



« Vers une meilleure caractérisation des écosystèmes forestiers en libre évolution : effet du statut de réserve forestière intégrale sur la distribution des arbres d'intérêt dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr »

Tome 1/2

Travail de fin d'études présenté par

Timothé LEYDER

En vue de l'obtention du titre de Bachelier en Agronomie

Orientation Environnement

Promoteur : **dr. ir. Olivier BAUDRY**

Maitre de stage : **Gérard JADOU**

Lieu de stage : ECOFIRST SCRL – Projet Nassonia – 12 Grand-rue 6870 Awenne

ANNÉE ACADÉMIQUE 2022-2023

SESSION DE JANVIER

**« Vers une meilleure caractérisation
des écosystèmes forestiers en libre
évolution : effet du statut de réserve
forestière intégrale sur la distribution
des arbres d'intérêt dans la forêt
domaniale de Saint-Michel Freyr »**

Remerciements

Je tiens à remercier par ces quelques lignes toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la naissance, à la réalisation et à l'aboutissement de mon travail de fin d'études.

Premièrement, je tiens à remercier Monsieur Gérard JADOUL, mon maitre de stage et coordinateur du projet Nassonia, pour son accueil au sein du projet, son partage d'informations techniques et ses conseils lors de la rédaction de ce travail.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Olivier BAUDRY, mon promoteur, de s'être intéressé au projet mené lors de cette étude, pour ses conseils avisés et pour ses relectures attentives.

Je remercie également Valentin CLAES et Ophélie NOËL, chargés de projet à Nassonia, de m'avoir accompagné lors de ce stage ainsi que de m'avoir aiguillé lors de la réalisation de ce travail de fin d'étude. Ce travail n'aurait pas eu le même sens sans leur soutien et leur suivi.

Je voudrais aussi remercier les membres du Département de la Nature et des Forêts en charge du projet Nassonia pour leur aide et leur disponibilité : Thierry PETIT, Philippe MOËS et Benoit MACKELS.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance envers Gérard JADOUL, Valentin CLAES, Ophélie NOËL et Arthur DUFOING pour m'avoir accompagné lors de l'inventaire forestier.

Je remercie l'ensemble des professeurs, assistants, techniciens et toutes les personnes de la Haute Ecole de la Province de Namur que j'ai pu croiser lors de mon cursus au Bac Agro Ciney.

Et enfin, je ne peux terminer sans remercier ma famille et mon entourage pour leur soutien et leurs encouragements lors de la réalisation de ce travail.

Table des matières :

Remerciements	I
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VII
Liste des abréviations, sigles et acronymes	VIII
Glossaire.....	IX
PARTIE I : Introduction	1
I.1. Contexte	1
I.2. Objectif de l'étude.....	3
PARTIE II. Etat de l'art.....	5
II.1 Le cadre des changements globaux	5
II.1.1. Les changements climatiques et leurs impacts sur les forêts	5
II.1.2. Le rôle des forêts dans les stratégies d'atténuation des impacts des changements climatiques à l'échelle européenne	8
II.1.3. L'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale	9
II.1.4. Les stratégies pour restaurer et/ou accroître la biodiversité forestière.....	10
II.2. Rappels de sylvigénèse et phénomène de dépérissement forestier	13
II.2.1 Sylvigénèse	13
II.2.2 Phénomène de dépérissement forestier.....	15
II.3. Les rôles et les types de bois mort en forêt	17
II.3.1 Impacts du bois mort en forêt sur le stockage du carbone	17
II.3.2. Impacts du bois mort en forêt sur la conservation/préservation de la biodiversité	18
II.3.3 Stratégies pour accroître la quantité et qualité du bois mort en forêt.....	19
PARTIE III. Contexte de l'étude.....	21
III.1 Nassonia : site d'étude	21
III.1.1. Localisation administrative.....	21
III.1.2. Localisation par rapport aux régions naturelles.....	22
III.1.3. Conservation de la nature	23
III.1.4. Usages anciens de la forêt.....	26
III.2. Gestion forestière de Nassonia	27
III.3. Inventaire forestier des zones de production	29
III.3.1 Arbres d'intérêt économique	29
III.3.2 Arbres d'intérêt biologique	30
III.3.3 Arbres morts.....	31

PARTIE IV : Méthodologie	33
IV.1. Inventaire forestier	33
IV.1.1 Objectifs	33
IV.1.2. Restriction au domaine de l'étude.....	33
IV.1.3. Particularité de l'inventaire.....	36
IV.1.4. Matériels utilisés	39
IV.1.5. Mode opératoire	39
IV.1.6. Tableau résumé et explicatif des caractéristiques à relever.....	40
PARTIE V : Résultats.....	43
V.1. Semenciers	43
V.2. Arbres d'intérêt économique.....	45
V.3. Arbres d'intérêt biologique	46
V.4. Arbres morts	47
PARTIE VI : Discussion	49
Hypothèse 1	49
Hypothèse 2	60
Hypothèse 3	62
PARTIE VII : Conclusion.....	69
Bibliographie	IX
Annexes	XI
Abstract	XVI

Liste des figures

Figure 1 : simulation de 9 scénarios de gestion pour des peuplements tempérés nord-américains (Nunery et Keeton, 2010).....	13
Figure 2 : le cycle Sylvigénétique résumé en 5 phases (Rossi et Vallauri, 2013).....	14
Figure 3 : spirale de Manion adaptée par Landman au contexte français (Forêt.Nature.be).....	15
Figure 4 : illustration de l'impact du tassement de sol sur la régénération.....	16
Figure 5 : bois mort offrant des refuges à la faunes aquatiques en traversant la rivière	18
Figure 6 : localisation géographique du territoire de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW, Ecofirst scrl)	21
Figure 7 : localisation administrative du projet de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM).....	21
Figure 8 : localisation de Nassonia selon les régions bioclimatiques ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW, Ecofirst scrl)	22
Figure 9 : carte topographique et hydrographique du territoire de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW, Ecofirst scrl)	22
Figure 10 : carte des unités de gestions Natura 2000 sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl).....	23
Figure 11 : zones sous statut de protection de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl).....	24
Figure 12: proportion des différentes zones sous statut de protection ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 (source : Ecofirst scrl)	24
Figure 13 : répartition de la nouvelle réserve naturelle domaniale ; issus du projet de plan d'aménagement de la Forêt domaniale de Saint-Michel et Freyr – Projet Nassonia, 2022.	25
Figure 14 : localisation du fourneau Saint-Michel et des aires de faulde sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW)	26
Figure 15 : ancienneté des forêts actuelles ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW)	26
Carte 16 : types de peuplement sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	27
Figure 17 : hêtraies dépérissantes sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	28
Figure 18 : répartition spatiale des arbres d'intérêt économique dans les zones de production de Nassonia. Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl).....	29
Figure 19 : proportion des arbres d'intérêt économique dans les zones de production ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 (source : Ecofirst scrl)	30
Figure 20 : répartition spatiale des arbres d'intérêt biologique dans les zones de production de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl).....	30
Figure 21 : répartition spatiale des arbres morts dans les zones de production de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl) 31	31
Figure 22 : proportion des arbres morts selon leur position dans les zones de production ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 (Source : Ecofirst scrl).....	31
Figure 23 : types d'habitats Natura 2000 des réserves forestières intégrales de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)	34
Figure 24 : photos représentant le sol dans les forêts de pente et des tilleuls	35
Figure 25 : captures d'écran du logiciel sur le terrain	40

Figure 26 : Proportion des essences dans les arbres semenciers	43
Figure 27 : répartition spatiale des semenciers en réserves forestières intégrales ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW).....	44
Figure 28 : diagramme de structure de peuplement (N ^{bre} de tige/ha)	44
Figure 29 : diagramme de structure du peuplement	44
Figure 30 : répartition spatiale des arbres de qualité en réserves forestières intégrales ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW) .	45
Figure 31 : proportion des essences d'arbres d'intérêt biologique en RFI.....	46
Figure 32 : proportion des caractéristiques biologiques en RFI.....	46
Figure 33 : proportion de la position des arbres morts en RFI	47
Figure 34 : diagramme du volume de gros bois mort par hectare en fonction de leur position en RFI	47
Figure 35 : répartition spatiale du bois mort en réserves forestières intégrales ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW).....	48
Figure 36 : diagramme de structure de peuplement des RFI.....	50
Figure 37 : diagramme de structure de peuplement des zones de production.....	50
Figure 38 : répartition spatiale arbres semenciers sur l'érablière de ravin ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)	51
Figure 39 : répartition spatiale des arbres semenciers dans la RFI ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)	52
Figure 40 : proportion des arbres d'intérêt économique en RFI selon la classe de circonférence.....	54
Figure 41 : proportion des arbres d'intérêt économique en zones de production selon la classe de circonférence	54
Figure 42 : répartition spatiale des arbres d'intérêt économique ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM).....	54
Figure 43 : répartition spatiale des arbres d'intérêt biologique ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)	56
Figure 44 : diagramme de structure du bois mort	58
Figure 45 : répartition spatiale des gros bois morts ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM).....	58
Figure 46 : nombre d'aire de fauldes, de chêne et de bois mort par hectare en fonction des parcelles	60
Figure 47 : sous-secteurs de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW)	62
Figure 48 : nombre d'arbres morts et d'intérêt biologique à l'hectare selon l'exposition en RFI.....	63
Figure 49 : nombre d'arbres morts et biologiques par hectare selon l'exposition.....	64
Figure 50 : nombre d'arbres morts et biologique par hectare en fonction du type de sol.....	67
Figure 51 : arbres morts en fonction des types de sol ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW)	67

Liste des tableaux

Tableau 1: comparaison des arbres d'intérêt économique	53
Tableau 2 : comparaison des arbres d'intérêt biologique.....	55
Tableau 3 : comparaison des arbres morts	57
Tableau 4 : types de sols	66

Liste des abréviations, sigles et acronymes

Cm : Centimètre

CO2 : Dioxyde de carbone

CWATUPE : Code wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, du Patrimoine et de l'Energie

DNF : Département de la Nature et des Forêts

FPD : Fondation Pairi Daiza

GFSH : Grande Forêt de Saint-Hubert

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Ha : Hectare

INRA : Institut national de la recherche agronomique

INRAE : l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

PAF : Plan d'aménagement forestier

PEFC : Programme de reconnaissance des certifications forestières

PwDR : Programme wallon de Développement Rural

RFD : Réserve forestière dirigée

RFI : Réserve forestière intégrale

RND : Réserve naturelle domaniale

SGIB : Site de grand intérêt biologique

SMF : Saint-Michel Freyr

SPW : Service public de Wallonie

Glossaire

Annélation : action de retirer l'écorce d'un arbre sur toute sa circonférence dans le but de provoquer la mort de l'arbre.

Arbre objectif : arbre à sélectionner pour la qualité et sur lequel les sylviculteurs concentrent des travaux d'amélioration.

Chablis : arbre tombé, déraciné par le vent ou par une autre cause naturelle.

Espèces saproxyliques : organismes qui dépendent, à un stade donné de leur cycle de vie au moins, des micro-habitats qui se forment dans le bois mort et/ou les très vieux arbres, ainsi que leurs prédateurs.

Essence compagne : essence associée à une (ou plusieurs) essence principale dans un but écologique, économique ou esthétique.

Essence : désigne toute espèce végétale ligneuse qui peut être valorisée économiquement / synonyme d'espèce.

Grume : tronc ou partie de tronc abattu avec son écorce et ébranché.

Héliophile : plante pouvant germer et se développer en plein soleil dès son plus jeune âge.

Houppier : ensemble des ramifications aériennes de l'arbre.

Landes sèches : formation végétale dominée par des sous arbrisseaux.

Lisière : limite entre deux milieux permettant de passer d'une formation végétale à une autre.

Parcellaire : ensemble des parcelles d'une forêt.

Parcelle : division d'une forêt.

Peuplement : ensemble d'essences forestières dont les caractéristiques assurent une certaine homogénéité (fonction à l'échelle spatiale), faisant l'objet d'un traitement déterminé.

Pierrier : désigne le sol lorsqu'il est recouvert de pierres ou débris.

Régénération : opération assurant le renouvellement du peuplement arrivé au stade de récolte.

Sciophile : plante ayant besoin d'ombre pour germer et se développer, surtout dans son plus jeune âge.

Surface terrière : correspond à la surface de la section de son tronc à 1,50 m de hauteur. Elle s'exprime en m². La surface terrière d'un peuplement forestier est égale à la somme des surfaces terrières des arbres constituant le peuplement.

Xylophage : qui consomme du bois « vivant ».

PARTIE I : Introduction

I.1. Contexte

Les vieux arbres, les arbres dépérissants et le bois mort constituent des micro-habitats remarquables auxquels est lié près d'un quart des espèces forestières. Une grande partie des espèces saproxyliques (espèces dont le cycle de vie est lié au bois mort) ont des préférences d'habitats très spécifiques. Elles sont également dépendantes des sites forestiers avec la particularité d'une présence passée ou actuelle de vieux arbres et de bois morts sur pied ou au sol (BRANQUART, LIÉGEOIS et al, 2010).

Le bois mort et les arbres d'intérêt biologique sont peu nombreux en forêt wallonne (ALDERWEIRELD M., BURNAY F., PITCHUGIN M., LECOMPTE H. (2015)). Or ce nombre d'arbres a un impact direct sur la quantité et la diversité des espèces forestières. À l'heure actuelle, l'uniformité de la structure et de la composition de certaines forêts fragilise l'ensemble de ces écosystèmes en entraînant une perte importante d'habitats d'espèces forestières, en particulier animales.

C'est dans l'optique d'améliorer ces habitats forestiers que le projet Nassonia est né d'un accord entre la Région wallonne (Département de la Nature et des Forêts (DNF) et Service public de Wallonie (SPW)) et la Fondation Pairi Daiza (FPD) pour la gestion de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr sur une durée de 80 ans. Ce projet veut renaturer le massif forestier pour développer la conservation de la nature et restaurer les bases biologiques du fonctionnement de l'écosystème (JADOUL, CLAES et LOUTE, 2020).

Au début du projet, l'équipe en charge s'est mise comme objectif de récolter le plus de données possibles qui lui permettraient d'évaluer l'état général complet de la forêt (T0) afin de pouvoir la réévaluer dans les prochaines années, après avoir mis en œuvre différents choix de gestions (JADOUL, CLAES et LOUTE, 2020).

Dans ce cadre de mise en place d'un « T0 », l'équipe du projet Nassonia a réalisé durant l'automne 2020 et l'hiver 2020-2021, un inventaire des arbres d'intérêt sur plus de 1.000 ha de futaies feuillues hors zone sous statut de protection. Cet inventaire a permis de recenser la diversification forestière (toutes essences autre que le hêtre et l'épicéa), les arbres d'intérêt économique (destination du parc à grumes), les arbres d'intérêt biologique et les arbres morts. (ABRAS, CLAES, CLAESSENS, DUFRÊNE, JADOUL, NOËL, 2020).

Thème de l'étude :

« « Vers une meilleure caractérisation des écosystèmes forestiers en libre évolution : effet du statut de réserve forestière intégrale sur la distribution des arbres d'intérêt dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr »

Hypothèses :

Suite à l'exposition de la problématique, trois hypothèses seront testées dans ce travail. Profitant de la présence de réserves forestières intégrales (RFI) de la forêt de Saint-Michel-Freyr, de la diversité des conditions stationnelles et d'un archivage plus ou moins développé de la gestion passée, nous souhaitons valider les questions et hypothèses suivantes afin d'accroître le niveau de connaissance sur la gestion forestière proche des processus naturels :

H1. L'abandon de la gestion forestière depuis au moins 12 années qui est réalisé dans les RFI a permis d'accroître significativement la proportion d'arbres morts, en comparaison avec d'autres peuplements sous gestion forestière.

H2. L'occupation et les usages historiques des forêts sont encore aujourd'hui perceptibles dans la structure forestière, notamment via l'indicateur 'bois mort'. Dans les forêts fortement usitées par le passé, la proportion de chênes est supérieure, conduisant à réduire de facto la quantité de bois mort sur pied.

H3. La présence de bois mort dans les RFI varie selon les conditions stationnelles rencontrées, en particulier les versants exposés au sud, plus favorables au dépérissement ou du moins l'affaiblissement sanitaire des hêtres.

I.2. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de comparer les zones de production qui sont sous gestion forestière et les zones sous statut de protection de réserve forestière intégrale de la forêt de Saint-Michel Freyr en termes de caractéristiques d'arbres d'intérêts écologiques. Pour ce faire, cet objectif principal est divisé en plusieurs sous objectifs :

- 🌳 Réalisation d'un inventaire forestier en plein avec caractérisation des arbres d'intérêts écologiques.
- 🌳 L'étude et l'analyse de leur répartition spatiale et de leurs caractéristiques afin de les cartographier
- 🌳 Proposition de pistes de gestion

Afin de répondre à ces objectifs, le travail se divise en plusieurs parties :

- 🌳 La partie théorique qui reprend les concepts clés de l'étude au regard de la littérature existante suivi d'une partie description du site de l'étude.
- 🌳 Ensuite, la partie méthodologie qui explique la réalisation de l'inventaire forestier suivi de la partie reprenant les résultats qui permettront des discussions dans la partie suivante.
- 🌳 Pour finir, le travail se clôturera par une conclusion générale sur l'étude effectuée.

Les cartes descriptives sont en petit dans le texte afin d'avoir une vision globale lors de la lecture du travail et elles se trouvent également en grand dans l'annexe cartographique (tome 2/2) pour une meilleure visibilité.

PARTIE II. Etat de l'art

II.1 Le cadre des changements globaux

II.1.1. Les changements climatiques et leurs impacts sur les forêts

Le changement climatique mondial constitue l'une des plus grandes menaces de notre époque. Il est un phénomène mondial d'augmentation des températures moyennes des océans et de l'atmosphère depuis plusieurs décennies. Il existe quatre indicateurs clés du changement climatique : le réchauffement de l'air, la concentration des gaz à effet de serre, l'élévation du niveau de la mer et l'acidification des océans (Climat.be, 2021).

L'un des signaux les plus évident du changement climatique est l'augmentation de la température annuelle moyenne au cours de ces dernières décennies. Encore plus remarquable ces sept dernières années (2014-2021) qui ont été les plus chaudes jamais enregistrées auparavant (OMM, 2021). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a réalisé plusieurs scénarios sur l'évolution des températures d'ici 2100. Le scénario le plus optimiste (RCP 2.6) estime une augmentation de 0,3 à 1,7°C tandis que le scénario pessimiste (RCP 8.5) estime une augmentation de 2,6 à 4,8 °C d'ici 2100. L'augmentation des températures ne sera pas uniforme spatialement. Le GIEC annonce que l'Arctique se réchauffera plus vite que le reste de la Terre et que l'intérieur des continents se réchauffera davantage que le long des Océans.

Au fur et à mesure que la température augmente, les régimes des vents et la capacité de rétention de l'humidité de l'air changent aussi. Selon les prévisions modélisées, cela conduirait à une diminution des précipitations dans le sud et le centre de l'Europe mais les augmenterait en Europe du Nord (ROKFOR, 2014).

Les événements extrêmes tels que les sécheresses, les canicules, les inondations ou bien encore les tempêtes risquent d'augmenter. Les sécheresses pourraient être plus intenses dans le sud et le centre de l'Europe à cause de la diminution des précipitations. Les pluies torrentielles pourraient devenir de plus en plus fréquentes, ce qui entraînerait l'érosion des sols qui réduirait la quantité d'eau disponible pour les arbres. Les violentes tempêtes se déplaceraient vers le nord et vers l'est tout en endommageant les forêts (ROKFOR, 2014).

Selon Hugues CLAESSENS (2016), sous nos latitudes, très favorables à la végétation, ce n'est pas au cours de ce siècle que les forêts disparaîtront. Mais leur adaptation aux changements posera sans nul doute de sérieux problèmes de gestion car la dynamique naturelle ne correspond pas forcément aux objectifs du sylviculteur. Des changements d'essences et de modes de gestion s'imposeront, accompagnés de complications au fur et à mesure que le climat se réchauffera.

L'évolution du climat jusqu'à aujourd'hui a permis d'observer que l'augmentation des températures et l'allongement de la saison de végétation provoquent une plus grande croissance des arbres par an. Cependant, cette modification peut induire des carences car les arbres absorbent plus rapidement les réserves nutritives du sol (exemple du hêtre en Ardenne).

L'augmentation de la teneur en CO₂ dans l'atmosphère devrait accélérer la croissance des arbres puisque ce gaz à effet de serre est la matière première de la croissance des végétaux (photosynthèse). En effet, une étude expérimentale menée par l'INRA¹ annonce que l'augmentation de croissance sera de 40% quand la teneur en CO₂ aura doublé. Le chiffre de 40% peut varier selon les essences forestières, surtout entre les feuillus et les résineux. Les conséquences de cette augmentation peuvent être positives puisque cela signifie qu'il y aura une augmentation de la productivité mais elles peuvent également être négatives car la sensibilité des arbres aux contraintes du milieu pourrait augmenter, ce qui indique qu'il y aurait une perte de certaines essences forestières.

La forêt connaît de plus en plus le stress hydrique qui est provoqué par l'augmentation des températures et des canicules intenses alors que les précipitations n'augmentent pas et se font de plus en plus rares (sécheresse). Dans ce cas, les feuilles transpirent plus que ce que l'alimentation en eau ne leur permet. Ce phénomène se traduit par une baisse de croissance, voire des défoliations partielles (menant dans les cas extrêmes à des descentes de cime). L'arbre est alors affaibli et devient plus sensible aux insectes ravageurs et aux maladies (CLAESSENS, 2016).

Le stress hydrique étant vu comme le risque majeur du XXI^{ème} siècle par les forestiers, il ne faut pas oublier aussi l'augmentation des fréquences et de l'intensité des tempêtes qui auront de grandes conséquences sur les dégâts en forêt (ONF, 2019).

