

Catégorie Agronomique

Rue Paul Pastur, 11 – BP 7800 Ath
: +32 (068) 26 46 61 : +32 (0)68 26 46 62
@: secr.agro@condorcet.be
www.condorcet.be

Mise au point d'un protocole d'inventaire des bois morts, d'intérêt biologique et de qualité en forêt de Saint Michel-Freyr

> Travail de fin d'études présenté par THOMAS EICHER

en vue de l'obtention du grade académique

de Bachelier en agronomie

Orientation: Forêt et Nature

Promoteur(s): Mr Christophe Bauffe

Année académique 2019 - 2020

Mise au point d'un protocole d'inventaire des bois morts, d'intérêt biologique et de qualité en forêt de Saint Michel-Freyr



Catégorie Agronomique

Rue Paul Pastur, 11 – BP 7800 Ath
: +32 (068) 26 46 61 : +32 (0)68 26 46 62
: secr.agro@condorcet.be

www.condorcet.be

Mise au point d'un protocole d'inventaire des bois morts, d'intérêt biologique et de qualité en forêt de Saint Michel-Freyr

> Travail de fin d'études présenté par THOMAS EICHER

en vue de l'obtention du grade académique

de Bachelier en agronomie

Orientation: Forêt et Nature

Promoteur(s): Mr Christophe Bauffe

Année académique 2019 - 2020

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Monsieur Christophe Bauffe qui m'a fait l'honneur d'être mon professeur promoteur de stage et de travail de fin d'études.

Je remercie également mon maitre de stage, Monsieur l'Ingénieur Stéphane Abras, Attaché-chef de Cantonnement de Nassogne. Il a tout d'abord accepté ma demande de stage, mais il m'a surtout suivi et encadré tout au long de mon insertion professionnelle ainsi qu'aiguillé pour l'élaboration de mon travail de fin d'études.

Je remercie aussi les personnes travaillant pour le projet Nassonia, Monsieur Gérard Jadoul, Madame Maité Loute pour leur aide et leur accueil et tout particulièrement Monsieur Valentin Claes pour son aide lors de la rédaction de mon TFE.

Je remercie les agents forestiers, Monsieur André Detroz et Monsieur Philippe Moës pour leur accueil sur leur triage.

Mes remerciements s'adressent également au gradué Thomas Baijot pour son aide lors de l'élaboration de mes cartes.

Je remercie les professeurs de la HEPH Condorcet d'Ath pour leur encadrement lors de la rédaction de ce présent travail. Je citerai plus précisément Madame Fourbisseur, Monsieur Huart et Monsieur Dutrifoy.

Enfin, je remercie ma compagne, Laura Schoonbroodt pour son aide lors de mes inventaires ainsi que mes amis Romain Solowij et Guillaume Dutrannois pour leurs temps passé à mes côtés dans les bois. Je n'oublie pas Matteo Marcandella pour son aide précieuse pour la cartographie.

Table des matières

1.	. Int	rodu	ction	. 1
2.	. Vu	e d'e	nsemble de la forêt de Saint Michel-Freyr	. 2
	2.1.	Cor	ntexte général	. 2
	2.1	.1.	Localisation de la zone d'étude	. 2
	2.1	.2.	Historique de la zone d'étude	. 3
	2.1	.3.	Contexte administratif	. 3
	2.1	.4.	Gestion passée	. 4
	2.1	.5.	Gestion future = Projet Nassonia	. 4
	2.2.	Cor	nditions stationnelle	6
	2.2	2.1.	Géologie	. 6
	2.2	2.2.	Pédologie	. 7
	2.2	2.3.	Topographie et hydrologie	. 8
	2.2	2.4.	Région bioclimatique	. 9
	2.3.	Cor	ntexte légale	10
	2.3	3.1.	Natura 2000	
	2.3	3.2.	Autre statut de protection	
	2.3	3.3.	Plan de secteur	
	2.4.		cupation de Saint Michel-Freyr	
	2.5.		pe de peuplements	
3.	Ар		he théorique	
	3.1.		nportance du bois morts dans l'écosystème forestier :	14
	3.2.		succession de l'entomofaune saproxylophage dans le hêtre en région	1 =
	3.3.		ale s arbres d'intérêt biologique ou arbres habitats	
	3.4.		crise sanitaire du hêtre	
	3.5.		chalarose du frêne	
	3.6.		parc à grumes de Wallonie	
	3.7.		s loupes et broussins	
1			l et méthode	
┪.	. ivic 4.1.		tériel	
	4.1.		tocole	
		2.1.	Objectif conservation de la nature	
		2.2.	Objectif de valorisation économique	
	7.2		Objecti de valorioation occitoringue	,,

	4.3.	La	fiche d'inventaire	32
	4.4.	Leı	mode opératoire	34
	4.5.	Le	choix des compartiments et des parcelles	34
5	Ré	sulta	ts et analyse	36
	5.1.	Rés	sultats globaux	36
	5.1	.1.	Résultats globaux des arbres de qualité	38
	5.1	.2.	Résultats globaux des arbres porteurs de loupes et/ou de broussins	39
	5.1	.3.	Résultats globaux des arbres morts	40
	5.1	.4.	Résultats globaux des arbres d'intérêt biologique	43
	5.2.	Hêt	raie saine	44
	5.2	.1.	Le bois mort	46
	5.2	.2.	Les arbres d'intérêt biologique	47
	5.3.	Hêt	raie dépérissante	49
	5.3	.1.	Le bois mort	52
	5.3	.2.	Les arbres d'intérêt biologique	54
	5.4.	For	nds de vallées	55
	5.4	.1.	Le bois mort	56
	5.4	.2.	Les arbres d'intérêt biologique	58
	5.5.	Syr	nthèse des résultats	59
6	Coı	nclus	sion et perspectives	60
	6.1.	Obj	ectif protocole d'inventaire du territoire du projet Nassonia	60
	6.2.	Obj	ectif code forestier, Natura 2000 et bois morts	61
	6.3.	Obj	ectif Arbre de qualité	63
	6.4.	Obj	ectif arbres porteurs de loupes ou broussins	63
	6.5.	Cor	nclusion générale	64
7	Bib	liogr	aphie	65
Ω	Λοι	200		68

Table des figures

Figure 1 : Localisation géographique et administrative de la forêt de Saint-Michel- Freyr. Auteur : Valentin Claes août 2019. Donnée MNT (ULG-Gembloux Agro-Bio	
Tech, serveur cartographique))
Figure 2 : Carte de Ferraris (1770-1778) de SMF (Auteur : Thomas Eicher mars	•
2020. Sources : Walonmap)	>
Figure 3 : Carte du projet Nassonia (Sources : projet Nassonia)	
Figure 4 : Carte des principaux types de sols de SMF (Auteur : Thomas Eicher, mars	
2020. Sources : Walonmap)	7
Figure 5 : Carte hydrologique et topographique de la forêt de SMF. Auteur : Valentin	
Claes, août 2019. Sources : Mnt (Serveur cartographique -Gembloux Agro-Bio Tech)	
	3
Figure 6 : Carte des régions bioclimatiques de SMF (Auteur : Thomas Eicher, mars	
2020. Sources : Walonmap) 9)
Figure 7 : Carte de SMF avec les UG Natura 2000 (Auteur : Thomas Eicher, mars	
2020. Sources : Walonmap) 10)
Figure 8 : Légende de la carte Natura 2000 (Natagriwal, 2017)	
Figure 9 : Carte des zones d'affectation (Auteur : Thomas Eicher, mars 2020.	
Sources : Walonmap)1	ı
Figure 10 : Occupation du sol en milieux non forestier (Eicher Thomas, mars 2020 ;	
selon le projet Nassonia))
, ,	-
Figure 11 : Répartition des différents peuplements en milieux forestier (Eicher	,
Thomas, mars 2020 ; selon le projet Nassonia).	5
Figure 12 : Répartition des essences feuillues (Eicher Thomas, mars 2020 ; selon le	
projet Nassonia)	
Figure 13 : Répartition des essences résineuses (Eicher Thomas, mars 2020 ; selon	
le projet Nassonia)14	ļ
Figure 14 : Représentation théorique d'un arbre habitat « parfait » (DGE-Forêt,	
2015) 17	7
Figure 15 : Classement des principales espèces ligneuse d'Europe occidentale	
d'après leur potentiel biologique. D'après Branquart et Dufrêne (2005)	3
Figure 16 : Champignons lignivores présent sur les hêtres dépérissants (RONDEUX,	
2003) 19	
Figure 17 : Champignons saprophytes sur les hêtres morts (RONDEUX, 2003) 20	
Figure 18 : Grumes de chênes du parc à grumes (Eicher Thomas, février 2020) 2	
Figure 19 : Parc à grumes de Wallonie (Eicher Thomas, février 2020)	
Figure 20 : Panneau d'accueil du parc à grumes de Wallonie (Eicher Thomas, février	
2020)	l
Figure 21 : Loupe de Charme (Eicher Thomas, janvier 2020). Figure 22 : Loupe	
de Chêne (Eicher Thomas, décembre 2020)22	
Figure 23 : Loupe de Bouleau tranchée (source : www.decospan.com) 22	
Figure 24 : Loupe de Chêne pédonculé tranchée (source : www.couleursbois.com) 23	3

Figure 25 : Fiche explicative d'un arbre porteur de cavités de pics (DGE-Forêt, 2015).
Figure 26 : Fiche explicative d'un arbre présentant des fentes et/ou des décollements
d'écorce (DGE-Forêt, 2015)
Figure 27 : Fiche explicative des arbres porteurs de champignons polypores (DGE-
Forêt, 2015)
Figure 28 : Fiche explicative d'un arbre porteur de lianes et/ou de gui (DGE-Forêt,
2015)
2015) 30
Figure 30 : Cartographie des différentes zones formant la forêt de Saint-Michel-Freyr.
Auteur : Valentin Claes. Sources : DNF (parcellaire)
Figure 31 : Carte de répartition des compartiments inventoriés au sein du projet
Nassonia (Auteur : Thomas Eicher, mai 2020. Sources : parcellaire DNF) 36
Figure 32 : Graphique montrant la répartition en nombre et en % des catégories
d'arbres (Eicher Thomas, avril 2020)
Figure 33 : Graphique montrant le volume et le nombre d'arbres de qualité
inventoriés par essence (Eicher Thomas, avril 2020)
Figure 34 : Carte de répartition des arbres d'intérêt économique au sein du projet
Nassonia (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF)
Figure 35 : Répartition en nombre et en % des essences porteuses de loupes et de
broussins (Eicher Thomas, avril 2020)
Figure 36 : Carte de répartition des arbres présentant des loupes ou broussins au
sein du projet Nassonia (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF)
Figure 37 : Répartition en nombre par essences et en volume par catégories d'arbres
morts Eicher Thomas, avril 2020)
Figure 38 : Répartition en volume des catégories et stades de décomposition des
bois morts (Eicher Thomas, avril 2020)
Figure 39 : Répartition en nombre des arbres d'intérêt biologique par type d'intérêt
(Eicher Thomas, avril 2020)43
Figure 40 : Répartition en nombre des catégories d'arbres en hêtraie saine (Eicher
Thomas, avril 2020)
Figure 41 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans les
compartiments 1 (parcelle 50) et 2 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources :
parcellaire DNF)
Figure 42 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essences dans les
compartiments 17 et 18 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire
DNF)
Figure 43 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le
compartiment 55 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF) 46
Figure 44 : Répartition en nombre des essences 'arbres mort de la hêtraie saine
(Eicher Thomas, avril 2020)

Figure 45 : Volume de bois mort par catégories et stades de décomposition en	
hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020)	47
Figure 46 : Répartition en nombre des essences d'arbres d'intérêt biologique en	
hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020)	48
Figure 47 : Répartition en nombre des catégories d'arbres d'intérêt biologique en	
hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020)	48
Figure 48 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le	
compartiment 105 et 106 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire	;
DNF)	49
Figure 49 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le	
compartiment 122 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).	50
Figure 50 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le	
compartiment 125 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).	50
Figure 51 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le	
compartiment 136 et les parcelles 50 des compartiments 135-136-138 et 139 (Aute	eur
: Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF)	
Figure 52 : Répartition en nombre des catégories d'arbres de la hêtraie dépérissan	nte
(Eicher Thomas, avril 2020)	
Figure 53 : Répartition en nombre des essences d'arbres mort en hêtraie dépérisa	
(Eicher Thomas, avril 2020)	
Figure 54 : Volume de bois mort par catégorie et stades de décomposition en hêtra	
dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020)	53
Figure 55 : Evolution du bois mort par classe de circonférence en hêtraie	
dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020)	
Figure 56 : Répartition en nombre des essences d'arbres d'intérêt biologique de la	
hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020)	54
Figure 57 : Répartition en nombre des catégories d'arbres d'intérêt biologique par	
type d'intérêt en hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020)	. 55
Figure 58 : Répartition en nombre des catégories d'arbres des fonds de vallées	
(Eicher Thomas, avril 2020)	. 56
Figure 59 : Répartition en nombre des essences d'arbres mort en fond de vallées	
(Eicher Thomas, avril 2020)	
Figure 60 : Répartition des bois mort par catégories et stades de décomposition er	
fond de vallées (Eicher Thomas, avril 2020)	
Figure 61 : Répartition en nombre des essences d'arbres d'intérêt biologique en fo	
de vallées (Eicher Thomas, avril 2020)	
Figure 62 : Répartition en nombre des arbres d'intérêt biologique par type d'intérêt	
la zone de fond de vallées (Eicher Thomas, avril 2020)	58

Table des tableaux

l ableau 1 : Synthèse des données climatiques des différentes régions-bioclimatiqu	ıe
(Eicher Thomas, mars 2020 selon (Van der Perre, 2015))	9
Tableau 2 : Tableau récapitulatif concernant les arbres de qualité (Auteur : Eicher	
Thomas, mars 2020)	31
Tableau 3 : Tableau de classement qualitatif des chênes sur pied (Eicher Thomas,	
avril 2020 selon (Brunin, 2012))	32
Tableau 4 : Exemple d'une fiche d'inventaire de terrain du protocole. (Auteur : Eiche	er
Thomas, novembre 2019)	33
Tableau 5 : Tableau récapitulatif sur le déroulement des inventaires par zone (Aute	ur
Eicher Thomas, avril 2020)	37
Tableau 6 : Tableau de synthèse des inventaires des différentes zones (Auteur :	
Eicher Thomas, avril 2020)	59

Abréviations

CGCC: Conseil de Gestion des Chasses de la Couronne

DNF : Département de la Nature et des Forêts du service public de Wallonie

DMH: Dendro-Microhabitats

IBP : Inventaire Biologique Potentiel

IPRFW: Inventaire Permanent des Ressources Forestières Wallonne

LIFE: L'Instrument Financier pour l'Environnement

MNT : Modèle Numérique de Terrain

PGW : Parc à Grumes de Wallonie

RFD: Réserve Forestière Dirigée

RFI: Réserve Forestière Intégrale

RND: Réserve Naturelle Domaniale

SMF: Saint Michel-Freyr

UG: Unité de Gestion

Glossaire

Champignons polypores : Sont des champignons basidiomycètes de la famille des Polyporaceae. Ils jouent un rôle important dans la décomposition du bois mort et sont alors eux-mêmes une source d'alimentation pour d'autres espèces.

Chandelles: Termes désignant un arbre mort debout sans houppier.

Compartiment : Un compartiment est une subdivision d'un territoire, d'un seul tenant, de l'ordre de 10 à 50 hectares, immuable dans le temps et dans l'espace.

Coupe : Une coupe est une zone géographique formée d'un ou plusieurs compartiments sur lesquels sont concentrées périodiquement les exploitations forestières.

Parcelle : La parcelle est une unité de gestion technique où un objectif est poursuivi et doit être atteint grâce à un mode de gestion déterminé.

Pédofaune : La faune du sol ou pédofaune est l'ensemble de la faune effectuant tout son cycle de vie dans le sol. En fonction de la taille des espèces, on la divise en macrofaune, mésofaune ou microfaune.

Projet Life: Sont des projets cofinancés par l'Europe pour restaurer une infrastructure écologique avec un accent particulier pour améliorer l'état de conservation des biotopes et des habitats d'espèces visés par Natura 2000.

Saproxylophage : sont des organismes saproxyliques qui ne consomment que le bois mort en décomposition.

Tête : La tête d'un arbre, aussi communément appelé le houppier, est l'ensemble des branches d'un arbre.

Unité de gestion Natura 2000 : Une UG regroupe un ensemble d'habitats qui partage des enjeux biologiques et des contraintes de gestion similaires.

1. Introduction

La forêt et l'homme

Depuis deux-millions d'années, et donc très vite après l'apparition de l'homme, celuici est en contact avec la forêt même s'il ne s'agit pas de son milieu de prédilection. Depuis plusieurs millénaires, l'homme impacte la forêt. Il a gravement dégradé cet écosystème sur de vastes superficies et, parfois, il l'a même totalement dévasté. Depuis des siècles, en Europe centrale et occidentale, l'homme a soumis la forêt et la transformée par sa gestion. Cette gestion aux services des attentes de l'homme ne respecte guère les besoins des autres formes de vies. Depuis des décennies, l'homme se targue de gérer la forêt sur des fondements scientifiques. Avant la « mise en gestion » de la forêt, son degré d'altération était étroitement lié à la densité de la population humaine. Dorénavant, cette altération a pris des proportions considérables (Wilhelm, 2017).

Même avec des intérêts utilitaristes affirmés, l'homme n'agissait souvent qu'au dernier moment, quand une matière première était presque épuisée. Cette désolation sur le plan écologique, esthétique mais aussi, bien sûr, économique est d'ailleurs souvent citée comme l'origine de la foresterie (Wilhelm, 2017).

Aujourd'hui, sur nos territoires densément peuplés, l'homme cherche le plus souvent la multifonctionnalité de la forêt (fonction productive, sociale, récréative, historique, écologique et paysagère) (Wilhelm, 2017).

Le rôle du forestier

Au vu de cet historique sur notre gestion forestière, les forestiers des temps modernes doivent corriger la gestion passée et repenser la gestion des forêts actuelles afin de garantir leur pérennité dans le temps, en s'assurant de les rendre les plus résilientes possible pour faire face aux changements climatiques actuels et futurs. Par la préservation des habitats forestiers et des espèces qui participent aux interactions essentielles au bon fonctionnement de l'écosystème forestier, tout en continuant de répondre aux différentes attentes de notre société : la production de bois, la chasse, l'accueil du public, la conservation de la nature ...

L'objectif

L'objectif du présent travail est la mise en place d'un protocole d'inventaire pour réaliser un état des lieux du capital des arbres mort, des arbres d'intérêt biologique, des arbres porteurs de loupes ou broussins et des arbres de qualité afin d'adapter le plan d'aménagement des gestionnaires pour les prochaines années. Cet objectif est divisé en 3 sous-objectifs qui sont :

- L'élaboration d'un protocole pour inventorier la totalité de la forêt de SMF. Réalisation d'une fiche de terrain simple et efficace adaptée à des personnes n'ayant pas forcément des connaissances approfondies concernant le milieu forestier.
- 2. Un état des lieux du volume de bois morts présent dans la forêt et la capacité d'accueil de la biodiversité avec les arbres d'intérêt biologique de la forêt du projet Nassonia.
- 3. La valorisation des arbres de qualités exceptionnelles, des loupes et des broussins de la forêt.

2. Vue d'ensemble de la forêt de Saint Michel-Freyr

2.1. Contexte général

2.1.1. Localisation de la zone d'étude

La forêt de Saint Michel-Freyr fait partie de la grande forêt de Saint-Hubert (+/-100.000 hectares) qui est située dans le Luxembourg en Belgique.

La présente étude porte sur le territoire du projet Nassonia en forêt domaniale de SMF qui s'étend sur 3 communes : la commune de Nassogne, de Tenneville et de Saint-Hubert, avec une superficie de 1650 hectares (figure 1).

