie de l'année ; une mauvaise portance aucun engin ne peut entrer pendant l'année.

b. Les relevés pédologiques

Les relevés pédologiques sont effectués pour caractériser le sol, ponctuellement au sein de l'unité humide. Ces informations sont issues de sondages pédologiques réalisés à la tarière pédologique de 120 cm. Les sondages doivent être effectué sur une profondeur suffisante pour apprécier le caractère hydromorphe d'un sol (Profondeur prospectée > 35 cm).

Si par une quelconque raison, le sondage n'est pas suffisamment profond, il sera répété proche du précédent. Les sondages sont effectués en dehors de tout ancienne voie de circulation d'engin (cloisonnement, traîne, piste) et suffisamment éloignés des routes et pistes pour éviter une pollution du sondage par des matériaux de remblais ou exogènes.

Les profondeurs d'apparition et disparition des indices d'hydromorphie sont notées et ventilées par classe de 5 cm. Les indices considérés sont les suivants :

- Horizon histique
- Horizon organo-minéral : Horizon A de transition entre la base de l'humus et le sol.
- Trace d'oxydation rouille orangé signe de la fluctuation d'une nappe temporaire.
- Trace de réduction (décoloration, gris/bleu), signe de la présence permanente d'eau.

Si au moment du sondage un engorgement en eau est présent, il sera noté (Oui/Non), avec sa profondeur d'apparition (en cm) dans les champs adéquats.

Finalement la profondeur de prospection est notée en centimètres.



Sondage pédologique, révélant des traces réductiques en profondeur

c. Relevés forestiers

Après avoir caractérisé le sol, il faut caractériser le peuplement forestier.

i. Les essences

L'essence principale de la plantation et la secondaire sont renseignées via une liste déroulante utilisant les codes de l'Office National des Forêts. Une dénomination « feuillus divers » est intégrée à la liste déroulante dans les cas ou plusieurs essences feuillues sont présentes sans pouvoir distinguer la prépondérance d'une ou l'autre.

ii. Tour relascopique

La surface terrière a été relevées avec des placettes à angle fixe avec un facteur relascopique de 1 ou 2 sous réserve d'avoir au moins 8 arbres dans le tour relascopique. Le tour d'horizon comptabilise l'ensemble des arbres pré-comptables (D > 17.5 cm), la surface terrière est ventilée par catégorie de grosseur de bois et par essence principale ou secondaire Les diamètres seront classés comme suit :

Petits bois (PB) 17.5 cm < = D < 27.5 cm **Bois Moyens** (BM) 27.5 cm <= D < 42.5 cm **Gros Bois et Très Gros Bois** (GB et TGB), D > =42.5 cm Il faut bien renseigner la surface terrière et non simplement le nombre de tiges (s'il est compté 20 tiges de PB pendant le tour relascopique avec un facteur 2, il faudra noter une surface terrière de 40 PB dans le champs adapté)

iii Les perches

Les perches (7.5 cm < D < 17.5 cm) sont comptées dans un **rayon estimé** de 10 m autour du centre de la placette.

iv Mesures diverses

L'âge estimé par lecture de souche sera également relevé quand disponible

Un diamètre moyen (Dm) au centimètre près est estimé sur la placette par mesure au ruban forestier de l'arbre estimé moyen. Plusieurs mesures de diamètre sont possibles et conseillées pour estimer ce diamètre.

Une hauteur moyenne (Hm) et une hauteur dominante (H0) sont relevées au Vertex. La hauteur dominante est mesurée sur un GB si possible, le cas échéant, elle sera mesurée par l'intermédiaire de l'arbre avec le diamètre le plus gros de la placette. La hauteur moyenne est estimée.

Le taux de chablis et le taux de casse de cimes d'arbres à proximité immédiate de la placette sont indiqués et ventilés par catégorie de pourcentage de chablis (4 classes de 25%) et de casse (0 %-10 %, 10 %-50 %, 50 %-100 %), à renseigner par une liste déroulante. Ces taux sont estimés à l'œil au tour de la placette.

Enfin, une première impression des possibilités de gestion est renseignée via une liste déroulante avec comme choix : « restauration » ou « production ».

Les relevés de type « A »

Sont désignés par ce code tous les relevés liés aux drains et à leur position, les passages busés existants ou à créer, les captages, les pistes non renseignées sur la base de données de l'Office National des Forêts.

Ces aménagements sont relevés au fur et à mesure du cheminement pour la délimitation des unités humides. Les fossés drainants sont recherchés et positionnés par relevé GPS à chaque embranchement et coude. Pendant l'étude, il a été vu qu'une pré-cartographie au bureau permet de simplifier ces démarches d'inventaire de réseau de drainage. Finalement, pour positionner les drains avec précision seul trois ou quatre relevés GPS en fonction de la taille du réseau seront effectués au sein de l'ensemble du réseau considéré.

Les autres aménagements, différents des fossés drainants, seront relevés par opportunisme lors des cheminements.

Relevés des milieux humides annexes

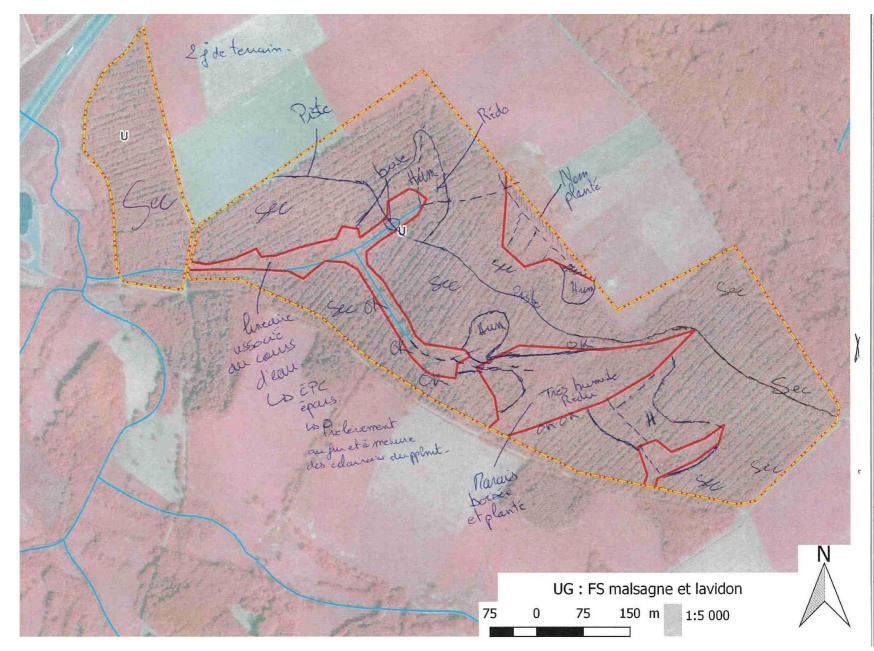
Au sein d'une parcelle forestière il est possible de rencontrer des milieux humides non plantés (tourbière, pré humide, zone humide boisée non plantée, ...)

Ces zones seront en général repérées sur ortho-photographie avant le terrain. Un point GPS en limite ou au centre de la zone si possible, permettra d'asseoir la position de ce peuplement. Il n'y a pas de surface minimale pour relever ces zones car leur intérêt patrimonial est important et il est intéressant d'avoir connaissance de l'existence de ces zones sur la parcelle forestière.