Le changement climatique affecte indirectement les forêts à travers des modifications de l'intensité, de la fréquence et de l'étendue des dégâts causés par les insectes phytophages. De nombreux processus biologiques impliqués dans la croissance individuelle et la dynamique des populations de ces organismes sont fortement liés au climat. L'augmentation des températures pourra avoir des effets directs sur le développement et la dispersion. Ainsi, dans les endroits où ces organismes sont en dessous de leur optimum climatique, une augmentation de la température se traduira par une accélération de la croissance, une augmentation de l'activité et du mouvement, pour exemple : le *Phytophthora* de l'aulne qui est plus agressif quand l'eau des rivières est plus chaude (Claessens, 2016), un accroissement du taux de reproduction, une diminution de la mortalité liée au

¹ INRA : Institut national de la recherche agronomique est un organisme français existant de 1946 à 2019 puis devenu l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).

climat et dans certains cas une augmentation du nombre de générations par an. Il y a l'exemple des scolytes pour le moment en Wallonie qui ravagent les épicéas situés en contexte stationnel défavorable, provoquant la mort de l'arbre à court terme ainsi que la dégradation du bois à moyen terme. Le forestier est obligé d'exploiter les arbres atteints dans un plus bref délais afin de ne pas contaminer les épicéas voisins (Etat environnement Wallonie, 2022).

Enfin, le changement climatique aura une incidence sur le cycle de l'azote dans les forêts, soit par les effets directs du climat sur le sol, soit en agissant sur l'interface sol-plante. Actuellement, les pertes d'azote par drainage sont faibles car la minéralisation de l'azote organique et les prélèvements par la végétation sont synchrones. Mais une période de croissance plus longue et des hivers plus doux pourraient perturber cette synchronisation, augmenter le lessivage d'azote, donc les stress nutritifs, et affecter la croissance des arbres (INRAE, 2020).

II.1.2. Le rôle des forêts dans les stratégies d'atténuation des impacts des changements climatiques à l'échelle européenne

La gestion forestière peut contribuer à l'atténuation des changements climatiques en mettant en œuvre deux grands types de stratégies. Les stratégies de séquestration avec la captation de CO₂ atmosphérique dans la création de biomasse ligneuse d'une part, et les stratégies de substitution avec le remplacement des matériaux à forte empreinte carbone par des matériaux en bois de l'autre.

La capacité de séquestration du carbone par la forêt est une des voies stratégiques d'atténuation du changement climatique. Chaque année, les forêts européennes absorbent 10% des émissions CO₂ du territoire. C'est lors du processus de la photosynthèse que les arbres fixent le carbone du CO₂ atmosphérique pour fabriquer leurs tissus carbonés (BOUGET et al., 2017). Ce stockage se fait dans la biomasse vivante, aérienne et souterraine. Pour ce qui est de la forêt wallonne, la quantité totale de carbone stockée est de 47 millions de tonnes, sol non compris (Alderweireld et al., 2015).

Il existe deux stratégies de séquestration : la stratégie « stock maximal » qui est basée sur la volonté d'augmenter le stock de carbone contenu dans les forêts et la stratégie « stockage » qui est basée sur la volonté d'exporter rapidement le carbone stocké des forêts dans une utilisation durable comme le bois de construction. Ces stratégies ne sont pas en opposition.

La stratégie de séquestration par stock maximal veut un maintien sur pied des peuplements avec un important stock de carbone qui augmente avec l'âge du peuplement. Selon BOUGET et al. (2017), Les stocks de carbone sont plus élevés par hectare dans les vieux peuplements et les peuplements dominés par de gros arbres. Il ne faut tout de même pas oublier les risques de déstockage de ce carbone en cas de catastrophe naturelle comme les incendies.

La stratégie de séquestration par stockage se veut d'extraire rapidement du carbone forestier pour le capitaliser dans des usages durables. Cette perte de carbone des forêts est compensée à court terme par l'implantation de peuplements à forte capacité de croissance permettant un maintien du stock global de carbone forestier et une captation rapide du CO₂ atmosphérique.

La stratégie de substitution veut promouvoir l'utilisation du bois-énergie à la place des combustibles fossiles ou l'utilisation des bois matériau à la place des matériaux à forte empreinte carbone. Cependant, cette pratique peut, dans certaines situations, mobiliser toutes les parties de l'arbre, ce qui entraîne une perte de bois mort qui étaient traditionnellement maintenu en forêt et dont le code forestier impose un quota.

II.1.3. L'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale

Selon le site de la République française (2019), l'érosion de la biodiversité, au même titre que le changement climatique, constitue un défi majeur à l'échelle planétaire.

Elle se traduit par l'augmentation du taux d'extinction d'espèces, par le déclin des populations de certaines espèces et par la dégradation des habitats naturels. Elle est le résultat de la destruction et de la fragmentation des milieux naturels notamment dûs aux activités humaines comme l'urbanisation ou l'agriculture intensive. Elle est également due à la pollution, la surexploitation d'espèces sauvages, à la fragmentation des habitats, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes mais aussi aux changements climatiques.

L'érosion de la biodiversité présente de nombreux problèmes : elle entraîne l'extinction d'espèces et la perte de populations (perte de patrimoine génétique), ainsi que des modifications dans les habitats et le déplacement des espèces. Elle peut également avoir des effets sur le fonctionnement des écosystèmes terrestres et aquatiques, en causant notamment l'eutrophisation des eaux de surface. Cette perte de biodiversité peut également affecter la capacité des écosystèmes à s'adapter aux changements environnementaux. Or, les écosystèmes apportent de nombreux bénéfices à l'homme, tels que de la nourriture, de l'eau et des ressources génétiques. La dégradation de ces services écosystémiques peut menacer leur pérennité à long terme.

Dans le cadre des travaux sur les neuf limites planétaires (ROCKSTRÖM et al., 2009), « la limite « érosion de la biodiversité » est caractérisée par le taux d'extinction d'espèces. Le seuil à ne pas dépasser est dix extinctions d'espèces sur un million d'espèces par an. En 2009, la limite est franchie avec 100 extinctions sur un million d'espèces ».

Selon GOSSELIN (2020), la forêt est le seul milieu terrestre à se déployer autant dans les trois dimensions, la forêt offre une quantité de micro-habitats favorables à la cohabitation de multiples formes de vie (dans les houppiers, le bois mort, les troncs, les souches, le sol, les strates herbacées ou buissonnantes, etc). Si les forêts sont si importantes pour la biodiversité, c'est parce qu'elles hébergent un grand nombre d'espèces dont beaucoup se trouvent exclusivement en forêt : 40 à 70 % des mammifères, lichens, mousses et fougères du monde sont forestiers, et 19 % des oiseaux nicheurs en France.

II.1.4. Les stratégies pour restaurer et/ou accroître la biodiversité forestière

II.1.4.1 A l'échelle régionale

Il existe plusieurs directives, lois et projets concernant la conservation de la nature en Wallonie.

La loi sur la Conservation de la Nature, créée en 1973, comprend plusieurs chapitres et articles afin d'avoir des lois sur la protection des espèces végétales et animales (chapitre II), la protection des milieux naturels (chapitre III), du Conseil supérieur de la conservation de la nature (chapitre IV) et de la protection des forêts et de l'espace rural (chapitre V) (SPW).

Les réserves forestières servent à la conservation et au maintien d'habitats et de paysages forestiers typiques et particuliers. Ces réserves forestières peuvent être intégrales (RFI) quand il n'y a aucune intervention de l'homme et que la forêt évolue selon sa propre dynamique. Mais il y a aussi des réserves forestières dirigées (RFD) où il y a une gestion conservatoire visant la protection d'espèces et d'habitats remarquables ou menacés. Lorsque ces réserves appartiennent à l'état, comme c'est le cas ici sur le projet de Nassonia, elles jouissent de ce statut pour une durée indéterminée.

Le réseau Natura 2000, créé en 1992, est un réseau des sites désignés pour garantir l'état de conservation de populations d'espèces et d'habitats menacés identifiés au niveau européen par deux directives européennes ("Oiseaux" CEE 79/409 et "Faune-Flore-Habitats" CEE 92/43). Outre un statut de protection des espèces visées, ces deux directives imposent la désignation des sites en nombre suffisant pour garantir le bon état de conservation des populations ou des habitats et le fonctionnement du réseau (des Zones de Protection Spéciale (ZPS) pour la Directive "Oiseaux" et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) pour la Directive "Faune-Flore Habitats").

Les projets LIFE, créés en 1992, sont des projets cofinancés par l'Europe pour restaurer des infrastructures écologiques avec un accent particulier pour améliorer l'état de conservation des biotopes et des habitats d'espèces visés par Natura 2000 (SPW, 2011).

Les sites de grand intérêt biologique (SGIB), apparus à partir de 1993, sont des sites qui abritent des populations d'espèces ou des biotopes rares/menacés ou des sites avec une grande diversité biologique ou en excellent état de conservation. Un site devient un SGIB s'il abrite au moins une espèce rare, menacée ou protégée ou au moins un habitat rare, menacé ou protégé (SPW).

Le plan de secteur, créé en 1994, est un document qui définit les orientations et les actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de développement durable. Il est divisé en différentes zones, principalement destinées à l'urbanisation. Il existe également des zones agricoles, forestières ou des zones naturelles (SPW). La zone naturelle concerne directement la conservation de la nature

avec sa définition dans l'article 38 du CWATUP : « *destinée au maintien, à la protection et à la régénération du milieu naturel de grande valeur biologique ou abritant des espèces dont la conservation s'impose, qu'il s'agisse d'espèces des milieux terrestres ou aquatiques. Dans cette zone ne sont admis que les actes et travaux nécessaires à la protection active ou passive de ces milieux ou espèces* ».

Le parc national contribue à une meilleure protection de la nature en ayant une contribution importante au développement local. La gestion du parc national assure la protection et le développement durables des processus écologiques à l'échelle du paysage et des écosystèmes (SPW).

Le Programme de reconnaissance des certifications forestières (PEFC), créé en 1999, se charge de favoriser l'équilibre entre les dimensions environnementales, sociétales et économiques de la forêt. Concernant l'environnement, ces normes veulent : une capacité accrue de renouvellement et d'accumulation de CO₂, maintenir et renforcer la biodiversité, protéger les zones forestières de grande valeur écologique, interdire la conversion des forêts à des fins agricoles ou de plantation (PEFC, 2022).

II.1.4.2 Liste de bonnes pratiques pour la biodiversité en forêt

-  Conserver les arbres d'intérêt biologique et arbres morts qui servent de gîtes ou de nids aux oiseaux ou aux chauves-souris.
-  Conserver les habitats Natura 2000 qui sont rares.
-  Eviter les mises à blanc sur des trop grandes surfaces d'un seul tenant.
-  Eviter les passages d'engins à forte pression au sol pour conserver une bonne structure du sol.
Organiser le débardage pour détériorer au minimum le sol (tassement, érosion).
-  Favoriser la régénération naturelle tout en gardant des semenciers d'essences différentes.
-  Favoriser les peuplements diversifiés (en âge et en essences) donne une plus grande variété de milieux d'accueil pour la faune et la flore.
-  Laisser des ilots de sénescence : groupe d'arbres abandonné à sa libre évolution. Les arbres sont laissés jusqu'à leur mort et leur humification complète. Aucune intervention du sylviculteur.
-  Laisser des ilots de vieillissement : groupe d'arbres adultes dont l'exploitation est reportée afin d'avoir une petite portion de forêt avec des arbres plus âgés.
-  Varier les zones d'intérêt biologique : lisières, clairières, mares forestières, fonds humides, landes sèches, etc.

II.2. Rappels de sylvigénèse et phénomène de dépérissement forestier

II.2.1 Sylvigénèse

La sylvigénèse d'une forêt peut être définie comme l'ensemble des processus conduisant la forêt du chablis au chablis, en passant par toutes les phases de développement des unités élémentaires qui la composent : régénération, réajustement de structure, de composition et de fonctionnement (Walter, 2022).

La forêt naturelle (sans intervention de l'homme) constitue l'un des principaux lieux de conservation de biodiversité des espèces et des habitats d'Europe. Ses réponses aux fluctuations climatiques sont actuellement bien cernées, tant au niveau des compartiments (populations, canopées, systèmes racinaires, nutriments du sols, etc.) que des processus (productivité primaire, croissance, germination, reproduction, dispersion, prédation, compétition) (Duchiron, 2009).

De plus, Lecoq & al. (2008) observent que « quels que soient les modes de gestion comparés et les conditions pédoclimatiques, les peuplements non gérés présentent toujours un stock de carbone dans la biomasse plus élevé que les peuplements gérés. ». Ces résultats sont confirmés deux ans plus tard par Nunery et Keeton (2010) qui affirment que : « Les forêts de bois dur nord-américaines non gérées séquestrent 39 à 118 % de carbone de plus que les forêts gérées selon tous les scénarios envisagés, et cela même en prenant en compte le carbone séquestré dans les produits bois. » (Fig. 1). Plusieurs autres études ont mené à cette conclusion. Ceci est lié à plusieurs causes : le diamètre des arbres et le volume de biomasse sur pied, le carbone du sol, le carbone de la matière organique morte.

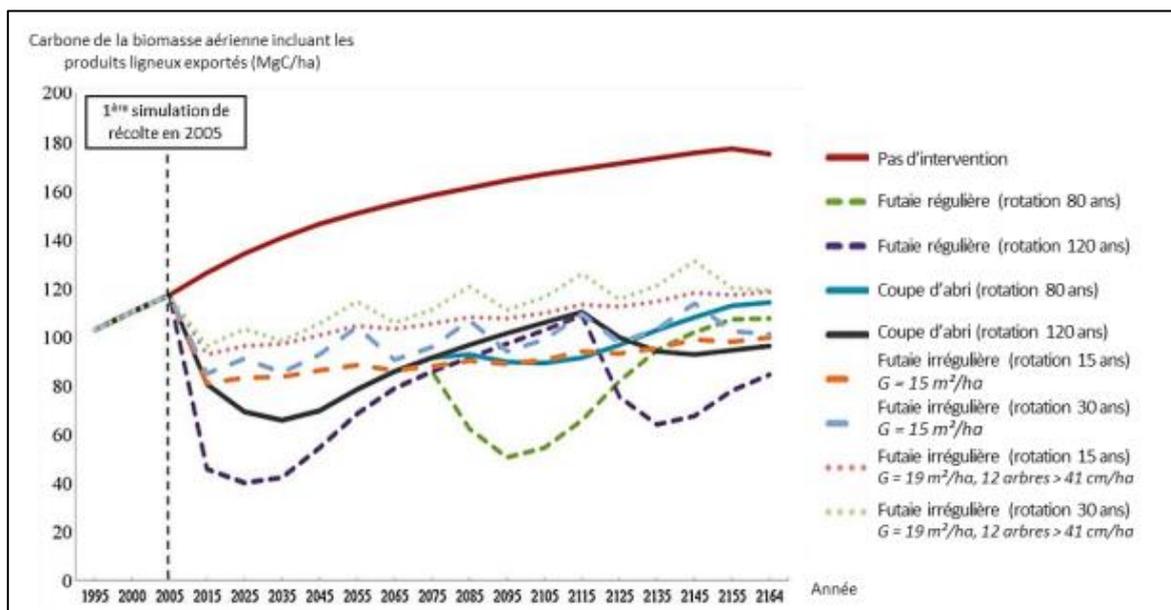


Figure 1 : simulation de 9 scénarios de gestion pour des peuplements tempérés nord-américains (Nunery et Keeton, 2010)

L'exploitation forestière, en prélevant les arbres matures, ampute l'écosystème des phases terminales du cycle sylvigénétique (vieillessement et écroulement) et de leur importante nécromasse. Or, lors de la phase de vieillissement, l'écosystème forestier a une capacité de stockage du carbone maximale, et une vitesse d'assimilation du carbone comparable à celle des forêts en croissance.

La capacité de stockage s'explique par l'important volume sur pied des forêts âgées. La densité de gros bois par rapport aux petits bois et bois moyens est très importante. Les gros arbres contribuent à 76 % de la biomasse totale au sein des peuplements âgés (Keith & al., 2014). Le stock de carbone étant proportionnel au volume (sur pied et souterrain car la biomasse souterraine suit le même profil que la biomasse aérienne), il augmente avec l'âge du peuplement (Lecoq & al., 2008).

Le cycle sylvigénétique peut être complet et comporter à la fois des phases de régénération composée de jeunes arbres, des phases de croissance, des phases de maturité et de sénescence où les arbres de gros diamètre dominant, et des phases d'écroulement riches en bois mort (Fig. 2) (Rossi et Vallauri, 2013).

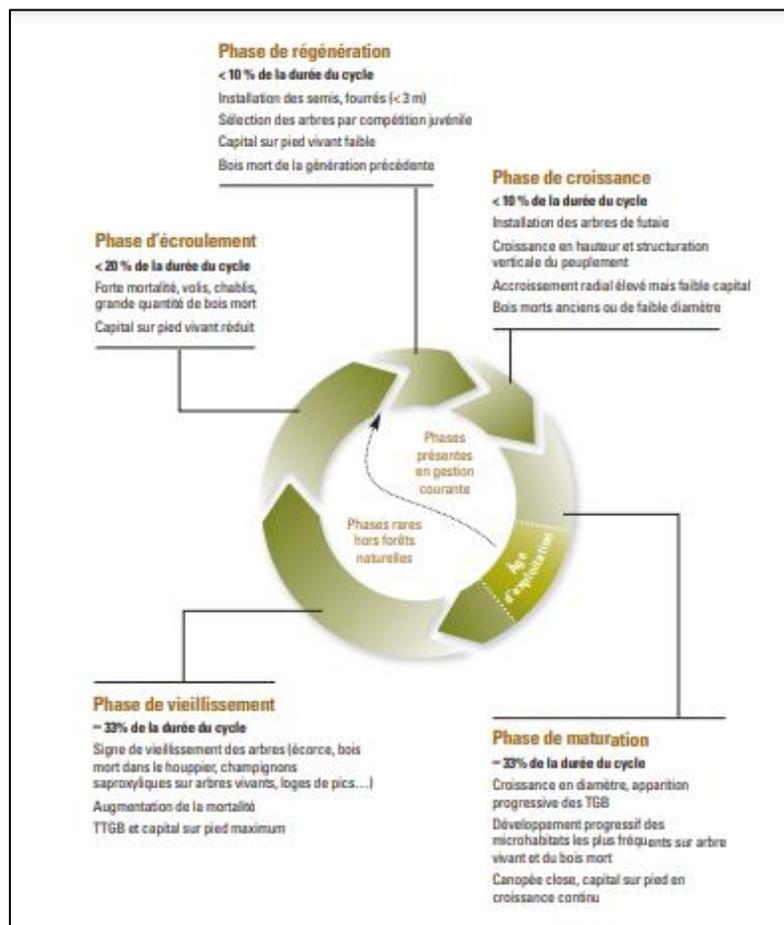


Figure 2 : le cycle Sylvigénétique résumé en 5 phases (Rossi et Vallauri, 2013)

II.2.2 Phénomène de dépérissement forestier

Le dépérissement n'est pas un mot qui désigne un état de mort de l'arbre, c'est un terme qui est associé à une baisse de vitalité de l'arbre qui se traduit par une dégradation principalement visible au niveau de son houppier (Nageleisen, 1994). Cette dégradation est une combinaison de facteurs (anthropiques, biotiques et abiotiques), souvent classés en trois groupes dans la spirale de Manion (Fig. 3) : Facteurs prédisposants, facteurs incitants et facteurs contributifs.

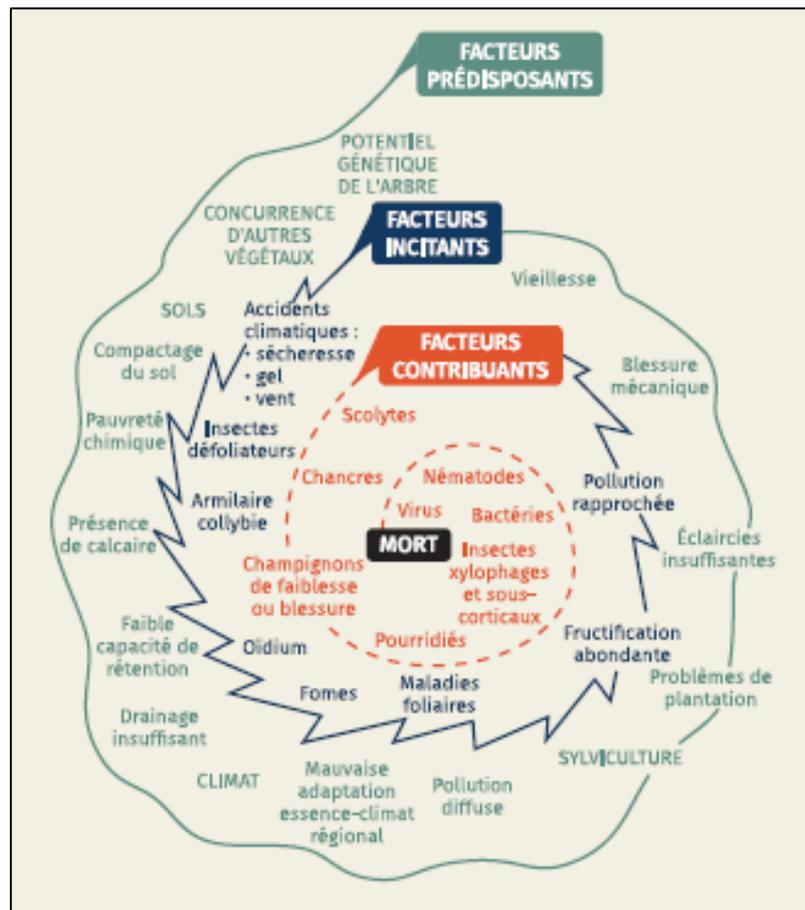


Figure 3 : spirale de Manion adaptée par Landman au contexte français (Forêt.Nature.be)

Les facteurs prédisposants sont des facteurs permanents qui contribuent à l'affaiblissement de l'arbre comme les changements climatiques, les pollutions, le type de sol, la réduction de vigueur liée à l'âge ou bien encore la pratique sylvicole.