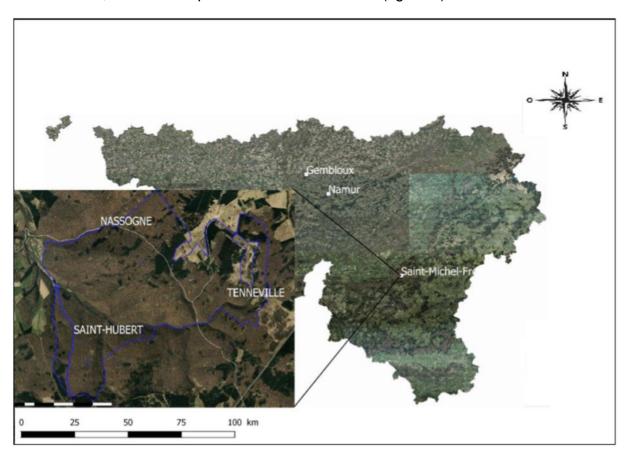


Figure 1 : Localisation géographique et administrative de la forêt de Saint-Michel-Freyr. Auteur : Valentin Claes août 2019. Donnée MNT (ULG-Gembloux Agro-Bio Tech, serveur cartographique)

2.1.2. Historique de la zone d'étude

La forêt de SMF est une très vieille forêt qui a pu être conservée au fil du temps grâce à sa situation (sol de mauvaise propriété physicochimique, relief très accentué, climat rude, etc.) qui rend toute forme d'agriculture impossible.

Comme l'on peut observer sur la carte de Ferraris (figure 2), la zone d'étude est depuis 1770 une zone forestière où l'on a pu pratiquer de nombreuses activités comme la chasse, la sylviculture, et bien d'autres encore.

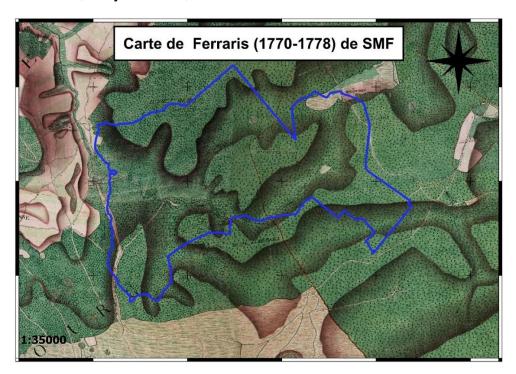


Figure 2 : Carte de Ferraris (1770-1778) de SMF (Auteur : Thomas Eicher mars 2020. Sources : Walonmap).

2.1.3. Contexte administratif

La forêt de SMF est une forêt domaniale (appartenant à la Région Wallonne) qui est donc gérée par le Département de la Nature et des Forêts et plus précisément par le cantonnement de Nassogne.

Le projet Nassonia est divisé en 3 triages, celui de l'agent André Detroz (triage de Saint-Michel), celui de l'agent Philippe Moës (triage de Fays de Lucy) et le 3ème triage qui est celui de l'agent de Thierry Petit (triage du Rouge Poncé). Ces 3 agents font partie de la brigade Sud, avec à sa tête, le brigadier Philippe Louppe. L'équipe entière est supervisée par l'ingénieur-chef de cantonnement Stéphane Abras.

Étant donné que la forêt de SMF fait partie des territoires des chasses de la Couronne, le DNF travaille en concertation avec le Conseil de gestion des chasses de la Couronne (CGCC) pour les aspects en lien avec la cynégétique.

2.1.4. Gestion passée

La gestion apportée à SMF est une gestion multifonctionnelle avec 3 fonctions prioritaires :

- Fonction productive avec une sylviculture traditionnelle de peuplements comme pour la majorité de la forêt wallonne, avec un régime de futaie feuillue et/ou résineuse.
- Fonction de conservation avec de nombreuses réserves naturelles domaniales (RND), la désignation de l'entièreté de la forêt sous statut Natura 2000 et 2 projets Life (le Life tourbières et le Life Elia).
- **Fonction touristique** avec l'accueil du grand public, l'installation de panneaux didactiques, d'un caillebotis et de 2 aires de visions.

2.1.5. Gestion future = Projet Nassonia

Sources provenant du projet Nassonia

Le projet Nassonia souhaite mettre en valeur le travail du DNF tout en renforçant les actions de conservation de la nature et de gestion durable de la forêt de SMF.

Voici ci-dessous une description plus complète du projet Nassonia.

Ce projet est déposé par la Fondation Pairi Daiza en collaboration avec 10 partenaires aux compétences reconnues et complémentaires dans une volonté de gestion multi acteur efficiente.

Cette offre est structurée en 6 chapitres présentant le résumé technique, le contexte puis la vision générale du projet, ses objectifs fondamentaux, son mode de fonctionnement et sa mise en œuvre.

Vision générale

Le projet souhaite développer la vision d'une forêt considérée fondamentalement comme une entité ayant sa propre existence, possédant son fonctionnement propre capable de produire durablement une large diversité de services écosystémiques.

Son ambition est d'une part, de renaturer la forêt, et d'autre part, de la valoriser de manière novatrice par une gestion intégrée et participative ancrée dans le développement territorial, de manière à reconnecter l'homme avec la nature.

Trois objectifs stratégiques fondamentaux

Le projet est structuré autour de trois objectifs stratégiques fondamentaux complétés d'un certain nombre d'actions permettant de les atteindre :

1. Renaturer le massif forestier pour développer la conservation de la nature en renforçant la gestion initiée par le DNF, le CGCC et le LIFE Tourbières (figure 3).

- En restaurant les milieux forestiers, leur naturalité et leur capacité à s'adapter aux changements futurs,
- En réhabilitant et restaurant les milieux ouverts et leur intégration dans le paysage forestier,
- En mettant en lumière des espèces forestières emblématiques.
- 2. Ré-enchanter la forêt et ses usages pour développer un tourisme diffus :
 - En transformant l'image et la vision de la forêt,
 - En développant un tourisme diffus à haute valeur ajoutée.
- 3. Maximiser la qualité, la valorisation locale et la durabilité des produits forestiers :
 - En développant une gestion sylvicole proche du cycle d'une forêt naturelle ciblant une production de qualité,
 - En valorisant localement les biens forestiers à haute valeur ajoutée (circuits courts).

Mode de fonctionnement

Au-delà des objectifs fondamentaux précités, la méthodologie novatrice qui sera mise en œuvre constituera également un atout pour la réussite du projet.

Le mode de fonctionnement du projet repose sur une organisation de la gestion par cercles concentriques, contrôlée par un comité de pilotage sous la coordination d'une équipe projet.

Il sera fondé sur la participation active des acteurs et des usagers de la forêt réunis dans l'Agora de la Forêt de Saint-Michel-Freyr pour co-construire un cadre général commun : le Master plan de développement territorial intégré.

Celui-ci sera décliné en trois plans opérationnels pour déployer sur le terrain les objectifs fondamentaux du projet en assurant une cohérence globale des actions proposées :

- Le plan de gestion du site Natura 2000,
- Le plan de gestion d'un tourisme durable,
- Le plan d'aménagement forestier.

Le bon déroulement du projet sera suivi dans la transparence au travers d'indicateurs du fonctionnement de l'écosystème et de la production de biens et services, ainsi que d'une analyse économique de cette forêt-laboratoire. Une structure de financement adéquate sera mise en place.

Mise en œuvre : planification à 5, 10 et 20 ans. Puisque la démarche générale est essentiellement participative, il serait paradoxal, à ce stade du projet, de présenter une planification précise des opérations.

Le premier objectif est donc la co-élaboration du master plan, qui devrait être clôturée au terme des deux premières années et déclinée dans les plans opérationnels la troisième année. Toutefois, des opérations ponctuelles compatibles avec la vision générale du projet (telles que déjà identifiées au point 4) pourraient être menées en parallèle.

À partir de la cinquième année, le Master plan et les plans opérationnels seront monitorés et pourront être revus tous les 5 ans dans une optique de gestion adaptative.

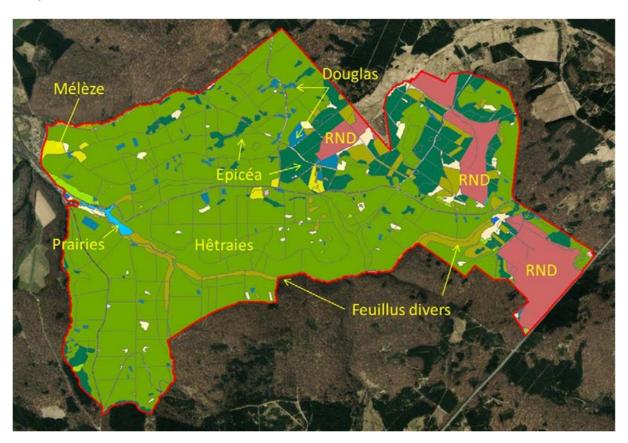


Figure 3 : Carte du projet Nassonia (Sources : projet Nassonia)

2.2. Conditions stationnelle

2.2.1. Géologie

La carte géologique montre que la forêt de SMF se situe sur des terrains du groupe primaire, système du Dévonien inférieur, étages du Siegenien inférieur et moyen.

Ces deux assises siegeniennes sont organisées autour de l'anticlinal de Halleux qui apparait dans la région comme une ellipse orientée Nortd-Est/Sud-Ouest et qui s'étend de la forêt de SMF jusque Halleux sur environ 15 km.

Ces terrains (Siegenien inférieur et moyen) se distinguent par l'absence de calcaire ou du moins par une décalcarification profonde, par leur acidité élevée et par leur pauvreté chimique générale, en particulier en ce qui concerne les alcalino-terreux calcium et magnésium, le Siegenien moyen étant cependant légèrement plus riche.

2.2.2. Pédologie

La forêt de SMF se situe principalement sur des sols limono-caillouteux pour lesquels il y a de nombreuses variantes concernant la charge et le drainage (figures 4) (SPW, WalOnMap, s.d.).

- Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel principalement modéré à assez pauvre
- Sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage nature principalement favorable
- Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable
- Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel modéré à assez pauvre
- Sols tourbeux ou tourbière

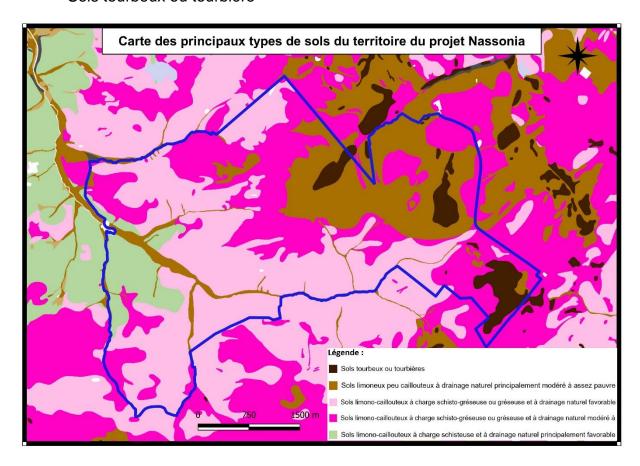


Figure 4 : Carte des principaux types de sols de SMF (Auteur : Thomas Eicher, mars 2020. Sources : Walonmap).

2.2.3. Topographie et hydrologie

L'altitude de la forêt de SMF est assez variée passant du haut plateau ardennais à des fonds de vallées encaissées ayant des pentes à certains endroits supérieurs à 50 % avec des expositions au soleil diverses et variées allant de 310 mètres dans les fonds de vallées à 560 mètres sur le plateau (SPW, WalOnMap, s.d.). Le point le plus bas se situe près de la jonction entre la Masblette et la Diglette à la limite Nord-Ouest de la forêt, et le point le plus haut se situe le long de la N89 à la limite Est de la forêt (figure 5).

Avec une altitude et un relief si varié, la forêt passe donc de la Basse et Moyenne Ardennes à la Haute Ardenne offrant ainsi un large choix de stations.

La forêt est sillonnée par 2 rivières, la Masblette et la Diglette, elles-mêmes alimentées par de nombreux ruisseaux comme le ruisseau de l'Abani, le ruisseau de Palogne, le ruisseau de la Doneuse, le ruisseau du Pied de Bœuf et le ruisseau de la Fontaine Aux Saules. La forêt fait partie du bassin versant de la Meuse et plus précisément du sous-bassin versant de la Lesse. C'est donc le contrat rivière Lesse qui a la charge de ce sous-bassin versant.

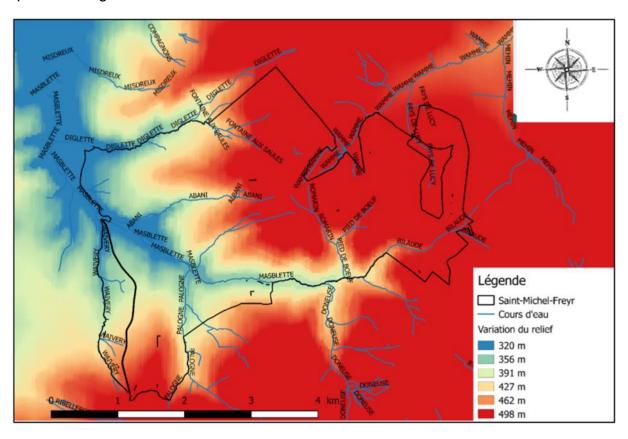


Figure 5 : Carte hydrologique et topographique de la forêt de SMF. Auteur : Valentin Claes, août 2019. Sources : Mnt (Serveur cartographique -Gembloux Agro-Bio Tech)

2.2.4. Région bioclimatique

La forêt de SMF se situe sur 3 régions bioclimatiques : la Basse et Moyenne Ardennes, l'Ardenne Centro-orientale et Haute Ardenne (figure 6) (SPW, WalOnMap, s.d.). Ceux-ci ont des conditions climatiques particulières et propres à chacune d'entre-elles (tableau 1), ce qui va influencer fortement le choix des essences selon les stations.

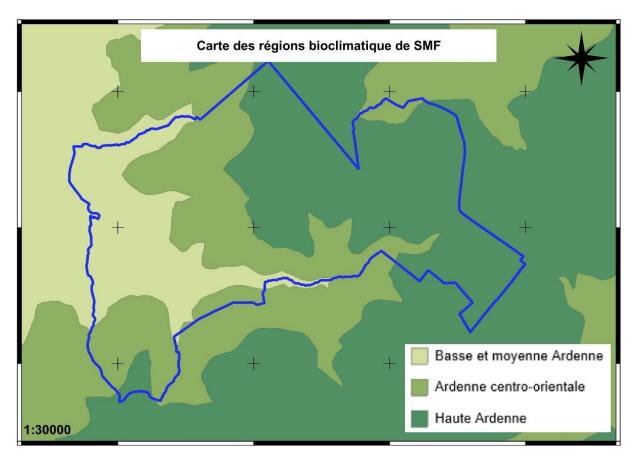


Figure 6 : Carte des régions bioclimatiques de SMF (Auteur : Thomas Eicher, mars 2020. Sources : Walonmap).

Région	Longueur de la saison de végétation (jours)	Précipitations durant la saison de végétation (mm)	Précipitations annuelles	Température moyenne annuelle (°C)	Température moyenne durant la saison de végétation (°C)		Température minimale absolue (°C)	Indice de Lang (xéricité) (mm.°C-1)	Bilan hydrique climatique estival* (mm)
				Valeur mo	oyenne <i>(et éca</i>	ırt type)			
Basse et moyenne Ardenne	163 (4)	509 (26)	1170 (118)	8,7 (0,3)	14,2 (0,2)	35,8 (0,4)	-18,9 (0,5)	136,8 (17)	37,3 (29,4)
Ardenne Centro- orientale	156 <i>(2)</i>	502 (27)	1136 (70)	8,1 (0,2)	13,9 (0,1)	35,3 <i>(0,3)</i>	-19,8 (0,5)	141,8 (9,2)	37,3 (25,5)
Haute Ardenne	151 <i>(2)</i>	537 (35)	1219 <i>(79)</i>	7,7 (0,2)	13,5 (0,2)	34,9 (0,3)	-20,6 (0,4)	161,4 (13,1)	78,6 (34,6)

Tableau 1 : Synthèse des données climatiques des différentes régions-bioclimatique (Eicher Thomas, mars 2020 selon (Van der Perre, 2015))

2.3. Contexte légale

2.3.1. Natura 2000

La forêt de SMF est entièrement comprise dans le site Natura 2000 (Haute-Wamme et Masblette-BE34029 (SPW, La biodiversité en Wallonie, s.d.)) répartie en différentes unités de gestion (figure 7 et 8) (SPW, WalOnMap, s.d.).

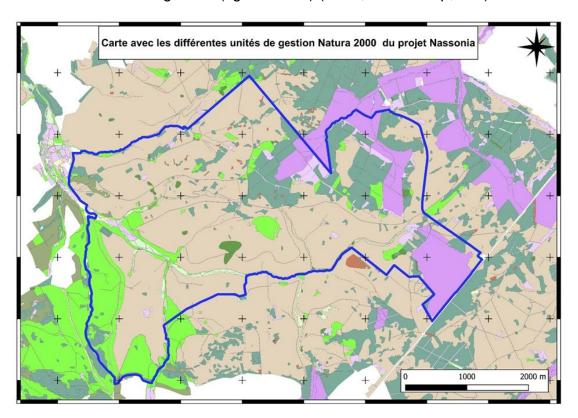


Figure 7 : Carte de SMF avec les UG Natura 2000 (Auteur : Thomas Eicher, mars 2020. Sources : Walonmap).



Figure 8 : Légende de la carte Natura 2000 (Natagriwal, 2017).

2.3.2. Autre statut de protection

La forêt présente également 2 réserves naturelles domaniales. La RND de la Fagne du Rouge Poncé qui est la 2^{ème} plus ancienne réserve de Belgique, et la RND de Mochamps-Wamme qui a été restaurée grâce au projet Life Tourbières qui s'est terminé en 2007 (SPW, La biodiversité en Wallonie, s.d.).

De nombreux autres sites de grand intérêt biologique (SGIB) y ont été répertoriés au sein de SMF (SPW, La biodiversité en Wallonie, s.d.).

Le DNF également désigné, dans un but de conservation, 94,14 hectares de réserves forestières intégrales (RFI) et 108 hectares de réserves forestières dirigées (RFD). Ces réserves forestières sont généralement situées sur des versants escarpés et dans des fonds de vallées ou près de zones humides.

2.3.3. Plan de secteur

La Carte du plan de secteur nous informe que la forêt de SMF est composée de 3 zones d'affectation (figure 9), une zone forestière en vert, 2 zones naturelles en bleu turquoise et 2 plans d'eau que l'on ne peut apercevoir à cette échelle. Sur Walonmap, on observe également qu'une partie des zones d'affectation de la forêt de SMF a en superposition un périmètre d'intérêt paysager mais également un périmètre de réservation d'infrastructure principal (SPW, WalOnMap, s.d.).

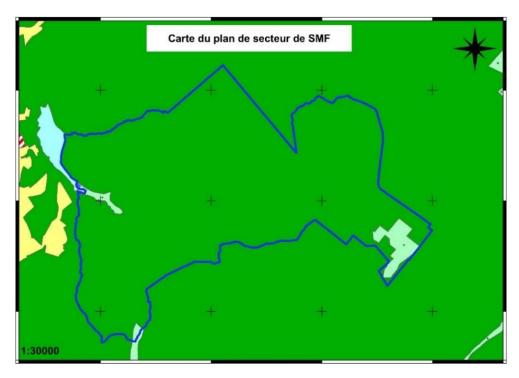


Figure 9: Carte des zones d'affectation (Auteur: Thomas Eicher, mars 2020. Sources: Walonmap).

2.4. Occupation de Saint Michel-Freyr

Le territoire du projet Nassonia de la forêt de SMF fait 1650 hectares composés à 88 % de milieux forestiers et de 12 % de milieux non forestiers.

Les 12 % de milieux non forestiers, qui représentent 195,74 hectares, sont répartis en 5 occupations du sol (figure 10). Un réseau d'étang et de mares, un réseau de voirie, de nombreuses petites prairies servant de gagnage herbeux aux grands gibiers, 2 grandes tourbières reprises sous le statut de RND mentionnés au point 3.3.2. et diverse autre petite occupation du sol.