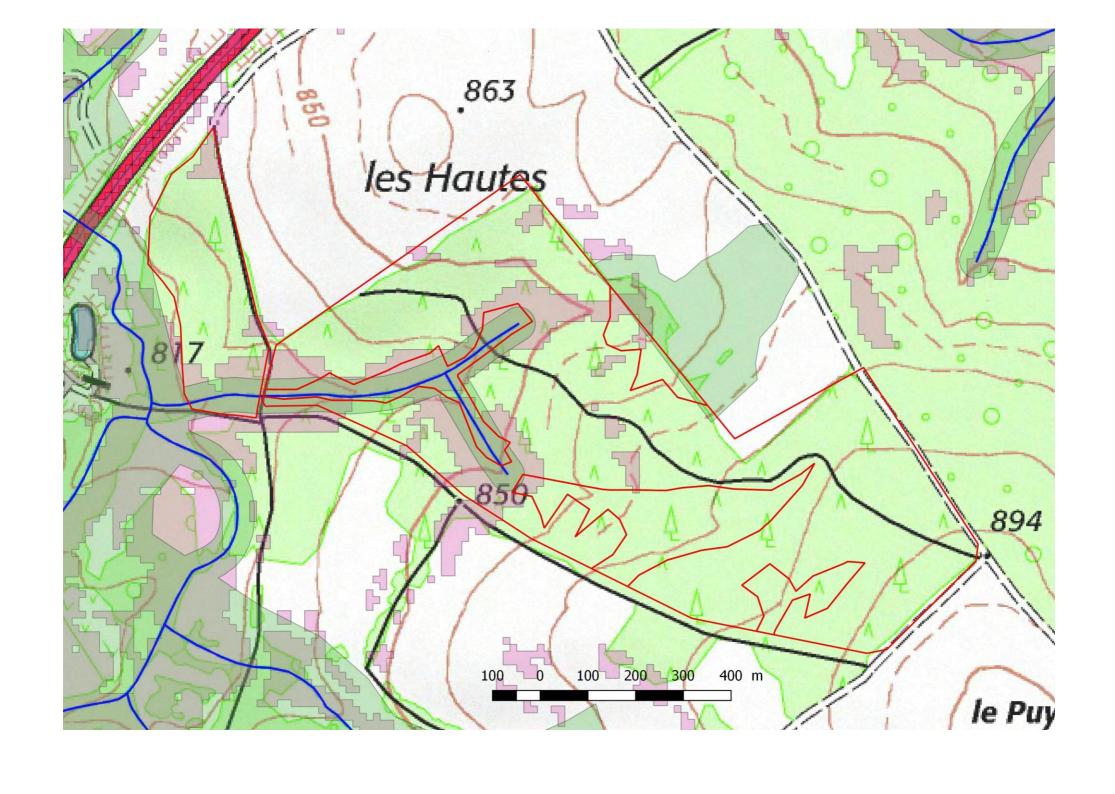
Annexe 3 : Tableau des relevés

	Paramètre	Signification	Unité/réponse
пX	Nom_foret	Nom de la forêt	Texte
źra	Num_prf	Numéro de parcelle forestière	Texte
Relevé généraux	Num_pplmt	Numéro de peuplement pour le relevé et le traitement futur	Numérique
ć	Num_pedo	Numéro de pédologie pour le traitement futur	Numérique
еие	Coderele	Code nature du relevé (limite aménagement ou relevé)	A/R/L
3e/	Cloisonnt	Cloisonnement	Oui/Non
	Portance	Portance	Bonne/Passable/Mauvaise
	Drainage	Drainage	Oui/Non
	Profonde	Profondeur du drainage	Numérique (cm)
	Meth_plan	Méthode de plantation	Ados/Autre_méthode
	Flore_pre	Présence/Absence de flore	Oui/Non
	Flore_hyg	Présence/Absence de flore hygrophile	Oui/Non
	Anc_expl	Trace d'ancienne exploitation	Oui/Non
	Pente	Pente	Numérique (%)
	Exposition	Exposition	Nord/Sud/Est/ouest
	Altitude	Altitude	Numérique (m)
	Position	Position topographique	Liste
	Zone_hum	Zone humide réglementaire	Oui/non
	Commentaire	Commentaire libre	Texte Libre
Relevés pédologiques	Prof_pro	Profondeur prospectée	Numérique (cm)
iqu	MO_app	Profondeur d'apparition d'un horizon organique	Numérique (cm)
og/	MO_disp	Profondeur de disparition d'un horizon organique	Numérique (cm)
dol	MOMM_app	Profondeur d'apparition d'un horizon organo-minéral	Numérique (cm)
pé	MOMM_disp	Profondeur de disparition d'un horizon organo-minéral	Numérique (cm)
és	Trait_redo_app	Profondeur d'apparition de traces rédoxiques	Numérique (cm)
lev	Traits_redo_disp	Profondeur de disparition de traces rédoxiques	Numérique (cm)
Re	Traits_redu_app	Profondeur d'apparition de traces réductiques	Numérique (cm)
	Traits_redu_disp	Profondeur de disparition de traces réductiques	Numérique (cm)
	Engorgement	Engorgement en eau	Oui/Non
	Prof_eau	Profondeur d'apparition d'eau libre	Numérique (cm)
ers	Essence1	Essence principale	Liste
stie	Essence2	Essence secondaire	Liste
ıre	Age	Age de la plantation	Numérique
s fe	Dm	Diamètre quadratique moyen	Numérique (cm)
Relevés forestiers	Perches	Densité de perches	Numérique
ele.	G_PB	Surface terrière de PB	Numérique (m²/ha)
B	Dont_PB_ess2	Dont de l'essence secondaire	Numérique (m²/ha)
	G_BM	Surface terrière de BM	Numérique (m²/ha)
	Dont_BM_ess2	Dont de l'essence secondaire	Numérique (m²/ha)
	G_GB	Surface terrière de GB	Numérique (m²/ha)
	Dont_GB_ess2	Dont de l'essence secondaire	Numérique (m²/ha)
	Hd	Hauteur dominante	Numérique (m)
	Hm	Hauteur moyenne	Numérique (m)
	Chablis	Taux de chablis	0-25/25-50/50-75/75-100
	Casse	Taux de cimes cassées	0-10/10-50/50-100
	Sylvi_poss	Sylviculture possible	Production/Restauration

Annexe 4 : Exemples de plans papier utilisés pendant la phase de terrain.



Page **75** sur **116**



Annexe 5 : Typologie des peuplements Auvergne et Limousin - Version 2 - Avril 2012

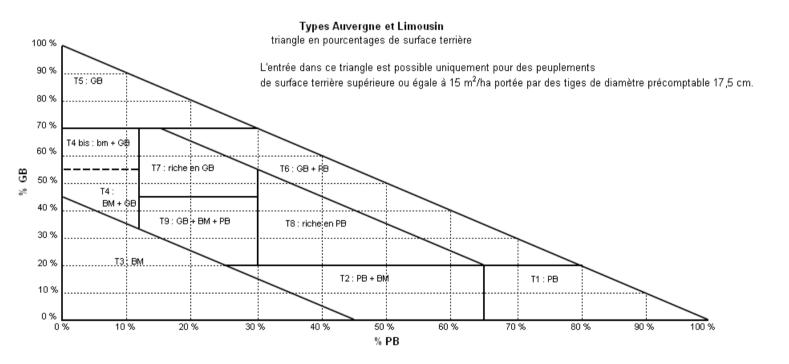
La typologie des peuplements « Auvergne et Limousin » s'appuie sur la typologie « Massif central », très largement utilisée par les forestiers à la fois publics et privés depuis sa publication, courant 2002.

Comme la typologie « Massif central », elle **concerne les peuplements de moyenne et haute montagne** granitique et volcanique, de 500 à 1400 mètres d'altitude (sapin, hêtre, épicéa, pin sylvestre, douglas, mélèze...). En sont exclus les peuplements de plaine et les taillis et TsF, à réserves de hêtre en particulier, que l'on peut trouver en moyenne et haute montagne.

La formalisation de cette nouvelle typologie fait suite à des difficultés récurrentes d'étalonnage entre descripteurs pour l'appréciation du nombre de strates verticales dans les peuplements : on s'abstrait désormais de cette notion pour déterminer la famille puis le type d'un peuplement à partir de la mesure de la surface terrière par hectare (G/ha) répartie entre :

- les petits bois (PB), classes de diamètre 20 et 25 ;
- les bois moyens (BM), classes de diamètre 30 à 40 ;
- les gros bois (GB), classes de diamètre 45 et plus (dont les très gros bois (TGB), classes de diamètre 65 et plus).

Le triangle de détermination des types de peuplements « Massif central » a été conservé tel que figurant dans la fiche STIR n° 23 ; la stratification verticale devient un descripteur complémentaire intéressant la famille des peuplements hétérogènes uniquement, et les peuplements de type T3 en particulier.

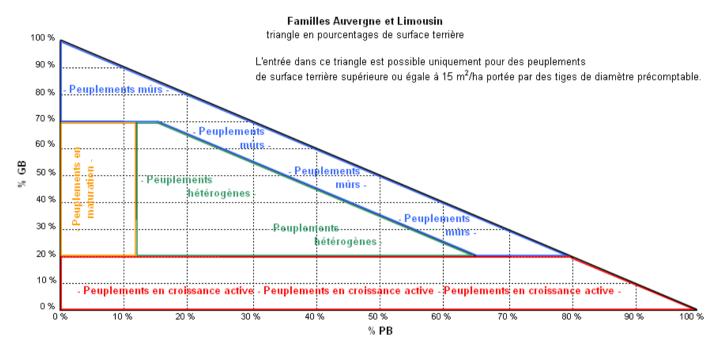


Clef de détermination des familles de peuplements « Auvergne et Limousin »

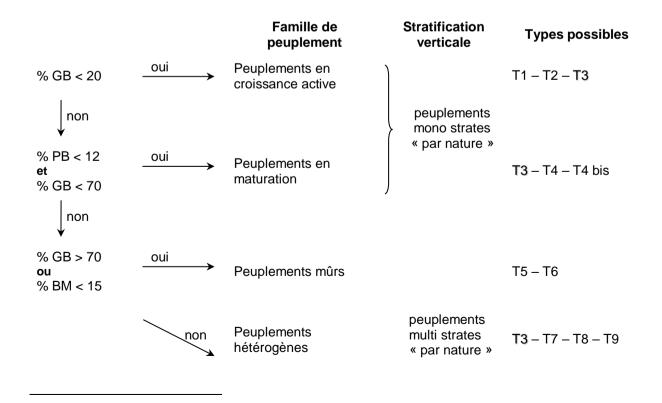
Une famille de peuplements correspond à un stade d'évolution dans le cycle forestier : L'ensemble des types de peuplements appartenant à une même famille présente une dynamique proche.

Pour les peuplements de surface terrière totale supérieure à 15 m²/ha.

diamètre de précomptage : 17,5 cm

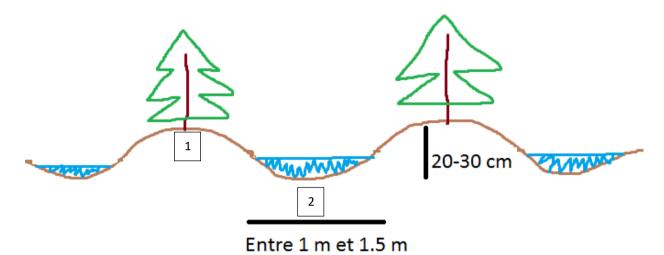


Les pourcentages sont exprimés en pourcentages de surface terrière par catégories de bois 13.



Annexe 6 : Les plantations sur ados : reconnaissance pédologique de l'hydromorphie et incertitudes liées à un milieu dégradé.

La méthode de plantation sur ados ou motte retournée est une particularité locale qui a permis de s'affranchir d'un asséchement de la zone humide trop important et avoir une plantation résineuse réussie. Cette technique a été mise en œuvre principalement dans le nord de la Haute Loire et la partie Est du Puy de Dôme (Livradois, Forez). Elle consiste à utiliser une charrue agricole et de réaliser deux passages en sens inverse pour remonter les premiers horizons du sol en un monticule linéaire (tracé du tracteur). Les premiers horizons riches en MO sont alors sur la « butte », ne laissant dans les creux qu'un sol moins profond et les horizons minéraux plus superficiels.



(Les numéros correspondent aux numéros des sondages ci-dessous)



Plantation sur ados en FS de Deux-frères (63) (crédit photo :J. OBSTANCIAS)

Le système racinaire de l'épicéa étant traçant, il a été parfois largement suffisant de réaliser ces travaux sans création de fossé supplémentaire pour permettre à l'arbre de correctement se développer pendant les premières années de la plantation. Beaucoup de plantations, plantées avec cette technique, sont aujourd'hui diagnostiquées comme plantées sur tourbière (encore active ou non) ou sol réductique.

Cette méthode peut être assimilée à un système de drainage très superficiel tant il a un rôle d'évacuation de l'eau en trop pendant les périodes humides (printemps, automne), et un rôle de rétention de l'eau pendant la période sèche estivale (rétention des eaux de pluies orageuses).

Ces dispositions engendrent quelques difficultés d'interprétation concernant les sondages pédologiques. Nous avons vu en effet que la loi définissait une zone humide avec la profondeur d'apparition des tâches d'hydromorphie. Sur ces paramètres, la profondeur d'apparition des tâches varie très fortement selon la position du sondage s'il est réalisé dans le creux ou sur la bosse.

Illustration de deux sondages réalisés aux deux positions extrêmes :





Nous vovons que nous retrouvons la différence de prospection de sol entre les deux sondages (ici la limite était l'arène granitique présente à environ 1 m de profondeur). Dans le cas du sondage 1, réglementairement le sondage n'est pas sur zone humide car les tâches d'oxydation apparaissent trop profondément, en revanche le sondage 2 serait positif. Il est visible que la couche superficielle plus ou moins riche en MO fait la différence (celle retournée lors de la préparation à la plantation).

1

2

Dans cette situation il faudra donc être vigilant à la position du sondage effectué, ou alors en faire au moins deux pour préciser la profondeur réelle d'apparition des tâches de rouille. La position intermédiaire sur la motte (sur la pente de l'ados), peut être une solution convenable pour avoir une idée moyenne de la profondeur d'apparition des tâches rédoxiques.