La pratique sylvicole joue un rôle sur le dépérissement lors de l'exploitation forestière. Malgré la création de chemins forestiers ou de layons d'exploitation pour les machines sylvicoles et en limitant leur utilisation aux périodes de bonnes conditions climatiques, les machines de débardage sont imposantes et lourdes, ce qui peut entraîner des dégâts tels que des cassures racinaires ou des tassements de sol. Ces phénomènes de tassements engendrent une destruction de la macroporosité du sol, ainsi que la dégradation de sa structure. Ceux-ci sont donc favorables à la formation de milieux

anaérobiques, à la diminution du développement racinaire, des réserves d'eau utile et de sa flore bactérienne. L'ensemble de ces conséquences vont avoir un effet délétère sur l'efficacité du sol à décomposer la litière et le développement de jeunes plants (Lenz, 2017). La photo ci-dessous (Fig. 4) d'un ancien chemin d'exploitation montre bien l'impact qu'à le tassement de sol sur la régénération des plants. En effet, plusieurs années après la fermeture de ce chemin, le passage des roues des machines sylvicoles est toujours bien marqué par l'absence de régénération.



Figure 4 : illustration de l'impact du tassement de sol sur la régénération

Les facteurs incitants sont des facteurs qui agissent de façon intense sur une courte période : accidents climatiques (sécheresse, grosses gelées), insectes défoliateurs. Durant l'automne 1998, le plateau de Saint-Hubert a connu plusieurs jours d'intenses gelées qui ont fragilisées les hêtres.

Les facteurs contributants sont des facteurs qui accentuent la perturbation comme des insectes ou des champignons.

II.3. Les rôles et les types de bois mort en forêt

II.3.1 Impacts du bois mort en forêt sur le stockage du carbone

La photosynthèse convertit le carbone minéral de l'atmosphère en carbone organique qui se stocke dans les arbres (tronc, racines, branches, feuilles) et dans le sol quand la forêt pousse. Si la forêt est en équilibre depuis de très nombreuses années (des siècles), les pertes de carbone liées à la mortalité des arbres les plus vieux ou dépérissant sont plus ou moins compensées par la pousse des jeunes arbres.

Selon RONDEUX (2021), « le vocable bois mort, par convention, concerne des arbres ou parties d'arbres de tailles et de qualités différentes ayant dépéri, des rameaux de petit diamètre ou de gros troncs à divers stades de décomposition, sur pied ou à terre. Sont aussi visés les résidus d'exploitation tels que souches, branches, billons issus de découpes sur le parterre des coupes, houppiers, parties dépérissantes d'arbres vivants cassés ou non. »

Dans une forêt très ancienne, en pseudo-équilibre avec son environnement, le stock de carbone reste relativement stable, ou alors, dans certaines conditions précises, augmente lentement avec une accumulation de carbone dans le sol. En effet, l'accumulation de carbone lors de la pousse des arbres est compensée par l'émission de carbone liée à la décomposition du bois mort et de la litière (via la respiration autotrophe dans la litière et le sol), qui résulte de la chute des feuilles, des branches et d'une mortalité naturelle des arbres les plus vieux (renouvellement de la biomasse). La décomposition des débris de bois mort n'étant pas instantanée, les émissions de carbone dans l'atmosphère liées à la mortalité des arbres ne sont pas immédiates : il y a un effet tampon lié à cette décomposition sur plusieurs années (YANG et al, 2021).

Selon une étude de Yude PAN (2011), les stocks des forêts de la planète sont de 860 GtC (giga tonne de carbone) dont neuf pourcents (soit 75 GtC) sont dans le bois mort. Tandis que pour Alderweireld et al. (2015), le carbone stocké dans les forêts wallonnes est réparti à 53% dans la végétation ligneuse vivante, à 47% dans les sols et moins de 1% dans le bois mort.

II.3.2. Impacts du bois mort en forêt sur la conservation/préservation de la biodiversité

Le bois constitue un habitat très riche qui est une base vitale pour de très nombreuses espèces, tant animales que végétales. Plus la forêt est composée de bois mort, plus les organismes dépendant du bois sont nombreux. Environ un quart des espèces forestières ont besoin de bois mort, surtout pour les insectes et les champignons. Afin de préserver un maximum de biodiversité, il est préférable d'avoir une grande quantité de bois mort mais aussi une grande diversité comme des essences différentes, des dimensions, les positions (debout ou au sol), l'exposition (ensoleillé ou ombragé), les stades de décomposition (frais ou vermoulu) (RONDEUX, 2021).

Le bois mort et les organismes qui y vivent (sa biocénose) sont des indicateurs importants de la diversité des espèces et de la proximité de l'écosystème forestier avec son état naturel. Favoriser ces organismes qui dépendent du bois mort est un moyen de gérer de manière durable les forêts. Il est donc important de maintenir une quantité minimale de bois mort dans les forêts. Cependant, cette notion de quantité minimale est subjective et il est également important de prendre en compte la dimension, la position (debout ou couché) et la distribution spatiale du bois mort (RONDEUX, 2021).

Le bois mort debout peut servir de nourriture, notamment pour plusieurs espèces de pics. Les cavités créées par les pics peuvent ensuite servir à d'autres oiseaux, comme les chouettes ou les choucas des tours, mais aussi à des loirs ou des chauves-souris. Les amphibiens ou les reptiles apprécient quant à eux le bois mort au sol afin d'avoir des cachettes pour hiberner ou profiter du soleil. Les forêts sont souvent traversées par des rivières qui sont pleines de biodiversité aussi, le bois mort en milieu aquatique offre donc des refuges aux poissons ou aux macro-invertébrés (Fig. 5) (LACHAT et al., 2014).



Figure 5 : bois mort offrant des refuges à la faunes aquatiques en traversant la rivière

II.3.3 Stratégies pour accroître la quantité et qualité du bois mort en forêt

Afin d'accroître la quantité d'arbres morts debout, il existe une technique pour affaiblir et provoquer la mort de l'arbre, cette technique s'appelle l'annélation. Pour la réaliser, le forestier enlève l'écorce sur un anneau de 20 à 30 cm de large. Cette pratique a pour but d'interrompre la circulation de la sève par sectionnement des vaisseaux (LETOURNEUX, 1956).

Pour protéger les arbres morts debout lors de l'exploitation des peuplements, les forestiers marquent/griffent les arbres à protéger d'un triangle pointe vers le bas afin que ces arbres ne soient pas évacués en « nettoyant » la parcelle.

Lors de la coupe des bois, le forestier peut laisser une partie des souches sans les couper au ras du sol. Et éviter de broyer les souches après exploitation. Il est également intéressant d'éviter d'écraser les souches et les troncs en décomposition avec les engins de débardage (SRFB, 2013).

Le projet Nassonia a décidé d'augmenter le volume de bois mort afin de favoriser les espèces tributaires. Pour ce faire, lors de l'exploitation des arbres de qualité, le houppier de celui-ci va rester sur place.

« Vers une meilleure caractérisation des écosystèmes forestiers en libre évolution : effet du statut de réserve forestière intégrale sur la distribution des arbres d'intérêt dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr »

PARTIE III. Contexte de l'étude

III.1 Nassonia : site d'étude

L'entièreté des éléments renseignés dans ce chapitre provient du Master Plan rédigé en 2020 par l'équipe de Nassonia et du Plan d'aménagement forestier (PAF) rédigé en 2022.

III.1.1. Localisation administrative

Le projet Nassonia se situe sur le territoire de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr qui fait partie de la Grande Forêt de Saint-Hubert (GFSH) en Wallonie et plus précisément en province de Luxembourg. Le projet s'étend sur environ 1.650 ha des 80.000 ha de la GFSH et s'étend sur 3 communes, qui sont : Nassogne, Tenneville et Saint-Hubert. (Fig. 6-7)

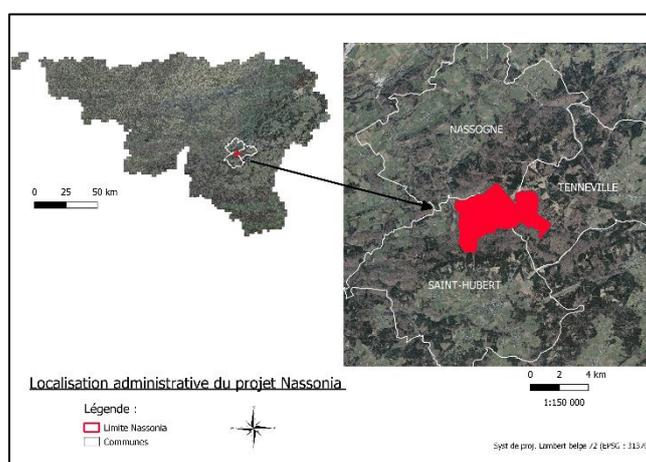


Figure 6 : localisation géographique du territoire de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW, Ecofirst scrl)

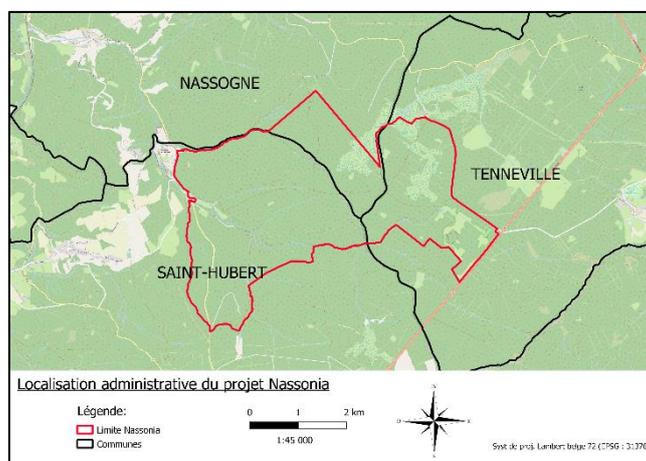


Figure 7 : localisation administrative du projet de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)

III.1.2. Localisation par rapport aux régions naturelles

Le territoire de Nassonia se trouve en Ardenne et est divisé en 3 régions bioclimatiques. On retrouve la basse et moyenne Ardenne à l'ouest du territoire, l'Ardenne centro-orientale qui sépare l'est et l'ouest. Enfin, la haute Ardenne pour la partie nord-est. (Fig. 8) Ces différentes zones bioclimatiques sont définies par des propriétés particulières (les températures moyennes, les précipitations, (voir Annexe I)) qui dépendent de l'altitude. En effet, Nassonia est fort vallonné avec son fond de vallée de la Masblette à 320m d'altitude et son haut plateau à l'est à 540m. (Fig. 9)

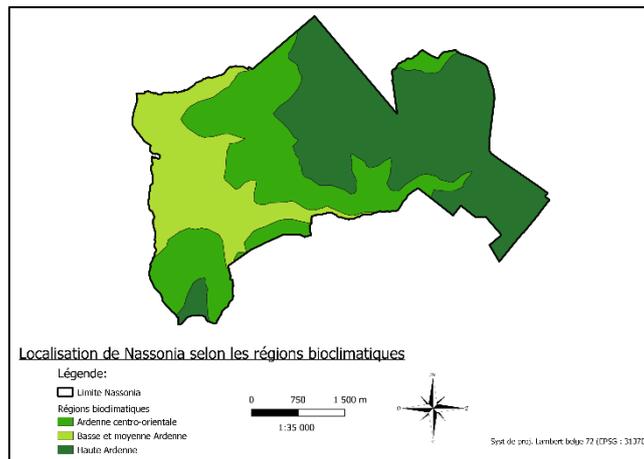


Figure 8 : localisation de Nassonia selon les régions bioclimatiques ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW, Ecofirst scrl)

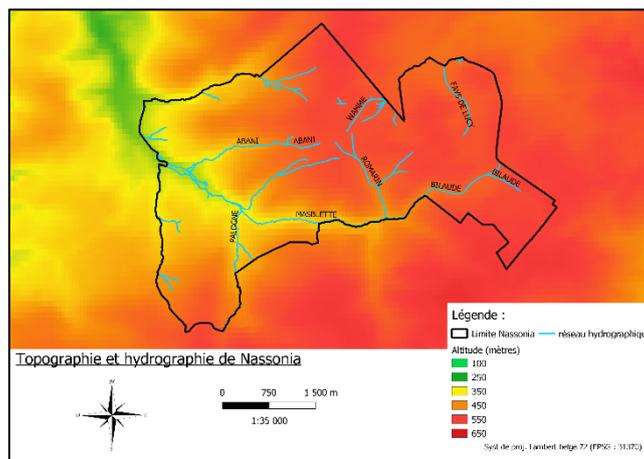


Figure 9 : carte topographique et hydrographique du territoire de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW, Ecofirst scrl)

III.1.3. Conservation de la nature

III.1.3.1 Natura 2000

Natura 2000 est le plus grand réseau écologique au monde qui assure la conservation des habitats et des espèces en zones agricoles et forestières. Les superficies sous Natura 2000 sont réglementées sous différentes unités de gestion, cela veut dire que l'activité humaine doit respecter quelques règles pour maintenir les habitats et les espèces dans un état de conservation favorable (Natagriwal, 2017)

Le site de Nassonia est entièrement sous le réseau Natura 2000 (Fig. 10) et est réparti sous 8 des 14 différentes unités de gestion (voir ci-dessous) dont principalement l'UG_08 qui correspond aux forêts indigènes de grand intérêt biologique.

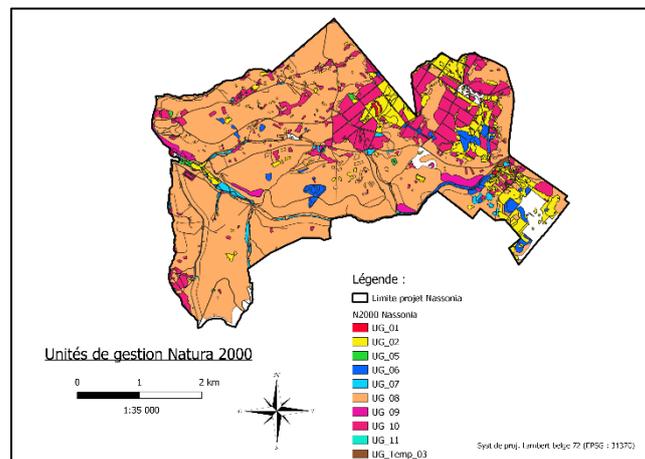


Figure 10 : carte des unités de gestions Natura 2000 sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scr1)

UG_01 : milieux aquatiques
UG_02 : milieux ouverts prioritaires
UG_05 : prairies de liaison
UG_06 : forêts prioritaires
UG_07 : forêts prioritaires alluviales
UG_08 : forêts indigènes de grand intérêt biologique
UG_09 : forêts habitats d'espèces
UG_10 : forêts non indigènes de liaison
UG_11 : terres de cultures et éléments anthropiques
UG_Temp_03 : hêtraies à luzule et autres feuillus non différenciés

III.1.3.2 Statut de protection

Le projet Nassonia veut s'assurer de la protection de sa forêt. A l'heure actuelle, 21% du territoire est sous statut de protection (Fig. 11-12). Il y a trois types de statuts : réserves naturelles domaniales (RND) (147 ha, soit 9%) réserves forestières intégrales (RFI) (96 ha, soit 5,7%) et réserves forestière dirigées (RFD) (100 ha). La première est le plus fort des statuts de protection.

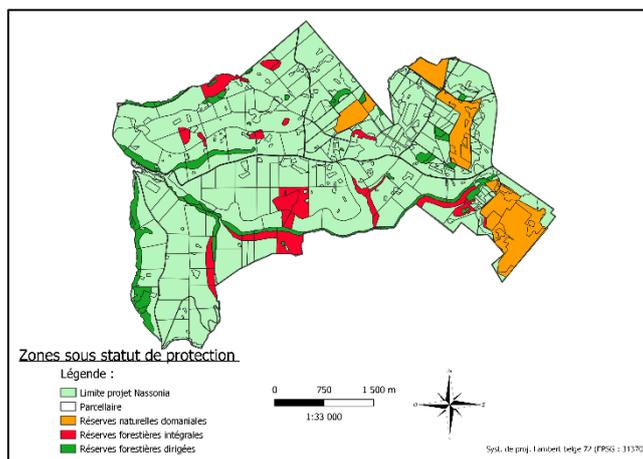


Figure 11 : zones sous statut de protection de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scr)

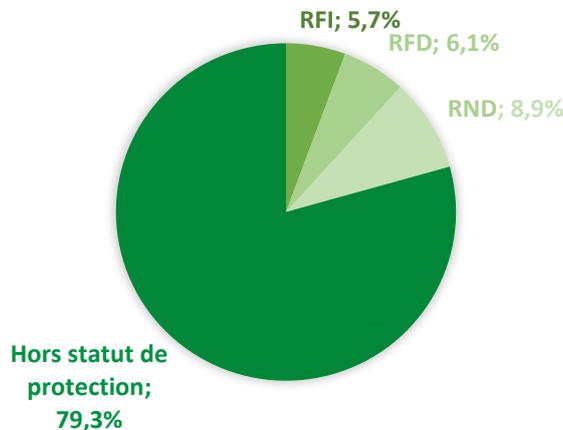


Figure 12: proportion des différentes zones sous statut de protection ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 (source : Ecofirst scr)

L'équipe du projet Nassonia souhaite agrandir le statut de protection de son territoire et passer à un peu moins de 1.000 ha de RND. Les RFD et RFI vont donc passer en RND ainsi que 560 ha supplémentaires. Dans ces 1.000 ha, 115 auront une gestion non interventionniste de laisser-faire tandis que le reste pourra faire l'objet de projets de restauration et d'une gestion en faveur de la nature (Fig. 13). Ce projet de 1.000 ha en réserve naturelle domaniale juste à côté de zones de

production permettra de voir comment évolue la forêt sous ces deux formes de gestion (gestion de conservation de la nature et gestion sylvicole productrice).

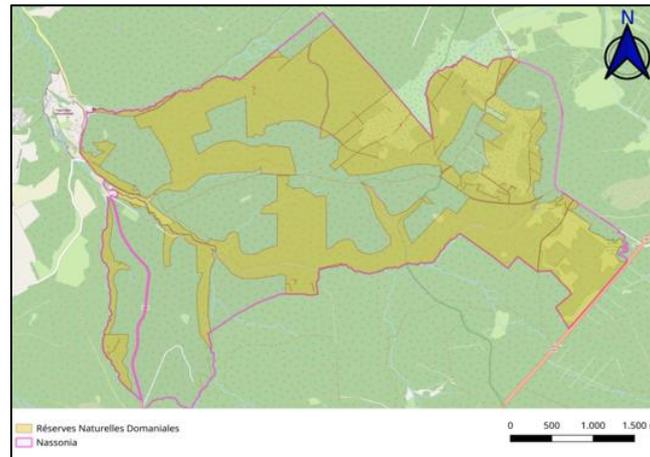


Figure 13 : répartition de la nouvelle réserve naturelle domaniale ; issu du projet de plan d'aménagement de la Forêt domaniale de Saint-Michel et Freyr – Projet Nassonia, 2022.²

III.1.3.3. Accroître la biodiversité à l'échelle de la propriété forestière

Le projet LIFE « Tourbières » mis en œuvre entre 2003-2007 sur le Plateau de Saint-Hubert a permis la restauration de plus de 600 ha de zones humides, la création de plusieurs centaines de mares et les suintements créés lors de ces travaux représentent un potentiel de biotopes très important pour les libellules (Dufrêne, 2011). Le projet a permis le déboisement de résineux sur mauvais sol, la végétalisation des milieux ouverts et restauration d'habitats feuillus.

Afin d'accroître et de diversifier la biodiversité sur le site d'étude, l'équipe Nassonia souhaite diversifier sa forêt qui est principalement composée de hêtre. Pour ce faire, ils plantent ou sèment d'autres essences forestières afin de diversifier et de répondre à d'autres demandes de la nature comme avoir des plantes mellifères afin de proposer de la nourriture aux butineurs (abeilles, papillons) et espérer leur retour en forêt.

Ces réalisations ont été subsidiées par le Programme wallon de Développement Rural (PwDR) que financent l'Union Européenne et la Wallonie. Ce programme soutient les acteurs de la ruralité, dont le secteur sylvicole, dans la mise en œuvre de mesures à destination du développement socio-économique, des services ruraux et de l'environnement (SPW, 2021).

² Thomas Baijot, Stéphane Abras, Valentin Claes, Gérard Jadoul, (2022); Projet de plan d'aménagement, Forêt domaniale de Saint-Michel et Freyr – Projet Nassonia.

III.1.4. Usages anciens de la forêt

Juste à côté du terrain d'étude se trouve le fourneau Saint-Michel, créé en 1771, qui était un haut-fourneau pour la production de fer. Afin de répondre à la demande massive de charbon pour faire tourner le haut-fourneau, il a fallu exploiter la forêt pour la production de charbon à partir des hêtres.

Aujourd'hui, les zones de fabrications de charbon sont encore visibles (Fig. 14) : les aires de faulde. Ces zones sont remarquables par des zones aplanies de quelques mètres de diamètre avec des fragments de bois calciné dans la terre sous la litière.

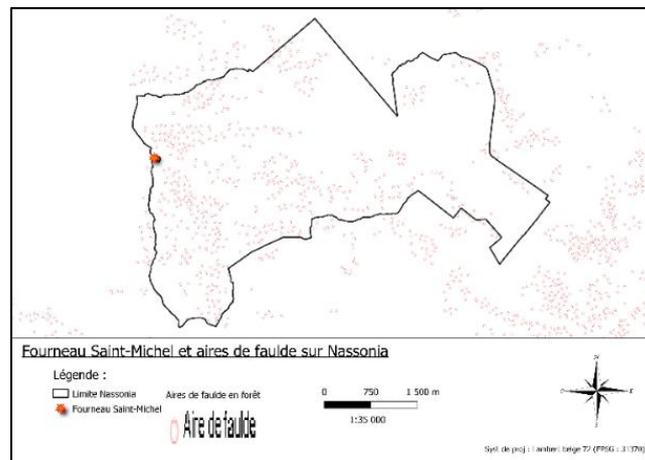


Figure 14 : localisation du fourneau Saint-Michel et des aires de faulde sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW)

La carte ci-dessous montre qu'une grande partie de la forêt de SMF est une forêt subnaturelle, cela veut dire que c'est une forêt ancienne restée feuillue sans interruption depuis le XVIII^{ème} siècle.