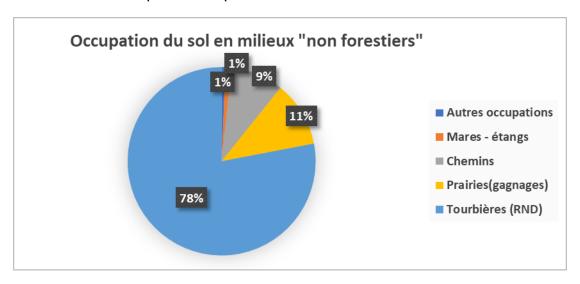


Figure 10: Occupation du sol en milieux non forestier (Eicher Thomas, mars 2020; selon le projet Nassonia).

2.5. Type de peuplements

Comme on peut le constater sur le graphique ci-dessous (figure 11), le territoire du projet Nassonia est composé de 84% d'essences feuillues, de 14% de résineux et de 2% de peuplements mixtes.

Cela peut s'expliquer sur base de plusieurs points :

- 1. C'est une forêt domaniale. Cela implique de respecter d'avantage la multifonctionnalité de la forêt, et donc de ne pas se focaliser sur la fonction productive que les essences résineuses peuvent apporter.
- 2. Le climax principal de SMF est la hêtraie ardennaise à luzule blanche.
- 3. SMF est désigné en Natura 2000. Cela limite donc les introductions d'essences non indigènes comme les résineux.
- 4. Énormément de pessières ont été déboisées sur sol tourbeux ou paratourbeux pour le projet Life Tourbières en vue de restaurer les tourbières.

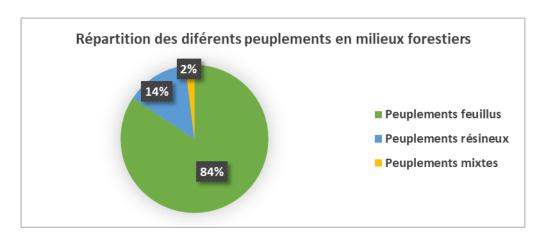


Figure 11: Répartition des différents peuplements en milieux forestier (Eicher Thomas, mars 2020; selon le projet Nassonia).

Peuplements feuillus

La forêt est constituée de 1259,86 hectares de peuplements feuillus, avec comme principale essence le hêtre (*Fagus sylvatica*) comme illustré à la figure 12. Cela peut s'expliquer sur base de 3 points principaux :

- 1.Le fait que le climax principal de SMF est la hêtraie ardennaise à luzule blanche (comme cité au point 3.2.2.).
- 2.Une pression du gibier trop forte, ne permettant actuellement que la régénération naturelle du hêtre (dû à son caractère peu appétant).
- 3.Une sylviculture peut-être mal adaptée lors des décennies précédentes, où les essences secondaires ont été bien souvent éliminées au profit du hêtre.

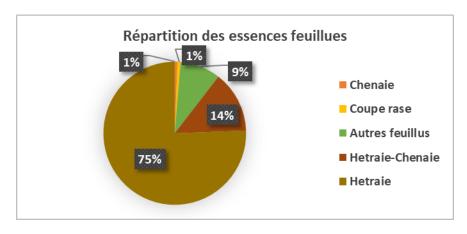


Figure 12 : Répartition des essences feuillues (Eicher Thomas, mars 2020 ; selon le projet Nassonia).

Peuplements résineux

On remarque bien, sur ce graphique (figure 13), que pour les 206,15 hectares de peuplements résineux présents à SMF, c'est bien l'épicéa commun (*Picea abies*) qui est l'essence dominante. Cela s'explique principalement par le fait que c'est l'essence, avec le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), qui sont les plus adaptées aux

stations rudes de SMF (SPW, Le fichier écologique des essences, s.d.). Le pin sylvestre a été délaissé à cause de sa faible productivité et d'un prix au m³ bien inférieur à l'épicéa commun ; 55 à 70 euros pour l'épicéa (avant l'apparition des attaques de scolytes) et seulement 30 à 40 euros pour le pin sylvestre. (La fédération nationale des experts forestiers, 2020).

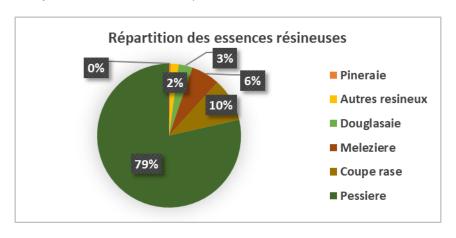


Figure 13 : Répartition des essences résineuses (Eicher Thomas, mars 2020 ; selon le projet Nassonia).

3. Approche théorique

3.1. L'importance du bois morts dans l'écosystème forestier :

À bien des endroits, l'importance du bois mort est méconnue ou mal appréhendée. Pourtant de nombreuses études démontrent l'importance du bois mort dans l'écosystème forestier. Le bois mort a un rôle d'habitat pour toute une faune saproxylophage, qui elle-même joue un rôle important dans la fragmentation et la décomposition des débris ligneux jouant un rôle de fertilisant et de maintien des sols forestiers.

Les méthodes actuelles de gestion ont créé des forêts qui diffèrent des forêts primitives ou presque primitives, non ou peu exploitées par l'homme. Ce qui se traduit par l'enlèvement systématique des arbres morts ou dépérissants, ce qui supprime de nombreux micro-habitats très particuliers indispensables à des espèces remarquables par leur biologie. Dans les forêts naturelles, la biomasse de bois morts peut atteindre 200 à 300 m³ par hectare (555 m³/ha dans la forêt de Bialowieza), tandis que dans nos forêts actuelles elle n'est que de 1 à 5 m³ par hectare (Davoz, 2007).

Les troncs d'arbres en décomposition offrent aussi un milieu favorable à la germination des graines et au développement des jeunes plants. Ils jouent un rôle de « nurserie » et ils contribuent à la régénération naturelle de la forêt.

Les arbres morts « debout » appelés « chandelles » pour les feuillues et « quilles » pour les résineux fournissent un milieu indispensable à beaucoup d'espèces, dont 63 vertébrés parmi lesquels dominent les oiseaux qui nidifient dans les cavités et qui sont tous insectivores. Le diamètre de ces arbres morts est primordial, plus il est important, plus il a une capacité d'accueil élevée (Vallauri, 2005). En effet, il a été

démontré que les pics nidifiaient seulement sur des arbres supérieurs à 170 cm de circonférence et que 1 arbre sur 3 de plus de 300 cm de circonférence était porteur de cavités (Branquart, 2010).

On peut aussi citer quelques espèces de coléoptères (sapro)xylophages rares et protégés au niveau de la Belgique qui profitent de ces habitats (Christophe, 2019) : le lucane cerf-volant (Lucanus cervus), le capricorne du chêne (Cerambyx cerdo), le cucujus vermillon (Cucujus cinnaberinus), le pique-prune (Osmoderma eremita), l'aromie musquée (Aromia moschata), la cétoine doré (Cetonia aurata), la cétoine cuivré (Potosia cuprea), le gnorime noble (Gnorimus nobilis), le lamie tisserand (Lamia textor), le prione tanneur (Prionus coriarius).

3.2. La succession de l'entomofaune saproxylophage dans le hêtre en région méridionale.

Les faunes qui se succèdent dans les hêtres morts sont très semblables dans une grande partie de l'Europe. Une étude réalisée dans une hêtraie méridionale montre l'existence de plusieurs stades de décomposition dont chacun est caractérisé par une faune particulière (Davoz, 2007) :

- Premier stade. Ce stade de décomposition dure 1 à 4 ans et il peut être qualifié de stade à Buprestides et Cérambycides. Les premiers coléoptères qui s'installent sous l'écorce sont des Buprestides comme *Chrysobothris affinis*, *Agrilus viridis* et de rares scolytes comme *Taphrorychus bicolor* et Dryocoetinus *villosus* et le Cérambycide *Rhagium bifasciatum*. Leurs prédateurs arrivent en même temps. Ce sont des Cucujides, des Colydiides comme *Bitoma crenata*. Les rares Coléoptères qui pénètrent déjà dans le bois à ce stade sont des Cérambycides comme les *Rhagium* et *Xylotrechus* et des Eucnémides (Davoz, 2007).
- Deuxième stade. C'est un stade à Cérambycides et Anobiides. Ce stade dure en moyenne de 3 à 7 ans après la mort de l'arbre. Le milieu sous-cortical est occupé par les rares Buprestides et Scolytides qui subsistent du peuplement du premier stade ainsi que des larves de de Cérambycides des genres *Rhagium*, *Leptura* et *Grammoptera*. Les prédateurs deviennent nombreux. Ce sont des Cucujides, des Clérides (*Opilo mollis* et *Tillus elongatus*). C'est dans l'intérieur du bois que la faune devient plus abondante, avec en particulier des Anobiides des genres *Anobium* et *Xestobium* et *Ptilinus pectinicornis* et des Cérambycides tels que des *Rhagium*, *Leptura* et *Strangalia* (Davoz, 2007).
- Troisième stade. C'est un stade qui dure de 6 à 10 ans et qui est caractérisé par des Cérambycides et surtout des Lucanides et des Ténébrionides. Sous les écorces les larves de *Pyrochroa* abondent souvent ainsi que celles de divers Élatérides des genres *Ampedus*, *Melanotus* et *Athous*. Dans le bois pénètrent des larves de Cérambycides de grande taille comme, des Ténébrionides comme *Uloma*, *culinaris*, et des Lucanides sont également commun (Davoz, 2007).

Lorsque ces vagues d'insectes sont passées, au bout d'une dizaine d'années, ce qui reste du bois consiste en une masse facile à dilacérer que Silvestri (1913) a nommé complexe saproxylique. Dans ces complexes se trouvent des invertébrés parmi lesquels les coléoptères ne sont plus le groupe dominant. Dans le cas de la hêtraie, ce sont des Oligochètes, des Crustacés Oniscoïdes ou cloportes, des Gastéropodes, divers acariens et, parmi les insectes, des larves de diptères et des Coléoptères parmi lesquels les représentants de la faune du sol comme les Psélaphides et les Ptiliides sont nombreux (Davoz, 2007).

Une estimation de la biomasse par hectare de Coléoptères saproxyliques a fourni une valeur de 6,34 kg pour l'entomofaune du hêtre et de 1.62 kg pour le chêne, ce qui représente une biomasse totale de 7,8 kg de Coléoptères. Cette valeur représente 90 à 95 % de la biomasse totale des invertébrés du bois mort (Davoz, 2007).

3.3. Les arbres d'intérêt biologique ou arbres habitats

Le feuillage des arbres offre un abri bien connu aux oiseaux, écureuils et autres espèces aisément observables. Mais les arbres recèlent une foule d'autres structures, de taille souvent modeste, qui fournissent abri, nourriture ou lieu de reproduction à une grande diversité d'espèces parmi les animaux, les végétaux ou les champignons. Ces milieux de vie portés par les arbres sont appelés « dendro-microhabitats ». Les dendro-microhabitats (dmh) présentent, selon leur nature des conditions de vie très différentes les unes des autres. Chaque type de dmh (figure 14) abrite par conséquent des espèces bien spécifiques (CNPF, 2015). Plus on compte de types de dmh dans un peuplement, plus on multiplie les milieux de vie et donc la capacité d'accueil du peuplement. La fréquence d'un même type de dmh est également très importante pour la survie des espèces qui y sont associées. En effet, les dmh étant des milieux de vie spatialement isolés et évolutifs, les espèces sont obligées de se déplacer à travers le peuplement pour en trouver de similaires et réduire le parasitisme et le risque de prédation, rencontrer d'autres individus pour se reproduire ou remplacer le dmh disparu (DGE-Forêt, 2015).

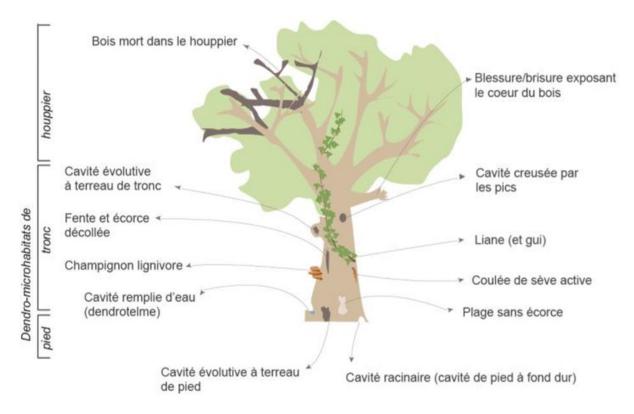


Figure 14 : Représentation théorique d'un arbre habitat « parfait » (DGE-Forêt, 2015).

Pour conserver une grande diversité d'espèces en forêt et ainsi renforcer la résistance et la résilience du peuplement, il est donc très utile d'apprendre à reconnaitre les dmh. Cela permet d'être à même de repérer les arbres-habitats à conserver lors du martelage ou d'estimer la capacité d'accueil potentielle du peuplement pour les espèces en fonction des essences présente.

La diversité des essences au sein d'un même peuplement est tout aussi primordiale que la présence de dmh. Chaque essence a une richesse spécifique plus ou moins élevée selon un classement représenté en pourcentage comme le montre la figure cidessous (figure15), la présence d'essences à forte richesse spécifique est donc importante. Mais c'est surtout la combinaison entre plusieurs essences qui est importante, car cela associe la richesse spécifique de chacune des essences ce qui occasionne une augmentation de la richesse et de la diversité au sein du même peuplement.



Figure 15 : Classement des principales espèces ligneuse d'Europe occidentale d'après leur potentiel biologique. D'après Branquart et Dufrêne (2005).

3.4. La crise sanitaire du hêtre

La crise sanitaire du hêtre, appelée erronément « maladie du hêtre » à l'époque, a été le problème sanitaire le plus marquant de la hêtraie du plateau ardennais. En 1998, après un automne très doux, les hêtres n'étaient pas préparés à la brutale chute de température de la mi-novembre, jusqu'à -16°C. Cet incident a provoqué des nécroses d'écorce, qui ont libéré de l'éthanol en pourrissant, substance très attractive pour les scolytes du genre Trypodendron (*Trypodendron domesticum, T. signatum* et *Lymexylon dermestoies*) (Claessens, 2017).

Les hêtres étant affaiblis par les dégâts de gel ont été incapables de résister à l'attaque des scolytes, qui, en creusant leurs galeries, ont aussi inséminé les champignons lignivores dont le *Fomes fomentarius*, qui ont rapidement colonisé le tronc à partir de la lésion de gel. Les années qui suivirent, des carpophores sont apparus sur le tronc, vers 5 à 8 m de hauteur au niveau de la lésion de gel (RONDEUX, 2003).

En effet, le bois de hêtre, peu durable, est très sensible aux pourritures. À la suite de ces attaques, le bois a perdu toute sa résistance et dès les premiers vents, les troncs ont cassé à hauteur de la pourriture, ce qui caractérise la hêtraie dépérissante de SMF.

Les champignons dont on observe les fructifications sur les hêtres malades sont principalement des basidiomycètes lignivores responsables d'importantes dégradations internes du bois (figure 16) (RONDEUX, 2003).

Sept espèces de polypores sont recensés. Leur carpophore est coriace et pérenne. *Bjerkandera adusta, Fomes fomentarius* (l'amadouvier), *Ganoderma applanatum, Stereum hirsutum, Chondrostereum* purpureum et *Trametes versicolor* décomposent préférentiellement la lignine et causent une pourriture blanche du bois. *Fomitopsis pinicola*, en revanche, dégrade de manière préférentielle la cellulose et conduit ainsi à une pourriture cubique, friable du bois (RONDEUX, 2003).

Trois espèces de champignons à lames tels que Panellus serotinus, Pleurotus ostreatus (la pleurote) et Schizophyllum commune sont également observés dans une moindre mesure sur les arbres affaiblis ou les grumes au sol. Ils occasionnent également une pourriture blanche du bois. L'action de ces champignons lignivores réduit considérablement la valeur commerciale du bois (10 à 15 euros du m³). Des tests de dégradation réalisés en laboratoire en conditions contrôlées sur bois mort indiquent une puissante capacité lignocellulolytique principalement pour Fomitopsis Trametes versicolor, Fomes fomentarius, Ganoderma applanatum, Bjerkandera adusta, Panellus serotinus et Stereum hirsutum : en l'espace de 14 semaines ces agents de décomposition sont capables d'occasionner des pertes pouvant atteindre 10 à 40 % en poids sec. Il paraît donc important de délivrer les grumes infectées le plus rapidement possible de manière à éviter des pertes ultérieures de la valeur commerciale du bois. Ou alors de laisser le bois sur place sachant qu'ils ont perdu énormément de valeur, cela évitera de créer des dégâts d'exploitation au sol excessif comme durant la crise de 1999-2000 et permettra une reconstitution de la litière du sol par la décomposition des troncs de hêtres morts (RONDEUX, 2003).

À la mort de l'arbre, nous verrons arriver des champignons saprophytes comme Asocoryne sarcoides, Hypoxylon fragiforme, Nectria coccinea, Bulgaria inquinans, Neobulgaria pura (figure 17).



Figure 16: Champignons lignivores présent sur les hêtres dépérissants (RONDEUX, 2003).



Figure 17: Champignons saprophytes sur les hêtres morts (RONDEUX, 2003).

3.5. La chalarose du frêne

La chalarose du frêne est causée par le champignon *Hymenoscyphus fraxineus* (anciennement appelé *Chalara fraxinea*). Cette maladie dite « émergente » est apparue en Pologne dans les années 1990 et a été détectée en Belgique en 2010.

L'infection des feuilles par des spores présentes dans l'air débute avec l'apparition de nécroses noirâtres sur les rachis et les folioles. Ces nécroses induisent des flétrissements de rameaux, ensuite, surviennent des mortalités de pousses et rameaux qui prennent une coloration orangée caractéristique. Le dépérissement du houppier se présente sous forme d'un effeuillement, donnant lieu à une descente de cime après un cycle d'infection. Au cours de l'année suivante, le champignon produit ses fructifications, les pézizes, sur les rachis en décomposition dans la litière. Les fructifications libèrent à maturité des spores, qui seront véhiculées à très longue distance grâce au vent. Au cours de la saison de végétation, des gourmands vigoureux peuvent apparaître et reconstituer partiellement le houppier, donnant une impression visuelle d'amélioration de leur état de santé. Mais la majorité d'entre eux seront aussi infectés par les spores du champignon, épuisant progressivement les frênes touchés par la maladie dans le houppier (Gerarts, 2015).

Deux ou trois ans après l'infection des houppiers, des nécroses peuvent apparaitre au collet des frênes, provoquées par les abondantes ascospores présentes dans la litière au pied des arbres atteints. Ces nécroses, brunâtres ou noirâtres, de forme triangulaire et « montante », démarrent de la base de l'arbre et s'accompagnent généralement d'un décollement d'écorce. Ces nécroses n'altèrent pas le bois, mais créent une dépréciation du bois vis-à-vis du marché par sa couleur. L'agent pathogène qui peut être responsable de l'altération du bois est l'armillaire qui est un champignon parasitisme secondaire qui quant à lui, désagrège le bois (Gerarts, 2015).

3.6. Le parc à grumes de Wallonie

Le parc à grumes de Wallonie (figure 18-19-20) est un parc de dépôts et de vente des plus belles grumes des bois soumis au régime forestier de toute la Wallonie. Les essences présentées sont principalement des chênes indigènes. Cependant, d'autres essences sont acceptées en fonction de leur qualité telles que les érables, les merisiers, les noyers et toutes autres essences particulières.

Le parc à 3 objectifs principaux;

Le premier étant de vendre des grumes d'exception séparément des ventes de bois courantes pour avoir une plus-value de ces magnifiques bois. Cette année, une grume de la forêt de SMF a été vendue à 2070 euros/m³ pour un prix total de 11693 euros. On remarque bien la plus-value de cette vente. À titre d'exemple, le prix moyen des chênes vendus sur le parc est aux alentours de 870 euros du m³, en vente classique dans des lots hétérogènes, les chênes sont vendus aux maximums à 200-250 euros du m³.