Annexe 7 : exemple de fiche de synthèse par parcelle forestière

Code UT	835005	Département	63
Code parcelle	LIVRADOI1	Commune	Fournols
Surface (ha)	24,7	Gestionnaire	État
Numéro_FFN	/	Catégorie	Domaniale

Total:

Typologie des zones humides							
Н	Histosol	ZHO	Zone humide ouverte				
Ru	Réductisol	T	Tourbière				
Ro	Rédoxisol	S	Sec				
LC	Linéaire lié à un écoulement	ND/D	Non drainé / Drainé				
ZHNPB	Zone humide non plantée boisée	1/2	à faible / fort volume sur pied				

		Topographie géné	rale	
Altitude	1030	Position Mi- versant	Périmètres de protection	ZNIEFF1 et 2
Exposition Accessibilité	Est Facile	Pente <3	Enjeux Moyen	
Cox	4a I I L	Type Hum Surface	Ago Ados	Claisant

24.7027

Informations hydraulique					
Linéaire estimé de fossés	857				
Présence d'un cours d'eau	Oui				
Agence de l'eau	Loire-Bretagne				

Code UH	Typo_Hum	Surface	Age	Ados	Cloisont	Ess1	Ess2	Pplmt	Perches/ha	G (m²/ha)	Vtot (m³) (erreur %)	H0 (m)	H/D
LIVRADOI1a	HD2	0.9006	44	Oui	Oui	EPC	-	T2 CrAC	159	35	347	24	74.5
LIVRADOI1b	RuD1	0.5149	44	Non	Non	SP	EPC	T3 CrAC	254	24	139	23	87.5
LIVRADOI1c	HD1	0.4162	35	Non	Oui	EPC	SP	T3 Hete	63	30	143	25	61.1
LIVRADOI1d	RoD2	1.2191	32	Non	Oui	EPC	BOU	T2 CrAc	172	20.4	234 (29 %)	25	64.5
LIVRADOI1e	HD1	0.4909	-	Oui	Non	BOU	EPC	-	605	-	-	14	78.6
LIVRADOI1f	HND2	1.5208	-	Non	Non	EPC	BOU	T8 Hete	314	22.5	387 (18 %)	25.5	54.5
LIVRADOI1g	LC	0.6587	-	Non	Non	EPC	BOU	T3 CrAC	318	28	257	27	86.7
LIVRADOI1h	S	18.9819	-	-	Oui	-	-	-	-	-	-	-	-

Commentaires (historique, desserte):

État boisé ancien, en partie planté récemment (par petites surfaces du demi hectare) suite aux différentes tempêtes qu'a subi le massif dans les années 1980. Présence d'une grande diversité de milieux humides dégradées à différents degrés. La parcelle est traversée par de nombreux cours d'eau, affluents de la Dolore.

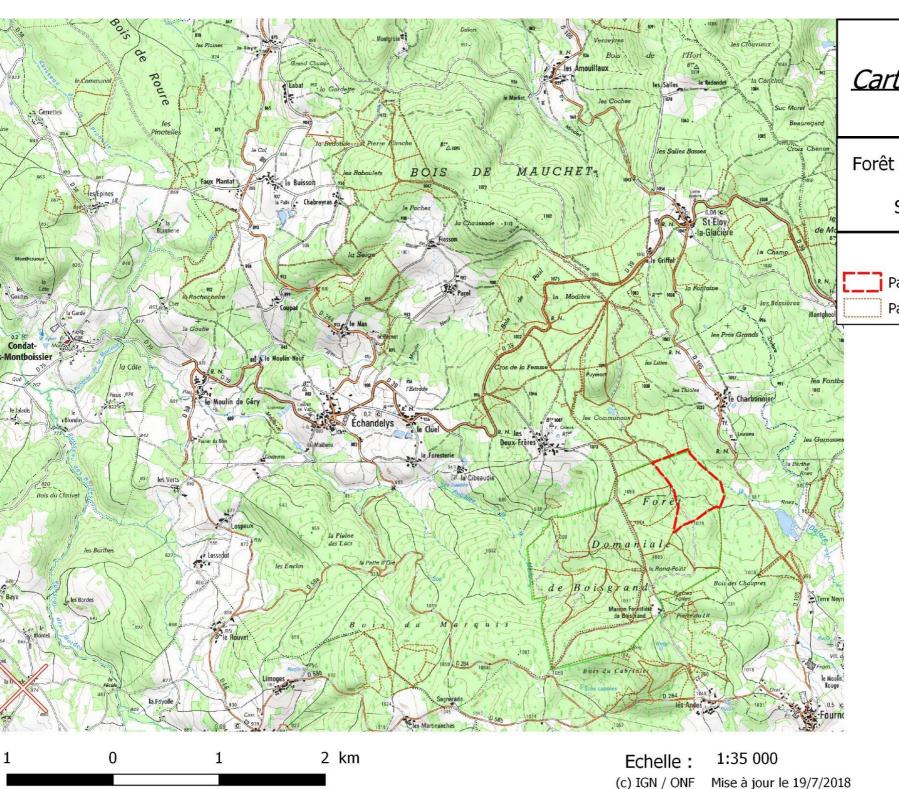
Présence d'une route forestière en bon état sur l'amont de la parcelle sur toute la longueur. De nombreuses pistes existent également parcourant l'ensemble de la parcelle avec des passages busés.

Gestions possibles de la zone

Numéro_UH	Scénario production	Scénario préservation		Scénario restauration	
LIVRADOI1a	Eclaircie en exploitation	Exploitation des épicéas présents,	Objectifs	Actions	
	traditionnelle possible (petite taille de la zone), distance de pêchage max de 80 m	conservation des feuillus présents éventuellement. Bucheron traditionnel et débusquage avec petit chenillard à faible pression au sol	Zone humide boisée	Exploitation des épicéas présents, conservation des feuillus présents. Débusquage avec chenillard à faible pression au sol. Travail sur le drainage présent, bouchage des fossés : utilisation possible des chutes d'exploitation (rémanents broyés associés à des panneaux de bois)	
LIOVRADOI1b, 1c, 1e	Pas suffisamment de bois pour éclaircir le peuplement : Attente Ou exploitation lorsque le reste du peuplement sec entre en coupe	Coupe rase des peuplements en place avec arrachage de semis d'épicéas sur les tourbières ou les milieux les plus humides. Mise en réserve des feuillus présents.	Zone humide boisée	Coupe rase des peuplements en place, conservation des feuillus éventuellement en place sur la zone réductique (1b), arrachage des semis d'épicéas et travail sur les drains (ados et fossés), bouchage par le produit de broyage des résidus d'exploitation + planches.	

Gestions possibles de la zone

Numéro_UH	Scénario production	Scénario préservation	Scénario restauration		
LIVRADOI1d	Eclaircie traditionnelle	Gestion en irrégulier par coupe d'amélioration et	Objectifs	Actions	
	bucheron skidder en période sèche.	sanitaire, en augmentant la qualité du capital restant.	Zone humide boisée	Bouchage des drains avec seuils en planche de bois (forte pente localement) et colmatage avec produits non commercialisables broyés.	
LIVRADOI1f, 1g	Exploitation traditionnelle bucheron skidder.	Traitement en irrégulier. Lors des éclaircies du reste du peuplement, éclaircir plus fortement les abords du ruisseau. Ne pas s'approcher trop près des bords du ruisseau. Rester à distance du ruisseau. Favoriser le mélange sapin-épicéa	Changement d'essence et restauration des tourbières en « perles ».	Éventuellement remplacement au fur et à mesure de l'épicéa par le sapin par plantation en point d'appui ou régénération naturelle et coupe rase sur les zones les histosols.	