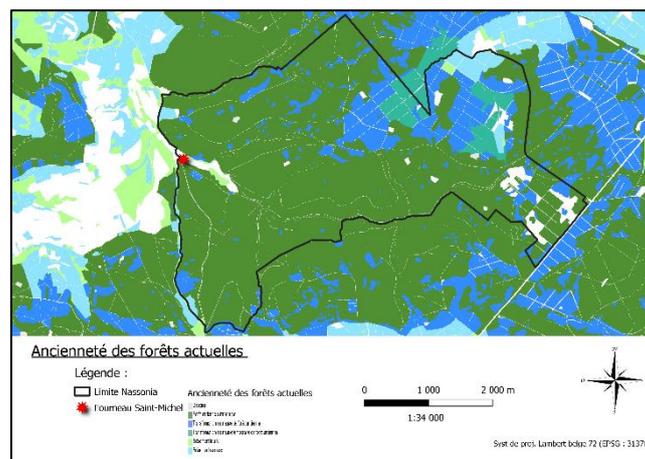
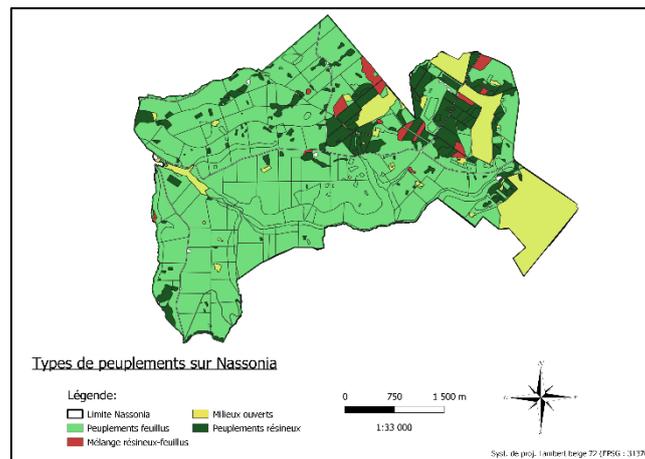


Figure 15 : ancienneté des forêts actuelles ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert Belge 72 [EPSG : 31370] (source : SPW)

III.2. Gestion forestière de Nassonia

La majorité du territoire de Nassonia est composé de peuplements forestiers (1.470 ha des 1.650 qui composent le projet, soit 90 %), avec majoritairement des peuplements feuillus composés de hêtraies à luzule et de chênaies (1.240 ha des 1.470). Sur le plateau, il y a également environ 200 ha de résineux composés principalement de monoculture d'épicéa et aussi 30 ha de forêts mélangées composées de hêtres et d'épicéas. Tandis que les milieux ouverts, eux qui recouvrent environ 180 ha (soit 10 % du territoire), sont composés de mares, de prairies, de tourbières, landes et milieux humides restaurés par le projet LIFE-Tourbières qui s'est terminé en 2007 (Fig. 16).



Carte 16 : types de peuplement sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)

Cependant, la forêt domaniale subit un problème dans son peuplement forestier et plus précisément dans les hêtraies : le dépérissement de la hêtraie. Ce phénomène s'observe notamment grâce à la mort prématurée des arbres qui crée des trouées : ouverture dans la structure du couvert forestier.

Un premier relevé (Fig. 17) a été réalisé par Valentin CLAES en 2019 en identifiant les parcelles de hêtres dont la proportion des trouées est supérieure ou égale à une surface préalablement fixée. Ce phénomène peut s'expliquer par différents éléments comme un coup de gel très important en 1998 suivi d'un tassement de sol créé par les ouvriers pour aller chercher les hêtres qui n'avaient pas survécu dans les peuplements, cela peut également être dû aux étés secs à répétition qui affaiblissent l'arbre d'année en année.

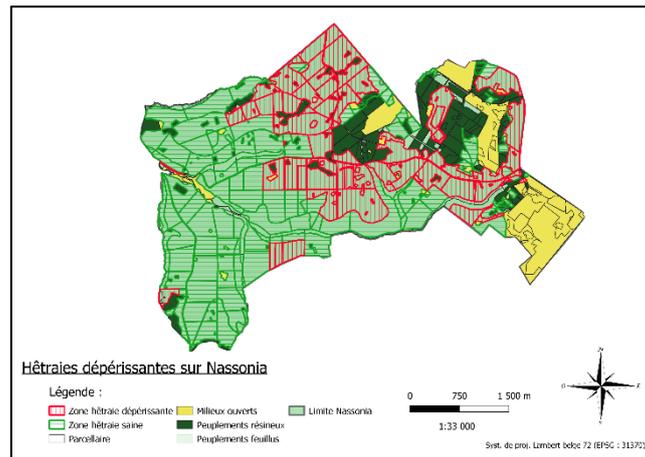


Figure 17 : hêtraies dépérissantes sur Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scl)

Au vu du changement climatique et des problèmes rencontrés récemment dans les forêts (hêtraie dépérissante, attaques de scolytes sur les épicéas), le projet Nassonia tente de diversifier sa forêt en apportant d'autres essences locales d'arbres comme le chêne sessile (*Quercus petraea* (Matt.)) et l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus* (L.)), le douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)), comme arbre objectif et qui sera accompagné avec des essences compagnes comme le bouleau verruqueux (*Betula pendula* (Roth)), l'aubépine (*Crataegus monogyna* (Jacq.)), le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia* (L.)), ...

III.3. Inventaire forestier des zones de production

Un inventaire des arbres dits d'intérêt a été réalisé dans les zones de production feuillue, soit environ 1.000 ha, pendant l'automne et l'hiver 2020-2021. Cet inventaire permet de se rendre compte du nombre et de la répartition des arbres d'intérêt économique, biologique ou des arbres morts dans ces zones. Les résultats obtenus servent à vérifier si la forêt de SMF répond aux exigences du code forestier et de Natura 2000. Ils permettront une comparaison entre les zones de production et les zones sous statut de protection afin de se rendre compte de l'intérêt de la mise sous protection de certaines parcelles. Un peu plus de 17.000 arbres d'intérêt ont pu être géoréférencés.

Les éléments présents dans ce chapitre sont tirés de la brochure forêt.Nature n°161³

III.3.1 Arbres d'intérêt économique

Sur les 1.000 ha de zone de production feuillue, l'ensemble des essences différentes du hêtre et de l'épicéa ont été inventoriés (Fig. 18). L'inventaire de ces arbres permet d'identifier les différentes essences ainsi que voir l'état de régénération de ces arbres. 1.085 arbres sont d'intérêt économique avec 67% d'arbres avec des grumes de qualité, 30% d'arbres brogneux et 3% d'arbres à loupe (Fig. 19).

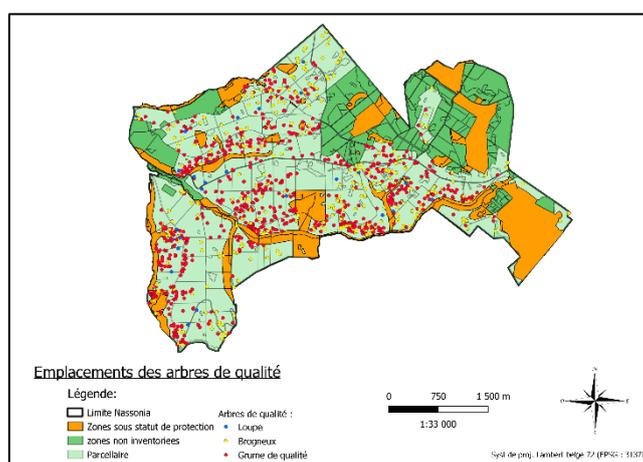


Figure 18 : répartition spatiale des arbres d'intérêt économique dans les zones de production de Nassonia. Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)

³ Stéphane ABRAS, Valentin CLAES, Hugues CLAESSENS, Marc DUFRENE, Gérard JADOUL, Ophélie NOËL (2021) ; Forêt.Nature n°161 : « Projet Nassonia : Mise en place d'un inventaire forestier des arbres d'intérêt »

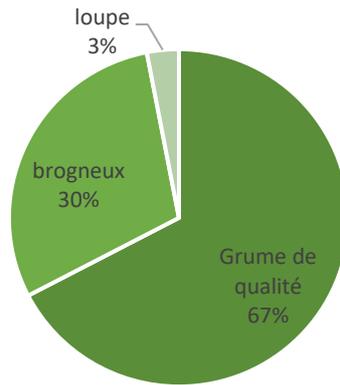


Figure 19 : proportion des arbres d'intérêt économique dans les zones de production ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 (source : Ecofirst sclr)

III.3.2 Arbres d'intérêt biologique

Durant cet inventaire, 2.493 arbres d'intérêt biologique ont été recensés (Fig. 20). Principalement des hêtres mais aussi 460 chênes ont été géoréférencés pour des charpentières mortes ou pour des fentes et des cavités. Plusieurs micro-habitats ont également été observés : 550 cavités, 70 trous de pics, 31 nids et des lichens pulmonaire sur 3 érables.

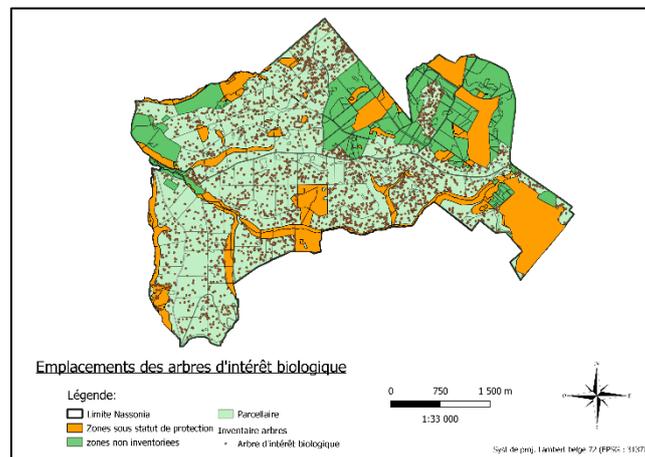


Figure 20 : répartition spatiale des arbres d'intérêt biologique dans les zones de production de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst sclr)

III.3.3 Arbres morts

2.923 arbres morts ont été inventoriés durant le premier inventaire. Ceux-ci ont été classés en 3 catégories : mort au sol (48%), mort sur pied (debout)(22%), mort au sol et debout (arbre cassé par le vent par exemple)(30%). Dans ces arbres, beaucoup sont des hêtres (plus de 85%), ensuite vient le chêne. La répartition de ces arbres morts (Fig. 21) est assez hétérogène et se concentre principalement sur le plateau, en bord de route et dans les zones de hêtre déperissant (voir III.2 gestion forestière).

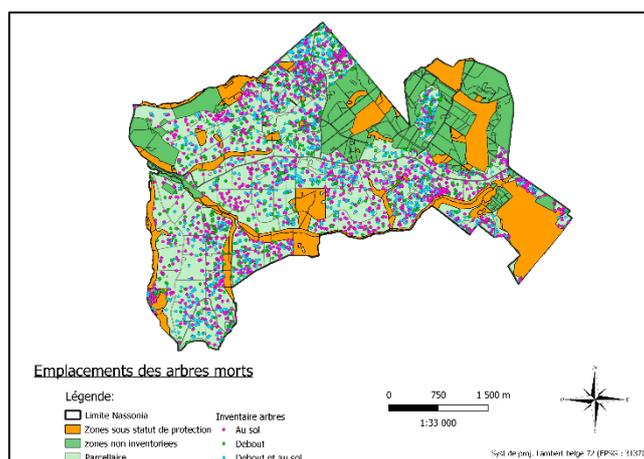


Figure 21 : répartition spatiale des arbres morts dans les zones de production de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)

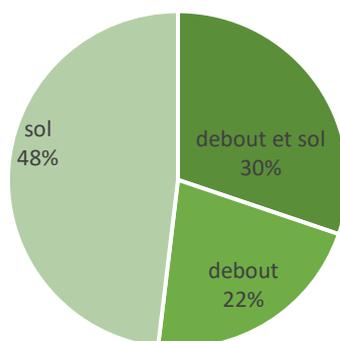


Figure 22 : proportion des arbres morts selon leur position dans les zones de production ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 (Source : Ecofirst scrl)

PARTIE IV : Méthodologie

IV.1. Inventaire forestier

IV.1.1 Objectifs

Afin de rédiger un nouveau Plan d'Aménagement Forestier (PAF) de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr, le plus concret possible, l'équipe du projet de Nassonia a jugé utile de dresser un inventaire en plein des arbres d'intérêt des futaies. Une forme de « T0 ». Cet inventaire a été effectué pendant l'automne et l'hiver 2020-2021 sur les 1.000 ha de zones productives feuillus (cfr point III.3). Cet inventaire permet de rédiger le PAF en étant plus axé sur la biodiversité afin de répondre aux attentes du Master Plan (plan qui a été réalisé à la création du projet pour définir les 20 années à venir). Maintenant que les zones productives sont inventoriées, il est intéressant de dresser ce même inventaire dans les zones sous statuts de protection (RFD-RFI).

L'objectif de ce travail de fin d'études consiste à récolter les données manquantes sur le terrain afin de pouvoir approfondir et compléter cet inventaire en plein de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr. Une fois toutes les données nécessaires récoltées, une comparaison entre les zones de production et les zones en réserve forestière intégrale pourra être faite afin d'avoir un retour sur la nécessité de conserver des zones naturelles sans intervention de l'homme pour favoriser le développement de la biodiversité dans les forêts wallonnes

IV.1.2. Restriction au domaine de l'étude

Comme dit précédemment, l'inventaire ayant déjà été effectué sur une grande partie de la domaniale, il reste les zones sous statuts de protection à finaliser. Ces zones pourraient être plus riches au niveau d'arbres d'intérêt biologique puisque ce sont des zones que les forestiers laissent faire plus naturellement et ce sont historiquement des endroits moins accessibles comme des fonds de vallée, zones marécageuses, etc. Cet inventaire a notamment pour objectif de donner raison ou non à cette intuition.

Les RFI comptent plusieurs types d'habitats Natura 2000 (Fig. 23). La majorité de la surface des RFI est de la hêtraie à luzule. Ensuite, il y a des forêts de ravins et de pentes, des vieilles chênaies acidophiles et des landes humides.

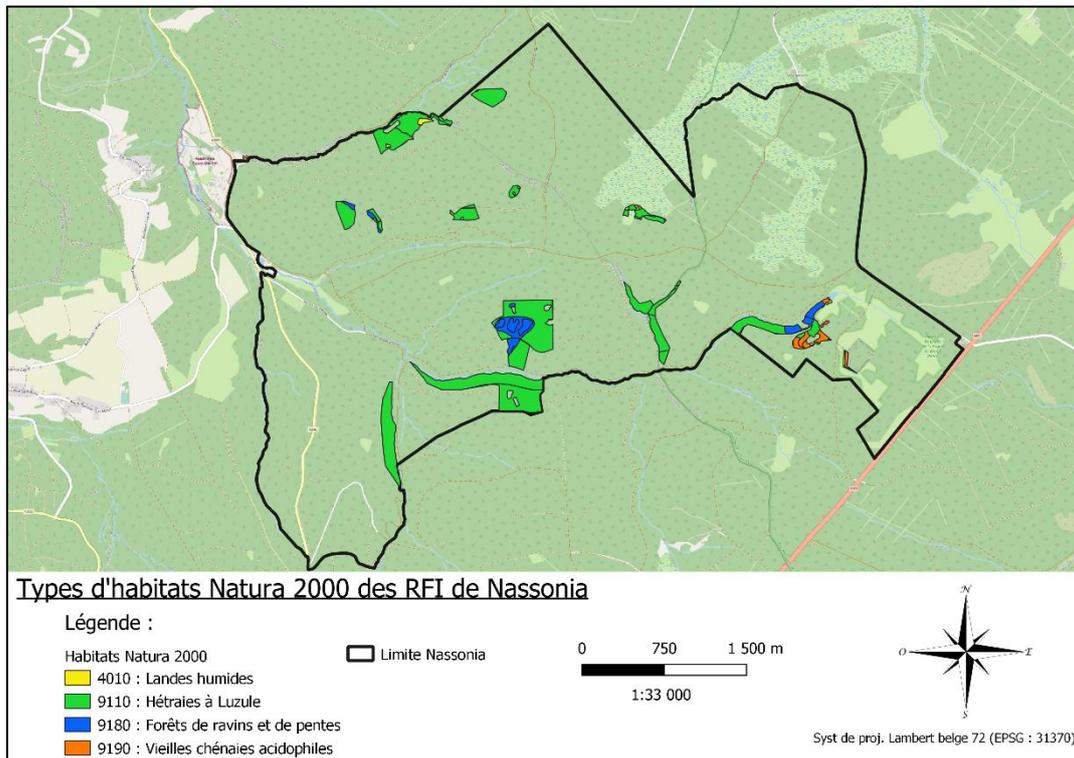


Figure 23 : types d'habitats Natura 2000 des réserves forestières intégrales de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder – Octobre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst sclr, OSM)

La hêtraie à luzule est le type d'association phytosociologique le plus répandu en Wallonie mais peu en Europe. C'est un habitat avec des substrats généralement pauvres en minéraux et acides. Il se trouve principalement là où le sol n'est pas trop humide, sur les plateaux et les versants. Le hêtre est souvent accompagné du chêne et parfois de l'érable sycomore. La hêtraie est traitée en futaie avec un sous-bois composé de manière générale par de la régénération de hêtres. La gestion de ce type d'habitat est assez simple, il est conseillé d'éviter les mises à blanc, d'éviter le tassement du sol, de laisser des arbres morts, de favoriser la régénération naturelle ainsi que diversifier les compositions du peuplement pour ne pas avoir une monoculture du hêtre (SPW).

La forêt de ravins et de pentes est un type de forêt dense avec principalement des érables sur un sol constitué d'éboulis rocheux. Le sous-bois est envahi de mousses (Fig. 24) et de fougères qui profitent de l'ombre et la fraîcheur de ce type d'habitat. Ce sont des habitats rares qui sont liés à des conditions environnementales particulières. Les essences d'arbres sur ces milieux sont peu fréquentes en forêt avec des érables planes, des tilleuls, alisiers ou autres. Il est préférable de ne pas exploiter le bois dans les forêts de pente afin de conserver au maximum ces milieux qui sont de moins en moins fréquents en Wallonie et qui ont un grand intérêt biologique avec une grande concentration de bois mort ou de vieux bois propices à toute une série d'espèces (SPW).



Figure 24 : photos représentant le sol dans les forêts de pente et des tilleuls

Les vieilles chênaies acidophiles sont caractérisées par des sols imperméables et très humide pendant une grande partie de l'année avec une petite couche tourbeuse. Type d'habitat localisé sur les argiles blanches des plateaux ardennais et en périphérie de zones tourbeuses. Notamment ici à Saint-Michel Freyr, on retrouve ces vieilles chênaies aux alentours de la réserve naturelle du Rouge Poncé (plus vieille réserve naturelle domaniale de Wallonie, créée en 1969, composée de boulaies tourbeuses et landes humides). Avec des sols de mauvaise qualité, sol acide et pauvre en nutriment, il n'est pas recommandé de pratiquer de la sylviculture sur ce type d'habitat mais plutôt de le conserver pour favoriser la biodiversité (SPW).

Les landes humides sont principalement situées dans les espaces protégés en bordure de massif tourbeux des hauts plateaux ardennais. Avec ses sols acides et pauvres en éléments nutritifs, les landes humides contiennent principalement des arbrisseaux comme la bruyère et la myrtille. Ce type d'habitat est menacé en Wallonie dû à sa disparition par la mise en culture de ces terres après drainage ou l'eutrophisation des sols par suite des pluies acides. Pour ces raisons, les landes humides doivent être protégées et entretenues.

IV.1.3. Particularité de l'inventaire

C'est un inventaire double, cela veut dire qu'il ressemble à la fois à un inventaire purement sylvicole avec des caractéristiques comme la circonférence, la hauteur, la qualité du bois mais aussi un inventaire axé sur la biodiversité qui permet d'évaluer la capacité d'accueil : l'indice de biodiversité potentielle (IBP) (brochure forêt.Nature n°161, 2021).

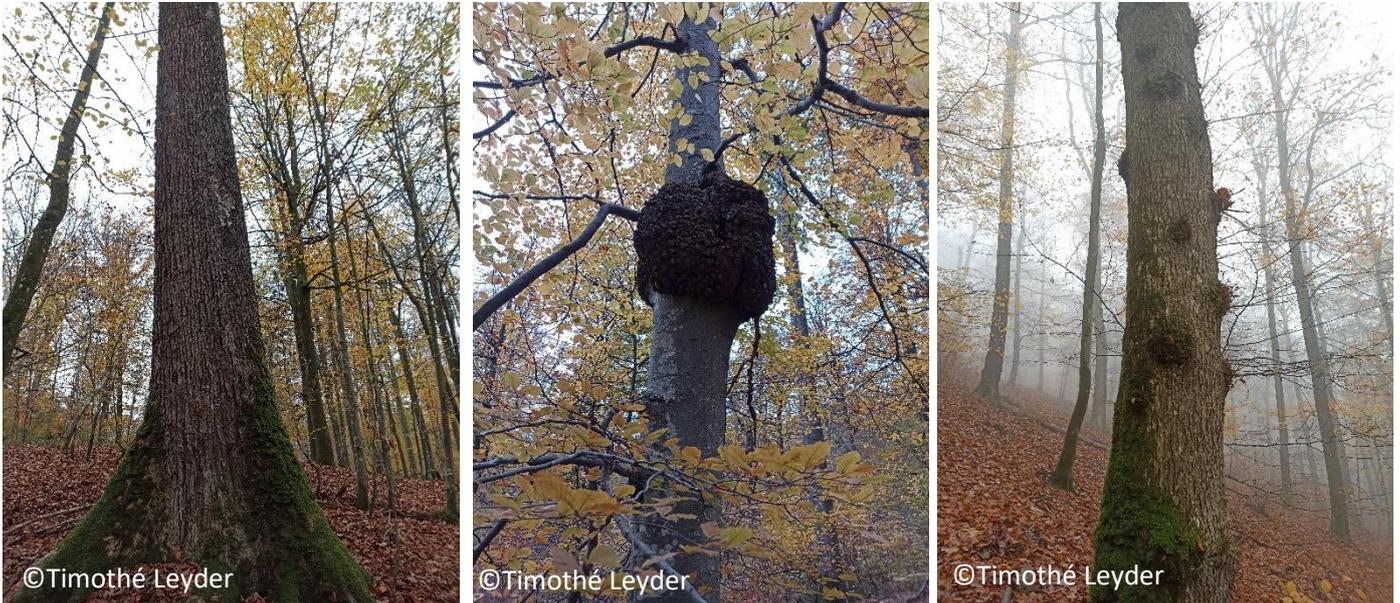
L'indice de biodiversité potentielle, créé en 2008, est un indicateur qui permet d'évaluer la capacité d'accueil d'une forêt pour la faune et la flore (plantes, insectes, oiseaux, etc.) et d'identifier les points à améliorer lors des interventions sylvicoles (CNPFF, 2022). L'IBP est caractérisé par un ensemble de dix facteurs et est effectué par un diagnostic rapide. La somme de ces dix notes est replacée sur une échelle de biodiversité potentielle croissante afin de voir la qualité d'accueil du peuplement.