Le second étant de montrer une extraordinaire vitrine des bois wallons. Faire connaitre au-delà de nos frontières, la qualité de nos produits et le savoir-faire des gestionnaires forestiers wallon.

Le dernier étant d'alimenter les transformateurs belges et limitrophes de bois d'exception. Pour la vente de 2019, ce n'est pas moins de 180 acheteurs qui ont été consultés, dont 48 % de Belges, 36 % de Français, 16 % d'Allemands et une poignée d'Autrichiens et de Luxembourgeois. Ce sont des scieurs, des ébénistes, des trancheurs, des fabricants de barriques, etc.







Figure 18 : Grumes de chênes du parc à grumes (Eicher Thomas, février 2020).

Figure 19 : Parc à grumes de Wallonie (Eicher Thomas, février 2020).

Figure 20 : Panneau d'accueil du parc à grumes de Wallonie (Eicher Thomas, février 2020).

3.7. Les loupes et broussins

Une loupe : il s'agit d'une tumeur ligneuse isolée, de forme globuleuse qui se produit sur la tige et est formée de tissus à fibres enchevêtrées par une excitation du cambium provoquée par une blessure, une piqûre d'insectes ou un agent pathogène (Brunin, 2012). (Figure 21-22)

Cette anomalie « défaut » peut être très appréciée en ébénisterie, en marqueterie et en placage, si celle-ci est de taille suffisamment grosse et saine à l'intérieure. En fonction de l'essence, le dessin (figure 23-24) et le prix seront différents.





Figure 21 : Loupe de Charme (Eicher Thomas, janvier 2020). 20190).

Figure 22 : Loupe de Chêne (Eicher Thomas, décembre

Un broussin : est une excroissance de forme irrégulière à la surface hérissée d'aspérités. Il s'agit d'une agglomération de nombreux bourgeons qui se soudent, se lignifient et forment une masse de bois à éléments enchevêtrés (Brunin, 2012). Il se rencontre principalement chez les chênes (on parle de chêne brogneux) mais aussi chez les tilleuls, les érables ou les ormes.

Cette excroissance produit un bois madré ou moucheté qui peut être apprécié en ébénisterie en fonction de sa taille, son homogénéité et sa répartition.





Figure 23 : Loupe de Bouleau tranchée (source : www.decospan.com)

4. Matériel et méthode

4.1. Matériel

Pour la réalisation des inventaires de terrain, un certain nombre d'instruments de mesure ont été utilisés :

- Un mètre ruban (pour mesurer la circonférence des arbres)
- Un décamètre forestier (pour déterminer la longueur des bois aux sols)
- Un clinomètre Suunto (pour calculer la hauteur de recoupe exacte des arbres de qualité)
- Un GPS Garmin 64s (pour localiser les arbres inventoriés)
- Un couteau (pour évaluer l'état de décomposition des arbres morts)
- Des craies grasses (pour le marquage des arbres inventoriés)
- Un GSM iPhone 6-7-8 (pour la prise de photos)
- Une fiche d'inventaire (pour y annoter les informations collectées)

Par la suite, l'encodage et le travail des données collectées a été effectué sur un PC disposant d'un logiciel EXCEL.

4.2. Protocole

Le but premier de ce TFE, est de savoir si le protocole d'inventaire proposé est applicable sur l'entièreté du territoire du projet Nassonia. Le souhait du coordinateur du projet, Monsieur Gérard Jadoul, était d'obtenir un état initial T0 avec ce TFE, et d'arriver à inventorier la totalité du territoire boisé feuillu (1259,86 ha) en 10 ans (T10).

Le protocole mis en place pour l'inventorisation de l'ensemble du territoire du projet Nassonia en forêt domaniale de SMF est un protocole à 2 objectifs majeurs :

Le premier objectif est un objectif de conservation de la nature par la recherche d'arbres morts et d'intérêt biologique. Ceci permettra de voir si le code forestier est respecté (DGO3, 2009) et de dépasser celui-ci dans le cadre du projet Nassonia pour faire de cette forêt et de ce projet un vrai « spot » de biodiversité.

Le second est un objectif de valorisation durable et économique des arbres de qualités exceptionnelles présents sur la forêt de SMF. En inventoriant le patrimoine de SMF, il est possible d'évaluer et de tirer des conclusions indispensables à une gestion adaptée et durable de celle-ci.

La création du protocole s'est basée sur des textes de loi (le code forestier (DGO3, 2009) et Natura 2000 (Natagriwal, 2017)), des ouvrages et travaux existants.

4.2.1. Objectif conservation de la nature

4.2.1.1. Le bois mort

Tout d'abord en ce qui concerne la catégorie d'arbre mort, elle a été fixée sur base de la définition d'arbre mort du code forestier : « Un arbre mort, est un arbre de plus de 40 cm de diamètre (ou 120 cm de circonférence) avec un minimum de 1 mètre de longueur, pouvant être sur pied, cassé, chablis, au sol, une purge d'exploitation et même un houppier non exploité de l'ordre de 2 arbres morts par hectare » (DGO3, 2009) (Branquart, 2010).

Ensuite pour aller plus loin dans l'inventaire, il a été intéressant de catégoriser les bois morts selon leur degré de décomposition, car ces stades accueillent une faune saproxylique très différente selon l'état de décomposition (Cfr point 4).

Le processus de décomposition d'un arbre mort s'appelle la saproxylation. Ce processus est effectué par des espèces saproxyliques (insectes, champignons, etc.). On définit communément 5 stades de saproxylation (DGE-Forêt, 2015).

- Stade 1 : Bois mort dans l'année, très dur, pas ou très peu altéré. Écorce partout adhérente. Le liber est vivant ou au moins perceptible (au niveau de la section de l'arbre).
- Stade 2 : Bois très dur, peu altéré : couteau s'enfonçant très difficilement (<
 1cm) même dans le sens des fibres. Écorce quasiment partout présente, mais moins adhérente. Le liber n'est plus perceptible.
- Stade 3 : Bois altéré, plus tendre en surface : couteau s'enfonçant de 1 à
 quelques cm dans le sens des fibres. Écorce partiellement à globalement
 tombée (sauf pour certaines essences comme le hêtre où l'écorce reste en
 place très longtemps). L'essence est encore reconnaissable et la pièce de
 bois n'a pas perdu de volume.
- Stade 4 : Bois très altéré : couteau s'enfonçant jusqu'à la garde, au moins localement. Plus (ou vraiment très peu) d'écorce présente. Le bois a perdu du volume, mais l'essence est généralement encore reconnaissable.
- Stade 5 : Bois très peu cohérent et dispersable facilement avec le pied.
 Mélange d'organismes saproxyliques et du sol (p.ex. vers de terre). Seul un examen approfondi permet d'identifier l'essence.

Les arbres morts sont catégorisés en 3 catégories : les arbres debout, les arbres au sol, et les arbres en partie debout et en partie au sol. Ce facteur-ci joue aussi un rôle important dans le choix des espèces hôtes (ex : un arbre mort au sol n'aura quasiment aucun intérêt pour des pics qui ont besoin d'une quille pour nidifier, mais au contraire cet arbre mort au sol aura un intérêt très élevé pour toute la pédofaune).

4.2.1.2. Les arbres d'intérêt biologique « arbre habitat »

Aux yeux du code forestier, un arbre d'intérêt biologique, est un arbre présentant des dimensions exceptionnelles et/ou porteur de cavités, le code forestier exige la présence d'un arbre d'intérêt biologique par 2 hectares dans les bois soumis au régime forestier (Branquart, 2010) (DGO3, 2009). Ce point est d'autant plus important si l'on se trouve en Natura 2000 comme dans ce cas-ci (Natagriwal, 2017).

Pour être plus précis sur cette catégorie d'arbre biologique, nous nous sommes basés sur l'inventaire d'indice biologique potentiel (IBP) de Laurent Larrieu-Pierre Gonin (Emberger, 2016) (Larrieu L. e.-C.-I.). Pour ce faire, après discussion avec monsieur Stéphane Abras, monsieur Christophe Bauffe, monsieur Gérard Jadoul, monsieur Valentin Claes et moi-même, nous avons décidé d'inventorier 4 des 7 facteurs de l'IBP liés au peuplement à savoir les bois morts debout, les bois morts au sol, les très gros bois vivants et les arbres vivants porteurs de microhabitats. Pour ce dernier facteur, nous ne prenons en compte dans cet inventaire que 4 des 12 catégories d'habitats à savoir les cavités creusées par des pics, les fentes et décollements d'écorce, les champignons polypores et les lianes (et le gui).

Pour ce faire, nous prenons en compte **les très gros bois sur pied** supérieurs à 220 cm de circonférence, mais pas seulement, pour les essences n'atteignant jamais cette taille, les dimensions sont redescendues à 120 cm de circonférence (ex : charme, sorbier des oiseleurs, pommier, etc.). Pour aller plus loin, nous avons créé une catégorie supplémentaire prenant les arbres de plus de 60 cm de circonférence pour le houx (Ilex aquifolium) et le noisetier (Corylus avellana). Cette catégorie est tout aussi importante que la première, en voici un exemple : en hêtraie quasiment pure et jardinée, il est beaucoup plus intéressant de retrouver un sorbier des oiseleurs de 120 cm de circonférence ou un houx de 60 cm de circonférence qui feront des fleurs, offriront des fruits, améliorant le sol, attirants un cortège d'espèces autres que celui d'un hêtre de 220 cm de circonférence parmi tant d'autres.

Nous prenons aussi les arbres **porteurs de cavités**, et plus précisément des cavités pouvant abriter des mammifères et des oiseaux comme par exemple des trous de pics supérieur à 4 cm de diamètres (DGE-Forêt, 2015).

Cavités creusées par des pics

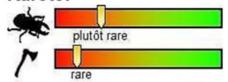


Il peut s'agir de :

- a) trous de nidification formant une loge (ouverture de forme circulaire ou légèrement ovale, régulière)
- b) trous de nutrition profonds de plus de 10 cm creusés pour capturer des insectes.

Dimensions min. de comptage : diamètre de l'orifice >3 cm

Rareté:



Vitesse de constitution: rapide



Les plus gros des pics sont capables de creuser dans du bois peu altéré. Les parois des cavités sont généralement relativement dures, bien qu'à terme leur altération naturelle conduise à la formation de terreau. L'espace dégagé dans le tronc peut être important (jusqu'à 15 litres pour les cavités de Pic noir).

- Oiseaux: oiseaux cavicoles (Pics, Mésanges, Chouettes, Gobe-mouches, Sittelle Torchepot...)
- Mammifères: chauves-souris (Noctules, Murins), autres mammifères (Loir gris, Martre des pins)
- Insectes: coléoptères, diptères, hyménoptères
- Arachnides
- Champignons saproxyliques
- Amphibiens
- Reptiles

Figure 25 : Fiche explicative d'un arbre porteur de cavités de pics (DGE-Forêt, 2015).

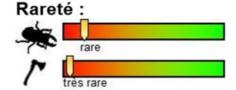
Nous prenons également des arbres présentant **des fentes ou des décollements d'écorces** dont les mesures minimales sont 1 cm de largeur pour 10 cm de profondeur (DGE-Forêt, 2015).

Fentes et décollement de l'écorce



Fentes, anfractuosités à l'ouverture étroite ou espaces situés sous une plage d'écorce décollée et formant un abri

Dimensions min. de comptage : Pour les fentes : largeur >1cm et profondeur >10 cm. Pour les décollements d'écorce, espace entre l'écorce et l'aubier: largeur >5cm







Ces dmh se développent à partir de blessures dues au gel, à la chute d'arbres, à la foudre ou au feu. Chez les résineux, les fentes se présentent essentiellement sous la forme d'écorces décollées sur des chandelles au stade de saproxylation 3.

L'espace entre l'écorce et le bois est propice au développement de lichens et de champignons et offre un abri à diverses autres espèces.

- Oiseaux: Martinets, Grimpereaux
- Chauves-souris: Barbastelle d'Europe, Pipistrelles, Murins
- Insectes: coléoptères (Carabidae), hyménoptères (site d'hibernation de reines de guèpes, abeilles et bourdons), Aradidae (punaises), psocoptères
- Arachnides: araignées arboricoles, acariens, pseudoscorpions
- Champignons
- Lichens
- Gastéropodes (Cochlodina laminata)

Figure 26: Fiche explicative d'un arbre présentant des fentes et/ou des décollements d'écorce (DGE-Forêt, 2015).

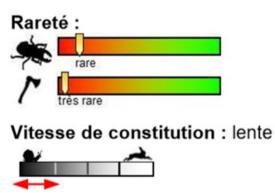
Nous prenons aussi les arbres porteurs de **champignons polypores** qui ont un diamètre supérieur à 5 cm (DGE-Forêt, 2015).

Champignons lignivores



Fructifications en console de champignons polypores, agaricales (à lamelles), gros pyrénomycètes (Daldinia sp., Hypoxylon sp. à l'aspect d'un morceau de charbon).

Dimensions min. de comptage : diamètre du chapeau >5cm



Un carpophore (partie visible du champignon) de polypore offre 3 milieux de vie différents : les tubes remplis de spores, la trame et l'interface avec le tronc de l'arbre. Les communautés vivant dans les polypores sont dominées par les coléoptères alors que celles des agaricales sont dominées par les diptères.

- Insectes: coléoptères, diptères, lépidoptères, punaises, (Aradidae)
- Champignons parasites (Hypocrea sp.)

Figure 27 : Fiche explicative des arbres porteurs de champignons polypores (DGE-Forêt, 2015).

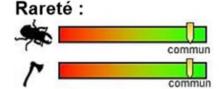
Nous prenons également les arbres porteurs de **lianes** (lierre) ou de **gui** couvrant au minimum 1/3 du tronc ou du houppier (DGE-Forêt, 2015).

Lianes et gui



Lierre, Clématite, Chèvrefeuille ou autres lianes utilisant les arbres comme support et Gui.

Dimensions min. de comptage : >1/3 du tronc ou du houppier



Vitesse de constitution : assez rapide



Les lianes et le gui servent à la fois d'habitat, de source de nourriture (fleurs et fruits) et de lieu d'accouplement à de nombreuses espèces d'insectes.

- Insectes: lépidoptères, coléoptères, hétéroptères, diptères, hyménoptères
- Oiseaux (Merle noir, Troglodyte mignon, Gobemouche gris)

Figure 28 : Fiche explicative d'un arbre porteur de lianes et/ou de gui (DGE-Forêt, 2015).

Pour compléter cet inventaire IBP, nous avons rajouté la catégorie « **nid** » qui prend en compte les nids de cigognes noires et des aires de rapaces (DGE-Forêt, 2015).

Nids de vertébrés



Gros nids d'oiseaux (rapaces, Cigognes) ou d'écureuils

Dimensions min. de comptage : diamètre >50cm

Les nids de vertébrés sont souvent colonisés secondairement par d'autres espèces mais peuvent aussi abriter des espèces pendant la nidification de l'oiseau constructeur.

Espèces associées :

- Mammifères (Martre, Fouine)
- Oiseaux (Moineau espagnol)
- Arthropodes

Figure 29 : Fiche explicative d'un arbre porteur d'un nid d'un vertébré (DGE-Forêt, 2015).

4.2.2. Objectif de valorisation économique

4.2.2.1. Les arbres de hautes valeurs économiques

Étant donné que le cantonnement de Nassogne accueille le parc à grumes de Wallonie et que celui-ci vend des chênes indigènes de SMF avec des prix plus que satisfaisants, nous avons décidé dans cet inventaire de chercher, trouver et répertorier tous les arbres potentiellement valorisables sur ce parc à grumes.

Pour ce faire, nous avons sélectionné 4 essences pouvant avoir une plus-value sur ce type de vente, les 2 chênes indigènes (Quercus petraea et Quercus robur) ainsi que les 2 érables indigènes (Acer platanoïdes et Acer pseudoplatanus).

Nous nous sommes basés sur les critères de sélection du parc pour rechercher et sélectionner les arbres de qualité, à savoir une bille de pied de 4 mètres de hauteur minimums, de 270 cm de circonférence pour les chênes et de 180 cm pour les érables.

Dans ce travail, le but est d'inventorier le potentiel présent et futur du projet Nassonia. Nous avons décidé de rajouter une classe de circonférence, intégrant les arbres qui arriveront à dimension d'exploitabilité d'ici les 20 prochaines années maximum. Cela se traduit par la classe 250-270 cm de circonférence pour les chênes et 150-180 cm de circonférence pour les érables.

En ce qui concerne l'évaluation de la qualité des bois sur pied (tableau 3), nous avons suivi les normes éditées par « le carnet d'assistance pour l'évaluation qualitative des bois sur pied et abattus de forêt wallonne ». En plus de cela, il a été décidé de catégoriser les arbres de qualité en 2 sous-groupes :

La qualité A : sont des arbres potentiellement valorisables sur le parc à grumes. Ils présentent très peu de défauts même avec une certaine incertitude de qualité exceptionnelle. Les arbres présentant une particularité rendant leurs bois exceptionnels (brogneux, loupe, fibre torse très prononcée ...) sont aussi inclus dans cette catégorie.

La qualité A+: sont des arbres d'exception ne présentant aucun défaut sur les 4 premiers mètres et ayant une bille de pied de belle dimension, avec une quasi-certitude d'être valorisable sur le parc à grumes.

Classe de circonférence	Chên	e sp	Erab	Classe de circonférence	
(cm)	А	A+	Α	A+	(cm)
250- 270					150-180
270 et +					180 et +

Tableau 2: Tableau récapitulatif concernant les arbres de qualité (Auteur: Eicher Thomas, mars 2020).

Pour rappel, le parc à grumes de Wallonie a pour but de vendre des arbres exceptionnels dont la coupe est à rotation, mais rien ne s'oppose à proposer l'un ou l'autre bois en quart, demi ou trois-quarts rotation sans pour autant appauvrir exagérément les possibilités de récolte à ces échéances. Il serait intéressant dans certaines situations, de favoriser la régénération naturelle de ces arbres avant leur exploitation en vue de maintenir une génétique exceptionnelle parfaitement adaptée à la station.

4.2.2.2. Évaluation qualitative des bois sur pied

Classement qualitatif des chênes (Quercus robur et Q. petraea) sur pied									
Normes - défauts/ classe de qualité	Α	В	С	D					
Longueur minimale (m)	3	3	2	2					
Diamètre médian sur écorce	45	40	35	25					
Nœud sain (nbre/m)	1/3 (< 2 cm)	1/1 (<4 cm) ou 1/3 (<6 cm)	admis	admis					
Nœud pourri, y compris les roses		1/2 (nœud <3	Admis: nœud <3 cm et rose 4 cm 1/2:						
(nbre/m)	exclu	cm; rose 4 cm)	nœud < 10 cm	admis					
Broussins (nbre/m)	exclu	1/2,	admis	admis					
Gourmand et picot (nbre/m)	1/3,	admis	admis	admis					
Courbure simple (cm/m)	< 2	< 4	< 10	admis					
Fils torse (cm/m)	< 4	< 7	admis	admis					
Gélivure	exclu	exclu	exclu	admis					
Maladie du T	exclu	exclu	admis	admis					
Trou d'insectes	exclu	exclu	admis dans l'aubier	admis					

Tableau 3: Tableau de classement qualitatif des chênes sur pied (Eicher Thomas, avril 2020 selon (Brunin, 2012)).

4.2.2.3. Les loupes et broussins

Le territoire du projet Nassonia est une zone de test et d'études sur beaucoup de points et de sujets, de même que pour le parc à grumes. Avec ce travail, nous allons proposer de tester la vente de loupes et broussins afin d'essayer de les valoriser soit en les exposant sur le parc à grumes, soit en créant un catalogue de vente envoyé à des acheteurs potentiels comme pour le parc à grumes. Dans ce catalogue, nous y indiquerons l'essence, la dimension (approximatif), la localisation (GPS, coupe et compartiment) et on l'illustrera avec une ou plusieurs photos par loupes et broussins.

Pour ce faire, nous prenons toutes les loupes et broussins de dimensions valorisables de toutes les essences présentes.