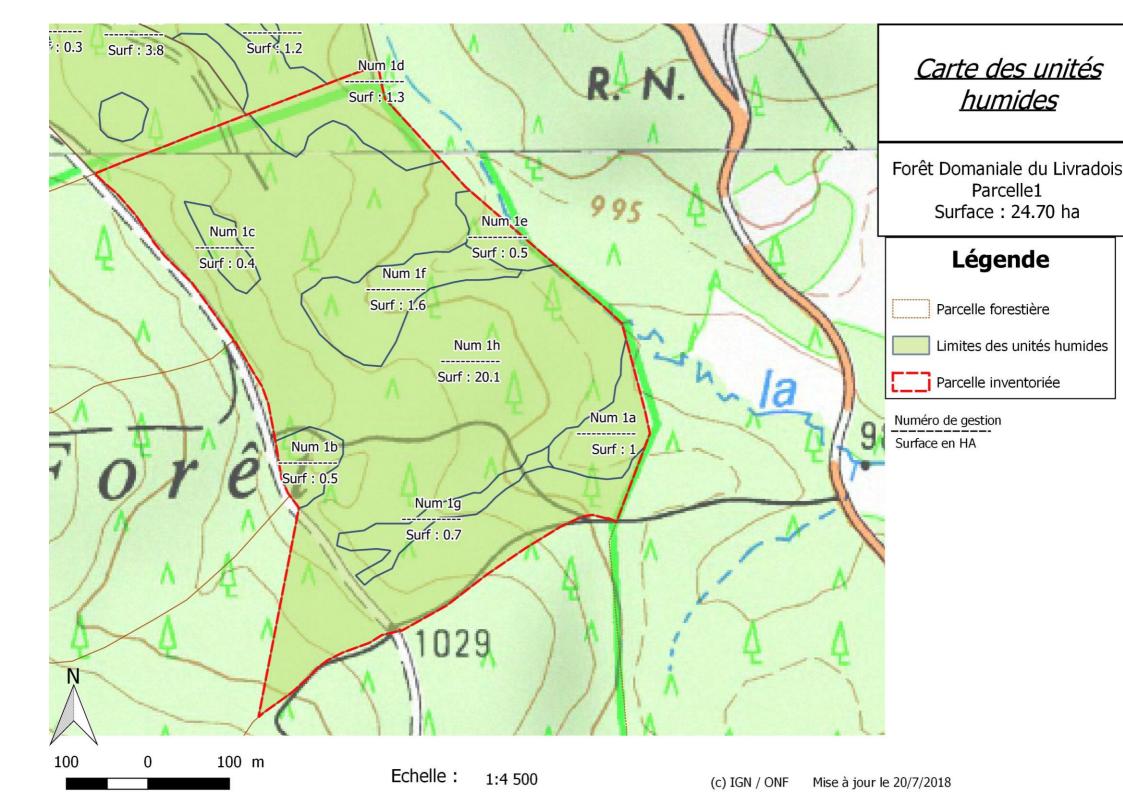


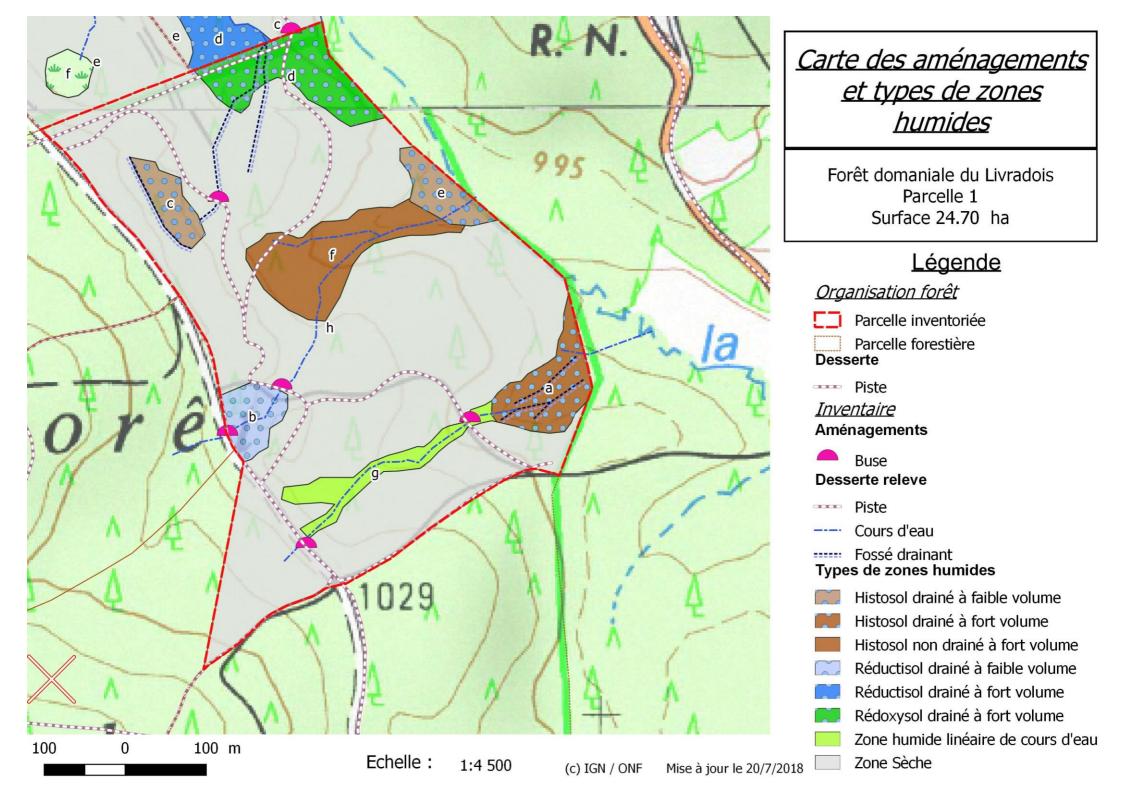
Carte de localisatio

Forêt domaniale du Livradoi Parcelle 1 Surface : 24.70 ha

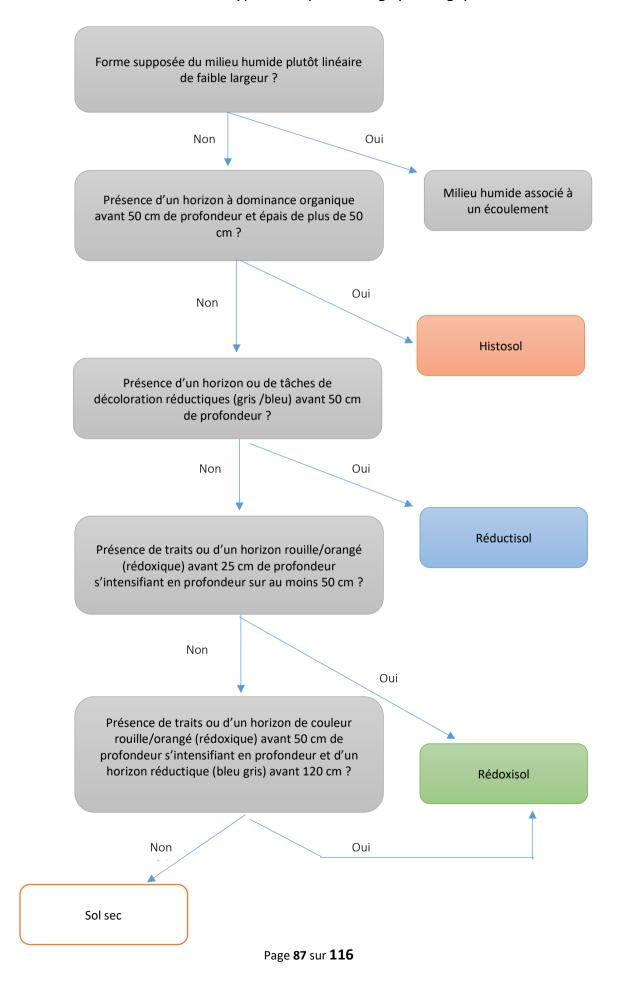
Légende

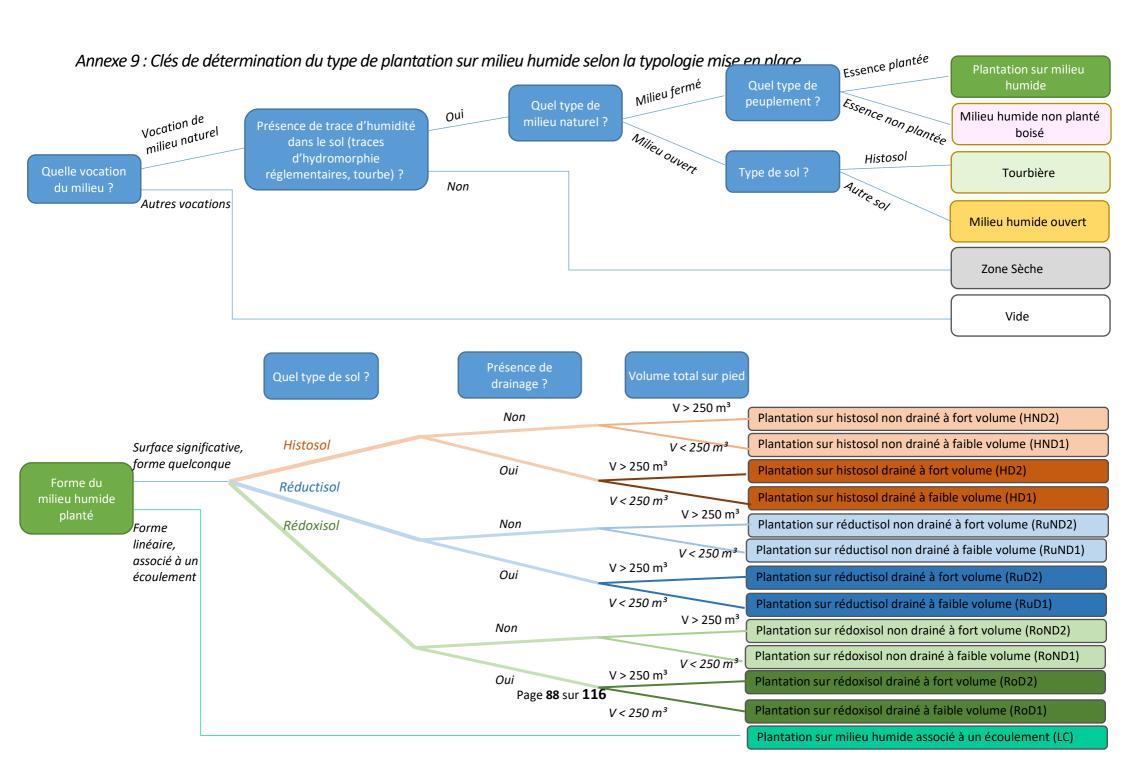
Parcelle forestière concernée Parcellaire forestier





Annexe 8 : Clé de détermination du type de sol par sondage pédologique





Annexe 10 : Fiches synthèses des différents types de plantations sur milieu humide

Nom du type	Plantation sur milieu humide linéaire associé à un écoulement						
Code du type	LC						
Effectif échantillonné	5	Représentant une surface de	3,4 ha	Type très fréquent, mais représentant de faibles surfaces			

Caractéristiques générales			
Substrat concerné	Se rencontre majoritairement sur roche mère perméable		
Drainage	Rarement drainé		
Flore	Une flore est très souvent présente mais pas toujours indicatrice.		

Ces plantations sont associées à des milieux humides de faible surface de forme **plutôt linéaire**, **ou ponctuelle**, se rencontrent à toutes les altitudes sur les roches mères perméables principalement, mais également au bord des cours d'eau en pente sur les autres roches mères.

Ces plantations sont très souvent mitées, et seules quelques tiges allochtones subsistent. Ce sont des zones associées à des écoulements de surfaces très limité dans l'espace.

Particularites a	prenare er	i compte dan	s la gestion
------------------	------------	--------------	--------------

Préservation facile dans la gestion courante des peuplements périphériques plus important

Restauration parfois difficile (embâcles, accessibilité...).

Repérage systématique rarement complet, notamment au bord des très petits cours d'eau à compléter autant que possible

Réglementation particulière possible (réglementation boisement, SAGE...).

Faible largeur → débusquage tracteur skidder depuis le bord de l'unité humide avec câble, sans pénétration

Traitement irrégulier possible

Caractéristiques forestières			
Essence majoritaire	Extrêmement variables, compte		
Surface terrière moyenne (m²/ha)	tenu de la fréquence.		
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)			
H/D			
Stade majoritaire			



Zone linéaire de cours en forêt sectionale de Malsagne et Lavidion (63)

Nom du type		Plantation sur his	tosol dra	iné à faible volume
Code du type	HD1			
Effectif échantillonné	3	Représentant une surface de	1,7 ha	Type fréquent, mais représentant de faibles surfaces

Caractéristiques générales		
Type de sol	Histosol (présence de KTH possible)	
Répartition géographique	Uniquement en altitude (> 1000 m) sur le Livradois et le Forez	
Drainage	Oui (ados possibles mais pas toujours visibles)	
Flore	Présente, caractéristique hygrophile souvent	
Ancienne exploitation	Non	
Position topographique	Zone d'accumulation (Replas, fond de vallon)	

Caractéristiques forestières			
Essence majoritaire	épicéa, bouleau		
Surface terrière moyenne (m²/ha)	14.6		
Hauteur dominante moyenne (m)	18		
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	143		
H/D	74		
Stade majoritaire	Perchis, gaulis.		

Plantations très souvent faites sur tourbière fonctionnant encore. Valeur patrimoniale très forte, les volumes sont très faibles et les stades peu évolués.

La production serait difficile à reprendre, la vente des bois en coupe rase n'est pas toujours rentable en préservant les sols ; la restauration ou au moins la non intervention dans ces zones sont les orientations conseillées.



Forêt sectionale de Chabrioux et autres (63)

Nom du type		Plantation sur his	stosol dr	ainé à fort volume
Code du type	HD2			
Effectif échantillonné	6	Représentant une surface de	12 ha	Fréquent sur certaines zone géographique

Caractéristiques générales		
Type de sol	Histosol (présence de KTH possible)	
Répartition géographique	Uniquement en altitude (> 1000 m) sur le Livradois et le Forez	
Drainage	Oui (ados possibles mais pas toujours visibles)	
Flore	Absente	
Ancienne exploitation	Oui parfois	
Position topographique	Zone d'accumulation (Replas, fond de vallon)	

Caractéristiques forestières			
Essence majoritaire	épicéa (commun et de Sitka)		
Surface terrière moyenne (m²/ha)	37.8		
Hauteur dominante moyenne (m)	24		
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	445		
H/D	81		
Stade majoritaire	Croissance active		

Plantations très souvent faites sur ancienne tourbière aujourd'hui totalement arrêtée. Des horizons minéralisés de tourbe sont observables sur les premières dizaines de centimètre du sondage : la tourbe se retrouve plus en profondeur.

La gestion sur ces zones est délicate car les peuplements sont instables et les sols pas portants. Néanmoins, leur rôle pour le bassin versant est certain pour le soutien d'étiage et doivent donc être considérées avec la plus grande prudence.



Forêt sectionale de Arfeuilles (43)

Nom du type		Plantation sur histo	osol non	drainé à fort volume
Code du type	HND2			
Effectif échantillonné	1	Représentant une surface de	1,5 ha	Type peu fréquent, mais important patrimonialement

Caractéristiques générales		
Type de sol	Histosol (présence de KTH possible)	
Répartition géographique	Uniquement en altitude (> 1000 m) sur le Livradois et le Forez	
Drainage	Non	
Flore	Présente mais non caractéristique	
Ancienne exploitation	Oui	
Position topographique	Fond de vallon	

Caractéristiques forestières			
Essence majoritaire	épicéa		
Surface terrière moyenne (m²/ha)	22		
Hauteur dominante moyenne (m)	25		
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	246		
H/D	56		
Stade majoritaire	Hétérogène		

Plantations très souvent faites sur ancienne tourbière aujourd'hui totalement arrêtée. Des horizons minéralisés de tourbe sont observables sur les premières dizaines de centimètre du sondage : la tourbe se retrouve plus en profondeur.