La spécificité majeure de cet inventaire est la géolocalisation de tous les arbres d'intérêt afin de pouvoir tous les remettre sur carte par après pour pouvoir agir sur les arbres qui en ont besoin (arbres d'intérêt économique), pouvoir protéger les arbres avec des micro-habitats pour accueillir la faune ainsi que voir les meilleurs endroits à mettre en réserve naturelle pour les protéger. Cet inventaire permet également de voir l'état sanitaire de la forêt, si celle-ci compte un nombre élevé de bois mort ou non.

C'est un inventaire en plein, cela signifie que l'entièreté des arbres va être observée et caractérisée individuellement selon différents critères présentés ci-dessous :

- 🌳 Arbres d'intérêt économique : ce sont des arbres avec des caractéristiques physiques qui font potentiellement des arbres de haute valeur économique. On les classe en 3 sous catégories :
 - 🌿 Arbres avec grume de qualité sans défaut
 - 🌿 Arbres brogneux : ce sont des arbres avec des broussins
 - 🌿 Arbres à loupe : ce sont des arbres qui ont des excroissances qui forment des variations dans les fibres du bois.

Ces arbres vont également être mesurés pour enregistrer leurs caractéristiques comme la circonférence, la hauteur de recoupe, la qualité du bois et pourront être photographiés.



A gauche : grume de qualité, au milieu : arbre avec une loupe, à droite : arbre brogneux

- 🌳 Arbres morts : les arbres morts sont très intéressants en forêt, que cela soit debout ou couché, pour les insectes xylophages et les oiseaux (pics). Tous les arbres morts de plus de 40 cm de diamètre seront mesurés afin de pouvoir déterminer la quantité de bois mort.
- 🌳 Arbres d'intérêt biologique : ce sont des arbres vivants possédant des micro-habitats pouvant accueillir la faune. Ces arbres permettent d'améliorer la capacité d'accueil en forêt. L'IBP sépare les micro-habitats sur les arbres vivants en 12 catégories, ils sont différenciés selon leur forme et les groupes d'espèces qui les habitent :
 1. le bois mort dans le houppier
 2. les cavités évolutives à terreau de tronc
 3. les cavités évolutives à terreau de pied
 4. les fentes et écorces décollées
 5. les champignons polypores
 6. les cavités remplies d'eau
 7. les cavités de pied à fond dur

8. les plages des bois non cariées sans écorce
9. les coulées de sève actives
10. les lianes et gui
11. les cavités creusées par les pics
12. les charpentières récemment brisées.

- ✿ Arbres semenciers : la forêt domaniale étant très peu diversifiée, on y retrouve principalement de l'épicéa (*Picea abies H.K.*) et du hêtre (*Fagus sylvatica L.*). Pour cette raison, l'équipe du projet souhaite géoréférencer les arbres matures, en âge de fabriquer des graines, des essences plus rares sur le plateau afin de diversifier la forêt de manière naturelle.
- ✿ Les trouées forestières : géoréférencer les trouées permettra de mieux se rendre compte de l'espace disponible pour la régénération, qu'elle soit naturelle ou assistée.

IV.1.4. Matériels utilisés

Pour réaliser cet inventaire, le matériel nécessaire est :

- 🌲 Un compas ou un ruban forestier (mesurer la circonférence)
- 🌲 Une croix de bucheron (mesurer la hauteur de recoupe et la hauteur totale)
- 🌲 Un outil informatique avec prise de point GPS (smartphone avec application Qfield)
- 🌲 Un logiciel de traitement de donnée (Qgis)
- 🌲 Une paire de jumelle (observer les houppiers)

IV.1.5. Mode opératoire

L'inventaire qui a été réalisé est un inventaire en plein qui a été réalisé par plusieurs virées successives de 1 à 3 personnes. Ces personnes étaient uniquement concentrées sur les arbres d'intérêt décrits ci-dessus. Les arbres ne rentrant pas dans les caractéristiques bien définies n'ont pas pris en compte pour cet inventaire. Cette manière de procéder a permis d'avoir une carte sur laquelle nous pouvons retrouver et visualiser la répartition des arbres d'intérêt sur SMF. Cette carte permet également de mieux agir autour des arbres d'intérêt économique, ils pourront être surveillés par les forestiers afin d'agir au bon moment et de la meilleure des manières. Une nouvelle gestion sylvicole va pouvoir se faire : sylviculture d'arbres objectif ou d'arbres de place. Cette carte permet aussi d'évaluer la capacité d'accueil en forêt, localiser au mieux les zones intéressantes à mettre en réserve naturelle pour une meilleure protection de ces zones, ainsi que savoir si la Forêt de SMF répond aux attentes du code forestier et Natura 2000.

Idéalement, l'inventaire se fait en automne-hiver, saison où l'arbre possède le moins de feuilles, afin de bien pouvoir observer le houppier pour détecter la présence de micro-habitats comme des cavités de pic ou des nids de cigogne ou de rapace.

Pour effectuer un bon inventaire et géolocaliser les points, l'utilisation de l'application Qfield, qui est en libre accès sur Android, sera indispensable. Avant de démarrer l'inventaire, il faut préfabriquer les cartes requises sur le logiciel Qgis et préparer le formulaire (avec des listes déroulantes, cases à cocher, etc.) qui permettra un encodage rapide sur le terrain (Fig. 25). Quelques outils de mesure sont nécessaires pour mesurer la hauteur et la circonférence.

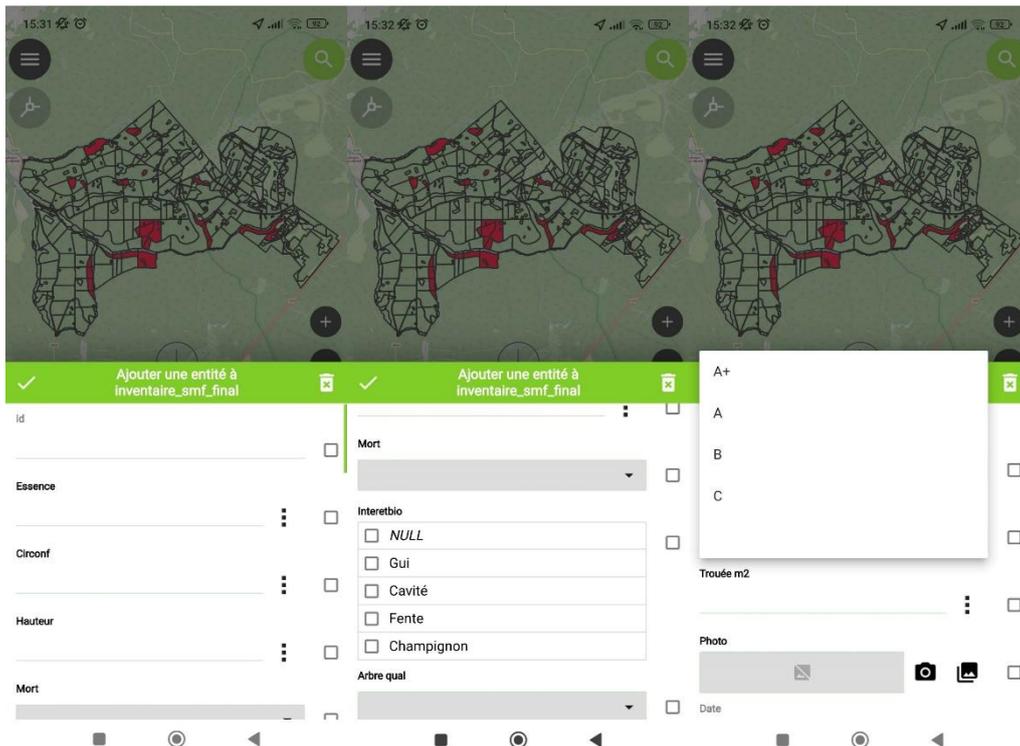


Figure 25 : captures d'écran du logiciel sur le terrain

IV.1.6. Tableau résumé et explicatif des caractéristiques à relever

Paramètre	Critère	Exemple
id	Donne un numéro aux arbres inventoriés	<i>Automatique</i>
Essences	Noter les deux premières lettres de l'essence inventoriée	Hêtre (He), Chêne (Ch), Erable (Er), Charme (Ca), Frêne (Fr), Houx (Ho), Aulne (Au), etc.
Circonférence (cm)	<p>Noter la circonférence mesurée à 1,50 m de hauteur (cm) à l'aide du compas forestier ou du ruban forestier de tout arbre inventorié</p> <p><u>Bois morts</u> : + de 120 cm de circonférence</p> <p>Lorsque bois est mort debout et au sol, ne mesurer que la partie debout</p> <p><u>Semenciers</u> : + de 40 cm de circonférence (sauf pour le houx à noter exclusivement dans le paramètre « essence »)</p>	/

Hauteur (m)	<p>Noter la hauteur (m) des arbres morts ainsi que la hauteur de coupe pour les arbres de qualité (4 m minimum)</p> <p>Lorsque l'arbre est mort debout et au sol, additionner les deux parties</p>	/
Mort	<p>Sélectionner le paramètre correspondant à la position de l'arbre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debout ; • Au sol ; • Debout et au sol. 	<p>Arbre mort debout et au sol :</p> 
Intérêt bio	<p>Pour tous les arbres de toutes les essences présentant les caractéristiques biologiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gui ; • Cavité ; • Fente ; • Champignon ; • Lierre ; • Nid ; • Trou de pic ; • Charpentièrre morte ; • Bois nu carié ; • Volis ; • Ecorce décollée. 	<p><u>Charpentières</u> = les branches principales partant du tronc, d'au moins 60 cm de circonférence.</p> <p><u>Quilles/Volis</u> = Arbre brisé en hauteur</p> 

Arbre de qualité	<p>Pour tous les arbres de toutes les essences présentant les critères de qualité suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualité = pour exploitation future, à destination du parc à grume ; • Loupe (+ photo) ; • Broussins (+ photo) ; 	<p><u>Loupe</u> :</p>  <p><u>Broussins</u> :</p> 
Classe de qualité	<p>Sélectionner le paramètre correspondant à la classe de qualité de l'arbre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • A ; • B ; • C ; • (D). 	<p>A = Qualité exceptionnelle B = Belle qualité C = qualité courante</p>
Trouée (m2)	<p>Evaluer la surface de la trouée</p>	<p>Trouée = Ouverture du couvert forestier. Intéressant à noter pour une régénération assistée</p>
Semencier	/	/
Commentaire	<p>Noter tout commentaire éventuel</p>	

PARTIE V : Résultats

Par équipe de 1 à 3 personnes, onze journées ont été nécessaires à la réalisation de l'inventaire des 96 ha de réserves forestières intégrales de Saint-Michel Freyr. Plus de 3.000 points d'intérêt ont été identifiés, encodés et géoréférencés.

V.1. Semenciers

L'inventaire complet de tous ces arbres permet d'avoir une vue d'ensemble exhaustive pour les différentes essences et de voir l'état de régénération des différentes populations.

Dans une forêt fortement homogène, il est intéressant de pouvoir chiffrer et localiser les arbres des essences moins fréquentes à des fins de protection, de préservation et de diversification.

Dans ce but, l'ensemble des essences autres que le hêtre et l'épicéa ont été inventoriées. En réserve forestière intégrale, l'inventaire relève 946 chênes (CS), 547 érables (ES), 281 charmes (CA), 223 houx (HO) et 156 aulnes (AX). D'autres essences tels que des frênes (FR) (83), des bouleaux (BP) (75) et des noisetiers (NO) (2) ont également été identifiées en moins grand nombre. Trois tilleuls ont aussi été découverts dans une forêt de pente. En ce qui concerne leur répartition, il est assez évident que la diversité augmente dans les versants et à proximité des fonds de vallées humides (Fig. 27). Concernant les deux essences les plus représentées en RFI (le chêne et l'érable), il est remarquable, à l'aide des diagrammes (Fig. 28-29), qu'il y a très peu de régénération puisqu'il y a peu d'arbres qui font moins de 100 cm de circonférence.

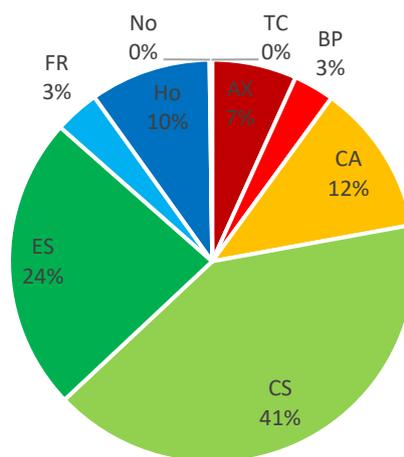


Figure 26 : Proportion des essences dans les arbres semenciers

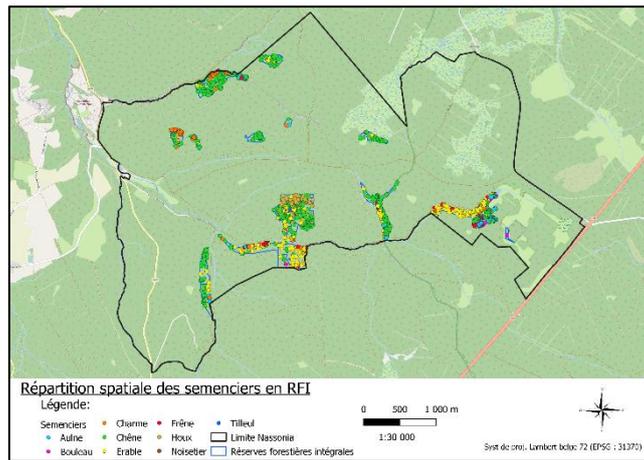


Figure 27 : répartition spatiale des semenciers en réserves forestières intégrales ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW)

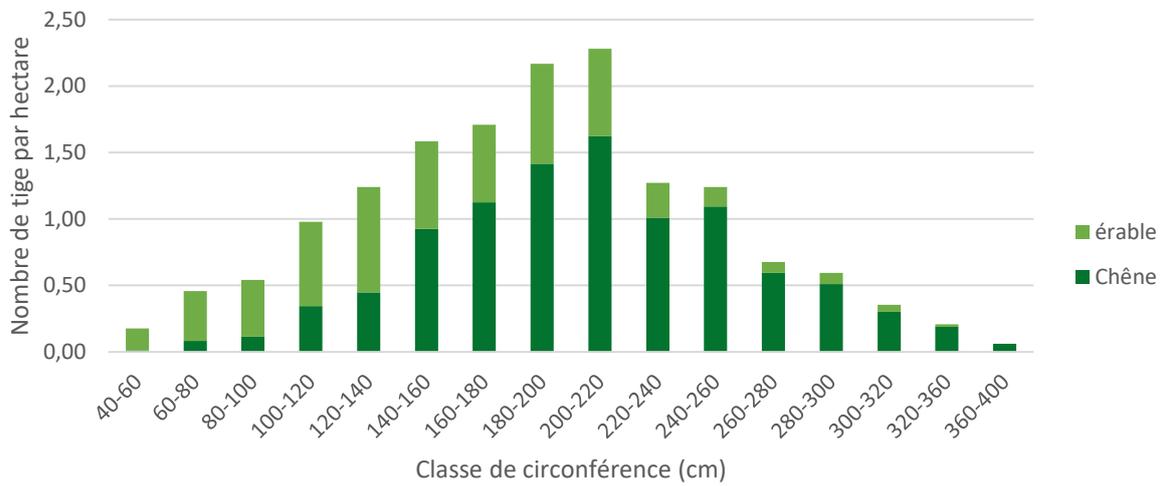


Figure 28 : diagramme de structure de peuplement (Nbre de tige/ha)

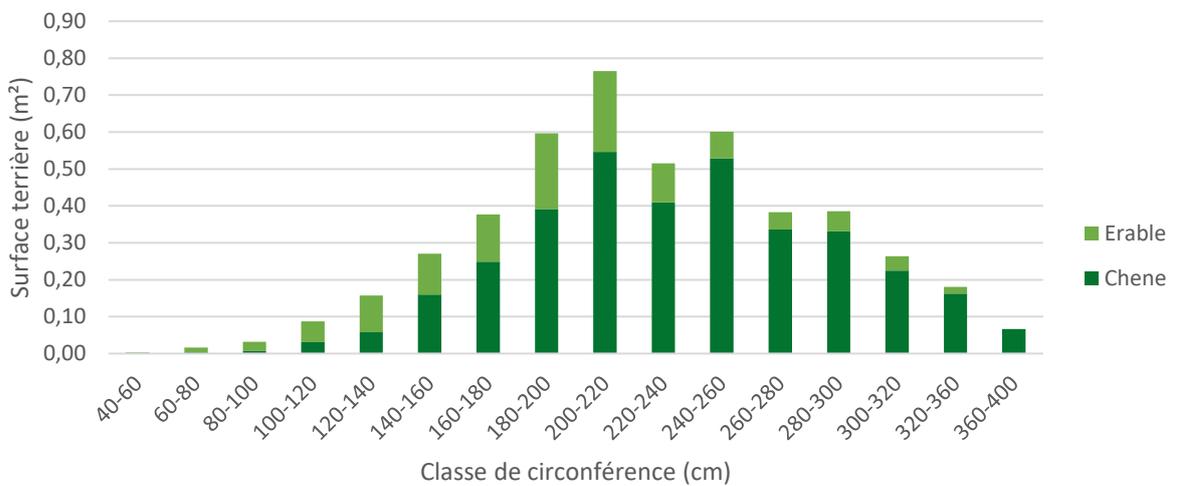


Figure 29 : diagramme de structure du peuplement

V.2. Arbres d'intérêt économique

Sur ces 3.133 arbres, 63 sont des arbres d'intérêt économique, avec 22 arbres à grume de qualité, 35 arbres porteurs d'une ou plusieurs loupes et 6 arbres brosseux. La répartition du nombre de billes de pied de qualité par essences est présentée dans le tableau ci-dessous. Ces billes ont eu une hauteur de recoupe moyenne de 7 mètres.

Essences	Broussin	Grume de qualité	Loupe	Total général
Aulne	1		2	3
Chêne	5	20	16	41
Erable		1	2	3
Frêne		1		1
Hêtre			15	15
Total général	6	22	35	63

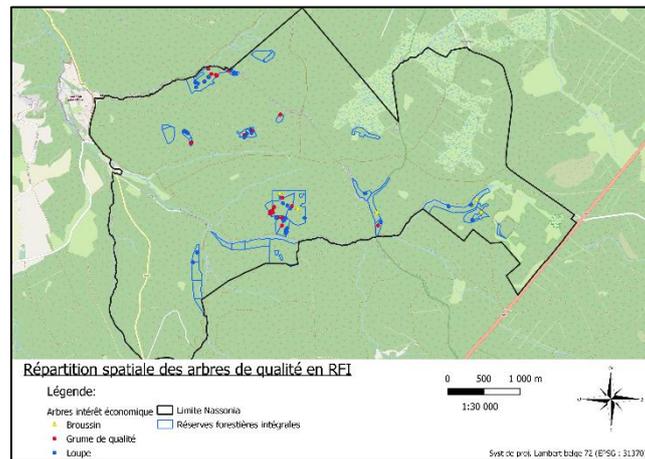


Figure 30 : répartition spatiale des arbres de qualité en réserves forestières intégrales ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW)

V.3. Arbres d'intérêt biologique

L'inventaire a permis de répertorier et géolocaliser 345 arbres d'intérêt biologique. Principalement, avec plus de 70%, des hêtres (Fig. 31). Les intérêts biologiques les plus fréquents sont des arbres volis (154 arbres), du bois nu carrié (150 arbres) et des champignons (131 arbres). Il y a également 58 cavités et 6 trous de pics qui ont été repérés (Fig. 32).

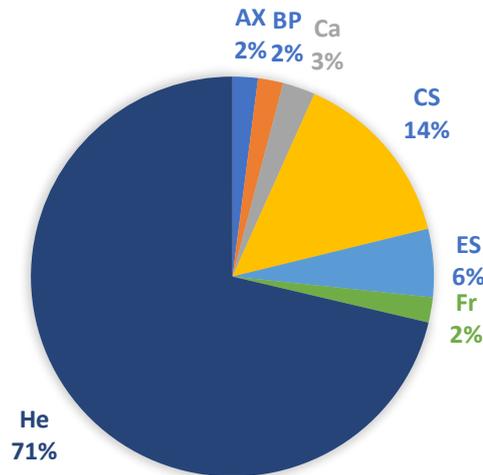


Figure 31 : proportion des essences d'arbres d'intérêt biologique en RFI

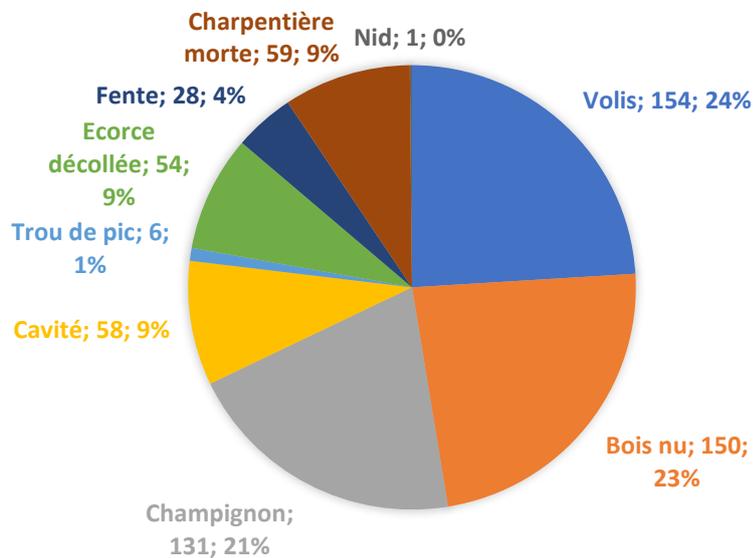


Figure 32 : proportion des caractéristiques biologiques en RFI

V.4. Arbres morts

L'inventaire a répertorié 606 arbres morts sur les 96 hectares prospectés (six arbres par hectare). Le volume individuel moyen de leur grume est de 3,38 m³, pour un volume total de gros bois mort en forêt (supérieur à 120 cm de circonférence) qui s'élève à environ 2052 m³. Ce volume de 21,4 m³ /ha est supérieur à la moyenne des hêtraies wallonnes relevée par l'inventaire forestier régional (6 m³/ha) (Inventaire forestier wallon résultats 1994-2012, 2015). Il est toutefois à préciser qu'il s'agit ici d'un inventaire en plein ce qui rend la comparaison avec l'inventaire par échantillonnage de l'inventaire forestier régional difficile. 62 pourcents du volume de bois mort se trouve au sol, 15 % est debout, et le reste (23 %) se situe debout et au sol (Fig. 33).