4.3. La fiche d'inventaire

Cette fiche d'inventaire (tableau 4) a été réalisée lors du protocole d'inventaire avec 2 objectifs principaux :

- Le premier étant tout simplement d'avoir une fiche de terrain lors des inventaires pour simplifier la prise de note des différentes données.
- Le second objectif est l'intérêt du protocole, à savoir, la création d'une fiche simple, claire, non exhaustive pour permettre à des personnes n'ayant pas forcement les connaissances et compétences d'un niveau bachelier en Forêt et Nature de pouvoir inventorier la totalité (1259 ha) de la forêt de SMF dans le territoire du projet Nassonia pour les prochaines années à venir.

Co	mpart	iment :	1	06	S	Superficie:		10,26		Nbre de personnes :		3							
	Parce	lle*:		/	Type de peuplements : He		etraie saine Nbre d'heu			neure	ures: 5								
	Info générale Mort			Intérêt Biologique					Arbre de Qualité l		Remarque								
						Debout	Stade	Stade											
N°	Caté	Essences	circ.	Hauteur	Mort	/au sol	1	2	Intérêt	Gros	Cavité	Fente	Nid	Champi	Lierre	Gui	Qualité	Loupe	Remarque
	l 1	Hêtre	255	24	Χ	1	2												
1	2 1	Chêne	205	16	Χ	3	1	2											
3	3 2	Hêtre	285	12					Х	Χ	Χ			Χ					
4	1 3	Erable syc	185	6													А		
Į	5 4	Chêne	165	8														X	

Tableau 4: Exemple d'une fiche d'inventaire de terrain du protocole. (Auteur: Eicher Thomas, novembre 2019).

- N° = numéro du point GPS
- Catégorie = de quelle catégorie d'arbre s'agit-il :
 - ♦ 1 = arbre mort
 - ♦ 2= arbre d'intérêt biologique
 - ♦ 3 = arbre de haute valeur économique
 - ♦ 4 = arbre porteur de loupes ou broussins
- Essences = de quelle essence il s'agit.
- Circonférence = la circonférence prise à 1,5 mètre du sol.
- <u>Hauteur</u> = hauteur recoupe au premier gros défaut pour les arbres d'intérêt économique et écologique. Pour les arbres morts, on prend la recoupe 22 (= à la recoupe 22 cm des branches).
- Mort = On met une croix dans cette colonne lorsque l'arbre est mort.
- <u>Débout/au sol</u> = il s'agit du type d'arbre mort => s'il est debout, il aura le numéro 1, s'il est au sol il aura le numéro 2, et s'il est en partie debout et en partie au sol, il aura le numéro 3.
- <u>Stade 1</u> = stade de décomposition de l'arbre mort debout ou en partie debout réparti en 5 classes comme expliqué au point 3.2.1.1.
- <u>Stade 2</u> = stade de décomposition de l'arbre mort au sol ou en partie au sol réparti en 5 classes comme expliqué au point 3.2.1.1.
- <u>Intérêt</u> = On met une croix dans cette colonne pour les arbres d'intérêts biologiques ainsi que dans la/les colonnes correspond(ent) au(x) intérêt(s) de cet arbre.
- Gros : C'est pour les arbres de dimension exceptionnelle comme expliqué au point 3.2.1.2.
- Qualité : nous indiquons la qualité des arbres de qualité répertoriée (A et A+) expliquée au point 4.2.2.1.
- <u>Loupe</u>: On met une croix dans cette colonne que pour les arbres porteurs de loupes ou de broussins.
- Remarque : Cette colonne a pour but d'expliquer le choix de l'arbre, décrire ses défauts et/ou caractéristiques, préciser les dimensions de la loupe, etc.

4.4. Le mode opératoire

L'inventaire de terrain se déroule de la même manière qu'une opération de martelage de délivrance.

Pour commencer, les « mesureurs » se positionnent en virées parallèles successives et procèdent à la recherche d'arbres à inventorier. Sur chaque virée, les arbres inventoriés sont identifiés, de part et d'autre, au moyen d'un marquage à la craie grasse, de telle sorte qu'elle soit visible pour l'opérateur de la virée suivante. Les données concernant l'essence, la circonférence, la hauteur recoupe, la catégorie d'arbre et les données associées sont criées au « pointeur », qui est le chef de la virée ; ce dernier répète, pour confirmation et ensuite pointe sur la fiche d'inventaire, les données transmises par les « mesureurs ». Le chef de virée vérifie notamment l'exactitude des données criées par les « mesureurs » et veille à ce que ceux-ci respectent leur virée.

Les données de circonférence sont arrondies en classes de circonférence. Pour des valeurs comprises entre 30-39,9 cm par exemple, la circonférence est arrondie à 35 cm; entre 40-49,9 cm, la valeur est arrondie à 45 cm etc.

Lors de l'inventaire, il est convenu de crier les circonférences et les hauteurs de recoupe pour les arbres inventoriés. C'est ainsi que pour un chêne ayant une circonférence de 175 cm et une hauteur recoupe de 7 m, l'opérateur criera « chêne 175 par 7 ». Lorsque le pointeur demande, pour confirmation, au mesureur de répéter, l'agent répète la mesure (par exemple « érable 215 par 12 répété »). Cette double vérification permet d'éviter au maximum les erreurs lors de la transcription des données.

La particularité de cet inventaire réside en ce que le pointeur se déplace près de chaque arbre inventorié pour qu'il puisse prendre le point GPS de l'arbre, mais aussi prendre une photo pour les arbres de haute valeur économique ainsi que pour les arbres porteurs de loupes. Cette opération réduit fortement la largeur de la virée et implique donc d'être 2 à 3 « mesureurs » maximum.

4.5. Le choix des compartiments et des parcelles

Les compartiments et les parcelles inventoriés ont été choisis sur base de 3 aspects différents. Le premier est basé sur le type de peuplement présent (hêtraie saine, dépérissante et fond de vallée) en fonction de la carte établie dans le TFE de Valentin Claes (Claes, 2019) (figure 30). Le second aspect est plutôt le choix de l'emplacement. Ne connaissant pas parfaitement les limites des compartiments, la sélection portait sur des compartiments ayant des limites bien définies sur le terrain (route, cours d'eau, fossé, zone résineuse, etc.). Le dernier aspect est plutôt lié à l'agent de triage, qui préconisait certains compartiments par rapport à d'autres en fonction de ses connaissances.

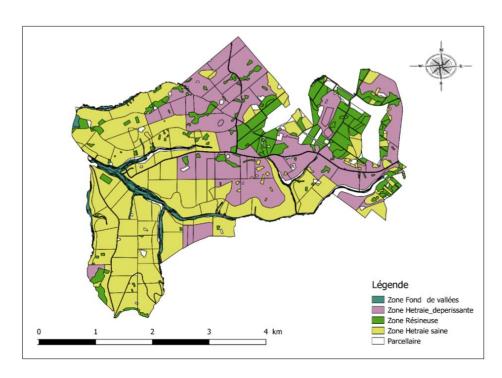


Figure 30 : Cartographie des différentes zones formant la forêt de Saint-Michel-Freyr. Auteur : Valentin Claes. Sources : DNF (parcellaire).

5. Résultats et analyse

5.1. Résultats globaux

Durant ce TFE, le protocole initial d'inventaire du territoire du projet Nassonia a été testé sur 135,28 hectares répartis en 3 zones bien distinctes au cours de l'hiver 2019-2020 (figure 31).

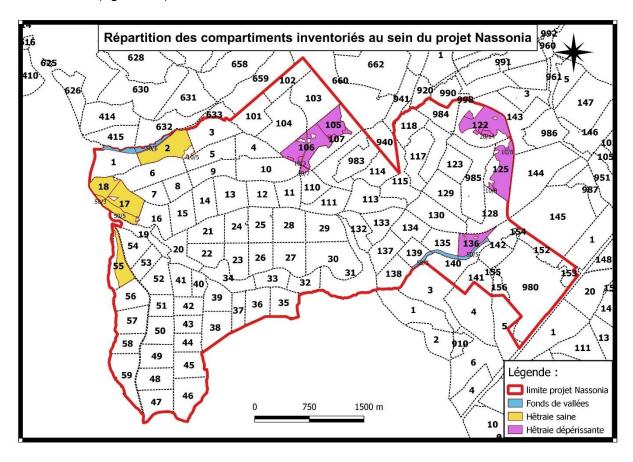


Figure 31 : Carte de répartition des compartiments inventoriés au sein du projet Nassonia (Auteur : Thomas Eicher, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

La durée totale d'inventaire est de 42 heures réparties en 10 jours. Cet inventaire a été effectué par une à 3 personnes en fonction des jours et des disponibilités de celles-ci. Rapporté à une personne, cet inventaire aurait eu une durée de 88 heures et 30 minutes. Cela signifie qu'une personne en 1 heure inventorie en moyenne 1 ha 53. Le type de zones influence considérablement le temps d'inventaire des compartiments (tableau 5). Il y a plusieurs variables qui influencent ce temps, à savoir : le relief, la météo, la catégorie d'arbres inventoriés (le nombre de prises de mesure) et la précision des données récoltées (pour les arbres de qualité).

Type de zone	Superficie (hectares)	Effort d'échantillonnage (heure)	Hectare/heure/personne (hectares)
Zone de hêtraie dépérissante	70,75	43	1,63
Zone de hêtraie saine	54,09	36,5	1,99
Zone de fond de vallées	10,43	9	1,11
Total	135,28	88,5	1,53 (moyenne)

Tableau 5 : Tableau récapitulatif sur le déroulement des inventaires par zone (Auteur : Eicher Thomas, avril 2020).

Le but premier de ce TFE, est de savoir si le protocole d'inventaire proposé est applicable sur l'entièreté du territoire du projet Nassonia. Le souhait du coordinateur du projet, Monsieur Gérard Jadoul, était d'obtenir un T0 avec ce TFE, et d'arriver à inventorier la totalité du territoire boisé feuillu (1259,86 ha) en 10 ans (T10).

Si l'on reporte les résultats obtenus à l'ensemble du territoire, il faudrait inventorier chaque année 124,95 hectares, cela correspondrait plus ou moins à 81,6 heures d'inventaire pour une personne. Si le cantonnement de Nassogne et/ou le territoire du projet Nassonia accueillent un stagiaire en bachelier pour une assez longue durée chaque année. Celui-ci pourra inventorier les 125 hectares annuels en 10 journées complètes (s'il est seul!). Cette durée peut être diminuée s'il est accompagné d'une, voire 2 personnes, qui correspondra respectivement à 5 grosses journées à 2 ou à 3 jours et demi à 3 personnes.

Lors de cet inventaire, nous avons inventorié 726 arbres, répartis en 4 catégories (figure 32).

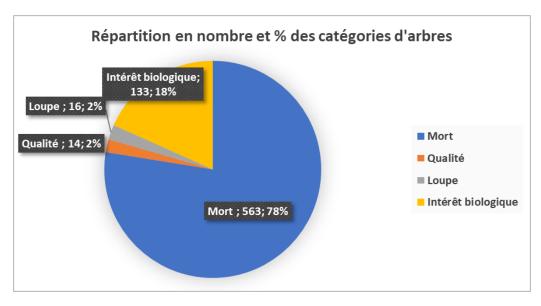


Figure 32: Graphique montrant la répartition en nombre et en % des catégories d'arbres (Eicher Thomas, avril 2020).

Ce graphique nous montre bien que la majorité des arbres inventoriés sont des arbres morts, suivis des arbres d'intérêt biologique. Nous constatons le très faible pourcentage d'arbres de qualité et d'arbres porteurs de loupes.

5.1.1. Résultats globaux des arbres de qualité

Du point de vue des arbres de qualité (photo annexe 1), 14 ont été inventorié dont 10 chênes indigènes (figure 33 et 34). Ce nombre ne permet pas de tirer des conclusions, car il est statistiquement trop faible, mais donne des indications intéressantes. Ces arbres sont répartis de façon très hétérogène avec une majorité dans la zone de hêtraie saine.

Si les 10 chênes de qualité inventoriés dans ce travail sont validés par un expert de bois de qualité de la Région wallonne, ils pourront être destinés au Parc à grumes de Wallonie de ces prochaines années. Nous pouvons estimer les revenus de ces 10 chênes sur base du prix moyen au m³ des chênes de qualité vendus sur le PGW en 2020 : 48,809 m³ * 870 € = 42 463 €.

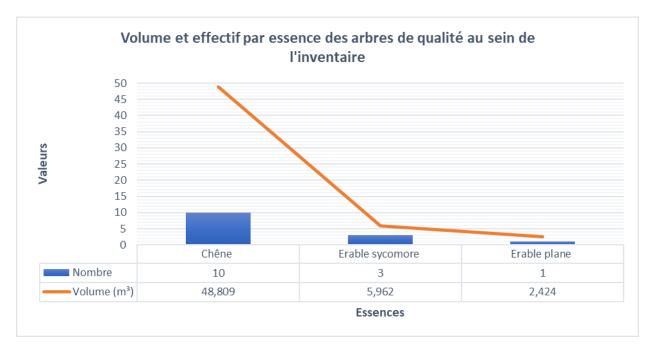


Figure 33 : Graphique montrant le volume et le nombre d'arbres de qualité inventoriés par essence (Eicher Thomas, avril 2020).

Ce que nous constatons surtout, c'est le faible « capital » de gros chênes de qualité supérieure. Si l'on reporte le résultat à l'entièreté du territoire du projet Nassonia, nous pouvons estimer un capital de très beaux chênes de qualité de l'ordre de +/- 93 individus exploitables d'ici les 20 prochaines années. Nous pouvons aussi interpréter cette donnée sous forme d'un chêne de qualité tous les 13,52 hectares.

Les érables sycomores de très bonne qualité sont faiblement présents. Trois individus ont été répertoriés pour un volume de 5,962 m³ d'une valeur estimée à 1490 euros (5,962m³ * 250€ (=prix moyen au m³ des érables vendus au PGW en 2020)). Si l'on reporte le résultat obtenu sur les 1259,86 hectares boisé feuillus du

projet Nassonia, on arrive potentiellement à 28 érables de qualité d'ici les 20 prochaines années.

L'érable plane quant à lui, a été sélectionné pour son aspect « très brogneux ». Cet aspect peut être soit un aspect très recherché, et donc très valorisable, soit un aspect de « défaut » qui lui est peu valorisable. Si c'est l'aspect « défaut » qui en ressort, cet arbre serait alors classé en arbre d'intérêt biologique.

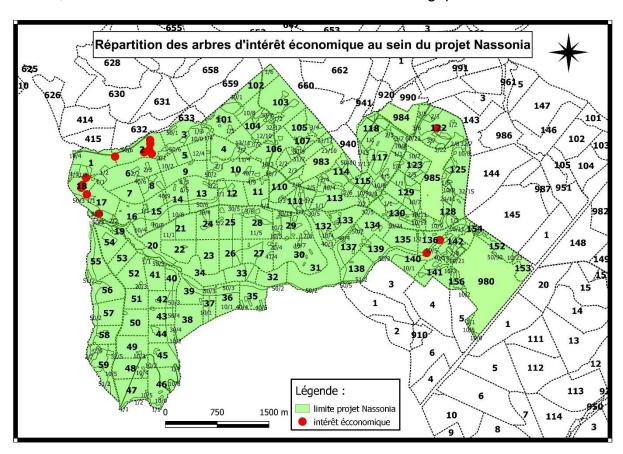


Figure 34 : Carte de répartition des arbres d'intérêt économique au sein du projet Nassonia (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

5.1.2. Résultats globaux des arbres porteurs de loupes et/ou de broussins

Les arbres porteurs de loupes et de broussins sont très faiblement représentés dans cet inventaire (photo annexe 3). Ils sont du nombre de 16 pour 135,28 hectares (figure 35 et 36). Sur ces 16 arbres, seule la moitié ont des dimensions intéressantes potentiellement valorisables. Ce qui équivaut environ à un arbre porteur de loupe intéressant tous les 17 hectares. Ce potentiel incertain de valorisation, le manque de marché et le nombre très faible sur le territoire pousserait à abandonner cette catégorie d'arbres à inventorier pour ce territoire. Mais un des objectifs du projet Nassonia est d'innover. Dans ce cas-ci, cette innovation pourrait se traduire par le développement d'un marché locale avec une vente public. Ceci dans le même principe que le PGW avec les arbres de qualité, auprès des artisans régionaux désireux de ce type de produits.

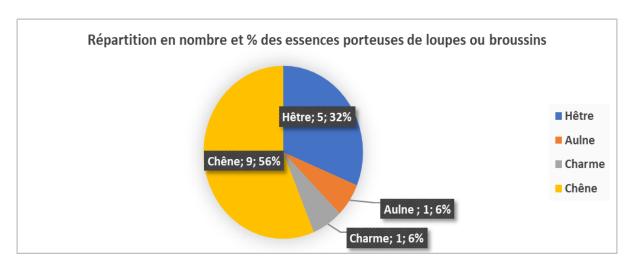


Figure 35: Répartition en nombre et en % des essences porteuses de loupes et de broussins (Eicher Thomas, avril 2020).

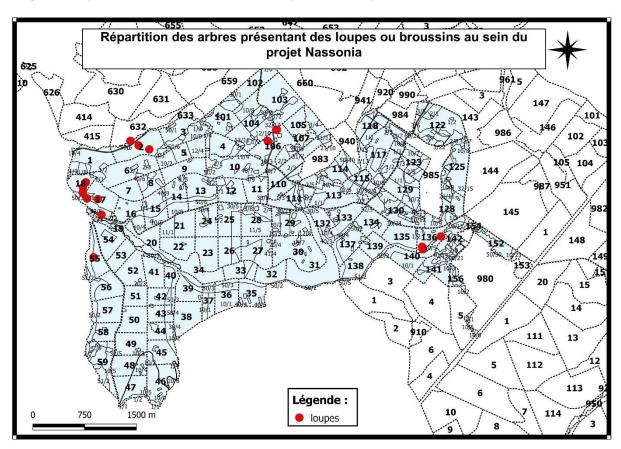


Figure 36 : Carte de répartition des arbres présentant des loupes ou broussins au sein du projet Nassonia (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

5.1.3. Résultats globaux des arbres morts

La catégorie « arbres morts » est la plus représentée dans cet inventaire. 565 individus ont été inventoriés, pour un volume total 2236,831 m³ avec un volume moyen par arbre mort de l'ordre de 3,958 m³. Ce chiffre confirme par extrapolation des résultats que pour la globalité du territoire du projet Nassonia, le code forestier est respecté avec 4,16 arbres morts/hectare pour un volume approximatif de 16,533 m³, ce qui est plus du double de la norme préconisée par le code forestier.

Nous avons comparé le résultat global de l'IPRFW calculé sur base de toute la Wallonie avec le résultat obtenu dans ce travail. Leurs données sont largement inférieures à celui du territoire du projet Nassonia avec seulement 3,6 m³ (6 m³ en hêtraie) de bois mort de circonférence supérieure à 120 centimètres (Lecomte, 2015) comparé à ce travail où il est de 16.533 m³/ha.

Pour essayer d'être plus précis, nous avons demandé à la cellule de l'IPRFW les données concernant les placettes d'inventaire situées au sein du territoire du projet Nassonia. Le résultat est le même avec 3,66 m³/ha de bois mort. Ce résultat n'est pas représentatif car nous comparons un inventaire par échantillonnage de placettes et un inventaire réalisé en plein. Pour espérer pouvoir comparer les résultats, il aurait été préférable de disposer d'un minimum de 30 placettes. Sur le territoire du projet Nassonia nous ne disposons que de 18 placettes.

L'essence la plus représentée (figure 37) est bien évidemment le hêtre, suivis du frêne dans les zones de fond de vallées et de hêtraie saine (expliqué plus en détail au point suivant).

Nous avons une remarque concernant les frênes morts; il se peut que certains individus inventoriés comme morts dans ce travail soient seulement dépérissants. La confirmation de leur mort sera possible en période de végétation (15/05-15/09).

Nous souhaiterions attirer l'attention sur l'impact des tempêtes de cette fin d'hiver 2019-2020 qui ont très certainement augmenté le nombre de bois morts par des chablis et volis.