La gestion sur ces zones est délicate car les peuplements sont instables et les sols pas portants. Néanmoins, leur rôle pour le bassin versant est certain pour le soutien d'étiage et doivent donc être considérées avec la plus grande prudence.



Forêt Domaniale du Livradois (63)

Nom du type		Plantation sur rédu	ıctisol dı	rainé à faible volume
Code du type		RuD1		
Effectif échantillonné	8	Représentant une surface de	8,4 ha	Type assez fréquent

Caractéristiques générales		
Type de sol	Tâches réductiques à moins de 50 cm de profondeur	
Répartition géographique	Fréquent sur tout le territoire	
Drainage	Oui (principalement par fossés)	
Flore	Présente, caractéristique hygrophile souvent	
Ancienne exploitation	Variable	
Position topographique	Zone d'accumulation (Replas, fond de vallon, bas de versant)	

Caractéristiques f	orestières
Essence majoritaire	épicéa
Surface terrière moyenne (m²/ha)	22
Hauteur dominante moyenne (m)	17
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	177
H/D	68
Stade majoritaire	Croissance active

Plantations très souvent mitées d'où la présence de flore. Les sols étant très souvent engorgés, le système de drainage n'a pas suffi.

La production semble très difficile à reprendre. Ce type de sol est important à l'avenir, pour le soutien des débits d'étiage, une restauration ou une mise en défens serai à envisager.



Profil pédologique typique réductique

Nom du type	Plantation sur réductisol drainé à fort volume			
Code du type	RuD2			
Effectif échantillonné	5	Représentant une surface de	9,2 ha	Type peu fréquent mais sur des surfaces importantes.

Caractéristiques générales			
Type de sol	Tâches réductiques à moins de 50 cm de profondeur		
Répartition géographique	Fréquent sur tout le territoire		
Drainage	Oui (principalement par fossés)		
Flore	Présence variable, souvent non caractéristique		
Ancienne exploitation	Variable		
Position topographique	Très variable		

Caractéristiques f	orestières
Essence majoritaire	épicéa
Surface terrière moyenne (m²/ha)	30
Hauteur dominante moyenne (m)	21
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	295
H/D	75
Stade majoritaire	Croissance active

Plantations souvent mal venantes mais pleinement constituées. Malgré les sols très souvent engorgés, le système de drainage a suffi pour un développement de l'arbre. Les fertilités ne sont souvent pas très bonnes. L'essence résineuse est très souvent associée à une essence feuillue (aulnes, bouleau)

La gestion semble a priori possible avec de fortes précautions aux entrées d'engin. Ces types de sol sont importants à l'avenir pour le soutien des débits d'étiage, une restauration ou une mise en défens serai à envisager.



Forêt Sectionale de l'Hôpital (63)

Nom du type		Plantation sur réduct	isol non	drainé à faible volume
Code du type	RuND1			
Effectif échantillonné	2	Représentant une surface de	1.1 ha	Peu fréquent sur le territoire, ce sont des petites zones localisées.

Caractéristiques générales			
Type de sol	Tâches réductiques à moins de 50 cm de profondeur		
Répartition géographique	Possible sur tout le territoire		
Drainage	Non		
Flore	Présence variable, toujours caractéristique		
Ancienne exploitation	Oui		
Position topographique	Très variable		

Caractéristiques forestières			
Essence majoritaire	épicéa (commun et de Sitka)		
Surface terrière moyenne (m²/ha)	14.5		
Hauteur dominante moyenne (m)	24.8		
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	165		
H/D	57		
Stade majoritaire	Hétérogène		

Ce type a été peu rencontré mais est envisageable de partout : souvent cette situation est subie lors d'épisodes climatiques exceptionnels et de mise à nu du sol > remontée de la nappe.

La production semble très difficile à reprendre dans ces conditions.

Si un couvert est déjà présent, une récolte au fur et à mesure est envisageable via des modes d'exploitation respectueux du sol. Ces types de sols sont importants à l'avenir pour le soutien des débits d'étiage

Zone de chablis sur la forêt sectionale de Bromont (63)



Page **95** sur **11**

Nom du type		Plantation sur réduc	tisol nor	n drainé à fort volume
Code du type	RuND2			
Effectif échantillonné	1	Représentant une surface de	0,8 ha	Très peu fréquent, les enjeux sont importants

Caractéristiques générales			
Type de sol	Tâches réductiques à moins de 50 cm de profondeur		
Répartition géographique	Peu fréquent		
Drainage	Non		
Flore	Présente, non caractéristique		
Ancienne exploitation	Oui		
Position topographique	Zones d'accumulation et planes		

Caractéristiques forestières					
Essence majoritaire	épicéa				
Surface terrière moyenne (m²/ha)	33				
Hauteur dominante moyenne (m)	26				
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	414				
H/D	79				
Stade majoritaire	Croissance active				

Ce type a été très peu rencontré. Contrairement au précédent, il est possible qu'il soit assez rare à l'échelle du territoire.

La production semble envisageable via des moyens d'exploitation très précautionneux sur les sols. Ces types de sols sont importants à l'avenir pour le soutien des débits d'étiage notamment.



Forêt sectionale de l'Hôpital (63)

Page **96** sur **116**

Nom du t	ype	Plantation sur rédoxisol drainé à faible volume			
Code du t	уре	RoD1			
Effectif échant	tillonné	4	Représentant une surface de	2,1 ha	Type qui peut être fréquent

Caractéristiques générales			
Type de sol	Rédoxisol (tâches rédoxiques à partir de 25 cm) se prolongeant en profondeur		
Répartition géographique	Réparti sur l'ensemble du territoire		
Drainage	Oui (fossés ou ados)		
Flore	Présente, non caractéristique hygrophile		
Ancienne exploitation	Oui		
Position topographique	Variable		

Caractéristiques forestières				
Essence majoritaire	épicéa			
Surface terrière moyenne (m²/ha)	24.5			
Hauteur dominante moyenne (m)	20			
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	238			
H/D	84			
Stade majoritaire	Croissance active			

Ce type illustre les limites de la typologie puisque les volumes à l'hectare sont corrects mais la taille trop faible des surfaces n'engendre pas suffisamment de volume indépendamment des peuplements voisins.

La gestion sera éventuellement possible en fonction donc des peuplements voisins et en associant l'unité humide à d'autre.

Ces sols permettent une gamme importante de gestions et d'exploitations.

Plantation en forêt sectionale de Chabrioux et autres (63)



Nom du type	Plantation sur rédoxisol drainé à fort volume			
Code du type	RoD2			
Effectif échantillonné	21	Représentant une surface de	44,7 ha	Type le plus fréquent sur le territoire

Caractéristiques générales				
Type de sol	Rédoxisol (tâches rédoxiques à partir de 25 cm) se prolongeant en profondeur			
Répartition géographique	Réparti sur l'ensemble du territoire			
Drainage	Oui (fossés ou ados)			
Flore	Présente, jamais caractéristique hygrophile			
Ancienne exploitation	Oui			
Position topographique	Variable			

Caractéristiques forestières				
Essence majoritaire	épicéa			
Surface terrière moyenne (m²/ha)	30			
Hauteur dominante moyenne (m)	22			
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	310			
H/D	78			
Stade majoritaire	Croissance active			

Ce type est le plus largement échantillonné et très certainement le plus courant sur le territoire. Présent quasiment en permanence en périphérie d'autres unités plus humides, il autorise beaucoup de gestions et d'orientations. Bien qu'actuellement la production soit possible, il faudra toujours être vigilant à la possible remontée de nappe en cas de suppression du couvert trop important.

Forêt sectionale de Collat (43)



Page **98** sur **116**

Nom du type	Plantation sur rédoxisol non drainé à faible volume			
Code du type	RoND1			
Effectif échantillonné	5	Représentant une surface de	4,2 ha	Assez peu fréquent sur le territoire

Caractéristiques générales			
Type de sol	Rédoxisol (tâches rédoxiques à partir de 25 cm) se prolongeant en profondeur		
Répartition géographique	Réparti sur l'ensemble du territoire		
Drainage	Non		
Flore	Peu présente, sinon jamais caractéristique		
Ancienne exploitation	Oui		
Position topographique	Variable		

Caractéristiques forestières					
Essence majoritaire	épicéa				
Surface terrière moyenne (m²/ha)	25				
Hauteur dominante moyenne (m)	22				
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	259				
H/D	83				
Stade majoritaire	Croissance active				

Ce type illustre les limites de la typologie (indépendance des unités humides entre elles). Les volumes à l'hectare sont corrects mais la taille des unités de ce type est faible. Elles seront donc à régulièrement mettre en relation avec les peuplements voisins si une exploitation est envisagée.

Malgré tout, ce type autorise beaucoup de gestions différentes. Néanmoins, bien qu'actuellement la production soit possible, il faudra toujours être vigilant à la possible remontée de nappe en cas de suppression du couvert trop important.



Schistes verts avec tâches rédoxiques (FD de Balaty (63))

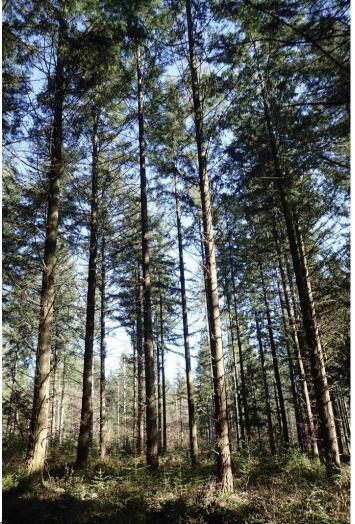
Nom du type	Plantation sur rédoxisol non drainé à fort volume			
Code du type	RoND2			
Effectif échantillonné 13 Représentant une surface de 34,5 h		34,5 ha	Type très fréquent en nombre et en grandes surfaces	

Caractéristiques générales				
Type de sol	Rédoxisol (tâches rédoxiques à partir de 25 cm) se prolongeant en profondeur			
Répartition géographique	Réparti sur l'ensemble du territoire			
Drainage	Non			
Flore	Peu présente, sinon jamais caractéristique			
Ancienne exploitation	Oui			
Position topographique	Variable			

Caractéristiques forestières					
Essence majoritaire	épicéa	douglas			
Surface terrière moyenne (m²/ha)	30	20			
Hauteur dominante moyenne (m)	22	30			
Volume moyen à l'hectare (m³/ha)	313	249			
H/D	76	76			
Stade majoritaire	Croissance Active	Maturation			

Ce type est le deuxième plus répandu, et le plus fréquemment rencontré à l'échelle de l'agence.

Le degré d'humidité permet de réaliser une sylviculture, sans réseau de drainage. Les enjeux de production sur ces zones sont forts, mais il ne faudra pas oublier les enjeux de stockage de l'eau et de protection des sols.