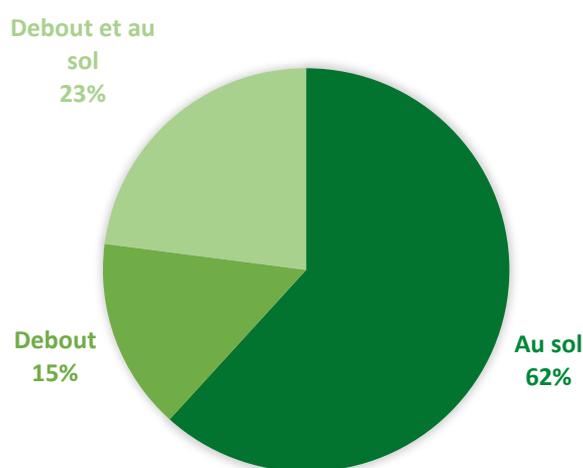


Figure 33 : proportion de la position des arbres morts en RFI

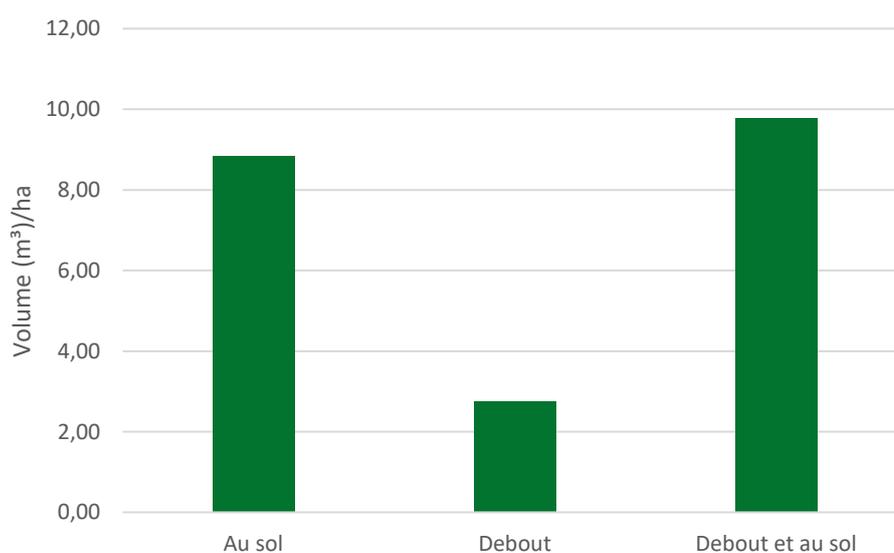


Figure 34 : diagramme du volume de gros bois mort par hectare en fonction de leur position en RFI

La répartition du bois mort est assez hétérogène (Fig. 35), elle se concentre principalement sur le plateau, sur les bords de routes et dans certains compartiments fortement dépérissants (le plus souvent en altitude élevée). Parmi les arbres morts, l'essence la plus représentée est de très loin le hêtre (70% des arbres recensés). Leur très longue persistance dans l'écosystème forestier après leur mort augmente leur intérêt pour la biodiversité.

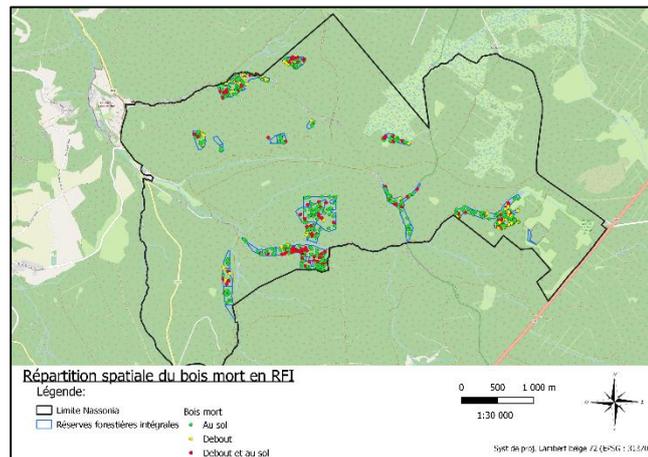


Figure 35 : répartition spatiale du bois mort en réserves forestières intégrales ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, SPW)

PARTIE VI : Discussion

Les discussions vont être réparties selon les différentes hypothèses annoncées dans l'introduction. La première hypothèse portera sur tous les arbres d'intérêt et ensuite les discussions seront concentrées sur les arbres morts.

Hypothèse 1

L'abandon de la gestion forestière depuis au moins 12 années qui est réalisé dans les RFI a permis d'accroître significativement la proportion de semenciers, d'arbres d'intérêt économique, d'arbres d'intérêt biologique et d'arbres morts, en comparaison avec d'autres peuplements sous gestion forestière.

Semenciers

La variété des essences forestières est importante à connaître afin d'avoir une diversification naturelle de la hêtraie. Les inventaires ont permis de connaître la diversité des essences ainsi que le nombre de semenciers (arbres avec un circonférence supérieur à 40 cm). Les zones de production ont en moyenne environ 13 arbres semenciers autres que le hêtre et l'épicéa par hectare tandis que les RFI ont une moyenne de 24 arbres semenciers par ha. Ces valeurs correspondent à une moyenne car la répartition n'est pas égale sur tout le territoire. De plus, les fonds de vallée sont plus riches en diversité et celles-ci sont principalement en zone avec statut de protection, soit RFI ou RFD dont l'inventaire doit être effectué dans l'année à venir.

Les graphiques ci-dessous (Fig. 36-37) montrent que le chêne et l'érable ont du mal à se régénérer naturellement. En effet, l'analyse de la structure de la population arboricole révèle une faible densité de chêne et d'érable. Il est également constaté une proportion élevée d'arbres matures, caractérisés par des circonférences élevées, et une faible présence d'arbres jeunes. Ce manque de régénération est principalement attribué à la forte pression des herbivores, notamment les cervidés, qui consomment les jeunes pousses, en particulier celles du chêne qui est considérée comme une espèce particulièrement appétissante. Il y a également un problème de régénération naturelle du chêne en Wallonie sous le couvert et en présence de compétition, la croissance de juvénile de chêne ne se fait pas correctement. Le chêne est héliophile tandis que le hêtre est en effet le plus compétiteur et le plus tolérant à l'ombrage (sciophile) des essences feuillues, il supporte bien la concurrence, et forme des peuplements denses (ALDERWEIRELD, LIGOT, LATTE et CLAESSENS, 2010).

PARTIE VI : Discussion

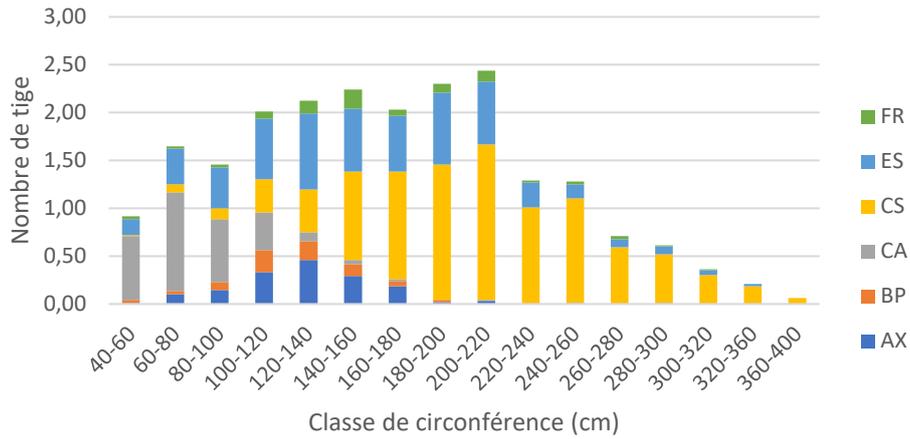


Figure 36 : diagramme de structure de peuplement des RFI⁴

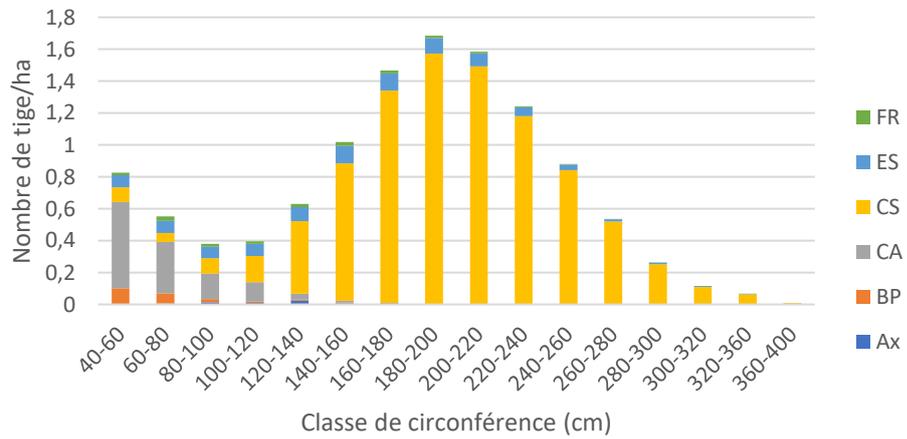


Figure 37 : diagramme de structure de peuplement des zones de production

⁴ Les tilleuls ne sont pas repris dans ce diagramme car le nombre inventorié est trop faible et pas visible sur le graphique.

Comme expliqué au point IV.1.2., Les forêts de ravins sont des habitats naturels qui sont de moins en moins fréquents en Wallonie. Il est donc préférable de les épargner de tous travaux forestiers, ce pourquoi cette parcelle est protégée par un statut de protection (RFI). De plus, cette station comporte des essences qui sont rares sur le territoire de la domaniale. En effet, l'érablière de ravin et son alentour comportent plus de 200 houx et 3 tilleuls l'un à côté de l'autre de 40 cm de circonférence (Fig. 38). Afin de protéger ces essences qui se font principalement attaquer/manger par les grands ongulés sauvages (cervidés), il serait intéressant de clôturer une partie de la parcelle le temps que la végétation pousse et dépasse la hauteur des dents de la grande faune. En effet, tous les houx croisés lors de l'inventaire font 20 centimètres de haut maximum, excepté les rares houx qui ont été clôturés individuellement. S'il n'y a pas d'action qui se fait sur cette parcelle, la diversité et la richesse spécifique de ce milieu sont vouées à disparaître dans le temps car les érables vont grandir et finir par mourir de vieillesse ou d'attaque de parasites sans qu'il y ait eu de la régénération naturelle.

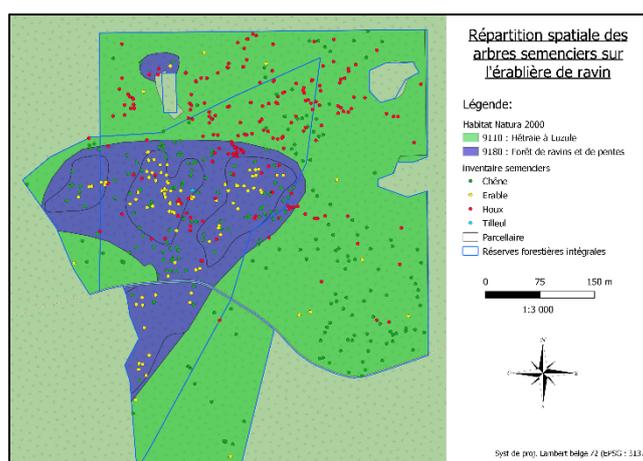


Figure 38 : répartition spatiale arbres semenciers sur l'érablière de ravin ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scr, OSM)

La réserve forestière ci-dessous (Fig. 39) est la plus vieille réserve de SMF, elle n’a jamais été exploitée notamment dû au sol gorgé d’eau : caractéristique d’une vieille chênaie acidophile, ou dû au dénivelé le long du ruisseau de Bilaude. C’est une parcelle fort diversifiée. Sur le plateau, il y a la présence d’une aulnaie-frênaie marécageuse sur la partie sud. Il y a également une boulaie sur tourbe et la partie nord, qui a un sol plus sec, comporte plutôt des chênes avec des bouleaux aux endroits plus humides.

Le long du ruisseau de Bilaude, le talus comporte deux types d’habitats : forêt de pentes et hêtraie à luzule (Fig. 39). La forêt de pente est assez bien diversifiée avec la présence sur le talus de chênes, d’érables, de charmes et le long du ruisseau, on y retrouve plutôt des frênes et quelques aulnes. Tandis que dans la hêtraie à luzule, on y retrouve que de l’érable et des frênes le long du ruisseau.

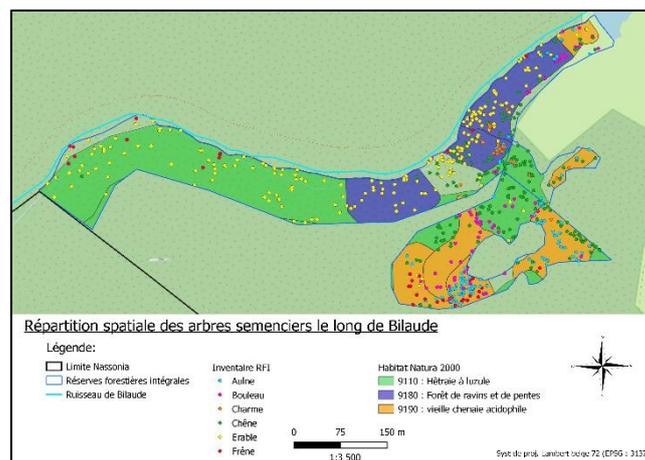


Figure 39 : répartition spatiale des arbres semenciers dans la RFI ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scr1, OSM)

Arbres d'intérêt économique

Les arbres d'intérêt économique sont bien plus nombreux en zone de production, ce qui est normal puisque c'est le but de ces zones. Il y a en moyenne près d'un arbre avec une grume de qualité par hectare en zone de production tandis qu'il y a une grume de qualité pour 5 ha en RFI. Cette différence peut être dû aux types de sol, les RFI sont principalement composées de pentes (20 % d'élévation) ou de fonds de vallée. Les pentes raides peuvent être difficiles pour les arbres car ils ont besoin d'un sol stable pour se développer correctement. Les pentes peuvent également être sujettes à l'érosion et à la désintégration, ce qui peut rendre difficile l'accès des racines aux nutriments et à l'eau. Les arbres à racines profondes sont généralement mieux adaptés à la croissance sur des pentes raides, tandis que les arbres à racines superficielles peuvent avoir plus de difficultés. Les fonds de vallées peuvent être humides et inondables, ce qui peut être difficile pour les arbres qui n'ont pas une tolérance élevée à l'eau.

Il y a la même proportion d'arbre à loupe en zone de production comme en RFI, soit un arbre à loupe pour 3 ha. Cette similitude n'a pas spécialement d'explication puisque certains chercheurs estiment que ces loupes sont d'origine génétique tandis que d'autres estiment qu'elles peuvent être le résultat d'infection de l'écorce ou de blessures, piqures d'insectes, etc.

	Zone de production (1.000 ha)	Réserve forestière intégrale (96 ha)
Broussin	32	6
Broussin à l'hectare	0,03	0,06
Loupe	322	35
Loupe à l'hectare	0,32	0,36
Qualité	731	22
Qualité à l'hectare	0,7	0,2

Tableau 1: comparaison des arbres d'intérêt économique

PARTIE VI : Discussion

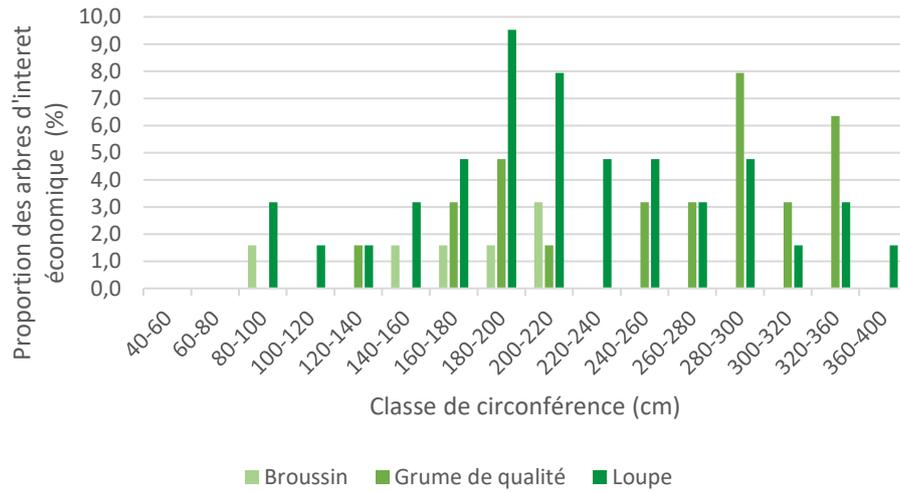


Figure 40 : proportion des arbres d'intérêt économique en RFI selon la classe de circonférence

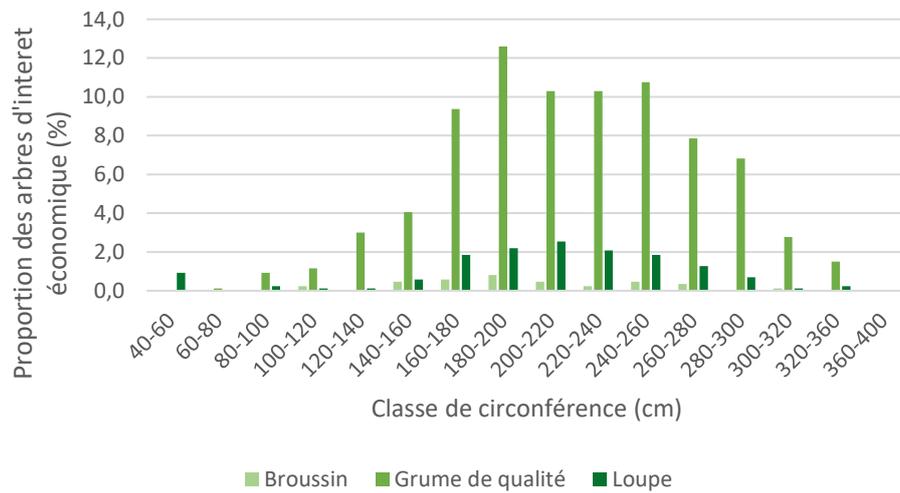


Figure 41 : proportion des arbres d'intérêt économique en zones de production selon la classe de circonférence

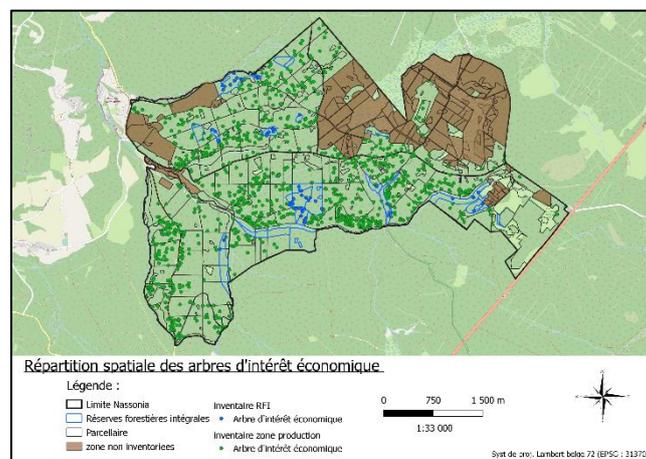


Figure 42 : répartition spatiale des arbres d'intérêt économique ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)

Arbres d'intérêt biologique

Les arbres d'intérêt biologique sont plus nombreux sur le plateau, que ce soit en zone de production ou en RFI (Fig. 43). La présence plus nombreuse des arbres d'intérêt biologique à cet endroit est notamment causée par les zones de hêtraies dépérissantes. Les hêtres de ces zones sont plus fragiles et ont tendance à plus facilement casser, ce qui donne des arbres volis. Les charpentières ont également tendance à plus facilement tomber et à laisser des cavités. Ces arbres plus fragiles sont bien souvent parasités par des champignons.

L'inventaire montre aussi l'importance des réserves forestières intégrales pour les arbres d'intérêt biologique. En effet, on compte en moyenne 7 arbres d'intérêt bio pour 2 ha en réserve tandis qu'on en compte que 5 pour 2 ha en zone de production (Tableau 2). Ces 2 arbres supplémentaires en RFI peuvent être la conséquence de leur position. Comme déjà annoncé, les réserves forestières sont principalement en pente, les arbres sur ces pentes sont donc plus exposés aux vents dominants qui peuvent briser les arbres et donner des arbres volis.

Cependant, cette différence de 2 arbres pour 2 ha n'a pas d'influence sur le nombre de cavité ou de trou de pic. Cette similitude peut être due au territoire nécessaire de chaque oiseau. En effet, chaque printemps les pics se poursuivent autour des arbres afin de délimiter leur territoire (oiseau-libre.net, 2009).