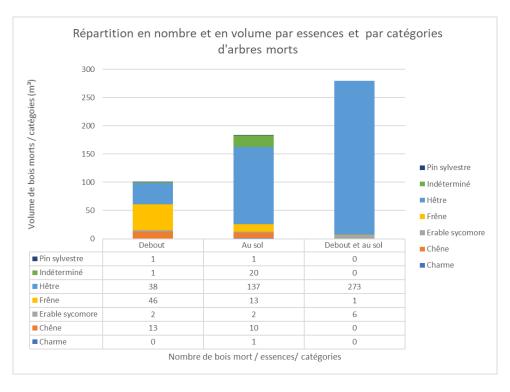


Figure 37: Répartition en nombre par essences et en volume par catégories d'arbres morts Eicher Thomas, avril 2020).

Dans le cadre de la réalisation de ce travail de fin d'études, nous avons poussé l'étude du bois mort un peu plus loin en les classant en 3 catégories et en 5 stades de décomposition comme le montre le graphique ci-dessous (figure 38).

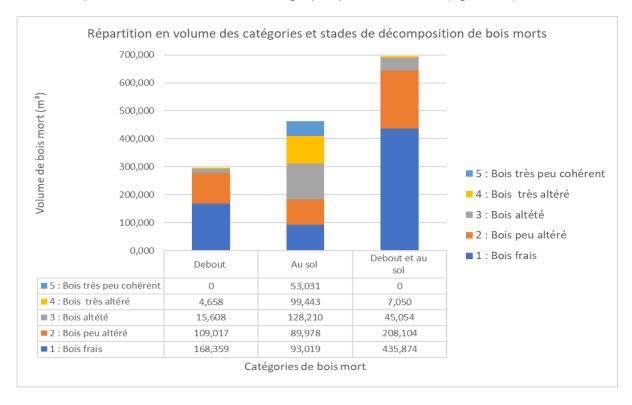


Figure 38: Répartition en volume des catégories et stades de décomposition des bois morts (Eicher Thomas, avril 2020).

Le graphique nous dévoile la catégorie la plus représentée qui est celle des arbres ayant encore une chandelle, mais avec une tête cassée se trouvant au sol. Les valeurs de cette catégorie représentent seulement le volume des bois mort sur pied. Si l'on souhaite obtenir le volume total de cette catégorie (chandelle + tête), la somme totale de cette catégorie (696,083 m³) doit être multiplier par 0,824, ce qui donne 1270,185 m³.

Le chiffre « 0,824 » provient d'une comparaison entre le volume des bois mort debout et le volume des arbres de la catégorie « debout et au sol ». Cette approximation a été réalisée à partir d'un échantillon de 44,44 hectares (33% de la surface totale inventoriée) pour permettre un gain de temps précieux lors des futurs inventaires. Le volume de la partie au sol correspond donc en moyenne à 82,4 % du volume de la partie debout.

Les stades de décomposition sont largement représentés par les stades 1 et 2 qui se traduisent par un fort taux de bois mort « récent ». Les arbres du stade 5 sont très faiblement représentés dû à leur caractère de décomposition avancée. Cela est exprimé par une diminution de leur volume et de leur dimension ce qui réduit considérablement leur chance d'être comptabilisés dans l'inventaire qui, pour rappel, prend en compte les arbres morts supérieurs à 120 centimètres de circonférence.

5.1.4. Résultats globaux des arbres d'intérêt biologique

Les arbres d'intérêt biologique sont représentés dans cet inventaire au nombre de 133 individus. Ce chiffre est largement suffisant pour respecter la norme du code forestier pour les arbres d'intérêt biologique qui, pour rappel, doit être d'un arbre/ 2 hectares qui dans ce cas-ci est de 1,97 arbre/ 2 hectares. Notons que certains arbres inventoriés en arbres d'intérêt biologique avaient été martelés ou allaient peut-être faire l'objet d'un martelage sanitaire au cours de cette saison.

Le graphique ci-dessous (figure 39) nous dévoile les catégories les plus représentées, à savoir les très gros bois vivants (« gros » - 39), les arbres porteurs de champignons (33) et la combinaison des 2 catégories (18). 3 arbres porteurs de nids d'oiseaux ont été inventoriés (figure 71 et 72) et 2 arbres porteurs de lierres (*Hedera helix*) couvrant plus de la moitié du tronc de l'hôte. Les arbres porteurs de boules de Gui (*Viscum album*) n'ont pas été trouvés. Cette espèce n'est probablement pas présente sur le territoire du projet Nassonia. Il faudrait donc abandonner cette catégorie à l'avenir dans l'inventaire de ce territoire.

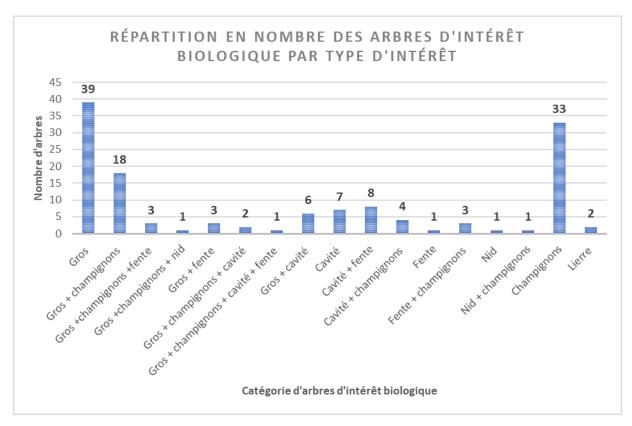


Figure 39 : Répartition en nombre des arbres d'intérêt biologique par type d'intérêt (Eicher Thomas, avril 2020).

5.2. Hêtraie saine

La hêtraie saine a des sols de propriétés physicochimiques moyennes se trouvant généralement en Basse et Moyenne Ardennes. L'Ardenne Centro-Orientale est la zone de transition entre la hêtraie saine et la hêtraie dépérissante. Elle se caractérise par une grande diversité des peuplements peu atteints par le dépérissement du hêtre mais fortement touchés par la Chalarose du frêne. C'est dans cette zone que nous trouvons le plus d'arbres de qualité et porteurs de loupes et broussins (figure 40).

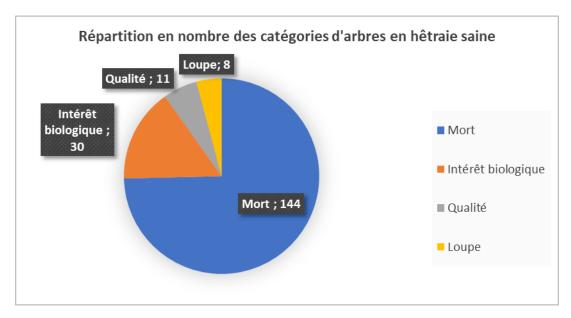


Figure 40 : Répartition en nombre des catégories d'arbres en hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020).

Dans ce travail, 54,09 hectares de hêtraie saine ont été inventoriés sur 4 compartiments différents; les compartiments 2 (figure 41),17-18 (figure 42) et 55 (figure 43).

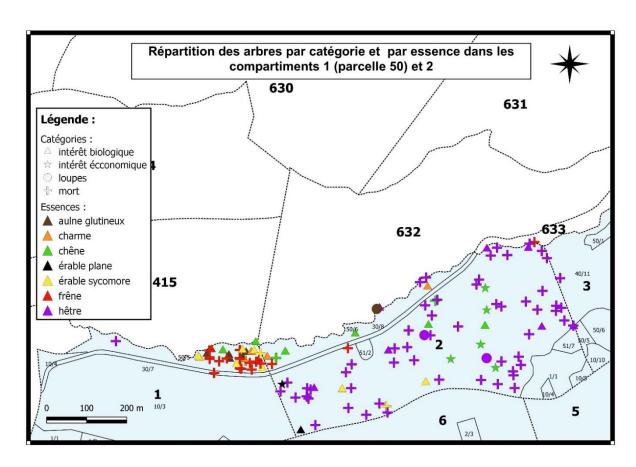


Figure 41 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans les compartiments 1 (parcelle 50) et 2 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

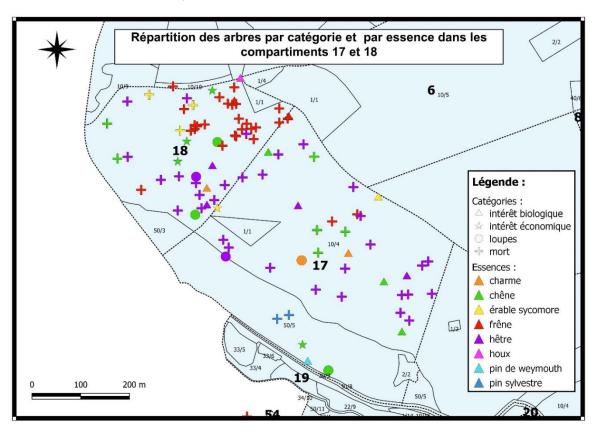


Figure 42 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essences dans les compartiments 17 et 18 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

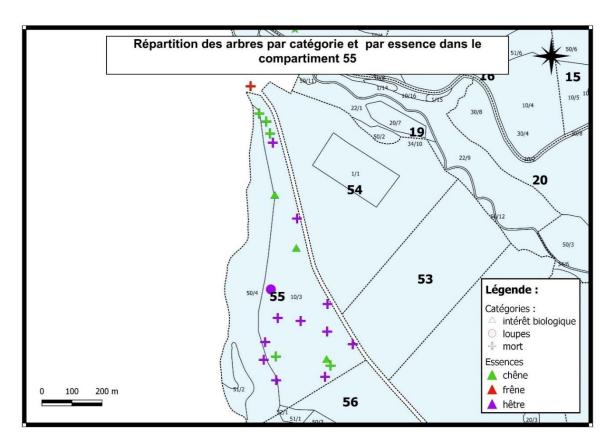


Figure 43 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le compartiment 55 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

5.2.1. Le bois mort

Le graphique ci-dessous (figure 44) nous montre bien que les hêtres morts sont dominants dans les essences d'arbres morts, suivi des frênes qui sont quasiment tous atteints de la chalarose. Du point de vue de la biodiversité cela est favorable, car c'est un volume non négligeable de bois morts, mais du point de vue sylvicole nous sommes en train de perdre une essence de production.

Dans la zone de hêtraie saine, le nombre d'arbres morts est de l'ordre de 2,66 arbres pour un volume approximatif de 11,306 m³ par hectare, ce qui est correct et répond aux normes du code forestier.

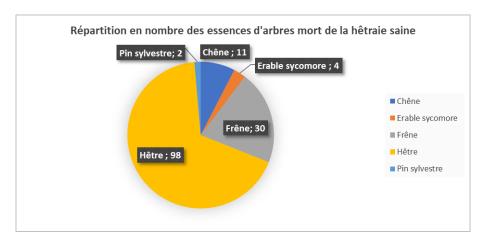


Figure 44: Répartition en nombre des essences 'arbres mort de la hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020).

Regardons maintenant de plus près les catégories et stades de décomposition des bois morts (figure 45). Dans cette zone, les 3 catégories sont plus ou moins représentées de façon égale. Le stade 1 est largement représenté dans la catégorie « debout » et « debout et au sol ». La catégorie « au sol » est caractérisée par une plus grande diversité de stades de décomposition avec une dominance du stade 2 et 3.

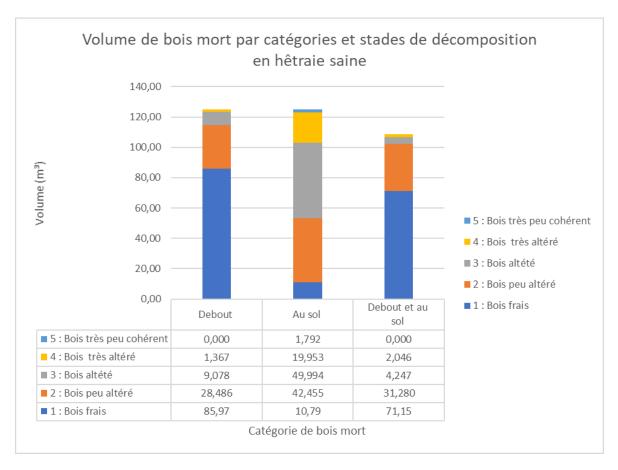


Figure 45 : Volume de bois mort par catégories et stades de décomposition en hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020).

5.2.2. Les arbres d'intérêt biologique

Les arbres d'intérêt biologique sont bien répartis au sein des différentes essences et nous montrent la diversité de cette zone (figure 46). 2 érables planes ont été trouvés ; le premier classé en arbre de qualité et le second en arbre d'intérêt biologique. 1 houx (*Ilex aquifolium*) de 75 centimètres de circonférence a également été inventorié (figure 74). Un pin de Weymouth (*Pinus strobus*) de 195 centimètres de circonférence a été découvert dans le compartiment 17 ; surement une erreur de plantation avec des pins sylvestres. C'est un résineux exotique, certes, mais pour son originalité et sa faible représentativité en Région Wallonne il a été considéré comme un arbre patrimonial et comptabilisé dans les arbres d'intérêt biologique.

Tout cela pour conclure que les normes du code forestier sont respectées avec 30 arbres d'intérêt biologique pour 54,09 hectares ce qui représente 1,1 arbre/ 2 hectares.

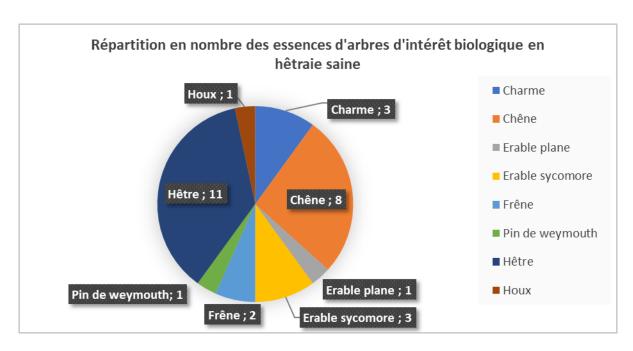


Figure 46 : Répartition en nombre des essences d'arbres d'intérêt biologique en hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020).

Concernant la répartition des arbres d'intérêt biologique de la zone, elle suit celle de la répartition générale avec tout de même une forte diminution d'arbres porteurs de champignons polypores, ce qui traduit le caractère « sain » de cette zone (figure 47).

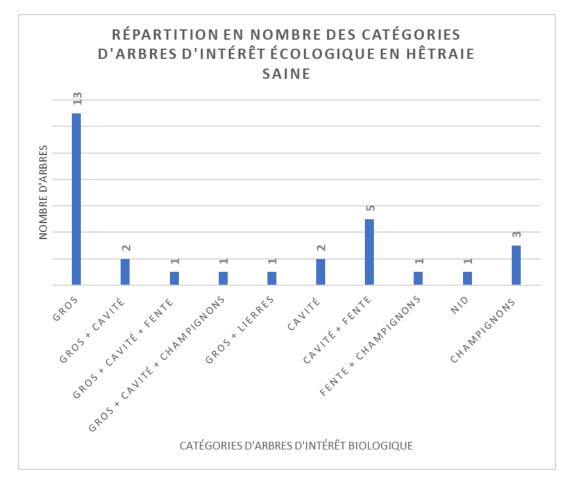


Figure 47 : Répartition en nombre des catégories d'arbres d'intérêt biologique en hêtraie saine (Eicher Thomas, avril 2020).

5.3. Hêtraie dépérissante

La hêtraie dépérissante a des sols de propriétés physicochimiques médiocres se trouvant généralement à des altitudes élevées de la haute Ardenne. Elle se caractérise par une faible diversité, des peuplements fort atteints par le dépérissement du hêtre.

Pour cette zone, 70,75 hectares ont été inventoriés sur 5 compartiments. Les compartiments 105-106 (figure 48), 122 (figure 49), 125 (figure 50) et 136 (figure 51).

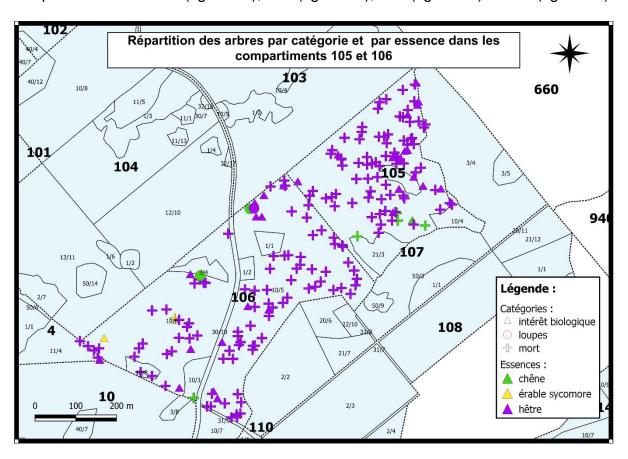


Figure 48 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le compartiment 105 et 106 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

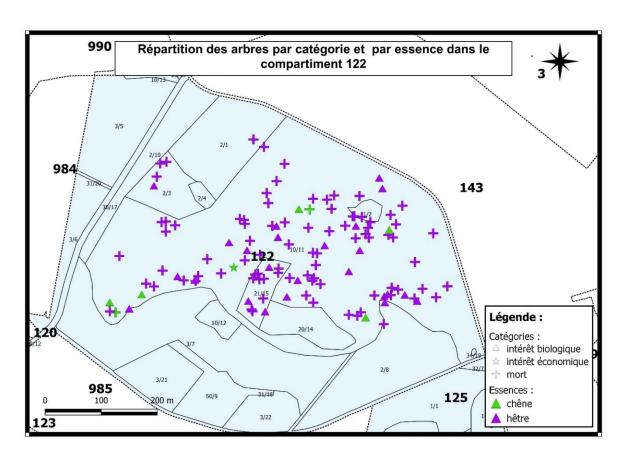


Figure 49 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le compartiment 122 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

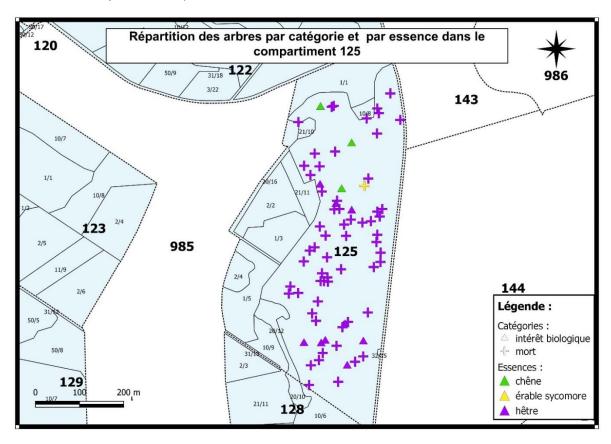


Figure 50 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le compartiment 125 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

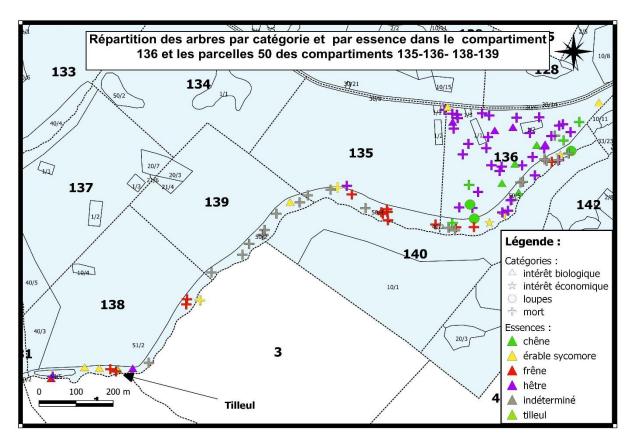


Figure 51 : Carte de répartition des arbres par catégorie et par essence dans le compartiment 136 et les parcelles 50 des compartiments 135-136-138 et 139 (Auteur : Eicher Thomas, mai 2020. Sources : parcellaire DNF).

La catégorie d'arbres la plus inventoriée est sans aucun doute celle des « bois morts » (figure 52) qui caractérisent cette zone.