Plantation de Douglas sur rédoxisol, FD de Balaty (63)

Annexe 11 : Tableau des personnes rencontrées pendant l'étude

Nom et prénom	Organisme	
BLETHON Jean-François	Office National des Forêts, TFT	
COMBEUIL Michael	Office National des Forêts, TFT	
DUPUY Emilie	Conservatoire des Espaces Naturels 15	
GAILLARD Anne-Lyse	Office National des Forêts, agence Drôme Ardèche	
GUERIN Cécile	Office National des Forêts, 48	
GUILLERAND Laure	Office National des Forêts, Agence Montagnes d'Auvergne	
LATHUILLIERE Laurent	Office National des Forêts, naturaliste	
MADELAINE Suzy	Office National des Forêts, 48	
PARROT-GIBERT Marion	Conservatoire des Espaces Naturels 43	
PUECH Céline	Office National des Forêts, TFT	
REMOND Anne	Conservatoire des Espaces Naturels 48	
RENAUX Benoit	Conservatoire Botanique national du Massif central	
REVAKA Marie Anne	Conservatoire des Espaces Naturels 07	
SAUVOL Patrick	Office National des Forêts, TFT	
TESSIER Aude	Office National des Forêts, agence Montagnes d'Auvergne	
VERICEL Mickael	Office National des Forêts, Expert câble	

Annexe 12 : Explications des calculs d'économie forestière

Principes des calculs économiques forestiers

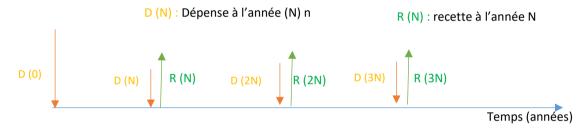
Pour évaluer économiquement une plantation et plus largement un itinéraire technique de gestion, il existe plusieurs moyens :

- Evaluation du Taux Interne de Rentabilité (TIR en %)
- Calcul de la Valeur Actualisée Nette (VAN en €)
- Calcul du Bénéfice Actualisé en Séquence Infinie (BASIO en €)

Toute ces techniques reposent sur le principe d'actualisation via le taux d'actualisation. Le taux d'actualisation permet « de rendre comparable un revenu ou une dépense future à un revenu ou une dépense immédiat. 14 »

Pour comparer deux itinéraires différents et savoir lequel est le plus rentable, il faut pour cela comparer la valeur du BASIO de chaque itinéraire. Le BASIO consiste à projeter dans l'avenir un itinéraire sylvicole et ce sur une séquence infinie (supposons que cette sylviculture soit appliquée à l'infini). L'intérêt du BASI est qu'il permet de comparer des itinéraires sylvicoles de durées différentes (ce que ne permet pas les comparaisons de TIR par exemple).

Le schéma suivant illustre les dépenses et recettes dans le cas d'une plantation par exemple, les recettes intermédiaires liées aux éclaircies n'y figurent pas, la plantation intervient à l'année 0.



La formule du BASI est la suivante :

$$BASI = \sum_{i=0}^{N} \frac{R_i - Di}{(1+t)^i} \times \frac{(1+t)^N}{(1+t)^N - 1}$$

Avec:

- R_i et les D_i respectivement les recettes et les dépense à l'année i
- t le taux d'actualisation fixé pour le calcul. (ici 3%)
- N la durée d'un itinéraire de gestion.
- La valeur du fond du terrain doit être intégrée à la dépense à l'année 0 (immobilisation du terrain)

¹⁴ Définition donnée sur le site www.comprendrelabourse.com

Application aux plantations sur milieu humide

Caractéristiques générales des itinéraires

Les postes de dépenses

Les caractéristiques des postes de dépenses utilisés dans cette analyse sont détaillées dans le tableau suivant :

Poste de dépense	Plantation classique	Plantation sur milieu humide sans drainage	Plantation sur milieu humide drainé	Fond
Coûts (€/ha)	3500	4500	5000	1000

Les plantations classiques sont en potets travaillés avec un entretien. Pour des plantations en milieu humide trois entretiens ont été intégrés à la dépense initiale (dynamique ligneuse plus importante), un poste **d'entretien des fossés** a été ajouté à la plantation avec drainage.

Pour les prix de vente des bois, après discussion avec un « commercial bois » de l'Office National des Forêts, les prix ont été choisi évolutifs. Les prix de revient actuellement pratiqués sur le territoire sont les suivants (prix bord de route, martelage et transport déduit) et un pourcentage supposé sur les qualités éventuellement présentes a été appliqué pendant la vie du peuplement (plus de bois énergie au stade jeune et augmentation de la proportion de sciage avec le temps)

Produits	Bois énergie	Palette/Emballage	Sciage
Prix de vente (€/m³)	16	30	60

Prise en compte du milieu humide

Pour l'étude des itinéraires des plantations sur milieu humide, les tables de production des **référentiels sylvicoles du Massif vosgien**-Sapin-épicéa et pin sylvestre ont été utilisées. Ces tables de production sont issues du modèle de croissance OASIS développé par le FCBA sous le logiciel forestier Capsis©. Ces tables de production ont l'avantage de faire apparaître en plus de l'évolution du capital du peuplement avec le temps, les volumes prélevés par éclaircie : ce qui permet de bâtir facilement un échéancier pour les itinéraires. De plus, la sylviculture appliquée est dynamique et correspond aux itinéraires qui sont appliqués sur le terrain. Nous avons vu que les milieux humides peuvent être très productifs comme très peu productifs. Le type de sol ne semble pas prédéterminer cet aspect.

Pour cela nous avons calculé les BASI des itinéraires de plantations d'épicéa sur :

- Une fertilité bonne avec un référentiel dynamique précoce (âge d'exploitabilité : 52 ans)
- Une fertilité moyenne et un référentiel dynamique tardif (âge d'exploitabilité : 92 ans)

Fertilité	Fertilité Bonne	Fertilité moyenne	
Age d'exploitabilité (années)	52	92	
Rotations appliquées	6 ans puis 7 ans à partir de 52 ans	7 ans puis 10 ans à partir de 72 ans	

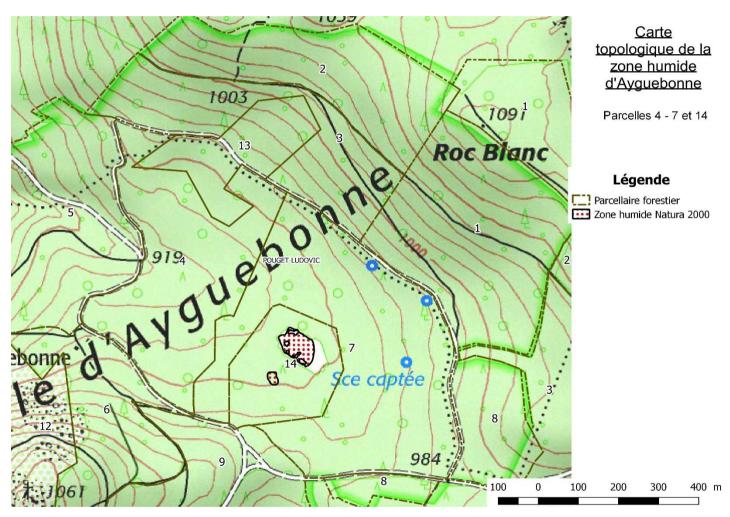
Annexe 13 : Compte rendu de visite de chantier d'exploitation par câble aérien dans la forêt domaniale d'Ayquebonne (63)

La forêt domaniale d'Ayguebonne est une forêt relevant du régime forestier depuis 1937 suite aux politiques de Restauration de Terrain en Montagne. D'une surface de 317 hectares environ, elle est divisée en 14 parcelles forestières.

Le 12 juillet 2018, une visite de chantier d'exploitation sur les parcelles 7 et 14 eu lieu. Elle a permis de mieux cerner les enjeux câble localement avec la rencontre d'un exploitant et des discussions avec le technicien local : Mickael POUGET.

Présentation générale et contexte stationnel

Ces parcelles sont situées dans un fond de cuvette en tête de bassin versant (forme demi-circulaire).



L'altitude se situe entre 919 m et un peu moins de 1080 m sur les crêtes. Cette situation de fond de vallon engendre une accumulation des eaux de pluie et des sources de versants très nombreuses. Les parcelles sont situées sur du granite du Forez (Leucogranite). Le sous-sol est composé de produits d'altération du granite, sablo-argileux, plus ou moins poreux formant un aquifère (GOUBET, 2010). Le climat est de type continental à influence océanique, avec des précipitations de l'ordre de 1000 mm par an, et une température moyenne de 6.9°C. L'exposition de ces parcelles est l'ouest avec une pente entre 0% et 30% sur les abords des pistes forestières : la pente n'est pas contraignante pour autant.

Historique

La zone des parcelles 4, 7 et 14 sont, avant la reprise de la gestion par l'Office National des Forêts, une zone de pâture. Dans les années 1960, un drainage est effectué dans ces zones (comme le montre la photo historique de 1964 ci-dessous, cerclées les zones de tourbières actuelles)



La plupart des peuplements forestiers sont issus de plantations d'épicéas principalement dans les années 1970 toute la zone a été concernée par les plantations, même les édifices aujourd'hui tourbeux.

Dans les années 80, des captages d'eau potable pour les villages et hameaux alentours ont été installés.

À la fin des années 90, une politique de conservation à conduit à la coupe des épicéas les plus mal venants sur les zones tourbeuses. Les lisières des zones tourbeuses ont ensuite été éloignées par la coupe des épicéas sur une bande de quelques dizaines de mètres.

Ci-dessous des photos illustrant la situation actuelle des peuplements, de la tourbière et de ses lisières.



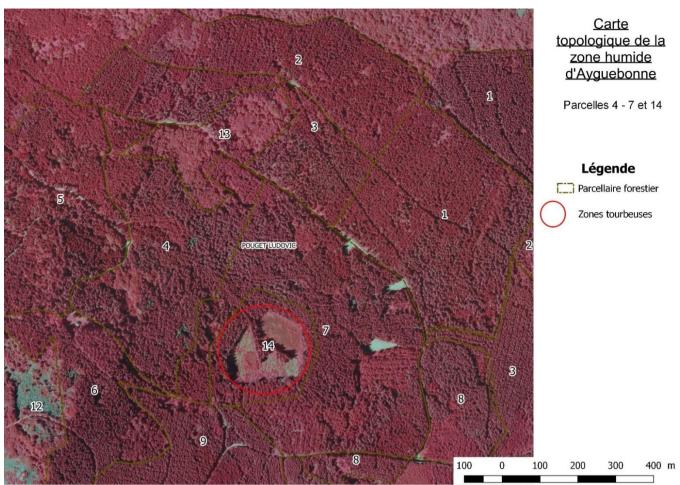


Des fossés profonds encore fonctionnels (en haut à droite) et une tourbière haute dégradée en cours de boisement spontanée par des bouleaux et sa lisières (les deux autres photos)



Ces tourbières ont été le support de nombreuses études et visites d'experts du fait de leur passé compliqué et très perturbé. Les coupes rases des années 1990 puis des années 2000 avaient pour objectif de permettre la conservation du fonctionnement turfigène, mais comme conclut P.GOUBET dans son étude de 2005 au sujet des habitats potentiels : « La détermination des états potentiels en fonction de diverses options de gestion se heurtent à la faible connaissance scientifique des processus induits par ces héritages et à l'absence d'évaluation d'expériences de gestion prenant en compte le concept », et de poursuivre « Même si les tourbières originelles étaient choisies comme état cible d'une stratégie de conservation, toute restauration resterait expérimentale [...]. » (P.Goubet, 2016).

La situation actuelle



Concernant les tourbières, elles sont actuellement boisées partiellement, par une régénération de bouleaux et saules. Le site se décompose en deux édifices distincts, représentant une mosaïque d'habitats favorables aux communautés des tourbières hautes, de landes ou de boisements (établissement de boulaie à Sphaignes présupposé en partie). Des drains traversent l'ensemble tourbeux encore aujourd'hui.