	Zone de production (1.000 ha)	Réserve forestière intégrale (96 ha)
Arbres biologiques	2493	345
Arbres biologiques à l'hectare	2,5	3,6
Cavités	550	58
Cavité à l'hectare	0,55	0,60
Trous pic	70	6
Trou de pic à l'hectare	0,07	0,06

Tableau 2 : comparaison des arbres d'intérêt biologique

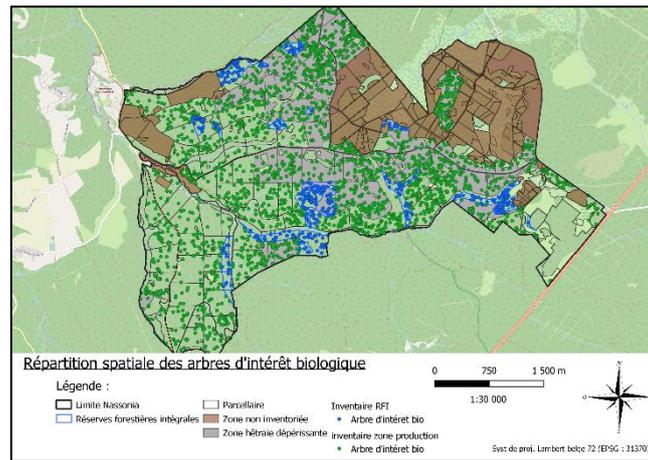


Figure 43 : répartition spatiale des arbres d'intérêt biologique ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst srl, OSM)

Arbres morts

Après minimum douze années, la mise en réserve forestière intégrale se fait ressentir au niveau du bois mort. En effet, il y a plus du double d'arbres morts avec une circonférence supérieure à 120 cm : 3 arbres par hectare en zone de production contre 6 en RFI. Le volume de bois mort est également plus conséquent en réserve avec un total de 21,4 mètres cube contre un peu moins de 10 m³ dans les autres zones (Tableau 3). Ce volume de bois mort en RFI se rapproche de la valeur souhaitée, par l'équipe Nassonia, qui est de 40 m³. Ces quantités de bois mort sont supérieures à la moyenne des forêts wallonnes qui s'élève à 8,2m³. Ces valeurs ne sont pas trop comparables étant donné que l'inventaire forestier wallon a été effectué par placette alors que l'inventaire de SMF est un inventaire en plein. De plus, l'inventaire wallon a comptabilisé tous les bois morts tandis que l'inventaire de SMF prenait en compte les bois dont la circonférence est supérieure à 120 cm hormis les résineux qui étaient comptabilisés quelles que soient leur circonférence. Les hêtraies inventoriées en Wallonie ont en moyenne 6 m³/ha de gros bois mort (circonférence supérieure à 125 cm). Cette valeur est plus comparable avec les quantités de bois mort sur la domaniale.

Critères	Zone de production (1.000 ha)	Réserve forestière intégrale (96 ha)
Total arbres inventoriés	2 923	606
Arbres par hectare	2,9	6,3
Pourcentage arbres debout (%)	22	15
Pourcentage arbres au sol (%)	48	62
Pourcentage arbres debout et au sol (%)	30	23
Volume individuel moyen (m ³)	3,41	3,38
Volume total (m ³)	9 980	2 052
Volume par hectare (m ³)	9,9	21,4

Tableau 3 : comparaison des arbres morts

Le volume de bois mort au sol équivaut à la moitié du bois mort total en zone de production et les deux tiers en réserve forestière (tableau 3). Cette différence peut provenir de la non-exploitation des réserves tandis que quelques beaux arbres tombés par le vent en zone de production ont pu être récoltés. Cependant, ces pourcentages en fonction de leur position sont similaires avec les relevés effectués lors de l'inventaire forestier wallon.

Le graphique ci-dessous (Fig. 44) montre que plus l'arbre est petit, plus il a facile à se déraciner et être mort au sol tandis que les gros arbres ont des racines plus profondes et plus costaudes donc l'arbre ne sait pas se coucher mais il se casse pour mourir debout et au sol.

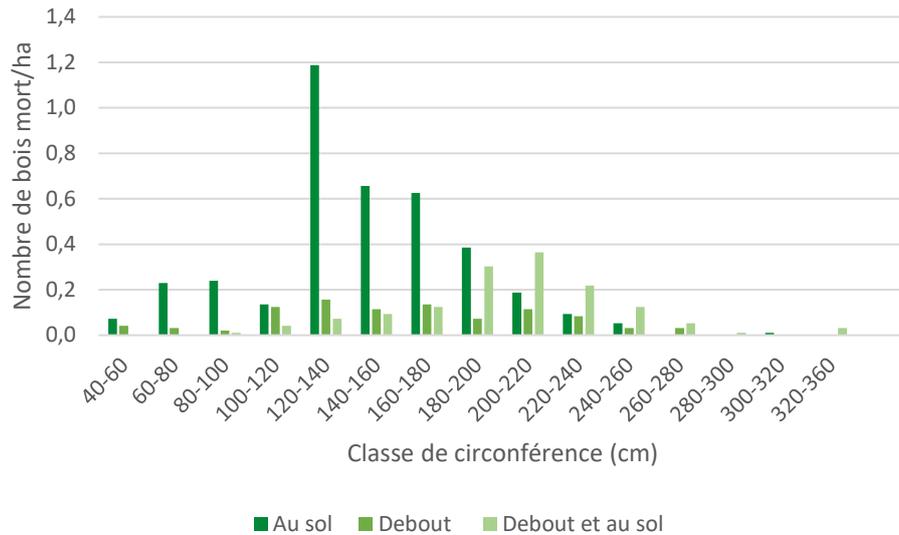


Figure 44 : diagramme de structure du bois mort

La répartition spatiale des arbres morts (fig. 45) est semblable pour les deux zones. La majorité des bois morts sont sur le plateau à l'est du territoire. Il est aussi remarquable que les zones inventoriées par V. CLAES en 2019 concernant la hêtraie dépréssante comportent plus de bois mort puisque la plupart des arbres morts inventoriés sont des hêtres ($\pm 80\%$). Les situations pédologiques peuvent aussi influencer la quantité de bois mort. Les pierriers sont des sols que le hêtre n'apprécie pas, cependant si des hêtres viennent à se développer sur ce type de sol, ils risquent de mourir assez rapidement. Ces zones ne sont donc pas riches en bois mort.

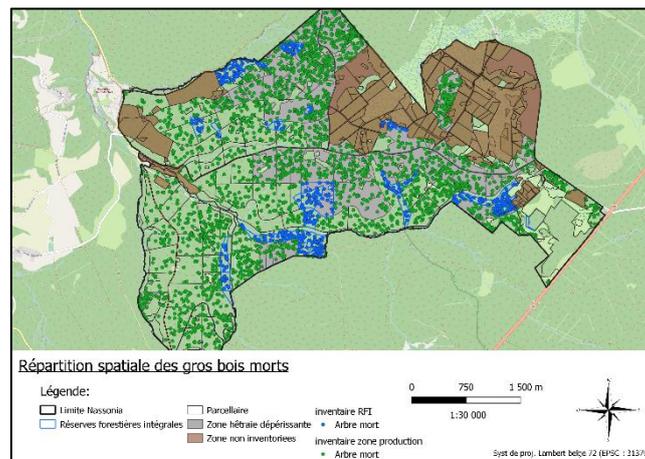


Figure 45 : répartition spatiale des gros bois morts ; Auteur : Timothé Leyder – Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, OSM)

Plusieurs études sur le bois mort pourraient être menées afin d'en savoir davantage. Une étude pourrait être menée sur l'état d'avancement de la décomposition du bois mort afin de pouvoir plus ou moins dater la mort de l'arbre pour savoir si c'est la mise en RFI qui joue réellement un rôle sur la quantité de bois mort. Une autre étude pourrait être réalisée sur la présence de bois mort en fonction du tassement de sol avec comme hypothèse : « les pratiques d'exploitation forestière passées, visibles par les anciennes voiries et pistes forestières (au lidar par exemple) ou relatées dans les carnets de triage des agents DNF, influencent favorablement la proportion de bois mort, par un accroissement de la compaction des sols forestiers et/ou aux dégâts d'exploitation. ».

Hypothèse 2

H2. L'occupation et les usages historiques des forêts sont encore aujourd'hui perceptibles dans la structure forestière, notamment via l'indicateur 'bois mort'. Dans les forêts fortement usitées par le passé, la proportion de chênes est supérieure, conduisant à réduire *de facto* la quantité de bois mort.

La fabrication de charbon de bois au XVIII^{ème} se faisait à partir de taillis de hêtre (Hardy et Dufey, 2015). Deux cents ans plus tard, l'impact de la fabrication de charbon se fait sentir avec la présence de gros chênes (plus de 200 cm de tour) et peu de gros bois mort étant donné que les hêtres ont été exploités à l'époque. En effet, les chênes n'ont pas été exploités à l'époque du charbon donc ils ont pu se développer et aujourd'hui avoir une grande circonférence.

La discussion de cette hypothèse se fera à l'aide de différentes parcelles, comprenant des aires de faulde, créées de manière aléatoire sur le territoire de Nassonia (Carte 25). Ces parcelles font environ une trentaine d'hectares.

A l'aide des cartes 26 à 29 et le graphique ci-dessous, il est observable que les usages historiques et principalement la production de charbon de bois n'a pas spécialement d'impact sur la quantité de bois mort en forêt aujourd'hui.

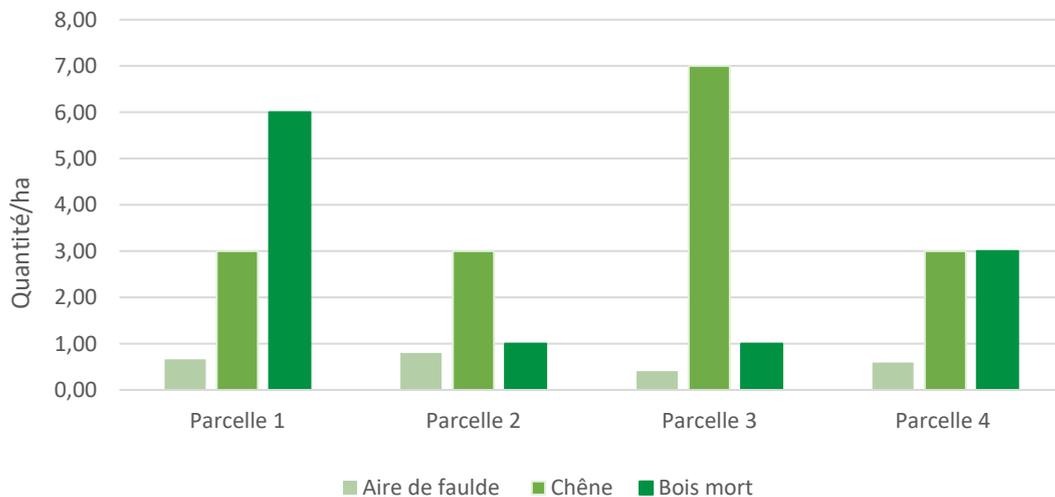


Figure 46 : nombre d'aire de fauldes, de chêne et de bois mort par hectare en fonction des parcelles

La parcelle 1 comprend plus de bois mort que de chênes. Ce relevé contredit l'hypothèse posée. Cependant, la parcelle 1 se trouve dans la zone de hêtraie dépérissante et peut donc avoir un impact sur le nombre de bois mort.

Les parcelles 2 et 3 confirment l'hypothèse avec minimum 3 fois plus de chêne que de bois mort sur ces parcelles.

La parcelle 4 comprend autant de bois mort que de chêne.

Cette hypothèse n'est pas facile à évaluer puisqu'il peut y avoir différents facteurs qui influencent la présence ou non de bois mort dans ces parcelles. Il se pourrait que le bois mort ait été récolté lors des exploitations, ce qui donnerait un nombre plus petit d'arbres morts que de chênes. Il se peut également que la hêtraie dépérissante ait un impact dans la quantité de bois mort sur le plateau de SMF, ce qui donnerait un nombre plus élevé de bois mort que de chênes.

Hypothèse 3

H3. La présence de bois mort dans les RFI varie selon les conditions stationnelles rencontrées, en particulier les versants exposés au sud, plus favorables au dépérissement ou du moins l'affaiblissement sanitaire des hêtres.

Les conditions stationnelles vont être : l'exposition, l'altitude et le type de sol.

Exposition

Pour répondre à cette hypothèse, trois types de stations à sous-secteurs différents vont être développés : le plateau sans influence de l'exposition, un versant exposé sud et un versant exposé nord. Ces 3 sous-secteurs sont représentés sur la carte ci-dessous (Fig. 47).

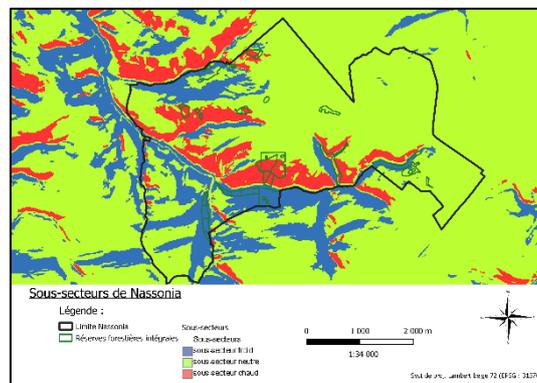


Figure 47 : sous-secteurs de Nassonia ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst srl, SPW)

Afin de voir l'impact sur le hêtre, les discussions vont se faire avec les arbres morts et les arbres d'intérêt biologique qui sont principalement des hêtres. Les arbres d'intérêt bio sont pris en compte ici car la plupart de ces arbres sont affaiblis dû à la présence de champignons, de bois nu cariée ou que leur cime est cassée (arbre volis).

Théoriquement, selon le fichier écologique des essences, les hêtres situés sur des versants nord sont dans une situation favorable tandis que ceux situés sur des versants sud sont à risque élevé de mauvais développement pouvant aller jusqu'à la mort de l'arbre. Contrairement à la théorie, à l'aide de la figure 48, il est observable que les hêtres en RFI de SMF se comportent mieux en versant sud que nord. Il y a en effet un arbre mort par hectare en moins en versant exposé sud qu'en versant exposé nord.

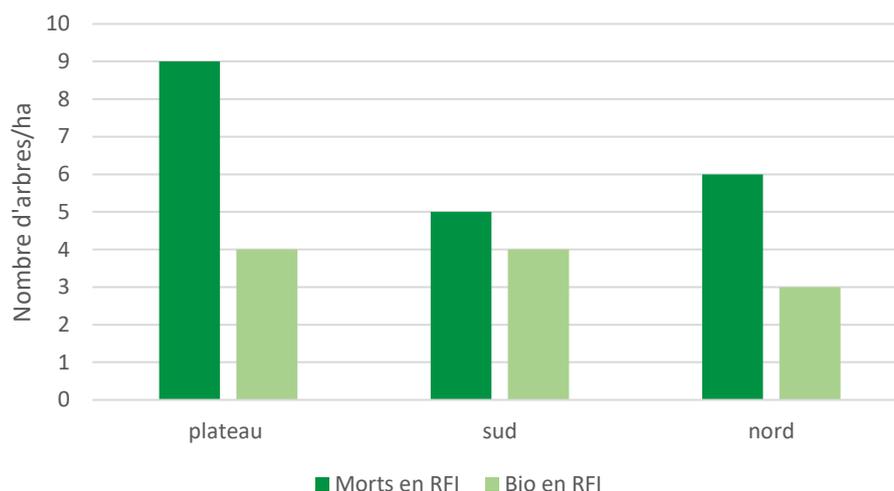


Figure 48 : nombre d'arbres morts et d'intérêt biologique à l'hectare selon l'exposition en RFI

Selon Schnitzler A. et Borlea F., en réserve naturelle de Hunebourg dans le nord des Vosges, la coupe à blanc de 1986 près de la réserve qui a exposé les hêtres au soleil, aux vents violents ainsi qu'au gel, explique la quantité d'arbres morts ou dépérissants (19,8 troncs morts/ha) accumulée en dix ans. Parmi eux, 38% sont morts debout, 34% déracinés et 28% brisés. Beaucoup d'arbres près de la coupe à blanc ont également perdu de grosses branches au cours de l'hiver 1995-1996 après deux fortes gelées successives de deux semaines chacune.

Ces 2 relevés de terrain contredisent l'hypothèse et la partie théorique du fichier écologique des essences puisqu'il est observable que les versants exposés sud ont moins d'arbres morts que les versants exposés nord. Il existe cependant une augmentation temporelle de la biodiversité dans les trouées exposées au sud. De nombreux héliophiles herbes et buissons, ainsi que des arbres pionniers semis, rivalisent sur ces très petites surfaces. Après la fermeture de l'écart, tous meurent. Il serait donc intéressant de mener une nouvelle étude sur la localisation favorable des hêtres en forêt.

Après avoir comparé le nombre d'arbres morts et biologiques selon l'exposition en réserve forestière intégrale, il est également possible de comparer ces nombres par rapport aux zones de production afin de voir s'il y a un impact directement lié entre la quantité de bois mort et l'exposition. En effet, s'il y a plus de bois mort sur les versants exposés sud en RFI et également en zone de production, alors l'hypothèse peut être confirmée (Fig.49).

En ce qui concerne les arbres morts, il y en a environ trois fois plus en RFI qu'en zone de production quelle que soit l'exposition. Contrairement aux arbres biologiques qui ont plus ou moins la même répartition dans les deux zones.

La comparaison des arbres morts en zone de production est assez compliquée à interpréter puisque ceux-ci peuvent avoir été exploités avant la mort totale de l'arbre. Il est observable qu'il y a deux arbres morts par hectare dans les zones de production quelle que soit l'exposition, ce qui est évident puisque ceci est une obligation du code forestier.

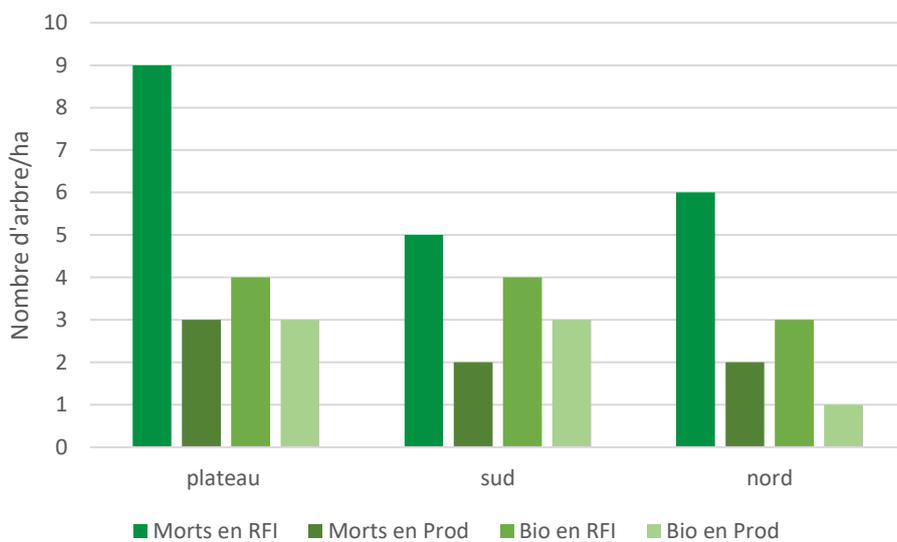


Figure 49 : nombre d'arbres morts et biologiques par hectare selon l'exposition

Altitude

Avec les parcelles choisies précédemment, la comparaison du nombre de bois mort selon l'altitude peut avoir lieu. La parcelle sur le plateau se trouve plus haut en altitude (500-550 m) tandis que les parcelles dans les versants sont à 350-400 m. L'inventaire réalisé montre qu'il y a un plus grand nombre d'arbres morts sur le plateau que sur les 2 versants (Fig. 49). Le fichier écologique des essences n'indique pas de risque spécial à propos de l'altitude en Wallonie, il ne peut donc pas y avoir d'interprétation particulière. Cependant, avec l'exemple ci-dessous, il est observable que l'altitude a un impact sur la survie et la croissance des hêtres. En effet, le climat change en fonction de l'altitude (plus on monte, plus il fait froid) donc il se peut que certains hêtres en haute altitude subissent des gelées plus fréquentes qui fragilisent les arbres jusqu'à les faire mourir.

La forêt de Nera, dans le sud-ouest des Carpates en Roumanie est l'une des dernières forêts vierges d'Europe. Elle a également été inventoriée un peu après les années 2000. Vu la superficie de plus de 4.000 ha, l'inventaire a été fait par placette d'environ un hectare. En ce qui concerne le bois mort, une grande variation entre les parcelles a été observée, avec une augmentation de volume à des altitudes plus élevées. Le volume total de bois mort variait entre 46,4 m³ et 108,7m³ par hectare. Le bois mort sur pied équivaut de 18 à 40% de ce volume (Annexe 3) (Turcu D-O. et Stetca I-A, 2006).

Ces résultats sur la forêt de Nera permettent également de comparer la quantité de bois mort d'une forêt vierge avec une forêt laissée en libre évolution (minimum 12 ans de libre évolution) après l'avoir exploitée un certain temps. La différence de volume de bois mort entre ces deux écosystèmes forestiers est importante. En effet, il y a plus du double de volume de bois mort dans la forêt de Nera que dans les RFI de Nassonia (minimum de 46,4 m³ contre 21,4 m³). Ces résultats montrent que la mise sous statut de protection en libre évolution de certaines zones ne s'approche pas des résultats d'une forêt naturelle.

Types de sols

Pour comparer le nombre d'arbres morts et d'arbres biologiques en fonction du type de sol, nous avons décidé d'analyser par rapport à la profondeur de sol qui permet de stocker l'eau dans le sol afin qu'elle soit disponible pour les arbres.

Les parcelles ont des sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable. La différence entre ces 3 types de sols et la profondeur avec des numéros pédologiques de 0_1, 3 et 6 qui correspondent à une profondeur de sol d'environ 125 cm, entre 40 et 80 cm très caillouteuse et à moins de 20 cm. Plus le code pédologique est élevé, moins il y a de profondeur de sol. Cela veut dire qu'un code pédologique de 6 équivaut à une profondeur de sol très faible, ce qui entraîne un mauvais approvisionnement en eau pour les arbres. Les hêtres souffrent donc plus en été sur des sols peu profonds.