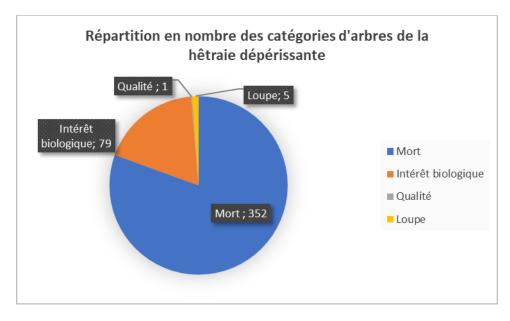


Figure 52: Répartition en nombre des catégories d'arbres de la hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020).

5.3.1. Le bois mort

Le graphique ci-dessous (figure 53) nous révèle la dominance de hêtre mort par rapport aux autres essences feuillues des plateaux ardennais.

La différence avec la hêtraie saine est flagrante. Cette zone totalise 352 arbres morts pour 70,75 hectares ce qui donne 4,97 arbres pour un volume approximatif de 20,3 m³ par hectare ce qui dépasse largement les normes du code forestier.

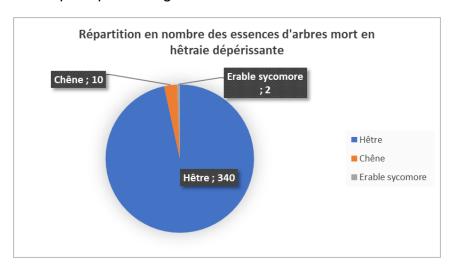


Figure 53: Répartition en nombre des essences d'arbres mort en hêtraie dépérisante (Eicher Thomas, avril 2020).

La catégorie de bois morts la plus représentée est bien sûr la catégorie « debout et au sol » qui caractérise le dépérissement du hêtre des plateaux ardennais avec plus du triple du volume des autres catégories (figure 54). Pour rappel, les valeurs exprimées dans cette catégorie ne concernent que le volume des parties « debout ». Si l'on veut obtenir le volume total (de la partie debout et de la partie au sol), il faut additionner 82.4% de ce volume ce qui fait 1122,87 m³ pour l'entièreté de la catégorie « debout et au sol ».

Les stades 1 et 2 sont les plus représentés comme sur le graphique général et la catégorie « au sol » est plus diversifié concernant les différents stades.

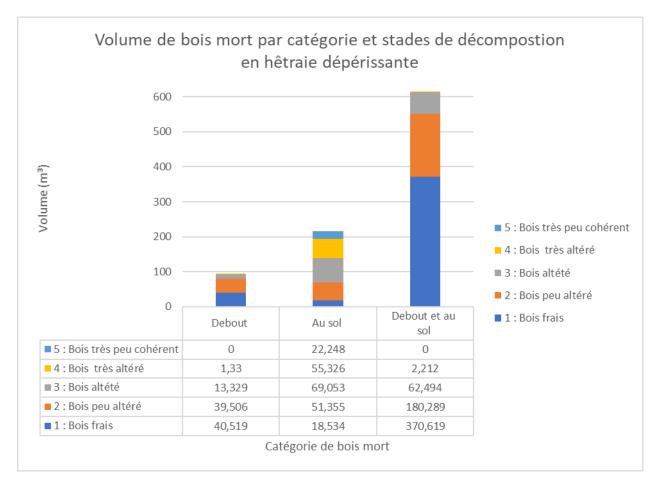


Figure 54 : Volume de bois mort par catégorie et stades de décomposition en hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020).

Afin de mieux comprendre le dépérissement du hêtre des hauts plateaux ardennais, l'évolution du bois mort a été calculé en fonction du nombre de hêtres morts par classe de circonférence.

À l'aide du graphique ci-dessous (figure 55), on peut constater un pic d'arbres morts entre les classes 185 et 215 centimètres de circonférence avec une moyenne de 198 cm et une médiane située sur la classe de circonférence de 195 cm (en orange dans le graphique). Ce résultat est uniquement basé sur les arbres morts et non sur l'entièreté du peuplement. La diminution d'arbres morts dans les plus grosses classes peut s'expliquer par le prélèvement de ceux-ci lors des passages en martelage de ces coupes. Mais le pic d'arbres morts commence véritablement à partir de la classe 185 centimètres de circonférence.

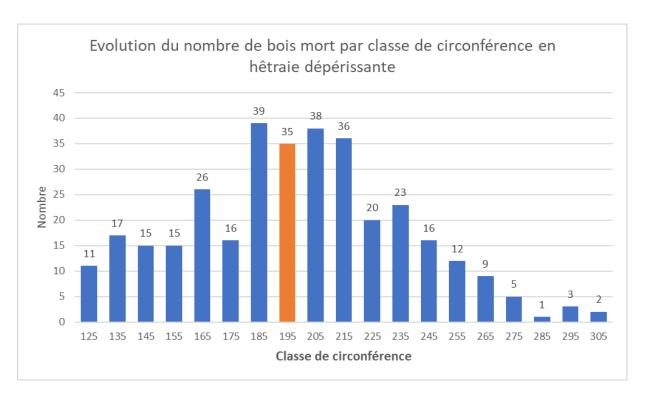


Figure 55: Evolution du bois mort par classe de circonférence en hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020).

5.3.2. Les arbres d'intérêt biologique

La catégorie des arbres d'intérêt écologique est constituée essentiellement de hêtres « dépérissants » ainsi que de quelques très gros chênes et érables sycomores (figure 56). On aperçoit directement la « pauvreté » de cette zone qui n'est constituée que de 3 essences, dont une qui est seulement ponctuelle.

Les 70,75 hectares de la zone inventoriée totalisent 79 arbres d'intérêt biologique, ce qui, reportés aux normes du code forestier est égale à 2,23 arbres d'intérêt biologique / deux hectares.

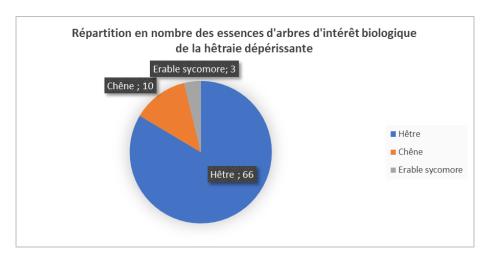


Figure 56 : Répartition en nombre des essences d'arbres d'intérêt biologique de la hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020).

Concernant la répartition des arbres d'intérêts biologiques de la zone, elle suit celle de la répartition générale avec tout de même une explosion d'arbres porteurs de champignons polypores (figure 57) qui caractérise cette zone et son caractère dépérissant.

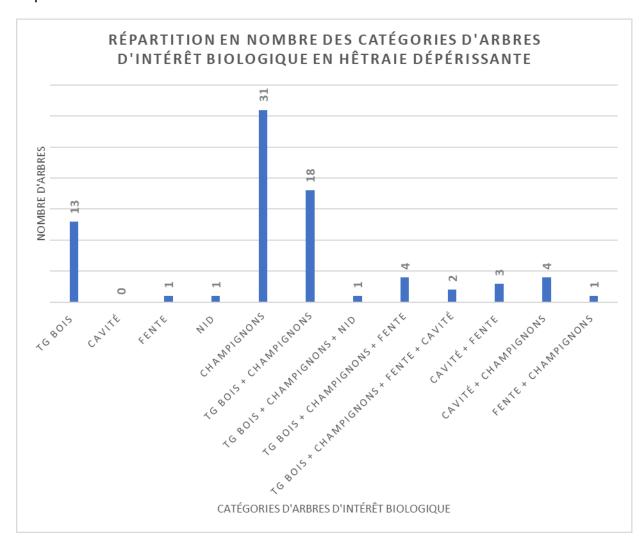


Figure 57 : Répartition en nombre des catégories d'arbres d'intérêt biologique par type d'intérêt en hêtraie dépérissante (Eicher Thomas, avril 2020).

5.4. Fonds de vallées

Les zones de fond de vallées se trouvent sur de fortes pentes ou dans la plaine alluviale des cours d'eau avec des sols généralement riches. Ce sont des zones avec un potentiel écologique plus élevé que les 2 zones précédentes; elles possèdent donc une diversité plus élevée en essences. Étant généralement des stations plus humides, des essences à caractère plus hygroclines comme le frêne et hygrophiles comme l'aulne y sont présentes.

Pour cette zone, nous avons inventorié 10, 43 hectares répartis en 2 sous zones ;

La première zone est constituée des parcelles 50 (ce code est défini par le parcellaire du cantonnement de Nassogne et représente les réserves forestières dirigées « RFD »), des compartiments 1 et 2 (le long de la Diglette (figure 41)).

La seconde zone est également constituée des parcelles 50 des compartiments 135,135,138 et 139 (la rive droite de la Masblette à partir de l'étang de Bilaude (figure 51)).

C'est la zone où la proportion d'arbres d'intérêt écologique est la plus élevée par rapport aux 2 zones précédentes (figure 58).

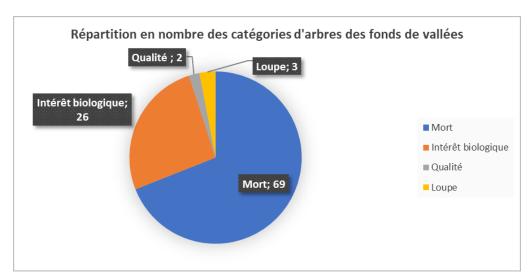


Figure 58: Répartition en nombre des catégories d'arbres des fonds de vallées (Eicher Thomas, avril 2020).

5.4.1. Le bois mort

Le graphique ci-dessous (figure 59) nous démontre bien la richesse et la diversité de cette zone. Il nous dévoile surtout pour la première fois que le hêtre n'est plus l'essence dominante, mais c'est bien le frêne qui y domine. La seule désolation de ce graphique, c'est qu'il nous prouve bien que les frênes sont en train de dépérir à cause de la chalarose du frêne.

Les arbres morts « indéterminés » sont tout simplement des arbres dont l'écorce était absente et/ou le tronc ne présentait plus assez de caractéristiques que pour pouvoir identifier l'essence.

La zone compte 69 arbres morts sur 10,44 hectares, ce qui donne 6,61 arbres pour un volume approximatif de 18,327 m³ morts /hectare. Ce résultat est le triple de la norme du code forestier. Pour le moment, cela est idéal, mais il pourrait très vite diminuer une fois que tous les frênes auront dépéri et se seront décomposés (d'ici les 10-15 prochaines années). Car si l'on retire le frêne du résultat d'inventaire de la zone de fond de vallées, nous n'arrivons plus qu'à 3,73 arbres/ hectares pour un volume approximatif de 8,13 m³ /hectare. Ce résultat reste bien évidemment correct.

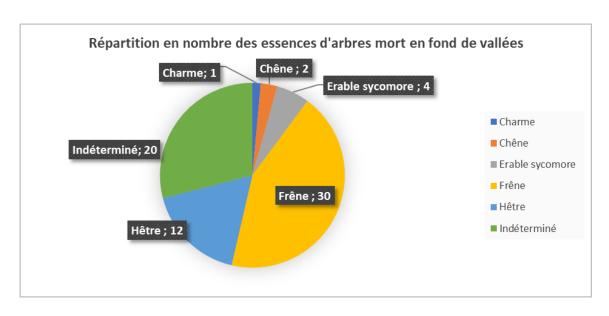


Figure 59: Répartition en nombre des essences d'arbres mort en fond de vallées (Eicher Thomas, avril 2020).

Du point de vue des catégories et stades de décomposition, le graphique (figure 60) nous indique que c'est la catégorie « au sol » qui domine avec un peu plus de 120 m³ de bois morts. La catégorie « debout et au sol » est quasiment inexistante, due à la faible représentativité du hêtre dans cette zone. La catégorie « debout » est dominée par des bois morts frais à assez frais dû à la grande majorité des frênes récemment morts (ou qui sont très proches de la mort) de la chalarose qui restent sur pied.

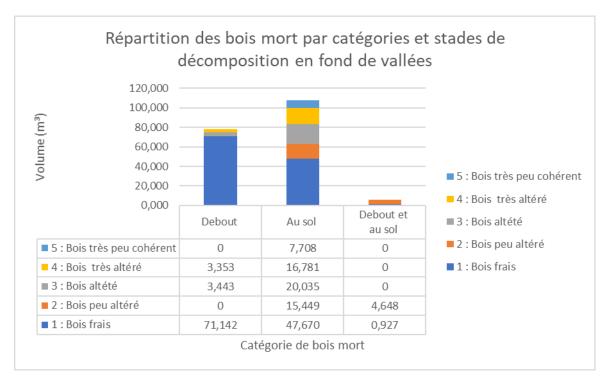


Figure 60 : Répartition des bois mort par catégories et stades de décomposition en fond de vallées (Eicher Thomas, avril 2020).

5.4.2. Les arbres d'intérêt biologique

Ce graphique (figure 61) nous démontre, comme pour les bois morts, la richesse et la diversité de cette zone.

Lors des inventaires de terrain, nous avons découvert une essence peu courante, à savoir un tilleul de 185 centimètres de circonférence le long de la Masblette, c'est l'un des 2 seul individu présent sur le territoire du projet Nassonia.

Nous avons également inventorié quelques gros érables sycomores dont un individu remarquable de 305 centimètres de circonférence.

26 arbres d'intérêt biologique ont été totalisés sur cette zone pour 10,44 hectares, ce qui nous révèle un résultat de 4,98 arbres d'intérêt biologique par deux hectares. Cela en fait la zone la plus riche en ce qui concerne l'arbre d'intérêt biologique.

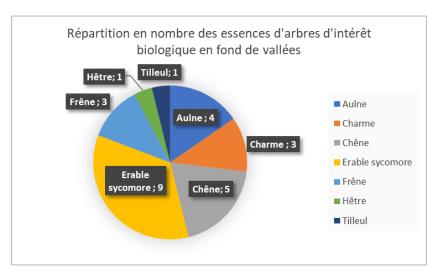


Figure 61: Répartition en nombre des essences d'arbres d'intérêt biologique en fond de vallées (Eicher Thomas, avril 2020).

La majorité des intérêts écologiques de ces arbres est la présence de très gros bois vivants et des arbres présentant des cavités (figure 62).

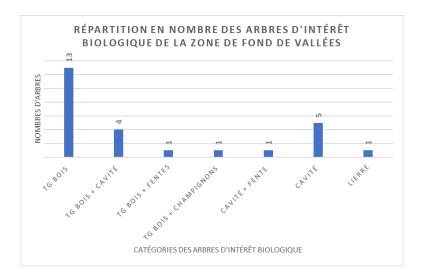


Figure 62 : Répartition en nombre des arbres d'intérêt biologique par type d'intérêt de la zone de fond de vallées (Eicher Thomas, avril 2020).

5.5. Synthèse des résultats

Voici un tableau récapitulatif des résultats d'inventaire des 3 zones différentes : hêtraie saine, hêtraie dépérissante, fond de vallées et le total des 3 zones. Il permet de comparer les trois zones entre elles de façon synthétique.

Tableau de synthèse des inventaires des différentes zones										
Zone	Superficie (ha)	Catégorie	Nombre	Nombre /ha ou / 2ha	Volume total (m³)	Volume (m³)/ha	Volume moyen (m³)/ arbre	Nombre d'essences		
Zone de hêtraie saine	54,09	Arbre mort	144	2,66	611,059	11,306	4,247	5		
		Arbre d'intérêt biolgique	30	1,11	Х	Х	Х	8		
Zone de	70,75	Arbre mort	352	4,97	1434,086	20,269	4,074	3		
hêtraie dépérissante		Arbre d'intérêt biolgique	79	2,23	Х	Х	Х	3		
	10,43	Arbre mort	69	6,61	191,155	18,327	2,770	6		
Zone de fond de vallées		Arbre d'intérêt biolgique	23	4,41	Х	Х	Х	7		
Total	135,27	Arbre mort	565	4,17	2236,831	16,533	3,958	7		
		Arbre d'intérêt biolgique	133	1,96	Х	Х	Х	10		

Tableau 6: Tableau de synthèse des inventaires des différentes zones (Auteur: Eicher Thomas, avril 2020).

On constate sur ce tableau (tableau 6) que c'est bel et bien la zone de fond de vallée la plus riche et diversifiée avec une capacité d'accueil nettement plus élevée que les autres zones sauf concernant les bois morts, où la zone de hêtraie dépérissante est légèrement plus fournie en bois mort.

6. Conclusion et perspectives

6.1. Objectif protocole d'inventaire du territoire du projet Nassonia

L'objectif premier de ce TFE était l'élaboration d'un protocole d'inventaire des arbres morts, des arbres d'intérêt biologique, des arbres de très bonne qualité valorisable sur le PGW et pour finir des arbres porteurs de loupes et broussins, présents sur le territoire boisé feuillu du projet Nassonia.

Dans un premier temps, nous avons rédigé le protocole en nous basant sur 2 principaux types d'inventaires ;

- L'inventaire « classique » en plein par virée successive et parallèle. Celui-ci constituera un mode opératoire de base lors de la collecte de nos données.
- L'inventaire biologique potentiel appelé « IBP », qui est le fond de ce protocole. Il nous permettra par la suite, d'estimer la capacité d'accueil potentiel de biodiversité mais aussi de vérifier que les normes du code forestier et de Natura 2000 soient respectées.

Dans un second temps, une catégorie supplémentaire a été ajoutée à notre protocole de base pour estimer le capital présent sur le territoire. Cette catégorie correspond aux arbres de qualité supérieure valorisable sur le parc à grumes de Wallonie qui, pour rappel, se situe en bordure du territoire du projet Nassonia sur le triage de Sébastien Herman. Par arbres de qualité supérieure, on entend un arbre présentant une bille de pied de grande dimension et de classe de qualité A+ (pour les chênes et les érables indigènes).

Par la suite, le coordinateur du projet Nassonia avait le souhait d'estimer le capital des arbres porteurs de loupes et broussins présents sur le territoire afin de les valoriser si le résultat était satisfaisant.

Une fois le protocole établi, il a été validé une première fois, pour le tester sur environ 10 % du territoire, par les personnes encadrant ce TFE à savoir : messieurs Gérard Jadoul, Stéphane Abras, Christophe Bauffe et Valentin Claes.

Il a ensuite été testé sur 135,28 hectares (10,73% du territoire boisé feuillu) en 10 jours (726 arbres inventoriés) pour vérifier sa validité ou non.

Au terme de ces 10 jours d'inventaire, après avoir travaillé ces données et avec une réflexion des différents intervenants de ce TFE, nous en concluons que ce protocole d'inventaire est opérationnel sur l'entièreté du territoire boisé feuillu du projet Nassonia. Il faudra tout de même apporter quelques petites modifications (détaillés point par point) pour les prochaines années en ce qui concerne le reste du territoire.

En conclusion, lors de cet hiver 2019-2020 nous avons obtenu un T0 qui correspond à 10 % du territoire. Si l'on veut maintenir le souhait du coordinateur du projet Nassonia (monsieur Gérard Jadoul), il faudra inventorier la totalité du territoire en 10 ans. 124,95 hectares devront être inventoriés par années par une ou plusieurs

personnes ayant certaines connaissances de base en forêt et en nature. Les 124,95 hectares représentent une durée d'inventaire de l'ordre de 81,6 heures par personne. Cela correspond à 10 jours d'inventaire de terrain pour une personne, 6 jours pour 2 personnes ou 3 jours et demi pour 3 personnes.

Le T10 reste hypothétique, il serait tout à fait envisageable d'accueillir en stage 2 étudiants par an pour diminuer de moitié la durée totale de l'inventaire et donc arriver à un T5. Une autre possibilité, serait d'organiser des journées d'inventaires pour les bénévoles de l'agora citoyenne du projet Nassonia. Ces personnes seraient encadrées lors de ces journées par un représentant du projet Nassonia, l'agent de triage dans lequel serait pratiqué l'inventaire et d'un stagiaire qui effectuerait la collecte et le tri des données d'inventaires.

6.2. Objectif code forestier, Natura 2000 et bois morts.

Le but second de ce TFE était d'estimer la capacité d'accueil potentiel de biodiversité et de vérifier que les normes du code forestier et de Natura 2000 soient respectées.