En termes de zones humides au sens plus large, les drains ont permis l'assèchement des parties non tourbeuses mais très certainement humides initialement (présences de sources diffuses sur les versants) Aujourd'hui, les marqueurs des sols hydromorphes ne sont plus présents sur les parties amont (versants) des parcelles 7, et la matière organique présente dans les horizons empêche toute lecture d'éventuelles tâches d'oxydation. Le fond de vallon en revanche présente des signes nets d'humidité (engorgement en surface au mois de juillet et tâche de réduction) dans le sol : engendrant une impossibilité de pénétration par des engins d'exploitation sans dégât.

Sur le volet forestier, les données d'inventaire des dernières années sur ces parcelles avancent les données forestières suivantes (source : Office National des Forêts) :

Parcelle forestière	Surface (ha)	G_ha (m²/ha)	V_ha (m³/ha)	Dg (m)
7	24.92	39	439	0.36
14	3.87	48.4	546	0.35

Le peuplement est composé d'épicéas commun et de Sitka, de sapin pectiné et de douglas, répartis en patchwork sur l'ensemble des parcelles. La qualité est plutôt bonne dans l'ensemble. Les parcelles ont une structure hétérogène et les moyennes peuvent ne pas représenter fidèlement l'ensemble des peuplements, dans lesquels des parties beaucoup plus denses sont présentes et d'autre très lâches.

Une coupe sélective a été marquée en 2017. Une partie des boisements n'avait pas été éclaircie en raison de la portance trop faible des sols sur cette zone. Une exploitation mixte a donc été choisie (câble mat et skidder, bucheronnage manuel). Le câble mat sert actuellement à réaliser le débusquage/débardage des zones les plus engorgées en bordure de tourbière et le long de l'exutoire en fond de vallon, en n'oubliant pas les zones sèches en pente que les lignes traversent.

Le skidder est quant à lui utilisé pour les parties sèches déjà éclaircies une première fois. De plus, la présence des captages induit une contrainte supplémentaire sur l'exploitation des bois et leur débardage, ce qui renforce l'utilisation du câble aérien pour cette opération.

Ci-dessous les caractéristiques forestières des éclaircies réalisées :

Parcelle forestière	V total (m³)	V/ha (m³/ha)	G/ha (m²/ha)	Nb tiges	Volume moyen tige (m³)	Taux de prélèvement (% du volume)
7	2804	113	9.8	3196	0.87	25.7%
14	313	85	8	496	0.63	15.5%

L'éclaircie est de type irrégulier sur l'ensemble de la parcelle pour permettre d'avoir un couvert continu sur la vie du peuplement. La problématique paysagère est également très présente sur la zone avec une fréquentation certaine de la forêt par du public.

Les modalités techniques d'exploitation ont été définies au préalable par l'agent du secteur en concertation avec le spécialiste câble de l'agence Montagnes d'Auvergne et la personne chargée de la commercialisation. Des précisions et des ajustements ont été réalisés par le chef d'équipe d'exploitation, pour l'implémentation des lignes de câble pour des raisons de faisabilités techniques.

Les caractéristiques du chantier au câble sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Valeurs optimales du paramètre	(En vert la modalité idéale du chef d'équipe)	
Longueur de lignes (m)	120-400-800	Il y a trois personnes su le chantier câble : u	
Espacement des lignes (m)	50	bucheron, un opérateur câble aval, et un opérateur câble	
Distance maximale de pêchage (m)	25	amont qui réalise également la reprise des bois en bord de	
Prélèvement linéaire (m³/ml)	0.8	route, avec une pelle de	
Prélèvement moyen par ligne (m³)	150	chantier et une tête d'abateuse adaptée.	
Rendement moyen journalier (m³/j)	50	Le débusquage/débardage se fait	
Nombre d'opérateurs	3	arbres entiers, aucun rémanents n'est laissé dans la	
Sortie des bois sur pistes	Arbres entiers	parcelle. Ce qui demande une grande place de stockage en	
		0 1	

bord de route pour stocker les rémanents et les têtes en attente de broyage.

Finalement, cette visite de chantier a permis d'entrevoir les possibilités des exploitations par câble, de rencontrer des exploitants câblistes et de cerner les enjeux et problématiques de cette technique (main d'œuvre étrangère, spécificités techniques...)

Annexe 14 : Les tourbières boisées, reconnaissance et éléments de restauration

Longtemps chassés des zones les plus humides, les arbres étaient considérés comme l'ennemi principal des tourbières. Aujourd'hui encore cette idée peut se retrouver.

En vérité, les arbres et les tourbières peuvent tout à fait coexister et même exister, l'un grâce à l'autre.

Les tourbières boisées, un habitat d'intérêt communautaire

La formation tourbière boisée est l'habitat 91D0 de la directive habitat de Natura 2000.

C'est un habitat d'intérêt communautaire prioritaire. Il est à différencier d'autres habitats d'intérêt communautaire tels que des forêts tourbeuses à sphaignes ou para-tourbeuses (Sapinière à Sphaignes).

Une tourbière est une zone humide où de la tourbe (matière organique pas ou peu décomposée) s'accumule. La formation de tourbe est observable dans des contextes où l'eau est pauvre en dioxygène et souvent acide, sous des climats froids, ce qui engendre donc une faible activité des décomposeurs). La formation de tourbe est en général associée à des espèces végétales particulières, des mousses notamment (Sphaignes). Une tourbière peut être alimentée par deux sources d'eau :

- La pluie (tourbière ombrotrophe), eau pauvre en éléments minéraux
- La nappe d'eau (tourbière minérotrophe), riche en minéraux

Ces deux alimentations peuvent se combiner et l'importance de l'une par rapport à l'autre peut varier au cours de la vie de la tourbière.

La définition de l'habitat 91D0 est donnée dans les cahiers des habitats de Natura 2000, les conditions sont les suivantes :

- 10 à 15 cm de tourbe en surface
- Couvert > 25% de pin à crochet, ou pin sylvestre ou bouleau pubescent
- Présence d'espèces des tourbières ombrotrophes ou minérotrophes

A noter qu'une tourbière boisée peut être d'origine anthropique suite à des altérations du milieu (drainage ou plantation). Les peuplements naturels sont en général de très faible hauteur moyenne, rabougris et mal venants.

Les arbres et les tourbières : des relations étroites

Il existe des tourbières boisées sur des formes tourbeuses ombrotrophes et minérotrophes, mais pas à tous les stades. En effet, par l'action des sphaignes (déchaussement des arbres, action mécanique et chimique des sphaignes), le développement des arbres est impossible sur le stade haut-marais sur lesquels la turfigenèse est très active (ce qui n'est pas le cas de tous les haut-marais).

Dans tous les autres cas, (bas marais, marais de transition, ...), la dynamique naturelle tend vers une colonisation des arbres. Il est tout à fait possible de trouver des Sapinières à Sphaignes ou des Boulaies pubescentes associées à une tourbière active.

Les perturbations anthropiques (drainage, tassement, plantation), accélèrent ce phénomène, mais ne stoppent pas automatiquement la turfigenèse

Une synergie entre arbres et sphaignes

Il existe des mécanismes de rétroaction entre les arbres et les sphaignes (principales productrices de tourbe), si l'essence forestière est autochtone (ce qui n'est pas le cas de l'épicéa et peut être même du pin à crochets en Auvergne). Certes, les arbres pompent de l'eau via les mécanismes de photosynthèse et de respiration ainsi les arbres ont un effet négatif sur le bilan hydrique des tourbières (CHOLET, 2010), mais l'intensité de ces désagréments varie en fonction du type de tourbière, du climat, et de l'essence. En contrepartie le couvert forestier limite l'évapotranspiration, favorisant ainsi un microclimat plus humide et permettant une filtration des rayons lumineux et une « ambiance lumineuse » adéquate. Ces constats

peuvent facilement être mis en évidence dans des parties boisées sur histosol, les sphaignes sont cantonnées sous les arbres en place (tolérance de l'ombre des arbres par les sphaignes, microclimat)



Dans l'autre sens, la mortalité des arbres permet la création de micro-habitats des dépressions suite à un chablis (trouées, petites mares et zones de tourbe dénudée permettant l'installation d'espèces pionnières et héliophiles). La présence de bois mort sur pieds ou au sol augmente les capacités d'accueil des espèces saproxyliques et augmente la biodiversité localement.

Cas des tourbières anthropisées

Dans les cas d'altération du milieu par l'homme (drainage et plantation), il existe plusieurs cas de figure. Le plus courant est l'arrêt de la turfigenèse comme conséquence du drainage (abaissement du plancher de la nappe, et circulation de l'eau plus rapide), et d'une plantation dense (disparition des espèces turfigènes).

Dans les cas de drainage et de plantation, les horizons tourbeux se transforment : exposés au sec et au dioxygène, ces horizons se minéralisent ; la tourbe s'enrichit alors en matière nutritive. La structure des horizons évolue également vers un horizon plus classique très riche en matière organique (horizon très noir) sur des horizons de tourbe encore intacts (protection de la dessiccation par les horizons superficiels et possiblement encore humide).

Une pédogenèse différente se met également en place au-dessus des anciens horizons tourbeux. Les cohortes floristiques sont modifiées profondément si les plantations sont très denses (absence de lumière au sol, interception plus importante de l'eau de pluie), les espèces turfigènes peuvent alors également disparaitre et laisser la place à une flore supportant mieux l'ombre. De plus, il a été démontré sur le site de Luitel (38), que l'épaisse litière d'aiguilles d'épicéa non décomposée, a totalement modifié les cohortes végétales sous les arbres (CHOLET, 2010).

Il existe alors un point **d'altération irréversible**, à partir duquel une évolution naturelle vers un fonctionnement de tourbière est impossible. Dans certaines situations, il est possible de considérer l'état de tourbière boisée comme en équilibre, une résilience de la fonctionnalité de la tourbière est possible (comme l'illustre l'habitat Natura 2000, 7120 « Tourbières Hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle »).

Un exemple très parlant est celui de la tourbière du Roussis détaillé par CUBIZOLLE et SACCA (2004) dans les monts du Forez (Loire, 42). C'est une ancienne plantation de résineux, avec un historique d'exploitation de tourbe, située à 900 m d'altitude et d'une superficie de 10 ha. Aujourd'hui, cette tourbière possède un couvert forestier pleinement constitué, mais de qualité très mauvaise (arbres mal-venants, faible hauteur moyenne). La modification de l'hydrologie (via les fosses d'exploitation et les rigoles drainantes) a permis l'installation de pins sylvestre et de bouleaux (en plus de pins plantés) : minéralisation complète du premier horizon anciennement tourbeux, surmontant un horizon partiellement tourbeux. La turfigenèse s'est donc arrêté au cours de l'histoire du milieu. Aujourd'hui, la turfigenèse est fonctionnelle, le retour des sphaignes a été permise par le comblement naturel des fosses et des rigoles drainantes (abandon du site) et donc la remontée concomitante de la nappe, provoquant ainsi l'arrêt de la minéralisation des horizons tourbeux. Aujourd'hui, les sphaignes entrainent une mortalité accrue des arbres sus-jacents par déchaussement notamment. Le point d'altération irréversible n'avait pas été atteint sur cette exemple.

Si l'altération est trop importante, ou que le fonctionnement de la zone n'est pas suffisant pour un rétablissement de la fonctionnalité (drains trop profonds, peuplements forestiers trop couvrants), la dégradation est considérée comme irréversible. Alors les travaux de restauration sont nécessaires pour retrouver un état réversible et aider le milieu à se régénérer.