Types de sol		Profondeur de sol
Gbbr0_1	Sol limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable	> 125 cm
Gbbr3	Sol limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable	Entre 40 et 80 cm
Gbxq6	Sol limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable	< 20 cm

Tableau 4 : types de sols

Comme précédemment, il n'est pas facile d'interpréter les résultats concernant les zones de production puisque celles-ci possèdent 2 ou 3 arbres morts par hectare, ce qui correspond à la norme du code forestier que doivent respecter les forestiers lors de l'exploitation des parcelles.

Concernant les RFI, il y a moins d'arbres morts sur les sols Gbxq6 car il a été observé lors des sorties d'inventaire que la majorité des arbres morts étaient des hêtres. Or, les stations composées de Gbxq6 contiennent très peu de hêtres puisque ceux-ci n'ont pas un bon développement sur ce type de sol. Sur ce type de sol, l'érable ou le charme seront plus représentés. De plus, la station contient un sol xérique, ce qui traduit un sol extrêmement sec dont le hêtre y est sensible.

Pour le type de sol Gbbr, le nombre d'arbres morts à l'hectare augmente en fonction que la profondeur de sol diminue. Cette différence d'arbres morts peut s'expliquer par l'approvisionnement en eau contenu dans le sol. En effet, le hêtre a un besoin en eau dont le niveau hydrique est compris entre -1 et 2 (sol frais à mésique) pour se développer dans les meilleures conditions.

En résumé, la densité d'arbres morts et biologiques varie selon le type de sol et le mode de gestion. Il est important de prendre en compte ces facteurs pour comprendre comment la présence d'arbres morts et biologiques peut être influencée dans différents écosystèmes.

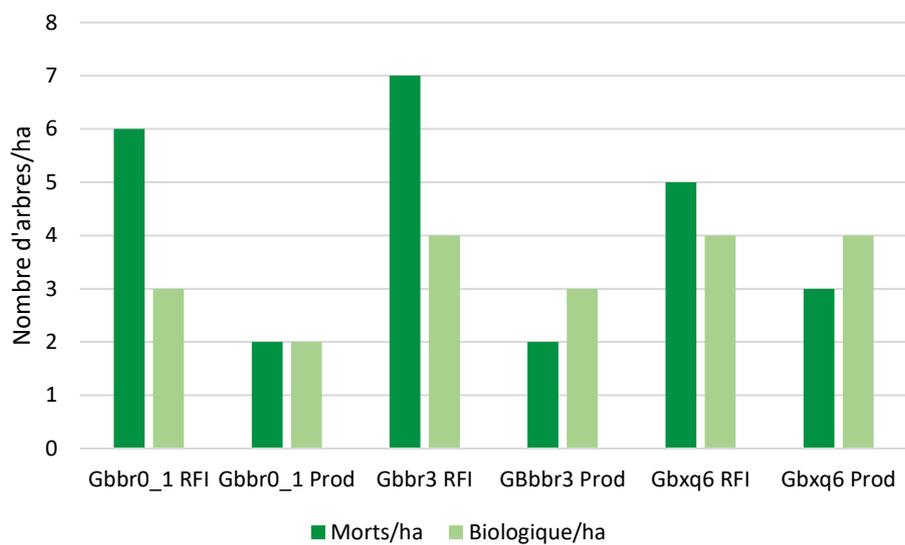


Figure 50 : nombre d'arbres morts et biologique par hectare en fonction du type de sol

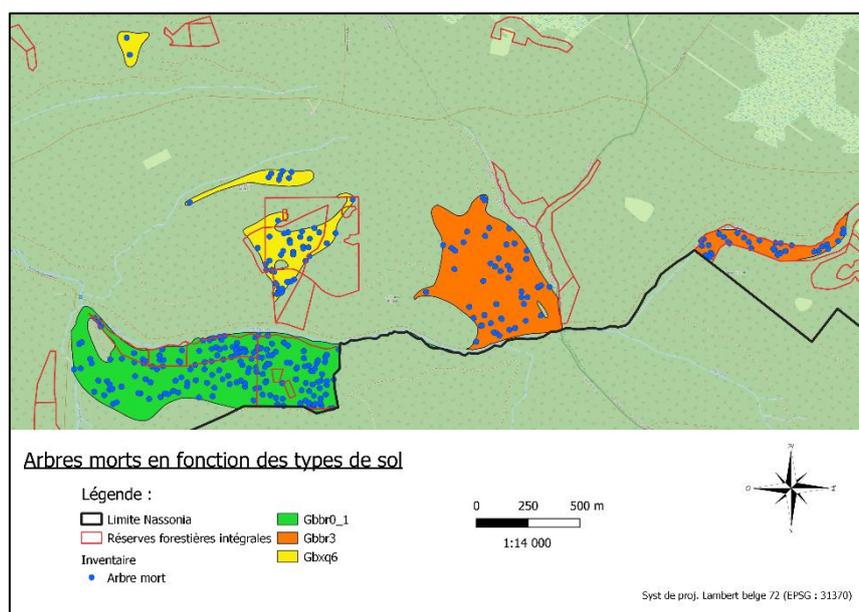


Figure 51 : arbres morts en fonction des types de sol ; Auteur : Timothé Leyder - Décembre 2022 ; SCR du projet : Lambert belge 72 [EPSG : 31370] (source : Ecofirst sclr, SPW)

PARTIE VII : Conclusion

L'objectif principal de ce travail de fin d'études est de géoréférencer et caractériser les arbres d'intérêt dans les réserves forestières intégrales de Saint-Michel Freyr afin de pouvoir comparer la quantité de ces arbres avec les zones de production où il y a une gestion forestière.

Ce travail a permis de se rendre compte de l'intérêt de préserver des parcelles en libre évolution afin de pouvoir accroître la quantité de bois mort qui est bénéfique à plus de vingt pourcents des espèces forestières. Il serait d'ailleurs intéressant d'envisager, ultérieurement, un travail de fin d'étude sur les populations des espèces saproxyliques afin de voir leur évolution en fonction de l'augmentation de la quantité de bois morts comme le souhaite le projet Nassonia ou sur la décomposition du bois mort en RFI afin de pouvoir dater la mort de l'arbre pour savoir si c'est vraiment la mise sous statut de protection qui affluence la quantité de bois mort.

Dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr, il y a deux fois plus d'arbres semenciers, autres que le hêtre et l'épicéa, en RFI qu'en zone de production. Il y a 7 arbres d'intérêt biologique pour 2 ha dans les réserves forestières intégrales contre 5 arbres en zones productives. Et en ce qui concerne les arbres morts, il y en a 3 par hectare en zone de production et 6 en RFI. Le volume de bois mort est également doublé en RFI par rapport aux zones de production (9,9 m³ contre 21,4 m³).

Il est cependant difficile de fournir une estimation précise du nombre d'arbres d'intérêt dans les forêts car cela dépend de nombreux facteurs, tels que le type de forêt, sa localisation géographique, les conditions climatiques et les éventuels événements naturels ou humains qui peuvent affecter les arbres.

Il n'est pas évident de tirer une conclusion par rapport à l'usage ancien de la forêt puisque certaines parcelles choisies vont dans le sens de l'hypothèse tandis que d'autres la contredisent. A propos des conditions stationnelles, dans les réserves forestières intégrales, les arbres et plus particulièrement les hêtres sur les versants exposés sud sont moins favorables au dépérissement que ceux sur le plateau ou sur les versant exposés nord. L'altitude a aussi une influence sur l'état sanitaire de la forêt, il y a une plus grande quantité de bois mort sur le plateau de Saint-Michel que dans les vallées. Et enfin, la profondeur de sol a également une affluence sur les bois morts : plus le sol est profond, moins il y a d'arbre mort.

Ce travail a aussi permis de se rendre compte que la mise sous statut de protection en libre évolution de la forêt wallonne ne se rapproche pas de la forêt naturelle. Il y a une petite avancée mais le pas à franchir est encore loin.

Il est intéressant de mettre une partie de la forêt sous cloche afin de protéger la biodiversité mais il faut également penser au besoin en bois comme pour la construction par exemple ainsi qu'à la substitution du carbone émis par les énergies fossiles. Pour ce faire, il est intéressant de mélanger les deux rôles de la forêt en gardant des îlots de conservation pour la biodiversité entourés de zones de production de bois.

Pour conclure, les démarches effectuées permettent de faire l'état des lieux au début du projet afin d'estimer les bénéfices apportés par les gestions futures. Et ce, toujours dans le but d'augmenter la résilience de la forêt de Saint-Michel Freyr face aux bouleversements présents et futurs.

Bibliographie

- ✂ ALDERWEIRELD M., BURNEY F., PITCHUGIN M., LECOMPTE H. (2015). Inventaire forestier wallon. Résultats 1994-2012. SPW, DGO3, DNF, Direction des Ressources forestières, Jambes, 236 p.
- ✂ ALDERWEIRELD M., LIGOT G., LATTE N. et CLAESSENS H. (2010). Le chêne en forêt ardennaise, un atout à préserver. Paru dans Forêt Wallonne n°109. pp.10-27
- ✂ Branquart E., Liégeois S et al. (2010). Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier. Jambes, 84 p.
- ✂ Centre régional de la propriété forestière Languedoc-Roussillon, Comment favoriser la biodiversité forestière ? Montpellier, 2 p. Récupéré sur https://www.st-guilhem-le-desert.fr/docsite/comment_favoriser_la_biodiversite_forestiere.pdf
- ✂ CLAES V. (2019). La forêt de Saint-Michel Freyr. Analyse et propositions de gestion. (Mémoire), Gembloux, 94 p. + annexes.
- ✂ CLAESSENS H. (2012). Avis de tempête. Apparu dans Forêt Wallonne n°116 – Janvier/février 2012. Gembloux. pp.56-58.
- ✂ CLAESSENS H. (2016). Quelques considérations pour adapter nos forêts aux changements climatiques. Tiré de Silva Belgica janvier-février 2016. pp.20-29.
- ✂ DANJON F. et FOURCAUD T. (2009), L'arbre et son enracinement. Innovations Agronomiques, pp.17-37.
- ✂ DEUFFIC P. (2012). Produire et discuter des normes environnementales : Ecologues et forestiers face à la biodiversité associée au bois mort. (Thèse) Bordeaux, 527 p.
- ✂ DGARNE/DNF, Forêts de pentes, éboulis ou ravins, catalogue des espèces et habitats des sites Natura 2000 de la région Wallonne, récupéré à l'adresse http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/9180_forets-de-pente--eboulis-ou-ravins.pdf?ID=12816#:~:text=Les%20for%C3%AAts%20de%20pentes%20se,sambro%2Dmosa n%2C%20suffisamment%20accident%C3%A9.
- ✂ DGARNE/DNF, Hêtraies à luzule, catalogue des espèces et habitats des sites Natura 2000 de la région Wallonne, récupéré à l'adresse http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/9110_hetraies-a-luzule.pdf?ID=12813
- ✂ DGARNE/DNF, Landes humides, catalogue des espèces et habitats des sites Natura 2000 de la région Wallonne, récupéré à l'adresse [http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/4010_landes-humides.pdf?ID=12809#:~:text=Les%20landes%20humides%20sont%2C%20comme,par%20l a%20molinie%20\(enfrichement\)](http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/4010_landes-humides.pdf?ID=12809#:~:text=Les%20landes%20humides%20sont%2C%20comme,par%20l a%20molinie%20(enfrichement)).
- ✂ DGARNE/DNF, Vieilles chênaies des sols acides, catalogue des espèces et habitats des sites Natura 2000 de la région Wallonne, récupéré à l'adresse http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/9190_vieilles-chenais-des-sols-acides.pdf?ID=12838
- ✂ Fischesser B., Depuis-Tate MJ. (2007). Le guide illustré de l'écologie. Editions de La Martinière. France. 350p.
- ✂ HARDY B. et DUFÉY J. (2015), Les aires de faulde en forêt wallonne : repérage, morphologie et distribution spatiale. Dans forêt.Nature n°135. Pp.19-30.
- ✂ JADOUL G., CLAES V., LOUTE M. (2021). Master plan 2020-2040. 168 p.
- ✂ LANDMANN G. (1994). Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers. Revue forestière française, 46 (5). pp. 405-415.

- ✂ LEFÈVRE F., FADY B., JEAN F., DAVI H., PICHOT C. et al. (2015). Les processus biologiques de réponses des arbres et forêts au changement climatique : adaptation et plasticité phénotypique. Innovations Agronomiques, INRAE. pp.63-79
- ✂ Législation/Code forestier. (s. d.). Récupéré à l'adresse <http://environnement.wallonie.be/legis/dnf/forets/foret025.htm>
- ✂ LOSSEAU J., JONARD M., TITEUX H., VINCKE C. (2018). Les dépérissements récents du chêne pédonculé en Ardenne : une longue histoire. Tiré à part article Forêt.Nature n°147. pp. 35-46
- ✂ NOËL O. (2021). Nassonia : Quelles mesures de gestion adopter pour les habitats d'intérêt communautaire prioritaires (forêts de pentes, éboulis ou ravins (9180*) et forêts alluviales (91E0*)) afin d'assurer leur maintien, leur réhabilitation et leur développement sur le long terme ? (Mémoire), Ath, 86 p. + annexes.
- ✂ ONF (2007). Gestion des hêtraies dans les forêts publiques françaises. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n° 2, 112 p.
- ✂ Ouvrage collectif (2017). Le grand livre de la Forêt. Edition Forêt.Nature. 495p.
- ✂ PEFC Belgium, PEFC, Gardien de l'équilibre de nos forêts, La certification qui garantit la gestion durable de nos forêts. Bruxelles, 12p.
- ✂ Pic épeiche (s.d.) récupéré sur <http://www.oiseau-libre.net/Oiseaux/Especies/Pic-epeiche.html>
- ✂ QUEVY B et al. (2020), Guide pratique pour la gestion durable des forêts, charte PEFC 2013-2018 à destination des propriétaires privés et publics., Jambes, 109 p.
- ✂ RONDEUX J. (2021). Le bois mort en forêt, rôle et importance. pp.4-5
- ✂ RONDEUX J. (2022). Les forêts et leur incidence sur le cycle du carbone. pp.8-9
- ✂ ROSSI M., VALLAURI D. (2013). Evaluer la naturalité. Guide pratique, version 1.2. WWF, Marseille. 154 p.
- ✂ ROSSI M., VALLAURI JA., VALLAURI D. (2015). Le carbone forestier en mouvements. Éléments de réflexion pour une politique maximisant les atouts du bois. Lyon, Rapport REFORA. 40 p.
- ✂ Saint-Michel Freyr. Le projet (2020)
- ✂ SCHNITZLER A. et BORLEA F. (1998), Lessons from natural forests as keys for sustainable management and improvement of naturalness in managed broadleaved forests. Dans Forest Ecology and Management. Pp.293-303.
- ✂ SPW (2021, mai). Programme wallon de Développement Rural 2014-2020 -PwDR. Récupéré sur le portail de l'agriculture wallonne : <https://agriculture.wallonie.be/programme-wallon-de-developpement-rural-2014-2020>
- ✂ TURCU D-O. et STETCA I-A. (2006), The structure and dynamics of virgin beech forest ecosystems from "Izvoarele Nerei" reserve – initial results. Dans Abstracts, International Conference "Beech silviculture in Europe's largest beech country", 4-8 September 2006, Poiana Brasov, Roumanie. Pp18-20.
- ✂ VERT J., SCHALLER N., VILLIEN C. (2013), Agriculture Forêt Climat : vers des stratégies d'adaptation, Centre d'études et de prospective, ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Annexes

Annexe 1 : Moyenne des principaux indicateurs climatiques pour les zones bioclimatiques étudiées
(Van Der Perre et al, 2015)

	Longueur de la saison de végétation (Jours)	Précipitations annuelles (mm)	Température moyenne annuelle (°C)	Indice de Lang (mm/°C)	Température maximale absolue (°C)	Température minimale absolue (°C)
Basse et Moyenne Ardenne	163	1170	8,7	136,8	35,8	-18,9
Ardenne Centro-orientale	156	1136	8,1	141,8	35,3	-19,8
Haute Ardenne	151	1219	7,7	161,4	34,9	-20,6

Annexe 3 : Résultats inventaire arbres mort forêt de Nera

Table 2: The volume of standing and fallen deadwood

Plot number	Total deadwood volume (cu.m)	Percent from the total volume (%)	Standing deadwood (cu.m)	Fallen deadwood		
				Solid wood (cu.m)	Partially rotten wood (cu.m)	Rotten wood (cu.m)
102	62,7	6,9	18,9	6,2	12,4	25,2
103	46,4	5,8	14,0	0,2	23,2	9,0
104	79,4	9,0	17,4	24,5	17,4	20,1
110	79,2	7,2	16,2	5,1	14,3	43,6
112	104,5	8,6	29,2	0,0	0,0	75,3
114	108,7	11,7	31,3	0,0	0,0	77,4
116	105,6	10,5	30,3	0,0	0,0	75,3
118	50,4	7,8	17,6	0,0	0,0	32,8
119	52,9	7,2	9,9	6,7	3,7	32,6
120	53,6	8,6	21,6	3,5	2,1	26,3

Issus de : TURCU D-O. et STETCA I-A. (2006), The structure and dynamics of virgin beech forest ecosystems from “Izvoarele Nerei” reserve – initial results. Dans Abstracts, International Conference “Beech silviculture in Europe’s largest beech country”, 4-8 September 2006, Poiana Brasov, Roumania. Pp18-20.

Vers une meilleure caractérisation des écosystèmes forestiers en libre évolution : effet du statut de réserve forestière intégrale sur la distribution des arbres d'intérêt biologique dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr

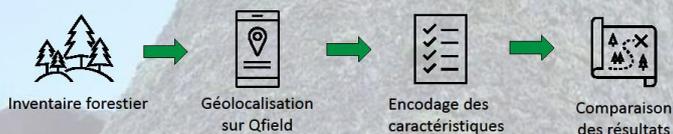
Problématique

Afin de mieux comprendre l'évolution de la biodiversité sur son territoire et d'évaluer l'impact de ses choix de gestion, le projet Nassonia, lancé en 2018, souhaite réaliser un état des lieux de son territoire. L'inventaire forestier des zones de production étant fait en 2020-2021, il faut réaliser le même inventaire des réserves forestières intégrales (RFI) afin de pouvoir comparer l'évolution des arbres d'intérêt sur une forêt en libre évolution.

Hypothèses

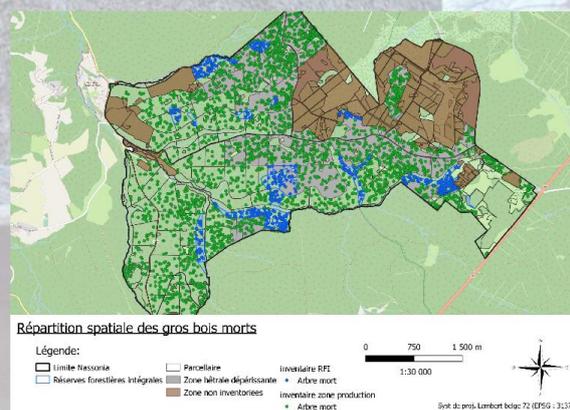
- 1) Augmentation des arbres d'intérêt en RFI
- 2) L'occupation et les usages historiques des forêts sont encore perceptibles dans la structure forestière
- 3) Les versants exposés au sud sont favorables au dépérissement des hêtres.

Matériels et méthodes



Résultats

	Zones de production	RFI
Arbres morts	3/ha	6/ha
Debout	22%	15%
Debout et au sol	30%	23%
Au sol	48%	62%
Volume bois mort	9,9 m ³	21,4 m ³
Arbres bio	5/2ha	7/2ha
Semenciers (autre que HE et EP)	13/ha	24/ha



Conclusion

Cette étude a répondu aux attentes des gestionnaires du projet qui étaient d'inventorier et de caractériser les arbres d'intérêt biologique dans les réserves forestières intégrales. Cette étude a permis de voir que la mise en réserve depuis minimum 12 ans a un impact sur la quantité de bois mort en forêt mais que ça ne se rapproche pas des forêts naturelles. L'usage historique des forêts (fabrication de charbon) n'est plus perceptible à l'heure actuelle dans la forêt de Saint-Michel. Il n'est pas possible de reporter ces résultats à d'autres territoires puisque chaque station est différente (type de sol, exposition, climat,...).

Résumé

Les forêts jouent un rôle important en fournissant de nombreux services écosystémiques, mais elles sont actuellement menacées en raison de leur uniformité structurelle et de la pression due aux changements climatiques. Pour renforcer la résistance de ces écosystèmes, le projet Nassonia, qui est géré conjointement par la Wallonie et la Fondation Pairi Daiza, vise à mettre en place une gestion innovante et participative des espèces et des habitats naturels présents dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr, d'une superficie de 1645 hectares.

Ce travail s'inscrit dans le projet et a pour objectif de comparer les zones de production qui sont sous gestion forestière et les zones sous statut de protection de réserve forestière intégrale en termes de caractéristiques d'arbres d'intérêts écologiques. Pour ce faire, un inventaire en plein avec prise des caractéristiques a été réalisé. Grâce à ces données, des comparaisons ont été effectuées avec des hypothèses sur les différences. Ce travail étant proche du temps zéro du projet, il viendra enrichir la banque de données initiales du projet.

Mots-clés : Forêts – Gestion forestière – Arbres d'intérêt biologique – Arbres morts – Habitats naturels

Abstract

Forests play an important role in providing many ecosystem services, but they are currently under threat due to their structural uniformity and pressure from climate change. To strengthen the resilience of these ecosystems, the Nassonia project, which is jointly managed by Wallonia and the Pairi Daiza Foundation, aims to implement innovative and participatory management of the species and natural habitats present in the 1645 hectares state forest of Saint-Michel Freyr.

This work is part of the project and aims to compare the production areas under forest management and the areas under the protection status of an integral forest reserve in terms of the characteristics of trees of ecological interest. For this purpose, a full-scale inventory was carried out with the recording of characteristics. With these data, comparisons were made with assumptions about the differences. As this work is close to the time zero of the project, it will enrich the initial database of the project.

Keywords : Forests – Forest management – Trees of biological interest – Dead trees – Natural habitats