Ces normes indiquent qu'il faut maintenir deux arbres morts debout ou au sol par hectare et un arbre d'intérêt biologique par deux hectares.

Au terme de ces 135,28 hectares inventoriés, nous avons totalisé 565 arbres morts et 133 arbres d'intérêt biologique. Ces résultats correspondent donc à 4,17 arbres morts / hectare et 1,96 arbre d'intérêt biologique / deux hectares en moyenne sur l'ensemble du territoire inventorié. Ces résultats sont plus que satisfaisants puisque nous sommes au double des normes. Notons également que ces résultats sont les moyennes des 135,28 hectares et que dans ce travail, nous avons divisé le territoire en 3 zones distinctes ;

- La zone de hêtraie saine avec 144 arbres morts et 30 arbres d'intérêt biologique pour 54,09 hectares inventoriés et ayant un résultat de 2,66 arbres morts/ha et 1,11 arbre d'intérêt biologique/ 2 ha.
- La zone de hêtraie dépérissante avec 352 arbres morts et 79 arbres d'intérêt biologique pour 70,75 hectares inventoriés et ayant un résultat de 4,97 arbres morts/ha et 2,23 arbres d'intérêt biologique/ 2 ha.
- La zone de fonds de vallées avec 69 arbres morts et 23 arbres d'intérêt biologique pour 10,43 hectares inventoriés et ayant un résultat de 6,61 arbres morts/ha et 4,41 arbres d'intérêt biologique/ 2 ha.

Maintenant que nous avons les résultats par zones distinctes nous pouvons en conclure que :

La zone de hêtraie saine répond de justesse aux normes. Les gestionnaires du territoire devront porter une attention particulière à cette zone pour ne pas avoir un résultat inférieur aux normes en sachant que le but du projet Nassonia est de faire de ce territoire un « spot » de biodiversité au niveau régional. Ces résultats sont probablement dû aux faits que ce soit la zone la plus productrice et en conséquence

la plus exploitée laissant moins de place aux bois morts et aux arbres d'intérêt biologique.

La zone de hêtraie dépérissante répond avec des résultats 2 fois supérieurs aux normes recommandées. Cela s'explique simplement par le caractère dépérissant de la zone qui accroit considérablement le capital de bois morts et des arbres d'intérêt biologique.

La zone de fonds de vallées répond aux normes avec des résultats 3 fois supérieurs pour les arbres morts et 4 fois supérieurs pour les arbres d'intérêt biologique. Cela peut s'expliquer par 2 raisons. La première raison est que cette zone est plus diversifiée grâce à la richesse et la teneur en eau du sol. La seconde raison se trouve dans la gestion de cette zone. Toutes les parcelles inventoriées étant des réserves forestières dirigées, cette zone est donc peu exploitée et peu exploitable. Cela laisse le temps et la place aux bois morts et aux arbres d'intérêt biologique de s'installer.

Dans ce TFE, nous avons inventorié les arbres morts certes, mais nous avons surtout pris des mesures plus précises à savoir le type de bois morts, leurs stades de décomposition et le volume de ceux-ci. Les arbres morts les plus représentés sont ceux qui sont en partie debout (la chandelle) et en partie au sol (la tête), ce qui est typique du dépérissement du hêtre. Les stades de décomposition les plus représentés sont les arbres morts frais et les arbres morts peu altérés. La donnée intéressante est celle qui concerne le volume de bois morts, les résultats nous dévoilent que nous avons 2236 m³ de bois morts sur les 135,28 hectares qui nous donne une moyenne de 16,53 m³/ ha et 3,96 m³/ arbre.

Maintenant que nous avons obtenu des résultats concernant les stades de décomposition sur 135,28 hectares (voir partie résultat) que nous pouvons extrapoler à l'ensemble du territoire du projet Nassonia, il me semble naturel que cette donnée ne soit plus intéressante à prendre en compte lors des prochains inventaires dans les années à venir, ce qui permettrait de gagner du temps.

Un résultat particulièrement intéressant est celui du nombre d'arbres morts par classes de circonférence (figure 55) dans la zone de hêtraie dépérissante. Sur ce graphique, nous constatons qu'il y a un pic d'arbres morts qui survient à partir de la classe de 185 cm de circonférence jusqu'à la classe de 215 centimètres de circonférence. Cela implique pour le gestionnaire une réadaptation des dimensions d'exploitabilités. Elles étaient de l'ordre de 220 cm de circonférence et elles devront être égales ou inférieures à 180 cm de circonférence pour optimiser une production de hêtre sain.

Il serait également intéressant pour le gestionnaire d'abandonner le martelage systématique des hêtres dépérissants (sauf martelage de sécurité) qui ne valent plus que 10 à 15 € du mètre cube (m³) (La fédération nationale des experts forestiers, 2020), provoquant des tassements répétés et « inutiles » du sol (Forêt Wallonne

asbl, 2009). Il serait plus judicieux de délaisser ces hêtres de faible valeur pour redynamiser toute la pédofaune du sol et les cycles naturels, tout en augmentant la capacité d'accueil des espèces saproxylophages ou des espèces liées à ceux-ci.

6.3. Objectif Arbre de qualité

Cet objectif avait pour but d'estimer le capital sur pied d'arbres de qualité supérieure pouvant être destiné au PGW.

Dans ce travail, nous avons inventorié 10 chênes et 3 érables sycomores de qualité sur 135,28 hectares. Si nous extrapolons ce résultat à l'entièreté du territoire, nous obtenons 93 chênes et 28 érables sycomores de qualité. Ce résultat me semble insatisfaisant pour un projet comme celui de Nassonia. Il serait très intéressant de maintenir dans un premier temps ces individus de qualité pour profiter pleinement de leurs génétique et phénotype de qualité afin de développer une régénération naturelle (sous protection) à partir de ces semenciers. Une fois la régénération naturelle acquise, nous pouvons envisager de les exploiter en vue du PGW.

6.4. Objectif arbres porteurs de loupes ou broussins

Cet objectif avait pour but d'estimer le capital sur pied d'arbres porteurs de loupes ou broussins et d'en conclure si un catalogue de vente, spécialement dédié à ces arbres, est faisable ou non.

Dans ce TFE nous avons inventorié sur 135,28 hectares 16 arbres porteurs de loupes ou broussins et dont seulement la moitié ont des dimensions intéressantes. Ce résultat est pour moi trop faible pour espérer avoir une valorisation suffisante afin de compenser toutes les démarches de recherche sur le terrain, la création de catalogues de vente, les recherches de marchands potentiellement intéressés et de vente publique.

Pour la suite de l'inventaire de ce territoire, il serait pour moi plus judicieux d'abandonner cette catégorie d'arbre à inventorier pour diminuer le temps d'inventaire

6.5. Conclusion générale

Pour conclure, nous pensons avoir judicieusement atteint nos objectifs de départ. Néanmoins, malgré les inventaires réalisés, nous ne pourrons pas démontrer des résultats à cent pourcents corrects, car nous sommes qu'à la première année d'inventaires et n'avons, de ce fait, inventorié que 135 des 1259 hectares boisés feuillus du projet Nassonia.

Ce travail devra être poursuivi dans le temps pour atteindre les 1259 hectares afin d'en tirer une conclusion concrète.

Les inventaires devront être répétés et les résultats obtenus devront être comparés entre eux afin de démontrer l'impact positif du projet Nassonia sur la forêt de SMF et du bénéfice d'une cogestion public-privé sur une forêt publique.

Nous pouvons néanmoins en ressortir des résultats intéressants, pouvant être extrapolés à l'entièreté du territoire du projet Nassonia et servir de base fiable au gestionnaire présent et futur.

Les résultats généraux à retenir dans ce travail sont :

- L'effort d'inventaire est de 1,53 hectare par heure et par personne.
- 565 arbres morts ont été inventoriés donnant un résultat de 4,17 arbres morts/ha pour un volume de 16,533 m³/ha.
- 133 arbres d'intérêt biologique ont été inventoriés pour un résultat de 1,96 arbre / deux hectares.
- Nous pouvons espérer croiser un arbre de qualité tous les 9,66 ha et un arbre porteur de loupe ou broussins tous les 8,45 ha.

Le travail d'élaboration du protocole d'inventaire des arbres morts, des arbres d'intérêt biologique, des arbres de qualité et des arbres porteurs de loupes est donc terminé et validé.

Un dernier travail d'inventaire des 1124 hectares restants est à continuer par des personnes motivées et passionnées.

7. Bibliographie

- Brahic, E. e.-P. (2009). Évaluation économique de la biodiversité. Méthodes et exemples pour les forêts tempérées. Editions QUAE GIE. Consulté le mars 6, 2020
- Branquart, E. (2010). Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier. Jambes: DGARNE. Consulté le novembre 8, 2019
- Brunin, E. C. (2012). Carnet d'assistance pour l'évaluation qualitative des bois sur pied et abattus. Forêt wallonne asbl. Consulté le novembre 5, 2019
- Christophe, B. H. (2019). Les coléoptères saproxyliques de France. Catalogue écologique illustré. France: Muséum National d'Histoire Naturelle. Consulté le mars 6, 2020
- Claes, V. (2019, août 29). La forêt de Saint-Michel-Freyr. Analyses et propositions de gestion. Belgique. Consulté le novembre 7, 2019, sur https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/7575/4/TFE-Valentin%20Claes-SMF.pdf
- Claessens, H. L. (2017, janvier-février-mars). Près de 20 ans après sa grave crise sanitaire, où en est la hêtraie ardennaise? *Forêt et Nature*(142), pp. 30-36. Consulté le février 18, 2020
- CNPF. (2015, mars 20). Chercher où vivent les espèces en forêt. Fiche pour les régions atlantique et continentale. Consulté le novembre 17, 2019, sur https://www.foretpriveefrancaise.com/data/511577_2015_03_20_chercher_ac _1_1.pdf
- CNPF-IDF, C. M.-P. (2016, septembre 01). Fiche de relevé IBP. Relevé par parcours . Consulté le novembre 17, 2019, sur https://www.foretpriveefrancaise.com/data/ibp_rel_parcours.pdf
- CRPF d 'Auvergne. (2013, octobre 17). L'indice de biodiversité potentiel. France. Consulté le novembre 8, 2019, sur http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/3-2_IBP_FAVRE-d-ANNE cle76cd69.pdf
- Davoz, R. (2007). Les insects et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier (éd. 2è). Tec & Doc Lavoisier. Consulté le mars 6, 2020
- DGE-Forêt, C. e. (2015, août). Guide de poche des dendro-microhabitats.

 Description des différents types de microhabitats liés aux arbres et des principales espèces qui y sont associées. Consulté le novembre 17, 2019, sur http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacenter/Guide_de_poche_d es_micr_2eme_editionL_qlte_opt.pdf

- DGO3. (2009). Décret du 15 juillet 2008 relatif au Code forestier. Dispositif et commentaire.
- Emberger, C. L. (2016, décembre). Les trois typologies de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Consulté le novembre 17, 2019, sur https://www.foretpriveefrancaise.com/data/ibp_3_typologies_2016.pdf
- Forêt Wallonne asbl. (2009). *Le cloisonnement d'exploitation, pour préserver les sols forestiers.* (SPW-DGARNE, Éd.) Jambes. Consulté le avril 7, 2020
- Gerarts, F. A. (2015, Janvier-Février). Évolution de la chalarose du frêne en Wallonie. *Forêt Wallonne*(134), pp. 35-45. Consulté le avril 20, 2020
- La fédération nationale des experts forestiers. (2020). *Liste des prix moyens de bois sur pied.* Consulté le mai 15, 2020, sur http://www.experts-forestiers.be/Tableauprixbois.pdf
- Larrieu, L. e.-C.-I. (s.d.). Fiche de définition IBP. Domaines atlantique et continental .

 Consulté le novembre 17, 2019, sur

 https://www.foretpriveefrancaise.com/data/ibp_def_2_9_ac.pdf
- Larrieu, L. P. (2012). Le domaine d'application de l'indice de biodiversité potentielle (ibp). Consulté le novembre 7, 2019, sur http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/50657/701_larrieux_go nin_paillet.pdf?sequence=1
- Lecomte, H. M. (2015). *Inventaire forestier Wallon. Résultats 1994 2012* (éd. SPW). Consulté le avril 22, 2020
- Marion, G. e. (2017). *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière* (éd. 2è). Editions QUAE GIE. Consulté le mars 6, 2020
- Natagriwal. (2017). Mesure de gestion dans le réseau Natura 2000. En zones agricoles et forestières.
- RONDEUX, J. O.-C.-X. (2003, Mai Juin). Le point sur la maladie du hêtre en Wallonie. *Forêt Wallonne*(64), pp. 2-20. Consulté le février 5, 2020
- SPW. (s.d.). *La biodiversité en Wallonie*. Récupéré sur biodiversite.wallonie.be: http://biodiversite.wallonie.be/fr/accueil.html?IDC=6
- SPW. (s.d.). Le fichier écologique des essences. Récupéré sur Le fichier écologique des essences: https://www.fichierecologique.be/#!/
- SPW. (s.d.). *WalOnMap*. Récupéré sur Géoportail Wallonie: https://geoportail.wallonie.be/walonmap#BBOX=-49842.03560240456,371177.03560240456,3958.8657183980976,179907.134 2816019

- Vallauri, D. J.-M. (2005). Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes. Tec & Doc Lavoisier. Consulté le mars 6, 2020
- Van der Perre, R. S. (2015, Avril-Mai-Juin). La carte bioclimatique de Wallonie. Un nouveau découpage écologique du territoire pour le choix des essences forestières. *Forêt et Nature*(135), pp. 47-58. Consulté le février 5, 2020
- Violaine Fichefet, E. B.-M.-Y. (2011). *Milieux ouverts forestiers, lisières et biodiversité* : De la théorie à la pratique. (C. Delbeuck, Éd.) Consulté le juin 25, 2019
- Wilhelm, G.-J. e. (2017). Stratégie QD. Une gestion de la forêt basée sur la qualité et les cycles naturels. Institut pour le développement forestier / Forêt Nature. Consulté le octobre 15, 2019
- Y. Birot, G. L. (2009). La forêt face aux tempêtes . Editions QUAE GIE. Consulté le mars 6, 2020

8. Annexe

Tables des Annexes :

Annexe 1 : Dossier photo d'arbres de qualité	- 1 -
Annexe 2 : Dossier photos diverses	- 3 -
Annexe 3 : Dossier photos d'arbres porteurs de loupes et de broussins	- 4 -
Annexe 4 : Dossier photos des prises de mesures	- 6 -
Annexe 5 : Fiche d'inventaire utilisée	- 8 -
Annexe 6 : Fiche d'inventaire proposée pour le futur	- 9 -

Annexe 1 : Dossier photo d'arbres de qualité.





Figure 63 : Chêne de qualité présentant une fibre torse régulière (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 64 : Erable plane avec des caractéristiques très brogneux dans le comp 2 (Eicher Thomas, décembre 2019).





Figure 65 : Chêne de qualité (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 66 : Chêne de qualité ayant une légère courbure (Eicher Thomas, décembre 2019).





Figure 67 : Chêne de qualité (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 68 : Chêne de qualité (Eicher Thomas, décembre 2019).





Figure 69 : Chêne de qualité (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 70 : Chêne de qualité (Eicher Thomas, décembre 2019).

Annexe 2 : Dossier photos diverses





Figure 71 : Arbre porteur d'un nid d'invertébré (Eicher Thomas, janvier 2020).

Figure 72 : Arbre porteur d'un nid d'invertébré (Eicher Thomas, décembre 2019).





Figure 73 : Frêne mort de la chalarose du frêne (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 74 : Houx de 75 cm de circonférence dans le comp 18 (Eicher Thomas, décembre 2019).

Annexe 3 : Dossier photos d'arbres porteurs de loupes et de broussins





Figure 75 : Grosse loupe pourri en son centre sur un chêne (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 76 : Loupe pourrie en son cœur (Eicher Thomas, décembre 2019).





Figure 77 : Petite loupe sur un hêtre (Eicher Thomas, décembre 2019).

Figure 78 : Petite loupe sur un charme (Eicher Thomas, janvier 2020).





Figure 79 : Gros broussins sur un chêne (Eicher Thomas, janvier 2020).

Figure 80 : Très gros broussins sur un chêne (Eicher Thomas, janvier 2020).





Figure 81 : Grosse loupe sur un chêne (Eicher Thomas, mars 2020).

Figure 82 : Gros broussins sur un chêne (Eicher Thomas, mars 2020).

Annexe 4 : Dossier photos des prises de mesures



Figure 83 : Prise de la circonférence à 1,5 m d'un arbre mort debout (Eicher Thomas, mars 2020).



Figure 84 : Arbre mort en partie debout et en partie au sol (Eicher Thomas, mars 2020).





Figure 85 : Arbre mort de stade de décomposition 1 (Eicher Thomas, mars 2020).

Figure 86 : Arbre mort de stade de décomposition 3 (Eicher Thomas, mars 2020).





Figure 87 : arbre mort de stade de décomposition 4 (Eicher Thomas, mars 2020).

Figure 88 : Arbre mort de stade de décomposition 5 (Eicher Thomas, mars 2020).

Annexe 5 : Fiche d'inventaire utilisée

Fiche d'inventaire																			
Compartiment :					Superficie :					Nbre de personnes :									
F	Parcelle * :			Type de peuplements :					Nbre d'heures :										
Info générale		Mort						Intérêt Biologiqu						Arbre de	de Qualit Remarque				
						Debout	Stade	Stade											
N°	Caté	Essences	circ.	Hauteur	Mort	/au sol	1	2	Intérêt	Gros	Cavité	Fente	Nid	Champi	Lierre	Gui	Qualité	Loupe	Remarque
							-	-										-	
								-											
							-	-											
						-		-											
						1		+											
	1					1		 											
-	\vdash					1		-											
	1																		
	+					+		+											
						1		_			<u> </u>								
<u> </u>		l			<u> </u>				<u> </u>								<u> </u>		

Annexe 6 : Fiche d'inventaire proposée pour le futur

	Fiche d'inventaire															
Compartiment :						Superficie		Nbre de personnes :								
Parcelle * :					Туре	de peuplem		Nbre d'heures :								
	Info générale				Mort			Intérêt Biologique						Arbre de	Qualité	Remarque
N°	Cató	Essances	circ	Hautour	Mort	Debout /au sol	Intérêt	Cros	Cavitá	Fonto	Nid	Champi	Liorro	Ouglitá	Loupo	Romarque
IN	Caté	Essences	circ.	Hauteur	Mort	301	mteret	Gros	Cavité	rente	INIU	Champi	Lierre	Qualité	Loupe	Remarque
				+												
		-														
													1			
		+		+									+		1	
								1					1		1	
													1			
		1											+		1	
				1									†		1	
															Ī	

Résumé:

Ce travail vise à élaborer un protocole d'inventaire de différentes catégories d'arbres au sein du territoire du projet Nassonia :

- Des arbres morts
- Des arbres d'intérêt biologique
- Des arbres de qualité
- Des arbres porteurs de loupes ou broussins.

On fixera premièrement la zone d'étude de ce travail avec ces atouts, ces inconvénients et ces particularités.

Après on définira chaque catégorie d'arbres à inventorier dans ce protocole, leur intérêt pour la conservation de la nature, pour le gestionnaire et pour le projet Nassonia.

Ensuite on expliquera une méthodologie pour les prises de mesures des inventaires de terrains. On exposera les caractéristiques des arbres qui devront être sélectionnés et on détaillera la fiche d'inventaire utilisée lors de ces inventaires.

Les inventaires effectués nous permettront d'analyser les résultats obtenus sur le terrain ; ceux-ci donneront lieu un une conclusion détaillée de ce travail.

Ce travail n'est qu'à ces débuts, il devra être poursuivis dans le temps par mes prédécesseurs pour permettre un résultat sur la totalité du territoire du projet Nassonia. Il devra être recommencé d'ici quelques années pour montrer l'impact du projet Nassonia sur les différents aspects abordés dans ce travail.