Travaux de restauration envisageables pour un objectif de tourbière boisée

Si l'ensemble de la zone a pour objectif de redevenir une tourbière boisée, le milieu sera assimilable à une mosaïque d'habitats plus ou moins secs en fonction de leur position au sein de la zone.

Comme toute restauration de milieu humide, le premier pilier sera la restauration hydraulique. S'il y a eu drainage et qu'il est encore fonctionnel : le bouchage des drains doit être envisagé comme première intervention. Cette intervention aura pour effet de remonter le plancher de la nappe et donc de remettre de l'humidité dans les horizons plus en surface. Il faut tout de même faire attention à la flore présente dans les drains avant bouchage. En effet, comme les drains sont les milieux les plus humides dans une zone drainée, la flore caractéristique des milieux humides est en général au fond des drains. Il faut donc être conscient que cette flore risque d'être perdue en bouchant les drains, mais potentiellement elle peut apparaître ailleurs avec la remontée de la nappe. En aucun cas, il faut s'interdire de boucher les drains parce qu'il y a de la flore particulière dedans.

A la suite de cette intervention, deux options peuvent apparaitre :

- Laisser en libre évolution et s'aider de la dynamique naturelle possiblement très forte : le plancher de la nappe est suffisamment remonté pour naturellement engendrer une mortalité partielle des arbres. Les arbres auront là une fonction de protection contre la dessiccation du milieu humide et contribuera à la diversification du milieu par création de micro-habitats. Les essences autochtones en station pourront également revenir pour contribuer à l'état boisé de la tourbière et à terme pouvoir atteindre l'objectif voulu.
- Pour aider la dynamique naturelle, il peut être envisagé d'effectuer des coupes d'éclaircie dans les arbres allochtones (surtout si la densité est importante, avec un apport de lumière au sol très faible). Ces coupes auront pour effet l'apport de lumière au sol tout en conservant un état boisé partiel pour maintenir un couvert protecteur de la dessiccation de la zone humide et contribuer comme dans le cas précédent à la diversification du milieu. Les essences autochtones seront à conserver.

Les exploitations seront faites en connaissance du caractère humide de la zone : les techniques d'exploitation devront être respectueuses des sols et de la zone humide (câble mât, bucheron, skidder si la taille de la zone et/ou les financements le permettent), et devront s'effectuer en période sèche. Les éclaircies peuvent être de type irrégulier pour permettre de trouver un étagement des strates arborées, et permettre de valoriser l'existant (perche de régénération acquise, vieux bois dépérissant, etc.)

La coupe rase de manière générale pour un objectif de tourbière boisée est à éviter.

Pour conclure, ces zones de tourbière boisée sont assez rares en région Auvergne, leur conservation ou leur restauration est tout à fait légitime et de nombreux exemples en France et même à l'étranger nous montrent que la coexistence des arbres et de la tourbière est possible et même bénéfique l'un pour l'autre dans certaines conditions. Il est possible de restaurer des tourbières boisées, le principe est de retrouver les fonctionnalités hydriques (bouchage de drains éventuels) puis de s'appuyer sur les dynamiques naturelles.

Bibliographie

CHOLET, 2010, Tourbière des montagnes françaises : nouveaux éléments de connaissance, de réflexion et de gestion. RENAUX B. 2017. - Les tourbières boisées du Massif central. Actes des 2ème Rencontres végétales du Massif central in Actes des 2èmes Rencontres végétales du Massif central 2015, 27-54.

Annexe 15 : Aide technique à la reconnaissance d'un cours et d'un fossé drainant.

A priori cette question semble facile à résoudre. En réalité, elle n'est pas si simple tant les conditions d'écoulement peuvent être modifiées dans les plantations.

Cette question est primordiale car elle peut engendrer des contraintes non négligeables sur l'exploitation et donc des surcoûts pour les travaux d'exploitation ou de restauration de la parcelle.

Qu'est-ce qu'un fossé?

- « Fosse creusée en long pour délimiter des parcelles de terrain, pour faciliter l'écoulement des eaux [...]», Larousse 2018
- « Ouvrages artificiels destinés à recueillir les eaux d'écoulement ou à réguler le niveau de la nappe superficielle », plaquette d'information « Identification des cours d'eau » de la Direction Départementale des Territoires du 63, novembre 2016.

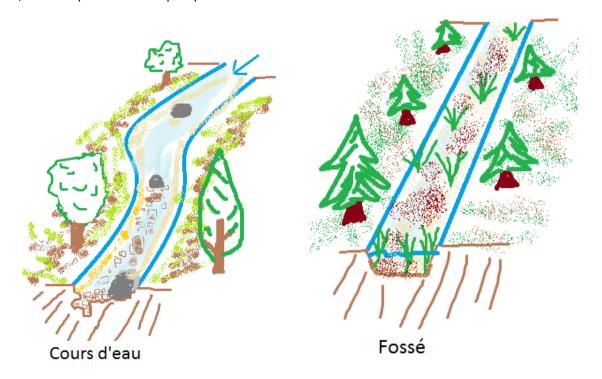
Plusieurs définitions du cours d'eau peuvent être trouvées, notamment la loi du 8 août 2016 au L215-7-1 du Code de l'environnement définit un cours avec les 3 critères suivants :

- Origine: Une source
- Un lit naturel à l'origine
- Un débit suffisant une majeure partie de l'année.

Les services techniques du département du Puy de Dôme les ont adaptés à leur territoire, en fonction des particularités locales agricoles et stationnelles. Nous retiendrons donc les critères suivant pour la définition d'un cours d'eau sur le territoire de l'agence Montagne d'Auvergne :

- Différenciation de la forme du lit par rapport à celle du substrat (présence de berges)
- Différentiation latérale des matériaux du lit et du substrat (granulométrie et nature)
- Différenciation longitudinale des matériaux du lit (granulométrie)

L'expertise pour acter que l'écoulement est un cours d'eau ou un fossé doit être effectuée sur plusieurs dizaines de mètres. Une portion d'un écoulement peut tout à fait être qualifiée de fossé sur quelques mètres mais en amont comme en aval avoir des caractéristiques de cours d'eau. Alors le tout sera qualifié de cours d'eau. Tout cours d'eau initialement ayant fait l'objet de recalibrage reste juridiquement un cours d'eau, alors les photos-historiques peuvent être une aide.



Parfois l'action de drainage a comme effet la création de ce qui semblerait être un cours d'eau par érosion régressive. Le cours d'eau se trouve en amont d'un réseau de drainage. On peut alors penser que le ruisseau est antérieur au réseau de drainage, ce qui n'est pas forcément le cas. En effet par érosion régressive, le réseau de drains peut avoir accéléré la vitesse de l'écoulement et creuser un chenal naturel en amont, engendrant un transport solide etc. Il faut donc être très vigilant à tous les paramètres présents sur le terrain avant de conclure à l'un ou l'autre.

Si le doute persiste entre un fossé drainant et un cours d'eau recalibré seul la **recherche de la source de l'eau** peut permettre de trancher. Si la source est diffuse sur la longueur de la dépression, et est issue de la percolation de l'eau dans le sol, alors c'est un fossé drainant. Si la source de l'écoulement est une source ponctuelle ou diffuse identifiable c'est un cours d'eau.

Quelques exemples:



Cours d'eau, FS de l'Hôpital (63)



Confluence de deux drains (FS Collat, 43)



Fossé drainant, FS Collat (43)

Cours d'eau recalibré, FS d'Arfeuilles (43)

L'écoulement de gauche est un fossé drainant car non issu d'une source identifiable clairement, et l'écoulement est plutôt issu d'un recueillement d'écoulements issus du sol de manière très diffuse sur tout le linéaire. A droite, une source est clairement identifiée en amont de cet écoulement : c'est un cours d'eau recalibré.

Annexe 16 : Nouvelle feuille de relevés

	Paramètres	Signification	Unité/réponse		
	Nom_For	Nom de la forêt	String		
	Num_prf	Numéro de parcelle forestière	String		
	Num_pplmt	Numéro de peuplement pour le	Numérique		
Onglet Général		relevé et le traitement			
	Num_pedo	Numéro de pédologie	Numérique		
	Code_rele	Code nature du point GPS	A, L, R		
	Drainage	Présence de drainage	Oui/non		
	drain_prof	Profondeur des fossés drainant	Numérique (cm)		
	Flore	Présence de flore	Oui/Non		
<u>6</u>	Anc_Exploi	Traces d'ancienne exploitation	Oui/Non		
ů.	Pente %	Pente	Numérique (%)		
	Expo	Exposition	Numérique		
	Altitude	Altitude	Numérique		
	Position topo	Position topographique	Fond de vallon/bas de versant/mi versant/haut		
			versant/replat/plateau/crete		
	Zone_hum	Zone humide réglementairement	oui/non		
	Comment	Commentaire libre	String		
	Prof_Pros	Profondeur prospectée	Numérique (cm)		
<u>.e</u> .	Type de sol	Type de sol sondé	Sec/redoxisol/reductisol/histosol/LC		
90	Hori_miner	Présence d'un horizon minéralisé	oui/non		
9	Hori_histi_app	Profondeur d'apparition d'un	Numérique (cm)		
Onglet pédologie		horizon histique			
let	Traits_redo_app	Profondeur d'apparition de traces	Numérique (cm)		
)ng		rédoxiques			
O	Traits_redu_app	Profondeur d'apparition de traces	Numérique (cm)		
		réductiques			
	Essence 1	Essence principale	Liste initiale		
	Essence 2	Essence secondaire	Liste initiale		
	Age	Age de la plantation	Numérique		
	Dm	Diamètre moyen	Numérique		
	Perches	Nombre de perche	Numérique		
ë	G_PB	Surface terrière de PB	Numérique		
est	Dont_PB2	Dont de l'essence secondaire	Numérique		
for	G_BM	Surface terrière de BM	Numérique		
et	Dont_BM2	Dont de l'essence secondaire	Numérique		
onglet forestier	G_GB	Surface terrière de GB	Numérique		
	Dont_GB2	Dont de l'essence secondaire	Numérique		
	Hg	Hauteur dominante	Numérique		
	Hm	Hauteur moyenne	Numérique		
	Chablis	Taux de chablis	Classes (0; 1-25;25-50;50-75;75-100)		
	Casse	Taux de cimes cassées	Classes (0; 1-25;25-50;50-75;75-100)		
	Sylv_poss	Opérations possibles	Restauration/Attente/Amelioration/jardinatoire/plantation		

Annexe 17 : Métadonnées de la base de données des unités humides construite pendant cette étude.

Nom de la donnée Cartographie des plantations en milieu humide des Montagnes d'Auvergne

Titre	Unités humides	
Résumé	Cette base de données rassemble l'ensemble des unités humides (plantations	
	sur milieu humide) inventoriées sur le territoire de l'Agence Office National	
	des Forêts des Montagnes d'Auvergne.	
Mots-clés	Milieu, Humide, Foret, Plantation, Restauration, Unité,	
Éditeur	Office National des Forêts	
Date de publication	06/09/2018	
Langue	Français	
Gestion des droits	Pas de restriction d'accès public	
	Licence ouvert	
Statut	Finalisé	
Mise à jour	Irrégulière	
Contact	Jean OBSTANCIAS,	
	Office National des Forêts	
	9 allées des Eaux et Forêts	
	63370 Lempdes	
	jean.obstancias@onf.fr	
Format de la données	ESRI Shape	
Type de géométrie	Polygone	
Projection	Lambert 93	